



HAL
open science

La distraction osseuse symphysaire : revue de la littérature et cas clinique

Laurie Pascon

► **To cite this version:**

Laurie Pascon. La distraction osseuse symphysaire : revue de la littérature et cas clinique. Chirurgie. 2015. dumas-01179314

HAL Id: dumas-01179314

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01179314>

Submitted on 22 Jul 2015

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

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

Université de Bordeaux
Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques

Année 2015

N°28

Thèse pour l'obtention du
DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par Laurie PASCON

Née le 3 juin 1987 à Nîmes

Le 10 avril 2015

**La distraction osseuse symphysaire : revue de la littérature
et cas clinique**

Directeur de thèse

Docteur Etienne BARDINET

Membres du Jury

Présidente	Mme M.J. BOILEAU	Professeur des Universités
Directeur	M. E. BARDINET	Maître de Conférences des Universités
Rapporteur	M. C. BAZERT	Maître de Conférences des Universités
Assesseur	Mme S. GROS	Assistante Hospitalo-Universitaire
Invité	M. M. LAURENTJOYE	Maître de Conférences des Universités

UNIVERSITE DE BORDEAUX

Président

M. Manuel TUNON de LARA

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

<i>Directrice</i>	Mme Caroline BERTRAND	58-02
<i>Directrice Adjointe – Chargé de la Formation initiale</i>	Mme Dominique ORIEZ	58-01
<i>Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche</i>	M. Jean-Christophe FRICAIN	57-02
<i>Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales</i>	M. Jean-François LASSERRE	58-02

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme Caroline	BERTRAND	58-02
Mlle Marie-José	BOILEAU	56-02
Mme Véronique	DUPUIS	58-02
M. J-Christophe	FRICAIN	57-02

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mlle Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé- Odontologie légale	56-03
Mme Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-03
M. Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-02
M. Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Jean-Pierre	BLANCHARD	Prothèse dentaire	58-02
M. Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé- Odontologie légale	56-03
Mlle Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M. Sylvain	CATROS	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M. Stéphane	CHAPENOIRE	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Reynald	DA COSTA NOBLE	Parodontologie	57-01
M. François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01

M. Raphael	DEVILLARD	Odontologie conservatrice-Endodontie	58-01
M. Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-02
M. Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M. Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-02
M. Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-02
M. Jean- Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Mme Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme Dominique	ORIEZ	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Jean- François	PELI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M. Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé- Odontologie légale	56-03
M. Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Johan	SAMOT	Sciences biologiques	57-03
Mlle Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mlle Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-03
M. Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice- Endodontie	58-01

ASSISTANTS

Mlle Audrey	AUSSEL	Sciences biologiques	57-03
M. Terence	BARSBY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme Aurélie	BARSBY-EL-KHODER	Prothèse dentaire	58-02
M. Julien	BROTHIER	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	CLINKEMAILLE	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	CONTREPOIS	Prothèse dentaire	58-02
M. Guillaume	CRESTE	Prothèse dentaire	58-02
Mme Clarisse	DE OLIVEIRA	Orthopédie dento-faciale	56-02
Mme Hélène	DENOST	Prévention épidémiologie – Economie de la santé- Odontologie légale	56-03
M. Guillaume	FENOUL	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Melle Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Nicolas	GLOCK	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Melle Sandrine	GROS	Orthopédie dento-faciale	56-02
Melle Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-02
Melle Alice	LE NIR	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Mme Karine	LEVET	Prévention épidémiologie – Economie de la santé- Odontologie légale	56-03
M. Alexandre	MARILLAS	Odontologie conservatrice-Endodontie	58-01
Melle Marie	MEDIO	Orthopédie dento-faciale	56-02
M. Matthieu	MEYER	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Melle Darrène	NGUYEN	Sciences biologiques	57-03
Melle Virginie	PANNEREC	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Melle Chloé	PELOURDE	Orthopédie dento-faciale	56-02
Melle Candice	PEYRAUD	Odontologie pédiatrique	56-01
M. Jean-Philippe	PIA	Prothèse dentaire	58-02
M. Mathieu	PITZ	Parodontologie	57-01
M. Clément	RIVES	Odontologie conservatrice –Endodontie	58-01
M. François	VIGOUROUX	Parodontologie	57-01

Remerciements

A ma présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José Boileau
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie dento-faciale - 56-02

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites de présider ce jury de thèse.
Pour vos qualités humaines, votre écoute et votre dévouement envers vos étudiants,
auxquels vous ne refusez jamais d'apporter une aide précieuse. Nous vous sommes
également reconnaissants pour la qualité des enseignements que vous nous prodiguez.
Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux et de ma profonde
gratitude pour avoir été toujours bienveillante depuis le début de notre internat.*

A mon directeur de thèse

Monsieur le Docteur Etienne Bardinet,
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie dento-faciale - 56-02

*Je vous suis très reconnaissante d'avoir accepté de diriger cette thèse. Votre aide et vos
connaissances m'ont été très précieuses dans l'élaboration de ce travail.
Je tiens à vous exprimer ma gratitude pour votre disponibilité et votre sens clinique qui nous
permettent sans cesse de progresser, ainsi que pour l'ambiance agréable qui règne dans
vos vacances.*

A mon rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Cédric Bazert,
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie dento-faciale - 56-02

Je tiens à vous faire part de mes sincères remerciements pour votre participation à ce jury, pour la justesse de vos enseignements théoriques et cliniques, et pour vos conseils prodigués toujours avec justesse et sincérité. Votre souci du détail est un exemple pour nous, et nous encourage à parfaire notre pratique de l'orthodontie.

Veillez trouver ici toute la considération et le respect que j'ai à votre égard.

A mon assesseur

Madame le Docteur Sandrine Gros,
Assistante Hospitalo-Universitaire
Sous-section Orthopédie dento-faciale - 56-02

Je vous suis reconnaissante d'avoir accepté de juger ce travail. Je vous remercie également de nous avoir encadrées dès notre première année d'internat et de nous avoir enseigné avec générosité les bases de l'orthodontie dont on ignorait tout. Votre volontarisme, votre sérieux et votre franchise sont des aspects de votre personnalité que j'apprécie tout particulièrement. Soyez assurée de mon profond respect.

A mon juge

Monsieur le Docteur Mathieu Laurentjoye,
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Chirurgie Maxillo-faciale

Je vous remercie d'avoir si spontanément accepté de prendre part à ce jury, et pour votre vision de chirurgien que vous saurez y apporter. Nous vous sommes reconnaissants d'œuvrer pour instaurer un climat de confiance et la bonne communication entre le service d'orthodontie et de chirurgie maxillo-faciale, qui participent au bon déroulement de nos traitements. Je vous exprime ici toute ma gratitude pour votre sympathie et pour le professionnalisme dont vous faites preuve.

