Académie d'Orléans –Tours
Université François-Rabelais

FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

Année 2013-2014. **N°**

Thèse

pour le DES de Chirurgie Générale

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'Etat

Par

Gueutier Alexandre
Né le 7 décembre 1983 à Rennes

Présentée et soutenue publiquement le 24 octobre 2014.

TITRE

Synostose ou non synostose de la suture intermaxillaire
Une étude radio-histologique chez l'adulte.

Jury

Président de Jury : Monsieur le Professeur Dominique Goga
Membres du jury : Monsieur le Professeur Gérard Lorette
Monsieur le Professeur Dominique Goga
Monsieur le Professeur Olivier Sorel
Monsieur le Professeur Jean-Philippe Cottier
Monsieur le Professeur Boris Laure
Monsieur le Docteur Florent Sury

A mon père et mon grand-père,
J'aurai aimé partager davantage avec vous.

REMERCIEMENTS

Au président et directeur de cette thèse :

Monsieur le Professeur Goga,
Vous me faîtes l'honneur de présider ce jury, et également d'avoir initié et dirigé ce travail. Recevez toute mon admiration pour l'immense énergie que vous mettez chaque jour pour faire du service de chirurgie Maxillo-Faciale ce qu'il est aujourd'hui. Je n'imagine pas l'investissement personnel que cela implique, mais vous êtes resté toujours disponible que ce soit pour la formation, pour l'organisation de mon post internat, et la direction de cette thèse. Merci pour votre confiance, je vous suis extrêmement reconnaissant.

Aux membres du jury :

A Monsieur le Professeur Sorel,
Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce jury. Vous êtes en grande partie à l'initiative de ce travail. J'espère avoir répondu par le biais de cette thèse à une partie de vos attentes. J'espère conserver autant que vous cette curiosité et les interrogations que suscitent nos disciplines au quotidien. Veuillez accepter ma plus profonde gratitude.

A Monsieur le Professeur Lorette,
Je vous remercie sincèrement de l'honneur que vous me faites en acceptant de siéger parmi les membres de ce jury. Avant même d'être interne à Tours, votre nom ne m'était pas inconnu, mon initiation à la lecture critique d'article n'y était pas étrangère. J'espère que mon travail est à la hauteur de votre rigueur scientifique.

A Monsieur le Professeur Cottier,
Vous me faites l'honneur de participer à ce jury, et de juger ce travail, qui sans vous et l'amabilité du personnel de votre service n'aurait pu exister. Votre gentillesse et votre disponibilité ne font aucun doute au travers de nos quelques rencontres. Veuillez accepter le témoignage de mon plus profond respect.

A Monsieur le Professeur Laure,
Je te remercie de l'honneur que tu me fais de siéger dans ce jury. C'est toujours avec plaisir et admiration que j'assiste à tes interventions. Il n'est plus nécessaire de me "convaincre" que « nous faisons quand même un beau métier ».

Au Docteur Sury,
Je suis très heureux que tu aies accepté de participer à ce jury. Tu as toujours été de bons conseils, et disponible tant sur le plan clinique, que sur l'élaboration de cette thèse. Reçois mes remerciements les plus chaleureux.

A Monsieur le Professeur De Pinieux,
Je vous remercie pour m'avoir ouvert les portes de votre service, et permis de réaliser ce travail. Votre aide fût indispensable, vous avez été de bon conseil et toujours disponible. Ce fut pour moi un réel plaisir d'échanger avec vous. Je remercie également tout le personnel du laboratoire d'anatomo-pathologie pour leur gentillesse.

Au Docteur Bonin-Goga,
Vous m'avez fait découvrir la chirurgie Maxillo-Faciale pédiatrique et partagé vos connaissances. Vos conseils avisés et votre disponibilité ont été pour moi très précieux.

Au Docteur Rémy, au Dr Dubois, au Dr Baccar, et au Dr Danin,
Le semestre passé à vos côtés à Orléans m'a permis de découvrir une partie de ces passionnantes spécialités qui sont la chirurgie Maxillo-Faciale et la chirurgie Plastique. Ce semestre restera grâce à vous un élément fondateur.

A mes chefs de clinique,
Gwendoline, Romuald, Guillaume, Cédric, Anaïs, Thomas, Amélie, Alexandra.
J'ai appris de chacun d'entre vous, autant dans les relations humaines que sur le côté technique qu'impose la chirurgie. Pour tout cela je vous remercie.

A mes co-internes et amis,
Sophie, Arnaud, Aline, Audrey, Olivier, Rémy, Marie, Fabien,
Christèle, Julie, Raphaël, Aurélie, Azouz, Marianne, Marine, Morgane et Audrey.
Et à la Dreux Team : Julien, FX et My-Linh.
Ces semestres passés à vos côtés resteront gravés dans ma mémoire aussi bien les débuts difficiles que les jours meilleurs. Merci pour votre soutien, et ces bons moments passés à l'hôpital comme en dehors.

A l'ensemble du service de chirurgie Maxillo-Faciale :
Merci à toute l'équipe de l'hospitalisation, de la consultation, du bloc, de l'UDTA et du secrétariat.
Ces longues journées passées à l'hôpital sont rendues plus agréables par votre gentillesse, sympathie et bonne humeur.

Remerciements particuliers aux personnes qui m'ont apporté une aide indispensable dans la réalisation de ce travail :

Au Dr Pucheux,
Je te remercie pour tous les conseils apportés, nos échanges m'ont toujours été bénéfiques. Tu t'es montré toujours bienveillant et disponible pour moi, Merci.

A Maëlle et Manu,
Je vous remercie d'avoir accepté d'apporter votre contribution à ce travail. Je vous souhaite le meilleur pour la suite.

A Gérald et Jean-Paul du laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Tours,
Je vous remercie pour m'avoir apporté votre aide, sans laquelle cette étude n'aurait pu voir le jour.

A ma famille :

A ma maman, qui m'a transmis son moral, paré à toutes les épreuves de la vie. Cette force qui t'a permis de ne jamais baisser les bras, je pense qu'elle m'a servi tout au long de ces années d'étude. J'espère te rendre aussi fier que je suis fier d'être ton fils. Merci

A ma grand-mère, Paulette une autre femme de caractère, ton sens de l'organisation et ta rigueur sont toujours des exemples pour moi. Ces qualités ne sont pas étrangères à la réussite au concours de médecine, et la suite de mon parcours. Ta jeunesse d'esprit m'étonnera toujours, tu es une grand-mère pas comme les autres, et je t'aime comme ça.

A Tatie, tonton Claude, et Maminou, vous êtes pour moi les grands parents maternels, que je n'ai pas connus. Votre gentillesse et votre générosité sont sans égal, votre dévouement envers vos proches en est la preuve. C'est toujours un plaisir de partager des moments avec vous.

A ma sœur, ton sens de la famille est pour moi une base solide sur laquelle je me repose souvent. C'est pour moi une chance de pouvoir compter sur toi à tout moment. Les chamailleries de gamin sont bien loin, les moments difficiles sont passés par là, et ensemble nous avons grandi et surmontés ceux-ci. Je suis fier d'être ton frère, l'oncle d'Albert et le beau-frère de Ryan.
Ryan sans qui la rédaction de l'article en anglais aurait été plus laborieuse, je te remercie pour ton aide.

A mon Amour, Meltem te rencontrer à sans doute été la meilleure chose qui me soit arrivée.
Tu as toujours été à mes côtés dans les moments de doute. Ton soutien infaillible est pour moi la plus belle preuve d'amour et de confiance en l'avenir.

A mon cousin, Pierre tu es comme un frère pour moi, depuis déjà 30 ans nous partageons les joies et les peines de chacun. La liste des moments importants de ma vie en ta compagnie est trop longue, c'est dire la place que tu y tiens ! La période charnière restera mon apprentissage de la guitare et de splinter cell…

A mes amis,
Le secteur K, et les filles ☺ (Toto, Ricci, Marco, Yannou, Nenette, Jéjé, Samich, Pec, Schépi, Sam, Stephen, Ptite Marie, Chouch, Nanou, Vanness, Julie, Emma, Marion, Marie Maud, Anne-So).
Depuis les chaises du Lycée, vous avez toujours été présents et joués un rôle dans ce parcours scolaire long et semé d'embuches. Certains sont des moteurs, d'autres des exemples, des soutiens, des confidents. Malgré l'éloignement plus ou moins important et les années, les couples qui se sont formés et défaits, c'est toujours que du bonheur d'être avec vous les amis, Merci à vous.

Résumé:

INTRODUCTION : Le but de cette étude était de déterminer si le scanner, par une observation simple de la suture intermaxillaire nous renseignait précisément sur les paramètres de résistance visibles en histologie, et ainsi nous guider dans le choix thérapeutique de l'insuffisance transversale du maxillaire chez l'adulte.

MATERIEL ET METHODE : A partir de 10 scanners de maxillaires réalisés sur des personnes décédées âgées de 70 à 86 ans. Nous avons choisi 3 régions d'intérêt radiologique (RI) par sujet. 3 radiologues ont classées les RI en 2 groupes : ouvert (1) et fermé (2). Ces régions ont été ensuite analysées en histologie sur 3 critères source de résistance, la largeur moyenne (LM), l'index d'oblitération (IO) et l'index de sinuosité (IS).