A mes parents,

Je ne vous remercierai jamais assez pour votre grande générosité et votre soutien infaillible. Merci papa, pour ne jamais compter les heures passées lorsqu'il s'agit de nous apporter ton aide. Maman, pour ta bienveillance, ton dévouement et ton amour sans limite.

Delphine, JC, Victor et Louis,

Je regrette sincèrement la rareté des moments passés en votre compagnie depuis ces deux dernières années. C'est toujours avec grand plaisir que je vous retrouve. Delphine, tu as de grandes qualités humaines et je n'oublierai pas le soutien que tu m'as apporté aux grandes étapes de ma vie. Un grand merci pour ton aide dans l'organisation de cette thèse, qui m'a été très précieuse !

A ma grand-mère Renée,

A tous ces étés passés en votre compagnie, des heures passées à papoter, de nombreux fous rires,... je garderai toujours en mémoire ces précieux moments qui ont beaucoup de valeur à mes yeux. Je salue ton effort d'imagination pour toutes les histoires que je te demandais sans cesse de me raconter. Merci pour votre bonté.

A ma belle famille,

Je vous remercie pour votre accueil et pour cette décontraction qui vous caractérise et que j'apprécie tant. Vous m'avez immédiatement intégrée et avez su me mettre à l'aise malgré mon jeune âge lorsque je vous ai connus. Hugo et Ella, je vous souhaite le bonheur et la réussite dans votre vie future, sur les plans personnels et professionnels.

A mes vieilles vieilles amies,

Pauline, Delphine et Elsa : Que de bons souvenirs depuis les bancs de l'école où l'on s'est connues. Nous avons évolué ensemble et c'est toujours avec grand plaisir que je vous retrouve aujourd'hui. Pauline, je te remercie d'être une amie toujours aussi présente et à l'écoute après tant d'années, et de me conseiller, toujours avec justesse.

A mes amis de dentaire,

Fanny et Nathalie : Mes (meilleures) copines de promo, grâce à vous, je garde un bon souvenir de ces années médecine et dentaire pourtant ô combien difficiles et ponctuées de découragements ! Je vous remercie pour tous les bons moments passés en votre compagnie, et les visites que vous ne manquez pas de me rendre à Bordeaux.

Agathe et Kahaïa : Pour votre aide précieuse durant cette année de préparation à l'internat, et pour les bons moments passés à chaque typodont.

Reda : Je t'apprécie pour tes innombrables qualités, ton côté serviable, ta bonne humeur en toute occasion et ton humour (plus ou moins douteux, ça dépend des fois). Je te remercie d'être un ami de confiance pour nous.

A tous les autres que je n'oublie pas malgré la distance : Anaïs, les canadiens Joy et Maxime, La Guitoune...

Aux voisins,

Naïm et Sandra : Je regrette le temps où l'on avait qu'un étage à franchir pour se retrouver et venir déguster à l'improviste vos fins mets gastronomiques. Naïm, je n'oublie pas que tu m'as encouragée à tenter ma chance à l'internat, et je t'en suis vraiment reconnaissante. Cela reflète bien la sincérité et la générosité qui te caractérisent. Sandra, merci pour ton humour, ta gentillesse et ton écoute.

Les « bordelais(es) »,

A mes chères co-internes : Anaïs, je te remercie de nous avoir accueillies comme tu l'as fait alors que nous ne connaissions personne. En plus d'être très brillante, tu es quelqu'un de généreux, volontaire, toujours soucieuse pour apporter ton aide aux autres. *Camille*, j'apprécie ta gentillesse, ta bonne humeur perpétuelle, ton côté bout-en-train. Il a fallu que nous partions à Bordeaux pour apprendre à nous connaître et j'en suis ravie. *Marion*, ma binôme de première année (que de bons souvenirs avec le recul), tu es gentille certes, mais pas seulement. Je dirais que ton dynamisme, ta franchise, ton côté déterminé te caractérisent davantage. Je te remercie pour tous tes précieux conseils, et pour ton humour qui me fait toujours réellement rire. *Mélodie*, tu es juste tout l'inverse de la feignantise, de la routine, et de l'égoïsme, au même titre que douceur et discrétion ne font pas partie de tes attributs. Tu as de grandes qualités humaines ainsi que dans le travail, et pourtant ton humilité est immense. Tes phrases cultes, ton goût prononcé pour des choses que je ne comprends pas toujours, ton engouement pour des personnages improbables que je ne citerai pas... Toutes ces choses nous manqueront après ton départ.

Aux typo, et aux nombreuses discussions philosophiques que nous avons tenues à cette occasion.

Sans oublier tous les autres : *Cynthia* pour ta spontanéité et ta facilité à user et ré-user de superlatifs en tous genres, *Aurélie* pour ta profonde gentillesse, *Valentine et Charlotte* pour votre humour et pour ne jamais vous lasser de nos blagues favorites. Marie-Pierre, Meryem, Margaux, Laurène, Michael, Laïla et Gabriella pour votre sympathie et l'atmosphère agréable que vous instaurez dans le service.

A Lambert,

Merci pour ton amour, ton humour, ton soutien et ta droiture. Merci de me guider dans mes choix et de m'accompagner comme tu le fais.

Table des matières

I. Introduction.....	13
II. Données fondamentales sur la symphyse et la croissance transversale mandibulaire.....	15
1. La symphyse.....	15
1.1 Définition.....	15
1.2 Rappels embryologiques (synthèse de Delaire).....	15
2. Données générales sur la croissance transversale mandibulaire.....	17
III. Données générales sur la distraction ostéogénique.....	20
1. Définition.....	20
2. Historique.....	21
3. Les étapes de la distraction mandibulaire symphysaire.....	22
4. Principes biologiques de la distraction ostéogénique.....	23
4.1 Cicatrisation osseuse au sein d'un foyer de fracture.....	23
4.2 Analyse histologique au sein du foyer de la distraction.....	24
5. Critères de succès au cours des différentes étapes de la distraction symphysaire.....	27
6. Principes biomécaniques et effets de la distraction.....	28
6.1 Dans le plan frontal.....	29
6.2 Dans le plan horizontal.....	32
6.3 Dans le plan sagittal.....	35
IV. Applications cliniques de la distraction ostéogénique.....	36
1. Indications et contre-indications de la distraction osseuse symphysaire.....	36
1.1 Indications.....	36
1.2 Contre-indications.....	39
2. La phase pré-chirurgicale : planification de la distraction.....	40
2.1 Choix du site et design de l'ostéotomie.....	40
2.2 La présence d'os résiduel de part et d'autre de la section osseuse est-elle impérative ?.....	42
2.3 Une préparation orthodontique pré-chirurgicale est-elle nécessaire ?.....	44
2.4 Choix du distracteur.....	46
3. Le temps chirurgical.....	54
4. Calendrier thérapeutique post-chirurgical.....	58
4.1 Protocole de distraction.....	58
4.2 Quand démarrer la phase orthodontique post-distraction ?.....	60
5. Quantité d'écartement.....	62
6. Critères de réussite de la DO symphysaire.....	63
7. Les risques.....	63
7.1 Les complications liées à la chirurgie.....	64
7.2 Les complications techniques.....	64
7.3 Les complications infectieuses.....	65
7.4 Les complications parodontales.....	66
7.5 Les complications dentaires.....	68
7.6 Les complications articulaires.....	70
8. Stabilité et contention à long terme.....	75
8.1 Stabilité.....	75
8.2 Contention.....	77

V. A propos d'un cas clinique	78
1. Analyse du cas	78
2. Les étapes du traitement	80
2.1 Protocole de la distraction.....	80
2.2 La phase orthodontique.....	81
3. Effets de la distraction.....	81
4. Dépistage des éventuelles complications	82
VI. Discussion	87
VII. Conclusion	91
Bibliographie.....	92
Table des Figures.....	98

I. Introduction

L'encombrement dentaire est l'une des situations cliniques à laquelle l'orthodontiste est le plus fréquemment confronté dans sa pratique quotidienne. Pour répondre aux objectifs d'alignement, plusieurs options s'offrent au praticien. La première est la diminution du volume dentaire au moyen d'un meulage amélaire inter-proximal ou d'extractions. Pour la seconde solution, qui consiste à augmenter le périmètre d'arcade, les possibilités de traitement sont assez limitées à l'arcade mandibulaire, qui constitue un facteur limitant de nos thérapeutiques.

Rappelons en effet que la suture symphysaire est synostosée dès la première année de vie, interdisant de la sorte toute tentative de disjonction à ce niveau. D'autre part, de nombreux auteurs, parmi lesquels figurent Herberger et Little [1][2], ont pu montrer que l'augmentation de la distance inter-canines était très sujette à la récurrence. Ainsi, à l'exception de quelques cas particuliers, une expansion de l'arcade inférieure n'est pas recommandée. La vestibulo-version des incisives est un autre moyen d'accroître le périmètre d'arcade, en gardant toutefois à l'esprit qu'il s'agit là encore d'une solution de compensation dento-alvéolaire, exposant ainsi au risque de récurrence et/ou de fenestrations et déhiscences osseuses. Enfin, le recul des dents des secteurs latéraux sur plaques d'ancrage est un sujet controversé car il serait impossible, selon certains, d'obtenir une distalisation réelle.

La problématique doit être considérée autrement lorsque la dysharmonie dento-arcades ne provient pas d'un volume dentaire en excès (et donc du contenu) mais plutôt du contenant. Autrement dit, comment résoudre l'encombrement dans les cas de déficit transversal des arcades dento-alvéolaires ? D'autant plus que les avulsions, comme on le sait, peuvent entraîner une contraction des arcades, aggravant de la sorte la pathologie originelle.

Nous allons le voir, une solution apparue dans les années 90 paraît beaucoup plus pertinente en cas de déficience de la structure squelettique. Il s'agit de procéder à l'élargissement de la base mandibulaire grâce à une technique de distraction ostéogénique appliquée à la symphyse. Par rapport aux solutions précédemment évoquées, cette technique a le mérite de tenir compte de l'origine de l'encombrement, à savoir le déficit transversal. Malgré cela, elle reste encore à ce jour marginale, car jugée plus invasive, plus complexe et plus risquée que la classique solution extractionnelle, les effets potentiels sur les structures dentaires, parodontales et articulaires, ainsi que la crainte de voir apparaître une désunion des deux hémimandibules expliquant la persistance d'une réticence des praticiens envers cette technique.

Cependant, notre prise de conscience du syndrome d'apnées-hypopnées obstructives du sommeil (SAHOS) et de ses conséquences sur la vie du patient a récemment apporté de nouvelles indications pour la distraction symphysaire. La prise en charge du sujet souffrant de troubles respiratoires devant se faire sans extractions, on assiste à un regain d'intérêt pour cette technique. L'expansion maxillaire, dont le bénéfice n'est plus à démontrer chez ces patients, n'est plus désormais limitée par le caractère immuable de la dimension transversale mandibulaire.

Par l'analyse des données de la littérature, nous essaierons de clarifier ici les indications, la gestion du calendrier thérapeutique, la quantité d'écartement à laquelle on peut raisonnablement aspirer, et enfin les risques liés à la procédure, tout cela dans le but de déterminer si cette distraction ostéogénique symphysaire peut être incluse sans crainte à l'éventail thérapeutique.

II. Données fondamentales sur la symphyse et la croissance transversale mandibulaire

1. La symphyse

1.1 Définition

Une symphyse désigne la connexion entre deux os par un cartilage fibreux ou par une ossification complète, comme c'est le cas pour la symphyse mentonnière. Il s'agit d'une articulation immobile, appartenant au groupe des amphiarthroses. Anatomiquement, la symphyse mentonnière apparaît sous la forme d'une crête verticale médiane située à la face antérieure du corps de la mandibule. Elle est le signe de l'union des deux pièces latérales primitives qui forment l'os mandibulaire.

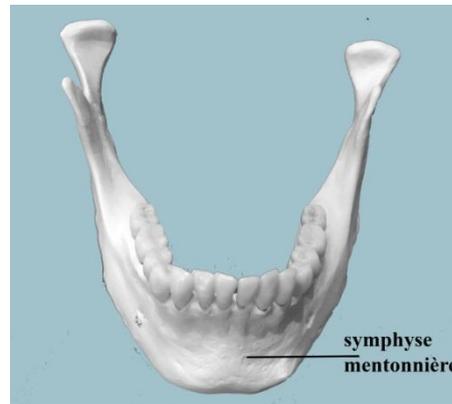


Figure 1 : Le site concerné par l'ostéodistraktion : la zone symphysaire mandibulaire

1.2 Rappels embryologiques (synthèse de Delaire)

L'ossification de la mandibule et de sa symphyse se fait selon le mode intra-membranaire et débute dès le début de la vie intra-utérine. Le cartilage de Meckel joue un rôle primordial de guide lors des premiers stades de ce processus. Il s'agit d'un cartilage primaire, apparaissant sous la forme de deux languettes symétriques qui se rejoignent antérieurement au niveau de la future symphyse mentonnière sans se souder (voir Figure 2). Comme le souligne Delaire, le corps mandibulaire se forme en dehors de celui-ci par l'extension progressive de deux lames osseuses qui l'entourent et l'envahissent (voir Figure 3). Dès lors que cette enveloppe osseuse péri-chondrale atteint l'extrémité meckelienne antérieure, le cartilage dégénère et s'ossifie.