RESULTATS : Nous avons obtenu 2 groupes : (1) avec n=9 et (2) n=21. La reproductibilité de l'interprétation du scanner a été statistiquement jugée presque parfaite entre les 3 radiologues. L'analyse histologique a retrouvé : LM égal à 396,9µm dans le groupe 1 et 227,1µm dans le groupe 2. Respectivement OI était égal à 3,098% et 9,309% et IS était mesuré à 1,25 et 1,34. Une différence statistiquement significative a été retrouvée uniquement pour LM.

CONCLUSION : Le scanner permet d'apporter une information objective sur la largeur de la suture intermaxillaire, mais reste trop imprécis pour évaluer des critères plus fins comme les ponts d'ossification et la sinuosité de la suture. Cet examen ne semble donc pas être suffisant pour nous aider dans notre décision thérapeutique.

Synostosis or not synostosis of the midpalatal suture.
A multislice computed tomography-histological study in adults.

Abstract :

INTRODUCTION: The aim of this study was to find out if Multi-Slice Computed Tomography (MSCT), by simple observation of the midpalatal suture (MPS), can tell us precisely the parameters of resistance visible in histology, and thus guide us in our choice of treatment of transverse maxillary deficiency.

METHODS: From MSCT of 10 deceased subjects aged 70-86 years. We chose 3 radiological regions of interest (ROI) of the MPS. Three radiologists classed the ROI into two groups as open(1) or closed(2). These ROI were analyzed histologically according to three criteria: the mean suture width (MSW), the obliteration index (OI) and the interdigitation index (Ii).

RESULTS: We obtained two groups (1) (n=9) and (2) (n=21). Respectively the calculated MSW was equal to 396.9µm and 227.1µm. The OI was equal to 3.098% and 9.309% and the Ii was measured at 1.25 and 1.34. A statistically significant difference was only found for the MSW.

CONCLUSION: Simplified MSCT observation allows objective information to be provided on the width of the midpalatal suture, but remains too vague to assess the other parameters we have used, such as the obliteration and interdigitation indexes. Therefore, it can not be predictive of orthodontic or surgical treatment.

Mots Clés :

Mots clés : Suture, intermaxillaire, disjonction, scanner, histologie.

Keywords : Suture, midpalatal, disjunction, multi-slice computed tomography, histology

TABLE DES MATIERES

1)INTRODUCTION page 1

2)MATERIEL ET METHODES page 4

3)RESULTATS page 11

4)DISCUSSION page 16

5)REFERENCES page 20

GRAPHIQUE, FIGURES ET LEGENDES :

Graphique 1. ***p4***
Distribution de l'âge et du sexe des sujets, 4 hommes et 6 femmes.

Figure 1. ***p5***
Image illustrant la détermination des Régions d'intérêt radiologique (RI) à partir des scanners.

Figure 2. A et B *:* ***p6***
Exemples de RI dans le plan frontal appartenant au groupe "ouvert". **A**, à partir de la région 1. **B**, à partir de la région 2.

Figure 3. A et B **:** ***p6***
Exemples de RI dans le plan frontal appartenant au groupe "fermé". **A**, à partir de la région 1. **B**, à partir de la région 2.

Figure 4. ***p8***
Image en coupe frontale de la suture intermaxillaire illustrant la mesure de la largeur moyenne (LM). Les lignes vertes réprésentent les différentes largeurs. La ligne noire réprésente la longueur totale de la suture.

Figure 5. ***p9***
Image illustrant le calcul de l'index d'oblitération (IO), la ligne noire représente la longueur totale de la suture (LT), celle-ci est coupée par des ponts osseux dont la longueur est (LO).

Figure 6. ***p10***
Image illustrant le calcul de l'index de sinuosité (IS). La ligne noire représente la longueur totale de la suture, et la ligne jaune la distance la plus courte.

Figure 7. ***p12***
Image en coupe frontale de l'unique coupe histologique parmi les 30 qui présente une ossification complète de la suture intermaxillaire, celle-ci n'est plus visible.

Figure 8. ***p13***
Photo de la région 1 du maxillaire en coupe frontale, la suture intermaxillaire est facilement identifiable avec son trajet sinueux.

Figure 9. ***p14***
Image représentant les fibres de Sharpey ancrées dans l'os tissé, qui compose les berges osseuses de la suture. (zoom×40).

Figure 10. ***p15***
Image représentant l'organisation du tissu conjonctif qui compose la suture intermaxillaire, en lumière polarisée. (zoom×10).

1) **INTRODUCTION**:

L'insuffisance transversale du maxillaire est une dysmorphose dento-squelettique fréquente dans la population générale.
Une étude de 1996 retrouvait presque 10% de la population américaine atteinte.[1]
Le traitement de cette malocclusion est soit orthopédique par une expansion palatine rapide (EPR), soit orthodontico-chirurgical par une expansion rapide du maxillaire chirurgicalement assistée (EPRAC), ou entièrement chirurgical par une ostéotomie de LeFort I.[2]
Selon la littérature, la suture intermaxillaire est facilement extensible jusqu'à environ l'âge de 12 ans, permettant avant cet âge limite une EPR.[3] Par la suite la suture évolue, et devient plus résistante.

En effet au cours de la croissance du maxillaire, la suture intermaxillaire change sur le plan histomorphométrique. Melsen en 1975 a étudié cette suture chez des sujets de 0 à 18 ans. Elle a montré que cette suture présente trois stades différents au cours de la croissance.[4] Dans le stade infantile 0 à 10 ans, la suture est rectiligne, large, et en forme de « Y ». Dans le stade juvénile 10 à 13 ans, son trajet devient sinueux, des sections s'invaginent de part et d'autre. A l'adolescence, le trajet devient plus sinueux et les interdigitations sont plus nombreuses et amples, avec un rétrécissement de sa largeur.
Une autre étude histologique sur des sujets plus âgés a montré l'apparition d'ilôts de calcifications, de spicules osseuses au sein de la suture formant parfois des ponts osseux.[5,6]

Les modifications telles qu'un trajet plus sinueux, la diminution de la largeur, et l'ossification de la suture sont à l'origine de sa maturation et sont sources de résistances à la EPR.[7]

A cause de ces résistances, le traitement par EPR peut être un échec chez les adolescents et les jeunes adultes. Cela se traduit par des douleurs, des fenestrations, et des récessions gingivales.[3]
Pour éviter cet échec un traitement par EPRAC ou uniquement chirurgical est proposé. Mais il engendre des risques, des complications et des coûts supérieurs.[3,8]
Ceci peut entrainer le refus de certains patients adolescents ou jeunes adultes. Dans ce cas un traitement par EPR est tenté avec parfois de bons résultats.[9,10]

Savoir si la suture présente des résistances à son expansion est essentielle pour guider le praticien dans son choix thérapeutique.
L'âge chronologique ne correspond pas toujours à l'âge physiologique. Cette évaluation doit être personnalisée, en tenant compte également de l'histoire médicale du patient, car des désordres métaboliques peuvent provoquer une ossification prématurée.[3]

Selon plusieurs études, la fin de la croissance transverse du maxillaire et la fermeture des sutures maxillo-faciales se font à l'âge squelettique. (14-15 ans pour les filles et 15-16 ans pour les garçons).[11,12] Plusieurs indicateurs peuvent aider à déterminer la maturation squelettique; la radiographie du poignet est très couramment utilisée. La méthode CVM (cervical vertebral maturation) basée sur l'analyse de la forme des vertèbres cervicales est aussi utilisée par certains.[13] Mais elle est critiquée par d'autres, car jugée difficilement reproductible.[14] Ces examens semblent pertinents pour déterminer la fin de la croissance squelettique.[15] Mais ils ne permettent pas une évaluation de l'état de maturation de la suture. En effet l'étude de Persson a montré que la suture intermaxillaire présentait une ossification très variable et imprévisible jusqu'à l'âge de 30 ans.[11]

La progression de la maturation de la suture intermaxillaire varie énormément entre personnes du même âge et du même sexe.[11] Le processus de maturation de la suture intermaxillaire semble être plus complexe que la maturation squelettique général, car il est soumis à des forces importantes liées à la fonction masticatoire.[16]

Son évaluation nécessite des examens centrés sur celles-ci. Des radiographies occlusales ont donc été utilisées pour connaître le statut de maturation de la suture. Une étude en 2001 comparant histologie et radiographie occlusale retrouvait que 50% des sutures considérées oblitérées sur les radiographies ne présentaient pas d'ossification sur l'analyse histologique.[17] Les auteurs concluaient que ces 50% de faux positifs étaient liés à la superposition des structures osseuses. Cet examen a donc été abandonné.