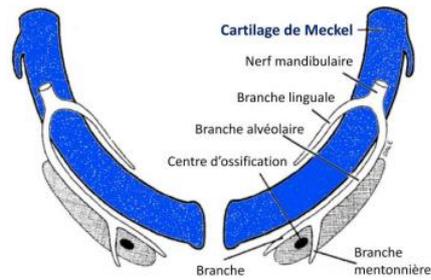
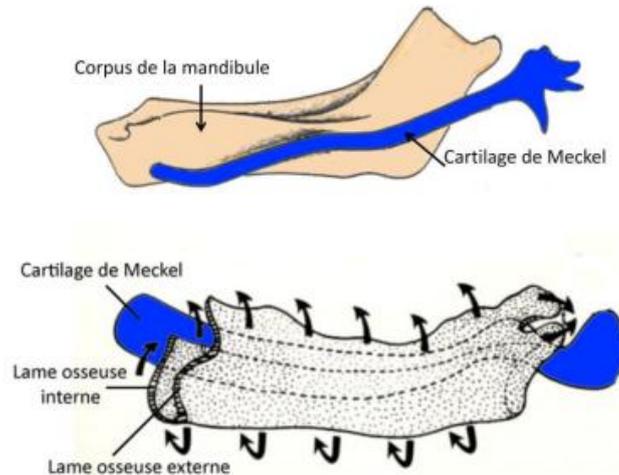


Figure 2 : Le cartilage de Meckel, tuteur de l'ossification de la mandibule et de sa symphyse



**Figure 3 : Le processus d'ossification du corps mandibulaire
Les flèches mettent en évidence la progression des lames osseuses autour du cartilage de Meckel.**

A ce stade précoce du développement embryonnaire, la région symphysaire présente déjà les caractéristiques d'une suture, dont les dimensions dépendent de ses propres capacités de multiplication cellulaire d'une part, et, d'autre part, des forces subies sous l'effet de l'allongement de l'extrémité meckelienne encore non ossifiée.

Par la suite, vers le 4^{ème} mois du développement fœtal, un cartilage secondaire apparaît en bordure de la suture symphysaire, au niveau des extrémités internes de chaque hémimandibule. La croissance de ces deux cartilages secondaires assure en partie celle des deux hémimandibules et favorise leur rapprochement. Selon Hall [3], la particularité des cartilages secondaires par rapport aux cartilages primaires, est d'apparaître au sein du périoste d'un os de membrane, dans une zone de concentration de stimuli mécaniques, comme c'est le cas au niveau de la symphyse. En effet, les muscles mylohyoïdiens et digastriques s'insèrent à son niveau, développant ainsi des contraintes biomécaniques sur la suture, et ce dès le début de la vie fœtale.

Puis, au cours du 5^{ème} mois fœtal, un tissu chondroïde se forme en bordure de la symphyse. Sa présence est le signe d'une activité ostéogénique importante se produisant à ce stade dans la région symphysaire. Ce tissu chondroïde persiste sur les berges de la suture symphysaire tout au long de la

période fœtale et après la naissance, jusqu'à la fin de la première année. Quant au cartilage de Meckel, il ne persiste plus que sous la forme d'îlots cartilagineux calcifiés à la fin de la gestation. Ils disparaîtront la plupart du temps avant la naissance.

Selon Goret-Nicaise [4], l'ossification de la suture symphysaire intervient lors de la 1^{ère} année de vie extra-utérine. Histologiquement, cette synostose est liée à la résorption du tissu chondroïde et à son remplacement par de l'os lamellaire. Selon Augier [5], la synostose débute dès le 2^{ème} à 3^{ème} mois de la vie extra-utérine, pour se terminer dans la 1^{ère} année post-natale.

D'après ce qui précède, on peut conclure que la zone symphysaire demeure malléable jusqu'à la 1^{ère} année. Pendant la période anté-natale, le cartilage de Meckel joue un rôle actif dans la distension du mésenchyme sutural. Après la naissance, les forces musculaires issues de la langue et du plancher lingual, qui augmentent eux-mêmes de volume, prendront le relais pour ce qui est de l'expansion de cette « bande suturale » médiane. Les derniers reliquats cartilagineux sont en effet résorbés avant la fin de la gestation. Toujours selon Delaire, la verticalisation de la tête lors du passage à la position assise, va entraîner des modifications dans l'équilibre des forces musculaires exercées. La chute du massif lingual exerce une traction dirigée en bas et en arrière sur la face interne de l'arc basal antérieur, par l'intermédiaire des muscles génio-glosses, génio-hyoïdiens et mylo-hyoïdiens. Les deux hémimandibules se trouvent plaquées l'une contre l'autre, ce qui pourrait être l'élément déclencheur de la synostose.

2. Données générales sur la croissance transversale mandibulaire

Comme nous l'avons vu précédemment, la mandibule se forme par un processus d'ossification membraneuse qui s'effectue en dehors du cartilage de Meckel. Sa croissance en revanche, est mixte, se faisant à la fois selon les modes enchondral et endoconjonctif. Elle est due, d'un part à des phénomènes d'apposition et de résorption au niveau du périoste, et d'autre part, à la présence de cartilages secondaires au niveau de zones clés de la mandibule. Il s'agit de l'angle mandibulaire, des processus coronoïdes et condyliens, lesquels sont sous l'influence des muscles masséter, ptérygoïdien médial, temporal et ptérygoïdien latéral s'insérant à leur niveau. Les cartilages angulaires, coronoïdiens et condyliens disparaîtront respectivement à 6-8 mois de la période fœtale, à la naissance, et à l'âge de 21 ans.

Nous nous intéressons maintenant plus précisément à l'accroissement transversal de la mandibule. Le cartilage secondaire présent au niveau symphysaire forme une synchondrose reliant les deux hémimandibules jusqu'à l'âge d'un an seulement. Lors de la verticalisation de la tête, on assiste selon

Delaire, à un abaissement et à un déplacement antéro-latéral des pyramides pétreuses, entraînant avec elles les condyles mandibulaires qu'elles abritent. L'écartement des condyles et des branches montantes qui en résulte ouvre l'arc mandibulaire. C'est grâce à la suture symphysaire, avant sa synostose, que de tels mouvements transversaux sont possibles.

Mais au-delà de la 1^{ère} année de vie, la suture est entièrement synostosée et la mandibule devient alors un os unique. Ainsi, selon Scott [6], l'accroissement tri-dimensionnel de la base osseuse mandibulaire serait par la suite uniquement lié à des phénomènes de remodelage intervenant au niveau du périoste, exception faite de la zone condylienne dont le cartilage reste actif jusqu'à l'âge adulte. Le bord postérieur du ramus et les zones basilaire et alvéolaire sont le siège d'une apposition sur leurs faces externes, tandis qu'une résorption a lieu sous la ligne mylo-hyoïdienne, à la face interne du corps mandibulaire. Ces remaniements périostés sont fortement influencés par l'activité fonctionnelle des muscles s'insérant en différents points de la mandibule.



**Figure 4 : La croissance modelante mandibulaire
en bleu : les zones en résorption, en rouge : les zones d'apposition**

Selon cet auteur, la largeur bi-condylienne est étroitement corrélée à la base crânienne, mais la divergence des branches mandibulaires reste cependant indépendante de la largeur de l'arcade inférieure. Il n'y aurait ainsi aucun lien entre largeur d'arcades et celle de la base crânienne. Il rajoute que l'élargissement de la cavité orale serait probablement lié en grande partie à la croissance des procès alvéolaires, elle-même sous l'action de forces musculaires labio-lingo-jugales s'exerçant en direction centripète et centrifuge. Ainsi, les dimensions de l'arcade dento-alvéolaire inférieure sont fortement dépendantes des fonctions oro-faciales, et du complexe maxillo-facial par l'intermédiaire de l'occlusion. La zone alvéolaire joue en effet un rôle adaptatif de « comblement des espaces » selon Scott, afin de maintenir une occlusion correcte tout au long de la croissance des bases osseuses. Dès lors, une base maxillaire étroite, ou bien encore une mandibule en position rétruse, entraîneront une étroitesse de la zone dento-alvéolaire inférieure.

Si l'on se fie à la théorie de croissance selon le V d'Enlow [7], les branches montantes reculent sous l'effet d'une apposition osseuse postérieure et d'une résorption antérieure, et se dégagent ainsi progressivement de la partie distale de l'arcade dento-alvéolaire. Comme l'illustre la Figure 5, l'élargissement ne serait qu'une composante transversale de l'allongement mandibulaire. La croissance transversale est ainsi orientée postérieurement et faiblement latéralement, car elle reste dépendante de la distance entre les cavités glénoïdes abritant les condyles. L'auteur insiste sur le fait que la distance inter-molaires et les dimensions de la zone antérieure de l'arcade demeurent inchangées au cours de ce processus. En d'autres termes, seule la zone postérieure squelettique se trouve agrandie, sans effet sur les structures dento-alvéolaires antérieures.

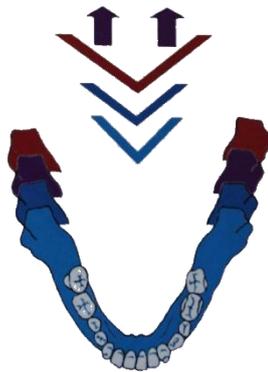


Figure 5 : La croissance transversale mandibulaire selon le V d'Enlow

Selon Bassigny [8], la distance entre les canines temporaires se voit augmentée de 3 mm environ entre 6 et 8 ans, au moment de la mise en place des incisives permanentes. En revanche, la largeur de la zone antérieure de l'arcade est fixée dès la mise en place fonctionnelle des canines définitives. Au niveau des prémolaires et molaires mandibulaires, on constate une augmentation de 2 mm en moyenne entre 6 et 13 ans, suivie d'une légère diminution. Ces valeurs confirment que la largeur de l'arcade inférieure est fixée très tôt au début de l'adolescence. La croissance n'intervient donc pas à ce niveau.

Une tentative d'expansion dento-alvéolaire ne peut être stable que dans les cas où les dents cuspidées inférieures se sont lingualées pour compenser une endognathie/alvéolie maxillaire. Dans tous les autres cas où un élargissement de l'arcade est souhaité, l'ostéo-distraction symphysaire doit être envisagée. En effet, l'expansion consiste à réaliser un déplacement des couronnes et non des apex, ce qui explique la forte tendance à la récurrence.

III. Données générales sur la distraction ostéogénique

1. Définition

La distraction ostéogénique (DO) se définit comme une technique d'ostéogénèse au niveau d'un foyer de fracture intentionnelle, que l'on soumet à une traction progressive par un dispositif mécanique (le distracteur). Le tissu osseux ayant un pouvoir de régénération, la DO est un moyen de stimuler mécaniquement la formation d'un os nouveau, identique en tout point à l'os original. Elle s'accompagne d'une expansion simultanée des tissus mous environnants.

Il existe plusieurs types de distraction osseuse (distraction uni-focale, bi-focale ou tri-focale). L'agrandissement des os longs et des os du squelette cranio-facial se fait selon le mode uni-focal. Les distractions bi et tri-focales sont réservées au comblement des défauts osseux.

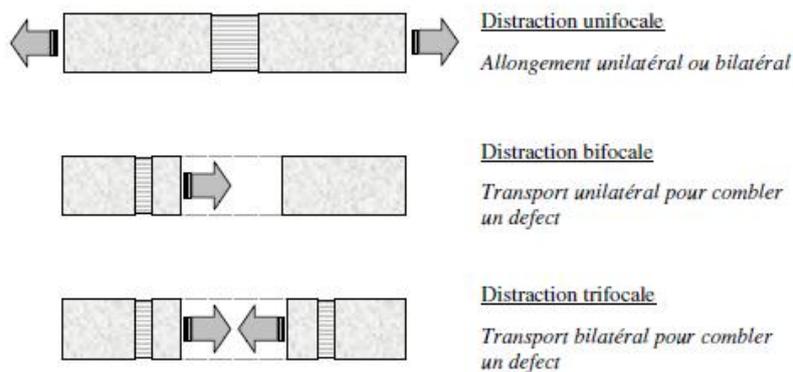


Figure 6 : Schéma des différents types de distraction

[9]

L'application du principe de DO à la symphyse mandibulaire permet donc d'accroître les dimensions de l'arcade mandibulaire grâce à la formation d'os basal nouveau, et ce sans l'aide d'aucune greffe osseuse. Les deux hémi-mandibules séparées chirurgicalement sont progressivement éloignées l'une de l'autre par l'activation du distracteur, entraînant ainsi une régénération osseuse. L'os néoformé présente des propriétés identiques à celles de l'os basal original après consolidation. Cette technique s'oppose pour cette raison à l'expansion mandibulaire, qui a pour finalité d'accroître les seules structures dento-alvéolaires par un mouvement de torque corono-vestibulaire [10].

2. Historique

La technique de distraction osseuse a été initiée en chirurgie orthopédique pour l'allongement des os des membres inférieurs et la reconstruction de fractures osseuses. Cope et Samchukov ont dressé l'historique de la technique depuis ses débuts [11].

L'italien Codivilla fut le premier à publier un rapport de cas en 1905, sur l'élongation forcée d'un fémur trop court. La technique est longtemps abandonnée en raison des nombreux échecs observés, jusqu'aux travaux du chirurgien orthopédique russe Ilizarov. Il mit au point dans les années 70, un protocole de distraction reproductible et établit les bases scientifiques de la technique telle qu'elle est le plus souvent pratiquée aujourd'hui. Il est également à l'origine du dispositif mécanique de traction, qui porte aujourd'hui le nom de fixateur externe d'Ilizarov. Avec l'avènement cette technique, la fréquence et la sévérité des complications ont largement diminués [12].