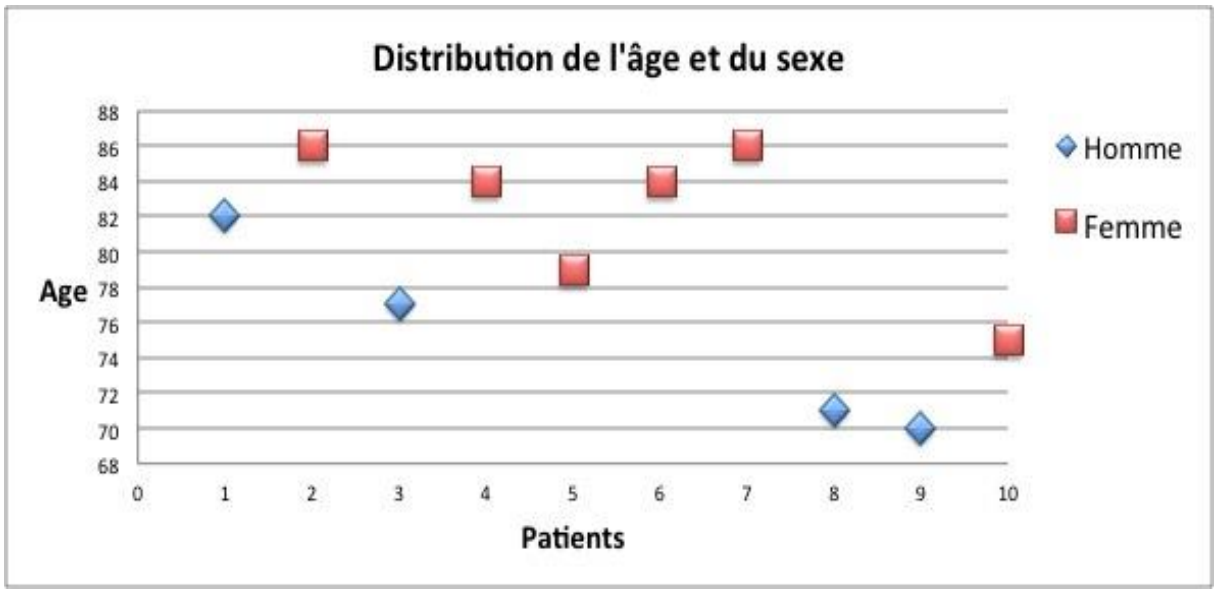
Avec les progrès de l'imagerie actuelle, aujourd'hui le scanner multicoupes (MSCT) permet d'obtenir des images dans les trois plans de l'espace, et d'éviter le biais de superposition des structures. La résolution actuelle des scanners standard permet également d'apporter de précieuses informations sur les os et les tissus mous.
Il peut être un plus dans le choix thérapeutique. Habersack le confirme dans un article sur le scanner et le traitement par EPR. Il concluait que le scanner pouvait être un outil diagnostic dans les cas limites.[18] Mais permet-il de nous fournir des informations afin d'anticiper un échec de la EPR?

Le but de cette étude était de savoir si le MSCT, par une observation simple, peut nous renseigner précisément sur les paramètres de résistance visibles en histologie, et ainsi nous guider dans notre choix thérapeutique.

2) MATERIEL ET METHODES:

Matériel:

Nous avons étudié 10 maxillaires frais obtenus à partir de don de corps au laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Tours. Les sujets avaient entre 70 ans et 86 ans, l'âge moyen était de 79,4 ans.



***Graphique 1**: Distribution de l'âge et du sexe des sujets, 4 hommes et 6 femmes.*

Imagerie:

Nous avons utilisé un scanner 64 coupes (Brillance 64, Philips Medical System, Eindhoven, The Netherlands) pour obtenir des acquisitions de la suture intermaxillaire à partir d'un protocole standardisé pour le massif facial. Les paramètres étaient les suivants : 120 kV, 200 mAs, l'épaisseur était de 0,9mm, l'incrément de 0,45mm, le produit dose longueur (PDL) moyen était de 850mGy.cm.
Nous avons choisi trois régions d'intérêt radiologique (RI) dans le plan frontal:
antérieur: en avant du canal naso-palatin (région 1),
médiane : à mi distance entre épine nasale antérieure (région 2)
et postérieure : 10mm en avant de l'épine nasale postérieure (région 3).

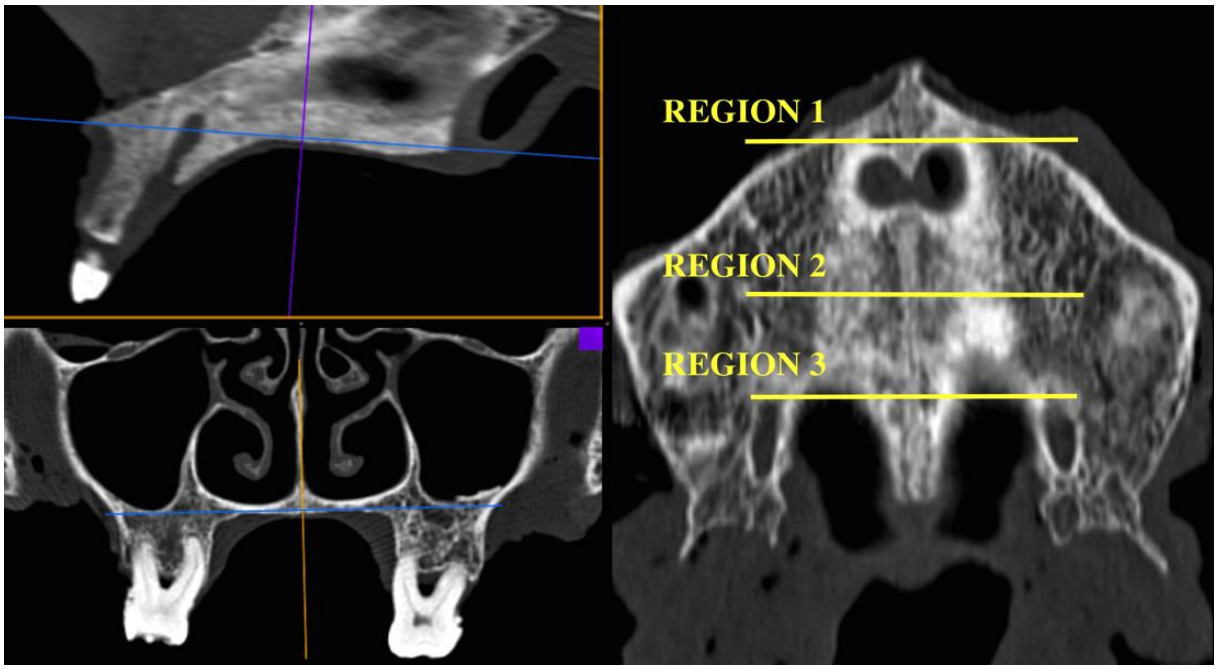


Figure 1. *Image illustrant la détermination des Régions d'intérêt radiologique (RI) à partir des scanners.*

Nous avons analysé les images par le logiciel OsiriX (logiciel open-source version 5.8.5 32-bit). Nous avons déterminé les RI exactement à l'endroit où les découpes des maxillaires ont été réalisées.

Nous avons donc obtenus 30 RI. Nous avons sélectionné une image par RI, ces images étaient mises au hasard dans une présentation (Microsoft Office PowerPoint 2011; Microsoft, Redmond, Wash). Le zoom était à 280% et la fenêtre était centrée sur 797 UH et sa largeur était de 2953 UH. Aucun des paramètres ne pouvaient être modifiés.

Ces images ont été analysées par 3 radiologues, et classées en 2 groupes.

Groupe 1, « ouvert » : la suture intermaxillaire est visible sur plus de 50% de sa longueur.

Groupe 2, « fermé » : la suture intermaxillaire est visible sur moins de 50% de sa longueur.

Si les résultats n'étaient pas identiques entre les 3 radiologues, le classement de la RI était déterminé par la majorité.

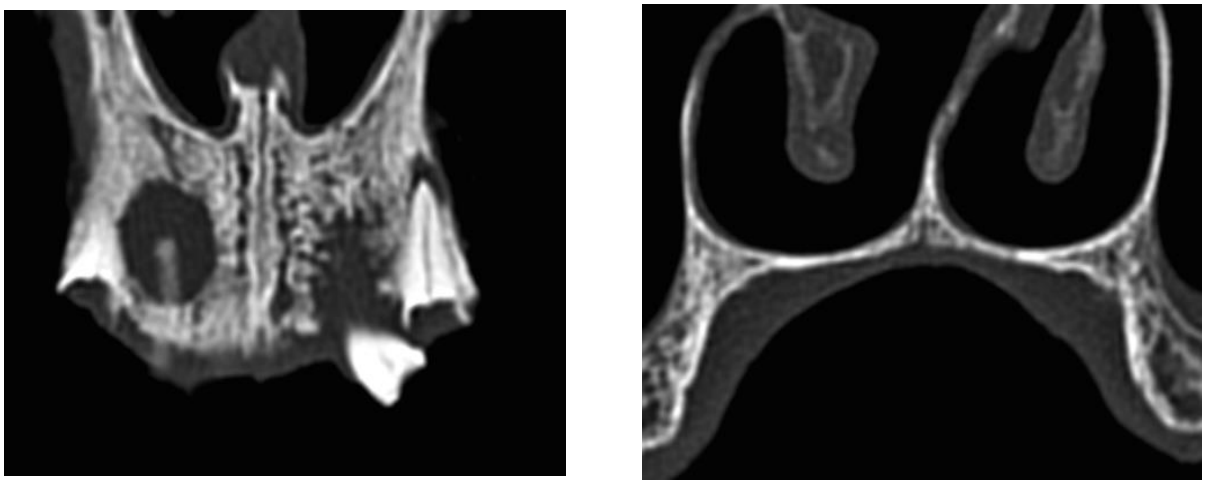


Figure 2. A et B *: Exemples de RI dans le plan frontal appartenant au groupe "ouvert". **A**, à partir de la région 1. **B**, à partir de la région 2.*