Pendant plusieurs décennies, la distraction ostéogénique est considérée comme une modalité de traitement des os longs uniquement. L'utilisation de ce procédé pour le traitement des dysmorphoses crânio-faciales s'est faite plus tardivement en raison de la morphologie complexe des os concernés. Les premières tentatives se soldèrent d'ailleurs par de nombreux échecs.

C'est au chirurgien allemand Rosenthal, que l'on doit la première application du principe de DO au squelette cranio-facial. Il fut le premier, en 1927, à réaliser une DO à la mandibule chez un patient présentant une microgénie, en utilisant un dispositif intra-oral fixé sur les dents. Le but était ainsi d'allonger sagittalement la mandibule. De même, Kanzanjian en 1937, réalisait une DO pour traiter une rétrognathie mandibulaire, en utilisant cette fois-ci un dispositif mécanique extra-oral. Par la suite, Snyder en 1973, puis Michieli et Miotti en 1977 appliquaient les principes décrits par Ilizarov pour la distraction des membres, et obtenaient des résultats satisfaisant en terme d'allongement de la mandibule chez le chien, sans observer de lésion nerveuse notoire. Mac Carthy rapportait en 1992 la première étude sur l'Homme, par la mise en place de dispositifs extra-oraux chez 4 enfants atteints de dysmorphies cranio-faciales.

Tous ces auteurs ont œuvré pour la distraction d'allongement du corps et du ramus mandibulaires dans des cas de grands syndromes ou de rétrognathie inférieure isolée. En revanche, aucune publication ne concerne la distraction au niveau de la symphyse. Seul Crawford, en 1948, s'est essayé à l'élargissement de cette zone suite à une fracture symphysaire ayant entraîné l'effondrement des deux héli-mandibules médialement.

Guerrero et son équipe furent les premiers dans les années 90, à appliquer cette technique à la symphyse mandibulaire. Ils présentent l'ostéodistraktion symphysaire comme une alternative efficace pour traiter les déficits d'arcade [13]. Ceci a été un vrai progrès car jusqu'alors, les seuls recours possibles pour élargir l'arcade inférieure étaient l'expansion ou l'élargissement chirurgical avec greffe osseuse, qui s'accompagnaient d'un fort taux d'échecs lié à la récurrence ou à des complications post-opératoires [14]. Depuis, les évolutions majeures de la distraction osseuse portent sur les dispositifs mécaniques utilisés. Aujourd'hui, ils peuvent être dento-portés, ostéo-portés ou hybrides.

La technique de distraction ostéogénique a donc connu de véritables avancées grâce à la qualité des travaux réalisés au cours des dernières décennies. Or en dépit de ces progrès, l'ostéodistraktion de la zone symphysaire demeure encore relativement peu utilisée comme alternative à la thérapeutique extractionnelle dans la gestion des déficits d'arcades.

3. Les étapes de la distraction mandibulaire symphysaire

Elles s'inspirent du protocole décrit par Ilizarov pour la distraction des os longs.

➤ Séparation chirurgicale

La première étape consiste à séparer chirurgicalement la structure osseuse, dans le site où l'agrandissement est souhaité, ici la zone symphysaire ou para-symphysaire. La technique chirurgicale, le design du trait d'ostéotomie ainsi que le choix du site seront détaillés dans la partie IV.2.

➤ Temps de latence

Une phase de repos doit être observée avant d'initier l'éloignement des berges osseuses. La partie IV.4.1.1 reprendra les données issues de la littérature concernant la durée du temps de latence.

➤ Distraction

La phase de distraction se définit par l'éloignement progressif et contrôlé des deux segments osseux séparés chirurgicalement par l'activation du distracteur. Au cours de cette phase, une surveillance doit être mise en place une à plusieurs fois par semaine. De cette façon, la distraction est stoppée dès que la quantité d'écartement souhaitée est atteinte.

➤ Consolidation

Une deuxième phase de latence doit être observée pour la consolidation de l'os nouvellement formé avant le retrait du distracteur. La question de l'initiation des déplacements orthodontiques au sein de ce tissu sera abordée dans la partie IV.4.2

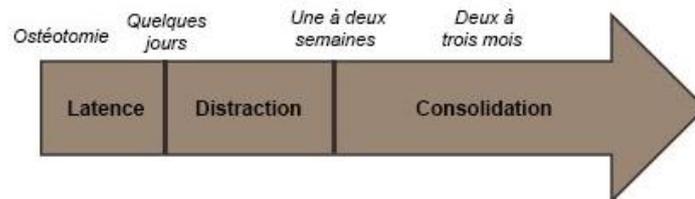


Figure 7 : Chronologie des principales phases de la distraction osseuse

4. Principes biologiques de la distraction ostéogénique

En cas de fracture, un processus de réparation ou cicatrisation osseuse est enclenché, restaurant l'architecture et la fonction initiale de l'os. La distraction ostéogénique utilise cette capacité naturelle de régénération de l'os. La toute première étape de la distraction mandibulaire symphysaire consiste à créer une fracture dite « en bois vert », qui se caractérise par la préservation du périoste. Le processus de cicatrisation alors mis en jeu est similaire à celui observé lors de la réparation naturelle d'un os fracturé. Cependant, dans le cas précis de la distraction, on ne va pas laisser la nature faire son travail jusqu'au bout : le tissu cicatriciel présent entre les berges osseuses sera étiré progressivement avant sa consolidation complète.

4.1 Cicatrisation osseuse au sein d'un foyer de fracture

Le processus de cicatrisation osseuse démarre dès la section des deux segments osseux, avec la mise en place d'une réaction en chaîne. Trois stades se succèdent au cours de la cicatrisation osseuse : la phase inflammatoire, la phase de réparation et le remodelage. [9][15][16]

➤ **1^{ère} phase : la réaction inflammatoire**

Immédiatement après la fracture, une hémorragie survient entre les extrémités osseuses. Le périoste et les tissus mous environnants délimitent une cavité contenant le saignement. Après coagulation, un caillot est donc présent entre les berges osseuses. En s'activant, les plaquettes contenues dans le caillot libèrent des facteurs de croissance et attirent les cellules de l'inflammation (monocytes, macrophages...) sur le site. De cette façon, une réaction inflammatoire se met en place au cours des premières 48 heures. En parallèle, une vascularisation se met en place en 3 à 5 jours, augmentant ainsi l'afflux cellulaire par la voie de la circulation sanguine. Ces cellules seront directement impliquées dans la déterision du caillot, lequel va servir de support à la formation du tissu granulaire. Des cellules mésenchymateuses affluent également sur le site par la voie sanguine. Elles se différencient en fibroblastes qui synthétisent un collagène de type III nécessaire à l'élaboration du tissu de granulation.