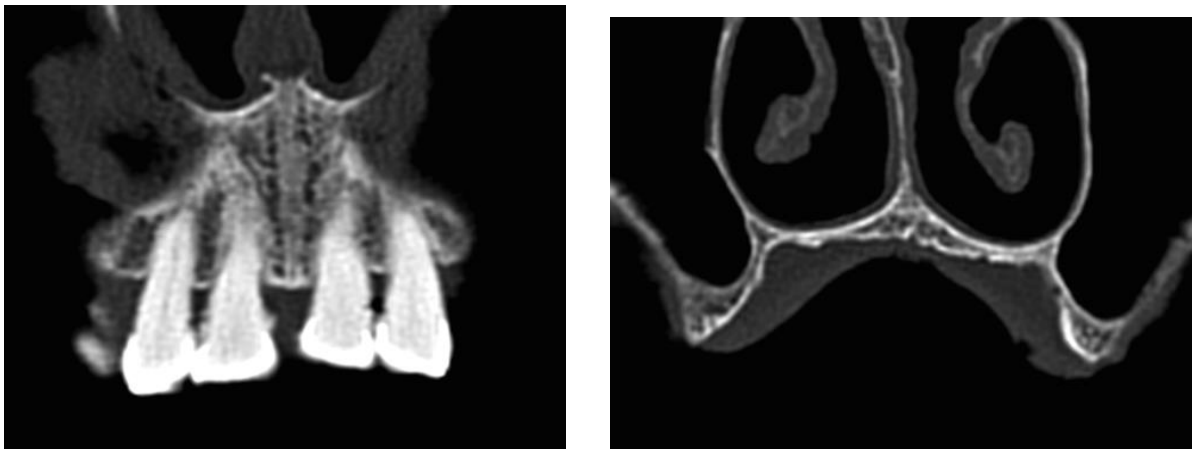


Figure 3. A et B : *Exemples de RI dans le plan frontal appartenant au groupe "fermé". **A**, à partir de la région 1. **B**, à partir de la région 2.*

La reproductibilité entre les observateurs a été évaluée statistiquement par le coefficient de kappa de Fleiss via ReCal3 (version 0.1 Alpha 3+ coders).[19]

Histologie :

Au laboratoire d'anatomopathologie :
Les régions d'intérêt 1, 2 et 3 ont été repérées après décongélation, les mesures ont été réalisées à l'aide d'un compas millimétrique. Nous avons effectué les découpes des maxillaires à l'endroit exact des régions d'intérêt à l'aide d'une scie « EXAKT cutting system 310 » l'épaisseur des coupes faisait entre 3 et 4mm.
Les prélèvements ont été fixés dans une solution de formol neutre à 10%, puis décalcifiés (Decalc, histolab) et inclus dans la paraffine.
Nous avons obtenus des microsections de 4µm d'épaisseur à partir de chaque bloc de paraffine, puis nous avons ajouté la coloration standard d'hématoxyline-éosine-safran (HES).

Analyse histomorphométrique:

Nous avons mesuré trois paramètres source de résistance: la largeur moyenne de la suture intermaxillaire, le degré d'oblitération, et l'index de sinuosité.

Les lames histologiques ont été scannées sur le système «Hamamatsu DNanoZoomer 2.0 RS», puis analysées par le logiciel «NDP view 2» (nanozoomer digital pathology). Le logiciel a permis de calculer des longueurs, des distances selon la méthode utilisée par Wehrbein.[17] Les mesures ont été réalisées sur une seule microsection par RI.

La largeur moyenne (LM) de chaque section a été mesurée en prenant la distance la plus courte entre les deux os maxillaires, en dix points approximativement à équidistance entre la partie nasale et la partie orale de la suture intermaxillaire, et en calculant la moyenne de ces distances.

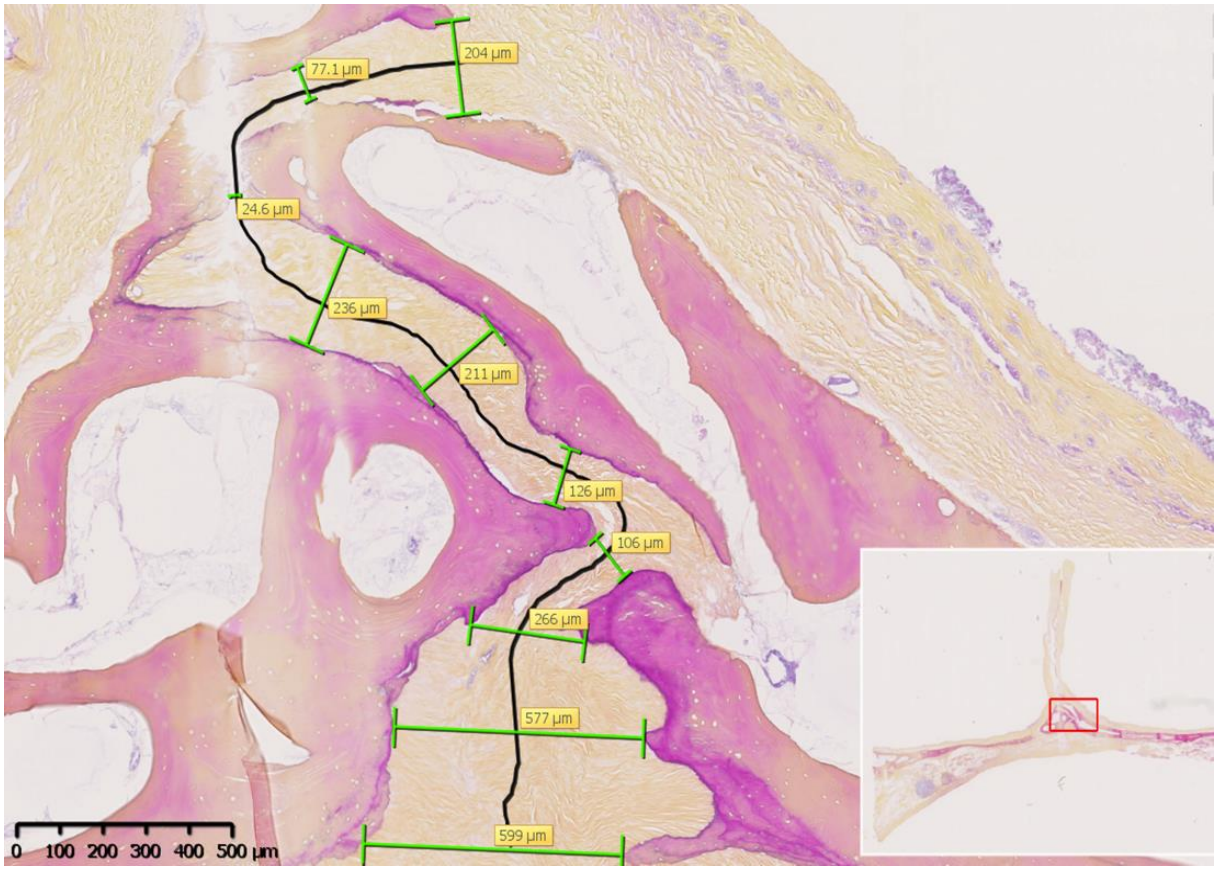


Figure 4*. Image en coupe frontale de la suture intermaxillaire illustrant la mesure de la largeur moyenne (LM). Les lignes vertes réprésentent les différentes largeurs. La ligne noire réprésente la longueur totale de la suture.*

L’indice d’oblitération (IO) a été calculé en mesurant la longueur totale de la suture intermaxillaire, de la muqueuse palatine au plancher des fosses nasales (LT) et en mesurant les longueurs des zones présentant des ponts d’ossification (LO) selon la formule :
IO = (LO × 100) / LT.