A l'issue de cette phase, qui dure 1 semaine, le mésenchyme est constitué et revascularisé. La distraction active peut alors démarrer sans risque. Un éloignement des berges initié immédiatement après la chirurgie, à savoir au stade du caillot, pourrait en effet compromettre la néoformation osseuse.

✓ 2^{ème} phase : la réparation

Le tissu de granulation ayant remplacé le caillot à l'issue de la 1^{ère} semaine, n'a aucune tenue mécanique. Il est riche en cellules souches pré-ostéogéniques, qui prolifèrent et se différencient selon les conditions biomécaniques locales en fibroblastes, chondroblastes ou ostéoblastes, qui participent à l'élaboration de la matrice spécifique. La présence de chondroblastes à ce stade révèle un défaut d'apport en oxygène ou une relative instabilité : on parle alors de cal fibro-cartilagineux (cal mou) [17]. Celui-ci n'est pas pour autant considéré comme pathologique : dans ce cas, l'ossification se fait alors par voie enchondrale après destruction du cartilage. En revanche, lorsque la teneur en oxygène est correcte ainsi que dans les zones de plus grande stabilité (à proximité du périoste par exemple) les cellules mésenchymateuses se différencient en ostéoblastes. Ces cellules élaborent une matrice ostéoïde contenant des fibres de collagène de type I, qui va se minéraliser progressivement. Ce procédé, dit intra-membranaire, conduit à une ossification directe. A l'issue de cette phase, le site fracturaire est occupé par un os immature non lamellaire (cal dur), qui se caractérise par une orientation aléatoire des fibres. Ce cal dur a une bonne tenue mécanique.

Il est important de noter que, lorsque le cal est soumis à des contraintes de torsion, de très nombreux fibroblastes peuvent apparaître dans le tissu cicatriciel. On parle de pseudarthrose, définie par l'existence de ce cal essentiellement fibreux entre les fragments. Or ce risque de torsion est présent lors de l'ostéodistraction, puisque les segments osseux sont uniquement maintenus que par le distracteur. Pour l'éviter, celui-ci doit donc être suffisamment rigide.

✓ 3^{ème} phase : le remodelage

Au cours de cette phase, qui dure entre 2 à 12 mois, l'os immature va subir un remodelage et se transformer progressivement en os lamellaire (ou trabéculaire). La structure osseuse initiale est ainsi restaurée. Notons que la densité minérale du cal, que l'on peut apprécier par radiographie ou mesurer par densitométrie, ne reflète pas nécessairement sa résistance mécanique.

4.2 Analyse histologique au sein du foyer de la distraction

Plusieurs auteurs ont étudié les mécanismes histologiques mis en jeu lors de la distraction ostéogénique. On nomme régénérat le tissu formé entre les deux segments en cours d'éloignement. Il

s'agit d'un cal de fracture classique que l'on étire progressivement. L'examen des coupes histologiques montre un processus biologique hautement organisé. Les stades de la néoformation osseuse décrits précédemment coexistent au même moment au sein du foyer de la distraction [18][19][20].

Lorsque l'éloignement des berges osseuses est initié, un tissu de granulation constitué essentiellement de fibres de collagène est en place. Ainsi, l'analyse des coupes histologiques réalisées en cours de distraction montre que le centre du régénérat est occupé par un tissu fibro-vasculaire, composé de cellules fibroblastiques et de collagène. Les faisceaux collagéniques s'allongent longitudinalement selon la direction de traction, au fur et à mesure de l'éloignement des berges (voir Figure 8).

Le processus d'ossification démarre pendant la phase de distraction active, à proximité du périoste. La minéralisation se fait simultanément depuis les berges osseuses. Ainsi, plus on s'éloigne du centre, plus le processus d'ossification est à un stade avancé.

Le centre de croissance, comme l'appelle Ilizarov, reste fibreux tant que la distraction se poursuit autorisant un allongement visco-élastique du cal. La zone centrale est ainsi la dernière à se minéraliser après l'arrêt de la distraction active. Une fois démarrée, la traction ne doit pas être interrompue car la cicatrisation se met rapidement en place, interdisant la reprise du processus [21] . Par extension, un rythme de distraction trop lent peut entraîner une consolidation prématurée.

Un os mature identique à l'os originel est créé après une phase intense de remodelage ayant lieu pendant la consolidation.

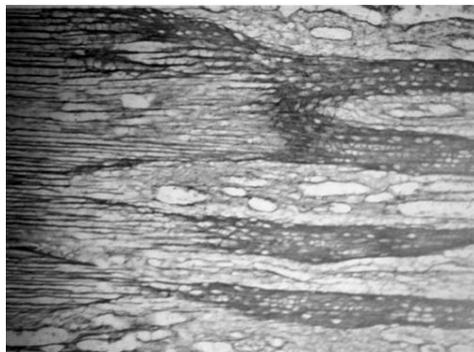


Figure 8 : Micrographie par balayage électronique montrant une régénération de qualité. Les fibres de collagènes sont organisées en faisceaux orientés parallèlement les uns aux autres. [18]

Cope et Samchukov [19] ont étudié le mécanisme histologique de la consolidation à partir de coupes histologiques au 10^{ème} jour de la distraction mandibulaire, puis à 2, 4, 6 et 8 semaines de consolidation. De l'os lamellaire est présent en très faible quantité à la fin de la distraction active. Il occupe 2 à 5% seulement du régénérat contre 70 à 93% pour le tissu fibreux. Sur la Figure 9, les aires de minéralisation sont objectivées par deux formes triangulaires, la base étant dirigée vers les deux extrémités osseuses et la pointe se projetant vers le centre du régénérat, signe de la direction de l'ossification. Les proportions d'os lamellaire et de tissu fibreux s'inversent ensuite au cours de la consolidation. L'os augmente sans cesse depuis la fin de la distraction jusqu'à la 4^{ème} semaine de consolidation. Il reste ensuite constant. Entre les 6^{ème} et 8^{ème} semaines, une réduction légère de ses proportions est mesurée, ce qui correspond au début de la phase de remaniement osseux. A 8 semaines, une activité intense de remodelage est présente aux deux extrémités du régénérat [20][22].