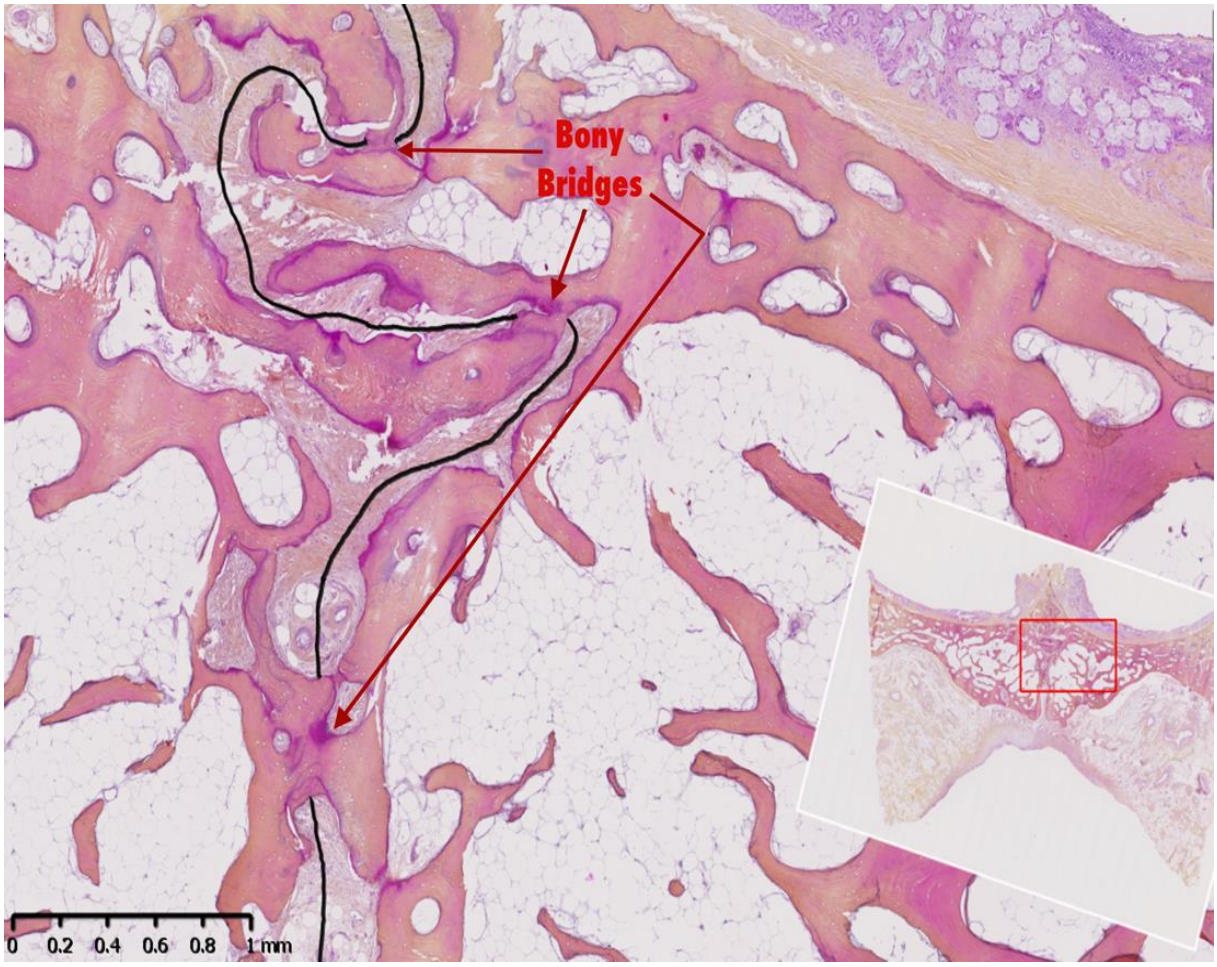


Figure 5. *Image illustrant le calcul de l’index d’oblitération (IO), la ligne noire représente la longueur totale de la suture (LT), celle-ci est coupée par des ponts osseux dont la longueur est (LO).*

Par ailleurs le paramètre : « Index de Sinuosité » a été ajouté dans notre analyse par rapport aux études précédentes. Afin de permettre une analyse quantifiable du trajet sinueux, et ainsi mesurer l'amplitude des interdigitations : l'index de sinuosité à été obtenu par le rapport : LT/LD. LD est la ligne droite, tracée entre le point de départ et d'arrivée de LT. Elle représente le trajet le plus court.

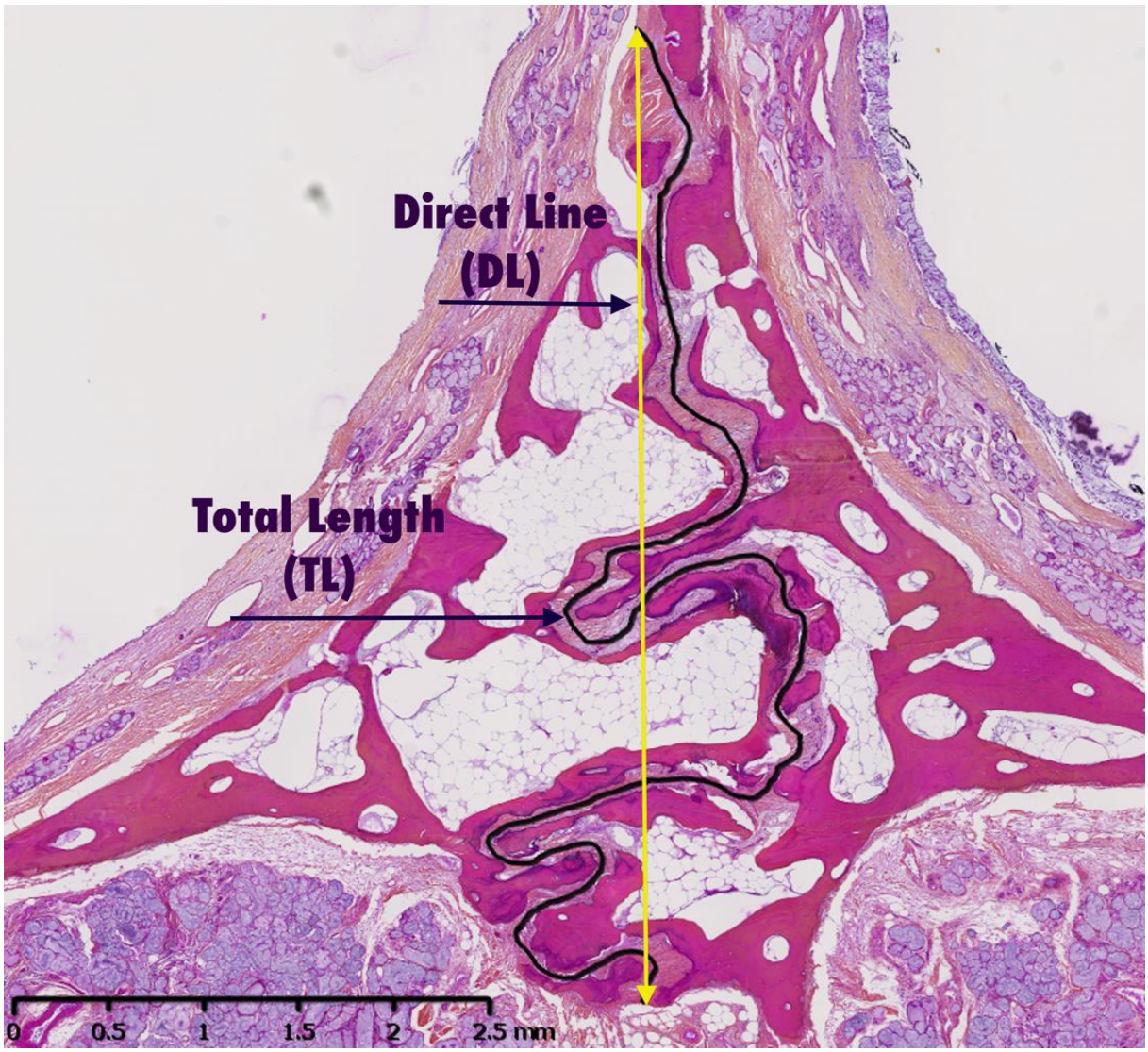


Figure 6. *Image illustrant le calcul de l'index de sinuosité (IS). La ligne noire représente la longueur totale de la suture, et la ligne jaune la distance la plus courte.*

Les moyennes des LM, IO et IS ont été comparées statistiquement entre les groupes 1 et 2 par le test de Mann-Whitney (free software R, version 3.1.1).
Une différence était statistiquement significative ($p < 0.05$).

3) RESULTATS:

Les trois radiologues ont classé 27 des 30 RI dans les mêmes groupes.
Le coefficient kappa de Fleiss calculé à 0,85 montre que l'accord était presque parfait entre les radiologues. La reproductibilité de l'interprétation du scanner était très bonne.

Des 30 RI, 9 ont été classées dans le groupe 1 avec une suture visible de 100 à 50% sur la hauteur totale dans le plan frontal du maxillaire.
5 de ces 9 RI sont situées dans la région 1, et 4 dans la région 2.
Les 21 restantes considérées comme suture identifiable sur moins de 50% à non visible ont été classées dans le groupe 2. Les 10 RI de la région 3 ont été classées comme fermées.

Groupe 1 (n = 9) :
La moyenne de la largeur moyenne de la suture (MLM) était de 396,97µm. La largeur moyenne maximale était de 1010,3µm, et la minimale était de 203,23µm.
La moyenne de l'index d'oblitération (MIO) était de 3,098%, avec un maximum calculé à 9,48% et un minimum à 0%. 5 sur 9 des RI du groupe 1 avaient un IO égal à 0%.
La moyenne de l'index de sinuosité (MIS) était de 1,25. Sa valeur maximale était de 1,649 et sa minimale égale à 1,004.

Groupe 2 (n = 21) :
La moyenne des largeurs moyennes de la suture (MLM) était de 227,12µm. La largeur moyenne maximale était de 529,4µm et la minimale était de 0µm.
La moyenne de l'index d'oblitération (MIO) était de 9,31%, avec un maximum calculé à 100% et un minimum à 0%. 9 sur 21 des RI du groupe 2 avaient un IO égal à 0%.
La moyenne de l'index de sinuosité (MIS) était de 1,361. Sa valeur maximale était de 2,107, et sa minimale égale à 1,086.
Une seule coupe sur les 30 était complétement ossifiée et appartenait à la région 3, son IO était donc de 100%, sa LM égale à 0µm son IS n'a pas été mesuré. Elle a été retrouvée chez le sujet le plus jeune, âgé de 70 ans et de sexe masculin.

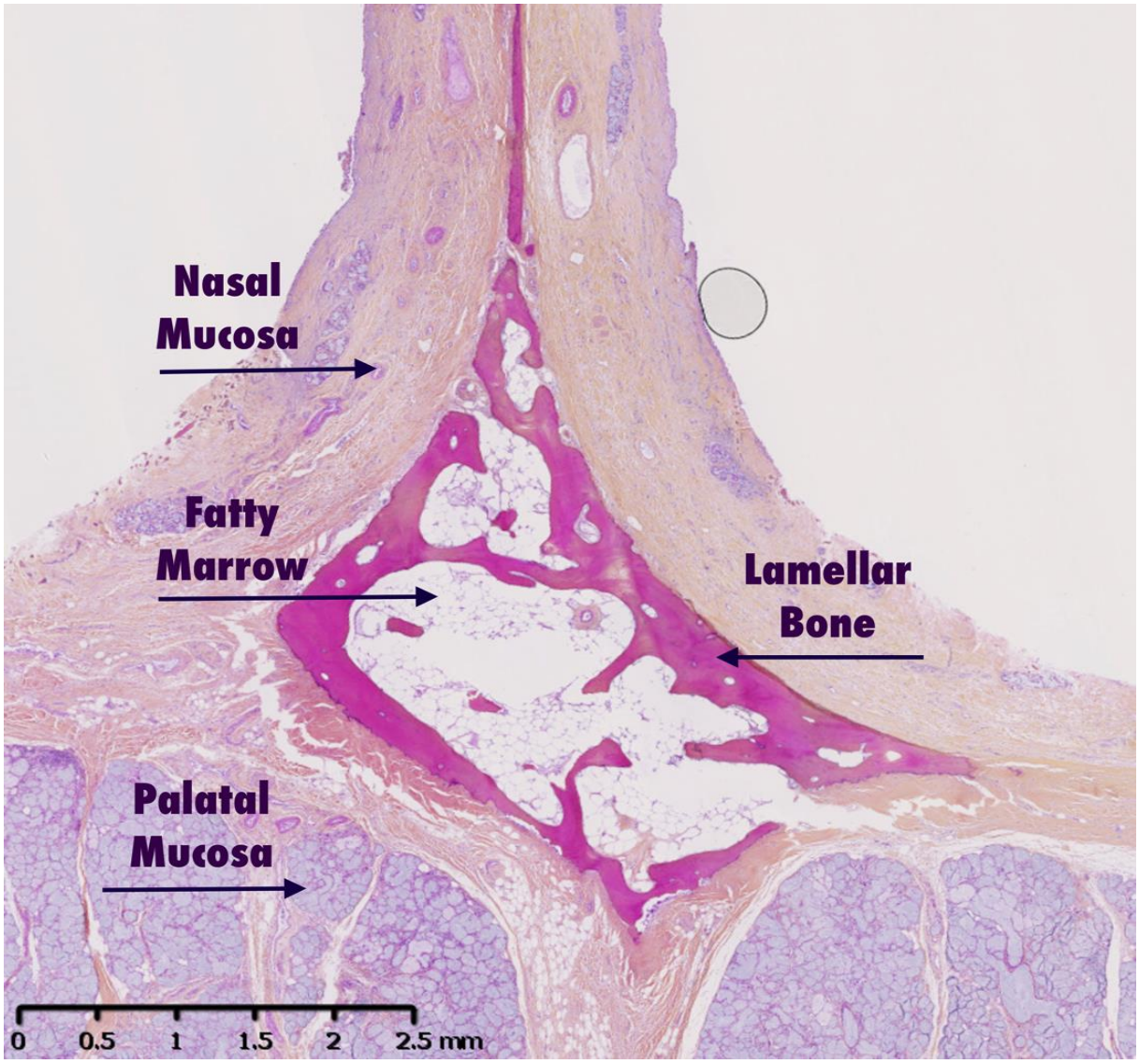


Figure 7. *Image en coupe frontale de l'unique coupe histologique parmi les 30 qui présente une ossification complète de la suture intermaxillaire, celle-ci n'est plus visible.*

L'IS minimal a été retrouvé dans la région 1, et l'IS maximal dans la région 3.

Nous avons trouvé une différence statistiquement significative pour la largeur moyenne. Nous n'avons pas retrouvé de différence statistiquement significative pour l'index d'oblitération et l'index de sinuosité.

Résultats complémentaires :

L'observation macroscopique et l'analyse histologique ont permis de mettre en évidence des résultats complémentaires.
En macroscopie lors des découpes des maxillaires on retrouvait une suture facilement identifiable dans certains cas.

Figure 8. *Photo de la région 1 du maxillaire en coupe frontale, la suture intermaxillaire est facilement identifiable avec son trajet sinueux.*

L'analyse histologique de la suture intermaxillaire dans notre population retrouve des berges osseuses constituées d'os lamellaire sur laquelle on retrouve une apposition d'os tissé correspondant à de l'os primaire.
La suture intermaxillaire est en majorité du tissu conjonctif. Il s'agit d'un tissu très fibreux et pauvre en cellules et vaisseaux sanguins.
Celui-ci est composé de fibres de collagène, qui dans certains secteurs et dans des proportions variées, sont ancrées dans l'os à la manière de fibres de Sharpey.

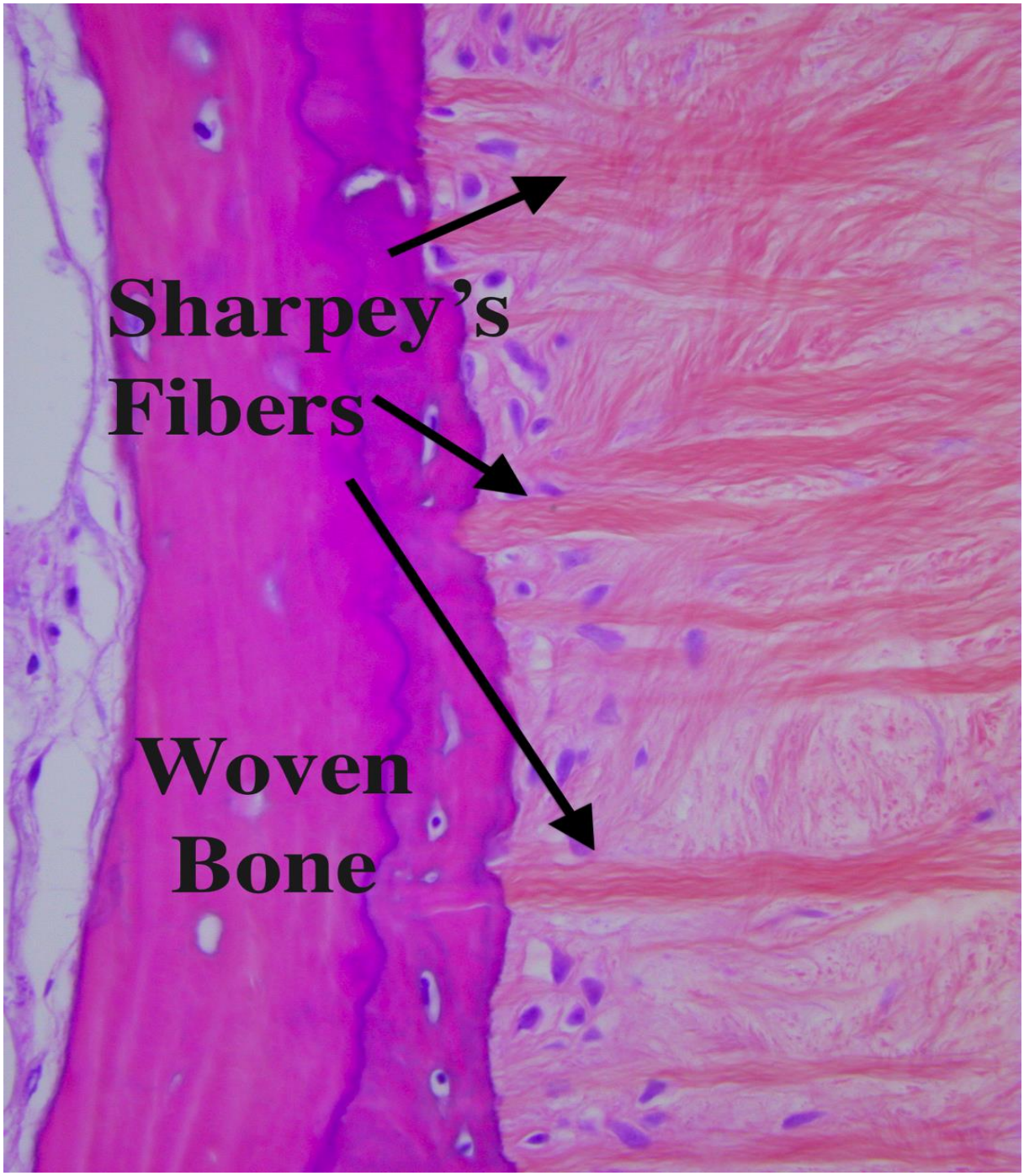


Figure 9. *Image représentant les fibres de Sharpey ancrées dans l'os tissé, qui compose les berges osseuses de la suture. (zoom×40).*

Elles sont parallèles entres elles et organisées en faisceau. Très souvent ces faisceaux ont des directions variées entre eux, et sont souvent rompus. Des îlots de calcifications au centre de la suture sont visibles et des spicules osseuses naissent des berges. Cette organisation du tissu conjonctif est le plus souvent anarchique.

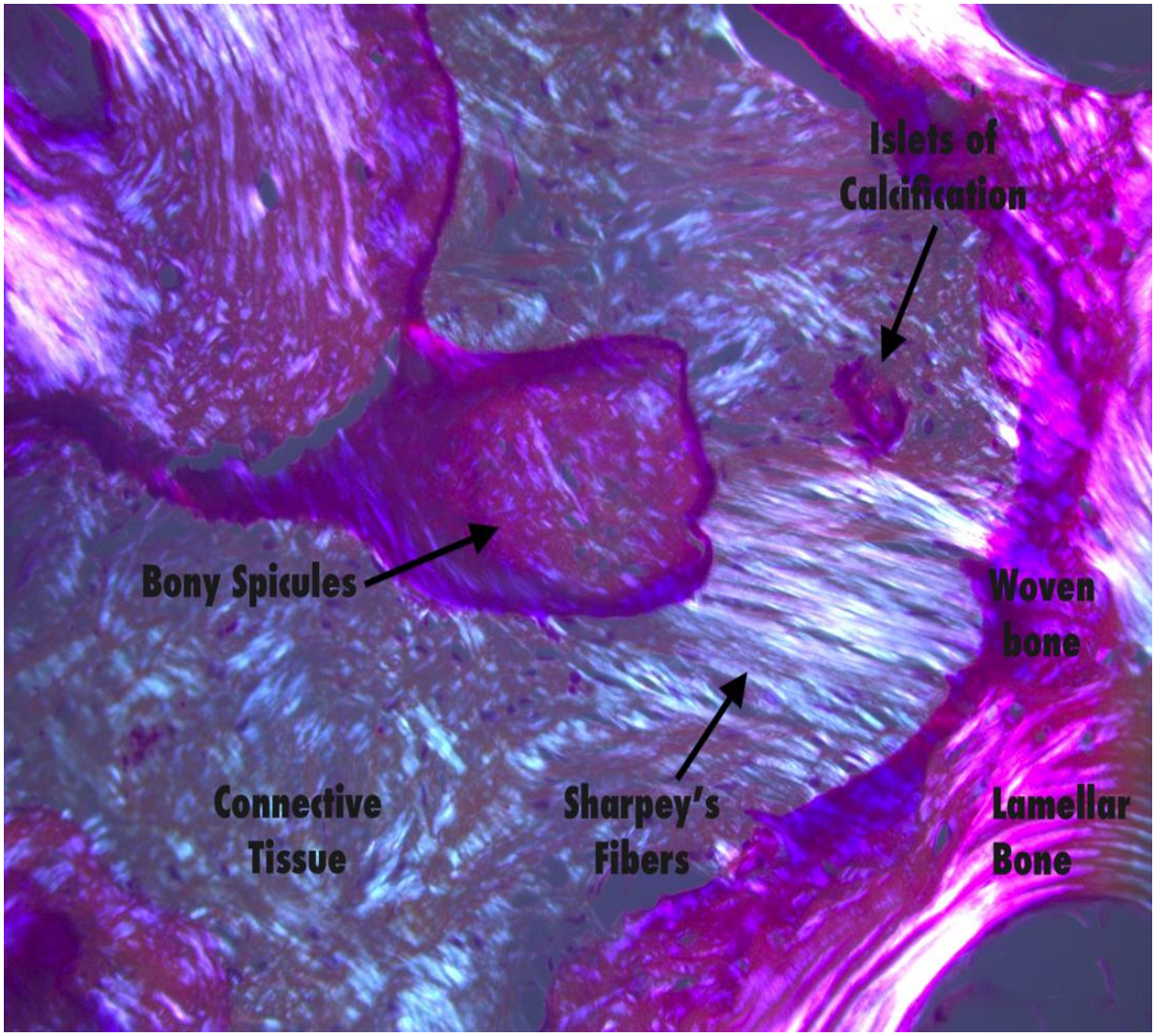


Figure 10. *Image représentant l'organisation du tissu conjonctif qui compose la suture intermaxillaire, en lumière polarisée. (zoom×10).*

4) DISCUSSION:

Une observation simplifiée d'un scanner (MSCT) permet d'apporter une information objective sur la largeur de la suture intermaxillaire, mais reste trop imprécise pour évaluer les autres paramètres que nous avons retenus tels que les ponts d'ossification et l'index de sinuosité.
Il ne peut donc pas être prédictif d'un traitement orthodontique ou chirurgical.

Notre analyse histologique sur les trois paramètres étudiés, la largeur de la suture, les ponts d'ossifications, et les interdigitations retrouve des résultats similaires aux données de la littérature.

Les moyennes de la largeur de la suture sont très proches. Knaup[20] retrouvait en moyenne une largeur moyenne à 211,2µm sur une population de 18 à 63 ans. Wehrbein[17] retrouvait une moyenne de 231µm dans un de ces groupes et 201µm dans un autre, pour des personnes âgées de 18 à 38 ans. Dans notre étude nous avons retrouvé 227,11µm pour le groupe 2, et 396,97µm dans le groupe 1. Cette dernière différence est liée au fait que nous n'avons pas choisi exactement la même région antérieure par rapport aux études précédentes.

Les ponts osseux sont peu nombreux, ce qui amène à des pourcentages d'ossification retrouvés faibles. Knaup retrouvait au maximum 13,1%[20]. Wehrbein 6,69%[17], Persson 17%[11] sur une population de 15 à 35 ans.
Les pourcentages d'ossification les plus élevés se trouvent principalement en région postérieure, la maturation de la suture semble débuter en région postérieure et se continuer vers l'avant.[11,20]

Les interdigitations sont nombreuses mais leur amplitude n'est pas aussi importante que l'on pouvait s'y attendre. Nous ne pouvons pas comparer nos données à la littérature car ce paramètre n'a jamais été mesuré auparavant sur des coupes histologiques. L'index de sinuosité n'est pas très élevé dans notre étude, maximum = 2,107. On peut penser que ce phénomène est une source mineure de résistance à l'expansion, contrairement à Knaup[20], qui évoquait les interdigitations, sans les avoir mesurer, comme un facteur de résistance important.

Il n'existait aucune étude histologique de la suture intermaxillaire chez des personnes de plus de 70 ans. Une des idées de départ était que la suture était ossifiée chez les personnes âgées. Mais nos résultats complémentaires nous prouvent le contraire, le tissu osseux est minoritaire. Le tissu conjonctif est retrouvé en majorité au sein de la suture dans notre population.
La synostose de la suture intermaxillaire est exceptionnelle. Penser que l'oblitération totale de la suture chez l'adulte est le facteur de résistance à son expansion orthodontique est faux, bien que ceci soit toujours évoqué dans la littérature.[21]

Notre analyse histologique du tissu conjonctif confirme les précédentes études.
Melsen[4] décrivait chez des jeunes de 0 à 18 ans des fibres de collagène nombreuses, parallèles entre elles, perpendiculaires et ancrées d'une berge osseuse à l'autre comme des fibres de Sharpey que l'on retrouve dans les enthèses de certaines articulations.
Persson dans une étude histologique de la suture intermaxillaire sur des sujets de 15 à 35 ans retrouvait une diminution de ces fibres et un changement de leur organisation, similaires à notre description histologique.[6]
Kokich[22] dans une étude sur les changements liés à l'âge de la suture fronto-zygomatique de 20 à 95 ans évoquait cette même organisation devenant anarchique. Il confirmait la présence d'ossification uniquement chez des sujets à partir de 70 ans, et une ossification incomplète même à l'âge de 95 ans. Le tissu conjonctif était parfois remplacé par de la moelle osseuse, comme nous l'avons retrouvé chez le sujet qui présentait une ossification complète de la région postérieure, où tout le tissu conjonctif avait été remplacé par de l'os mature.

Une autre idée de départ était que la suture ne serait pas identifiable au scanner car complètement ossifiée chez les personnes âgées. Or nous avons trouvé au scanner des images où la suture est visible chez des personnes de 70 à 86 ans.
Nous avons choisi une interprétation simple des images, pour permettre une bonne reproductibilité. Le choix arbitraire des 50% « visible » pour le groupe 1 et 50% « non visible » pour le groupe 2, a permis une interprétation simple et rapide. Nous pouvons peut-être affiner cette limite dans le but d'obtenir de meilleurs résultats. Nous pouvions améliorer la résolution des images mais au prix d'une irradiation plus importante. Afin de rester dans des conditions de pratique courante nous avons préféré utiliser le scanner avec une dose d'irradiation faible. De

plus notre étude n'analyse pas l'ensemble de la suture mais seulement 3 régions précises.

En 2013 Angelieri[23] proposait une approche différente intéressante, à partir de Cone-beam Computed Tomographie (CBCT) permettant de guider le thérapeute dans son choix. L'interprétation du radiologue semble plus complexe que dans notre étude. Cette évaluation en coupe axiale a le mérite d'analyser la suture dans sa longueur entière mais pas dans la hauteur, or on sait que la suture présente des différences également dans cet axe.[17,20]
Actuellement le CBCT fait l'objet de nombreuses études notamment sur l'os maxillaire.[24,25] Car le CBCT connaît un succès mondial du à son faible encombrement, et ses performances techniques.[26] En effet il semble que le CBCT permet des acquisitions moins irradiantes, pour une visualisation des tissus osseux équivalente voir meilleure que le MSCT.[27–29] Mais la multitude d'appareils et les différences de réglages peuvent manquer d'homogénéité dans les résultats.[30] De plus la qualité de visualisation des tissus peu dense est pauvre.

Des études sur le modèle animal avec des appareils plus performants ont été réalisées. L'étude d'un prototype de cone beam à montrée une meilleure résolution que le MSCT sur le porc.[31] Fricke [32] à comparé les mesures de la largeur de la suture intermaxillaire obtenues par ce prototype par rapport aux mesures histologiques. Recinos [33] a réalisé la même chose également en utilisant un Microfocal-CT sur des sutures crâniennes de souris. Leurs résultats sont prometteurs et donnent des différences minimes, qui selon eux sont dues aux appositions osseuses sur les marges de la suture. Ce tissu d'os immature est incomplètement calcifié. Il peut être considéré comme de l'os au microscope après décalcification lors de la préparation histologique. Cependant ce tissu est composé d'une matrice de protéines non identifiable au scanner en raison de sa densité qui est trop faible.

Selon Fricke la largeur de la suture a une valeur pronostique élevée dans la stratégie thérapeutique.[32] Les autres critères seraient donc secondaires.
Mais selon Korbmacher[34] la densité osseuse peut être considérée comme un facteur important de résistance. En effet dans une analyse chez l'homme à l'aide de micro-CT, parmi les différents paramètres comparés, sur trois tranches d'âge, seule la densité osseuse avait une différence significative.

Nous avons essayé de mesurer les densités au centre et en marge de la suture mais la résolution de nos images ne permettait pas d'obtenir des mesures fiables.
Nous obtenions des différences de densité très importantes entre deux points de mesure situés à proximité.
Afin d'anticiper un éventuel échec du traitement par EPR, il convient de connaître toutes les sources de résistances.

D'après notre étude histologique et au regard de la littérature nous pensons que l'évolution de la suture vers une organisation du tissu conjonctif « chaotique » au sein de la suture, peut être une source de résistance supplémentaire.
Cela semble difficilement identifiable par l'imagerie actuelle. L'utilisation de modèles informatiques tels que l'analyse des éléments finis pourrait apporter des réponses. Mais selon une récente revue de la littérature il faudrait un mode plus représentatif de la suture intermaxillaire dans les simulations par éléments finis, que ceux actuellement utilisés.[35]Cette méthode pourrait également incorporer les autres sutures circumaxillaires que nous n'avons pas mentionnées mais qui sont sources de résistance selon plusieurs auteurs. [36,37]

5) REFERENCES:

1. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *J. Dent. Res.* 1996;75 Spec No:706–13.

2. Bouletreau P, Paulus C. Surgical correction of transverse skeletal abnormalities in the maxilla and mandible. *Int. Orthod. Collège Eur. Orthod.* 2012;10(3):261–73.

3. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: A literature review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):290–302.

4. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am. J. Orthod.* 1975;68(1):42–54.

5. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am. J. Orthod.* 1982;82(4):329–42.

6. M Persson, B C Magnusson, B Thilander. Sutural closure in rabbit and man: a morphological and histochemical study. *J Anat* 1978;125(Pt 2):313–21.

7. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am. J. Orthod.* 1975;67(1):44–56.

8. Lanigan DT, Mintz SM. Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *J. Oral Maxillofac. Surg. Off. J. Am. Assoc. Oral Maxillofac. Surg.* 2002;60(1):104–10.

9. Stuart DA, Wiltshire WA. Rapid palatal expansion in the young adult: time for a paradigm shift? *J. Can. Dent. Assoc.* 2003;69(6):374–7.

10. Handelman C. Palatal expansion in adults: the nonsurgical approach. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2011;140(4):462, 464, 466 passim.

11. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am. J. Orthod.* 1977;72(1):42–52.

12. 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.

13. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72(4):316–23.

14. Nestman TS, Marshall SD, Qian F, Holton N, Franciscus RG, Southard TE. Cervical vertebrae maturation method morphologic criteria: poor reproducibility. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2011;140(2):182–8.

15. Pasciuti E, Franchi L, Baccetti T, Milani S, Farronato G. Comparison of three methods to assess individual skeletal maturity. *J. Orofac. Orthop. Fortschritte Kieferorthopädie OrganOfficial J. Dtsch. Ges. Für Kieferorthopädie* 2013;74(5):397–408.

16. Katsaros C, Kiliaridis S, Berg R. Functional influence on sutural growth. A morphometric study in the anterior facial skeleton of the growing rat. *Eur. J. Orthod.* 1994;16(5):353–60.

17. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur. J. Orthod.* 2001;23(2):105–14.

18. Habersack K, Karoglan A, Sommer B, Benner KU. High-resolution multislice computerized tomography with multiplanar and 3-dimensional reformation imaging in rapid palatal expansion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2007;131(6):776–81.

19.Freelon,D. (2010). ReCal: Intercoder reliability calculation as a web service. *International Journal of Internet Science*, 5(1), 20-33.

20. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-Related Changes in the Midpalatal Suture. *J. Orofac. Orthop. Fortschritte Kieferorthopädie* 2004;65(6):467–74.

21. Dobrzyński M, Miśków K, Dowgierd K. Selected palatal suture expansion techniques in the treatment of transverse maxillary narrowings – Literature review. *Pol. Ann. Med.* 2013;20(2):160–3.

22. Kokich VG. Age changes in the human frontozygomatic suture from 20 to 95 years. *Am. J. Orthod.* 1976;69(4):411–30.

23. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2013;144(5):759–69.

24. Ryu J-H, Park JH, Vu Thi Thu T, Bayome M, Kim Y, Kook Y-A. Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2012;142(2):207–12.

25. Uribe F, Janakiraman N, Shafer D, Nanda R. Three-dimensional cone-beam computed tomography-based virtual treatment planning and fabrication of a surgical splint for asymmetric patients: surgery first approach. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2013;144(5):748–58.

26. Cavézian R, Pasquet G. [Cone Beam computerized tomography and implants]. *Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac.* 2012;113(4):245–58.

27. Loubele M, Van Assche N, Carpentier K, et al. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2008;105(4):512–8.

28. Liang X, Jacobs R, Hassan B, et al. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT) Part I. On subjective image quality. *Eur. J. Radiol.* 2010;75(2):265–9.

29. Liang X, Lambrichts I, Sun Y, et al. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT). Part II: On 3D model accuracy. *Eur. J. Radiol.* 2010;75(2):270–4.

30. De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2009;38(6):609–25.

31. Hahn W, Fricke-Zech S, Fialka-Fricke J, et al. Imaging of the midpalatal suture in a porcine model: flat-panel volume computed tomography compared with multislice computed tomography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2009;108(3):443–9.

32. Fricke-Zech S, Gruber RM, Dullin C, et al. Measurement of the midpalatal suture width. *Angle Orthod*. 2012;82(1):145–50.

33. Recinos RF, Hanger CC, Schaefer RB, Dawson CA, Gosain AK. Microfocal CT: a method for evaluating murine cranial sutures in situ. *J. Surg. Res.* 2004;116(2):322–9.

34. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent Three-dimensional Microcomputed Tomography Analysis of the Human Midpalatal Suture*. *J. Orofac. Orthop. Fortschritte Kieferorthopädie* 2007;68(5):364–76.

35. Romanyk DL, Collins CR, Lagravere MO, Toogood RW, Major PW, Carey JP. Role of the midpalatal suture in FEA simulations of maxillary expansion treatment for adolescents: a review. *Int. Orthod. Collège Eur. Orthod.* 2013;11(2):119–38.

36. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg*. 1995;10(2):75–96.

37. Ghoneima A, Abdel-Fattah E, Hartsfield J, El-Bedwehi A, Kamel A, Kula K. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2011;140(4):510–9.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre
et méprisé de mes confrères
si j'y manque.

Académie d'Orléans – Tours

Université François-Rabelais

Faculté de Médecine de TOURS

GUEUTIER Alexandre **Thèse n°**

23 pages – 10 figures – 1 graphique

Résumé :

INTRODUCTION : Le but de cette étude était de déterminer si le scanner, par une observation simple de la suture intermaxillaire nous renseignait précisément sur les paramètres de résistance visibles en histologie, et ainsi nous guider dans le choix thérapeutique de l'insuffisance transversale du maxillaire chez l'adulte.

MATERIEL ET METHODE : A partir de 10 scanners de maxillaires réalisés sur des personnes décédées âgées de 70 à 86 ans. Nous avons choisi 3 régions d'intérêt radiologique (RI) par sujet. 3 radiologues ont classées les RI en 2 groupes : ouvert (1) et fermé (2). Ces régions ont été ensuite analysées en histologie sur 3 critères source de résistance, la largeur moyenne (LM), l'index d'oblitération (IO) et l'index de sinuosité (IS).

RESULTATS : Nous avons obtenu 2 groupes : (1) avec n=9 et (2) n=21.
La reproductibilité de l'interprétation du scanner a été statistiquement jugée presque parfaite entre les 3 radiologues. L'analyse histologique a retrouvé : LM égal à 396,9µm dans le groupe 1 et 227,1µm dans le groupe 2. Respectivement OI était égal à 3,098% et 9,309% et IS était mesuré à 1,25 et 1,34. Une différence statistiquement significative a été retrouvée uniquement pour LM.

CONCLUSION : Le scanner permet d'apporter une information objective sur la largeur de la suture intermaxillaire, mais reste trop imprécis pour évaluer des critères plus fins comme les ponts d'ossification et la sinuosité de la suture. Cet examen ne semble donc pas être suffisant pour nous aider dans notre décision thérapeutique.

Mots clés :

- Suture
- Intermaxillaire
- Disjonction
- Scanner
- Histologie

Jury :

Président : Monsieur le Professeur Dominique Goga
Membres : Monsieur le Professeur Gérard Lorette
Monsieur le Professeur Dominique Goga
Monsieur le Professeur Olivier Sorel
Monsieur le Professeur Jean-Philippe Cottier
Monsieur le Professeur Boris Laure
Monsieur le Docteur Florent Sury

Date de la soutenance : 24/10/14