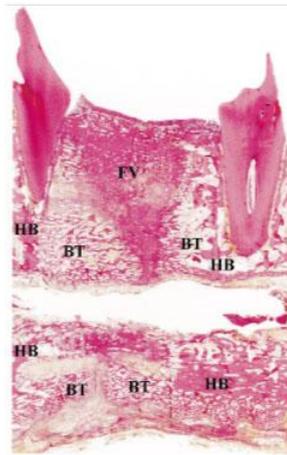


Figure 9 : Coupe histologique du régénérat osseux à 2 semaines de consolidation. Les aires de minéralisation (bony trabeculae BT) sont matérialisées par deux formes triangulaires, la base étant dirigée vers les berges osseuses (host bone HB) et la pointe se projetant vers le centre du régénérat (fibrovascular tissue FV) [19]

Les mêmes Cope et Samchukov ont schématisé les régénérats osseux observés successivement au cours de la consolidation selon 3 types (voir Figure 10):

- *Le type I* est organisé en 3 zones : 2 aires en cours de minéralisation entourent un noyau fibreux central. La zone fibreuse centrale est ininterrompue depuis la crête alvéolaire jusqu'à la corticale inférieure.
- *Le type II*, dans lequel le tissu fibreux reste prédominant dans la partie crestale, mais se raréfie dans les portions centrale et corticale. La corticale inférieure est la zone qui s'ossifie en premier. On observe toujours un retard au niveau de la crête alvéolaire, qui peut s'expliquer par la faible quantité d'os initialement présente entre les racines.
- *Le type III* se caractérise par une oblitération quasi complète de la zone centrale, avec la persistance d'îlots fibreux ou cartilagineux.

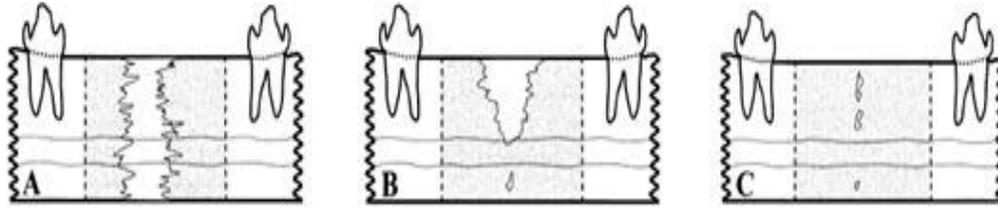


Figure 10 : Modifications histologiques du régénérat osseux pendant la phase de consolidation (A) Type I (B) Type II (C) Type III [19]

L'ossification membraneuse est le principal mécanisme d'ostéogénèse observé. Tous les auteurs s'accordent sur ce point. Quelques aires cartilagineuses éparses (2 à 3%) sont cependant visibles au sein du régénérat à partir de la 4^{ème} semaine de consolidation. Une instabilité du régénérat ou une faible teneur en oxygène peuvent expliquer leur présence. Pour Yasui et coll. [23], la présence de cartilage n'est pas forcément le signe d'une ossification enchondrale. Il semble en effet se transformer directement en os, sans passer par les étapes classiques de ce mode d'ossification (prolifération des chondrocytes, hypertrophie, apoptose, puis invasion vasculaire). Par la suite, cette hypothèse a été confortée par d'autres auteurs. Notons toutefois, que ces résultats sont obtenus dans le cadre d'une distraction d'allongement mandibulaire. Il serait intéressant d'effectuer des coupes histologiques suite à une distraction symphysaire, pour vérifier si l'ossification membraneuse est également le mécanisme prépondérant.

5. Critères de succès au cours des différentes étapes de la distraction symphysaire

La compréhension des mécanismes biologiques décrits précédemment est essentielle pour la réussite du traitement par DO. Pour résumer, les facteurs d'une néoformation osseuse optimales sont les suivants [18] :

- **Une ostéotomie atraumatique** préservant le périoste. En effet, celui-ci jouera un rôle important dans l'apport sanguin et la stabilité du cal sous-jacent.
- **Un temps de latence adéquat** autorisant la revascularisation du site. Comme on l'a vu précédemment, celle-ci s'établit en 3 à 5 jours après la fracture.
- **Un protocole de distraction** selon un taux et un rythme d'activation optimal. Si elle est trop lente, cela peut entraîner une consolidation prématurée ; si en revanche le rythme d'activation est trop rapide, les capacités de croissance du système vasculaire peuvent être dépassées, conduisant ainsi à un déficit de l'apport en oxygène au sein du tissu.
- **Une période de consolidation** avant le retrait du distracteur.

- **La rigidité du distracteur**, permettant d'éviter au maximum la mobilisation des segments et par voie de conséquence, l'apparition de fibroblastes surnuméraires dans le tissu cicatriciel. Dans un foyer de fracture en effet, les mouvements de cisaillement, flexion et rotation des fragments peuvent détruire la néovascularisation établie et être ainsi à l'origine du développement d'un cal essentiellement fibreux. Notons toutefois que les contraintes de compression et de tension axiale ne perturbent que légèrement la cicatrisation osseuse tant qu'elles restent de faible amplitude. Les micromouvements selon l'axe de traction, peuvent même accélérer la minéralisation d'un cal fibrocartilagineux.

De manière générale, ces principes fondamentaux ont pour finalité de garantir une bonne vascularisation du site de fracture. On l'a vu en effet, l'afflux sanguin joue un rôle essentiel à tous les niveaux du processus de réparation, à travers notamment l'apport en oxygène dont la teneur influence directement sur la différenciation des cellules souches au stade initial de néoformation osseuse.

Si la consolidation est incomplète au terme d'un délai de 6 mois, on parle de pseudarthrose. Il s'agit de la principale complication de la cicatrisation osseuse. Ce stade, caractérisée par l'interposition de tissu fibreux entre les berges est définitif et ne peut aboutir à une consolidation sans traitement. [9][15][16]

6. Principes biomécaniques et effets de la distraction

De nombreuses études ont analysé les déplacements squelettiques et dentaires accompagnant la distraction, et ce dans les 3 dimensions de l'espace. Pour étudier le schéma de la distraction symphysaire, les examens complémentaires suivants doivent être réalisés avant et après distraction :

- *Des moulages* pour la mesure des distances inter-dentaires avant et après distraction. Idéalement, ces moulages doivent être pris avant la pose du multi-bagues pour distinguer les effets de la distraction symphysaire de ceux du traitement orthodontique.
- *Des téléradiographies de face* pour la mesure des distances entre des points de repères squelettiques et dentaires, choisis comme étant facilement identifiables sur les différents clichés. Du point le plus antérieur au plus postérieur, les points antegonion, gonion et les condyles droits et gauches sont souvent utilisés comme référence. La mesure des distances bi-antégoniaques, bi-goniaques, et bi-condyliennes permettent d'étudier les effets de la distraction au niveau squelettique et préciser ainsi le schéma de distraction. La mise en place d'implants en per-chirurgical limite le risque d'erreurs lié à l'identification des repères osseux. Dans leur étude, Işeri et Malkoç [24] les ont placés de manière symétrique

à droite et à gauche en différentes zones de la mandibule, permettant ainsi de simplifier l'interprétation des résultats.

- *Des téléradiographies de profil* pour étudier l'impact éventuel de la distraction symphysaire dans le sens sagittal, et mettre en évidence une version incisive par exemple.
- *Les examens tomodensitométriques* (type scans) offrent l'intérêt d'apporter une vision tri-dimensionnelle sur un même cliché, doublée d'une meilleure lisibilité.

6.1 Dans le plan frontal

La biomécanique de la distraction dépend de deux paramètres : **le design du distracteur** et **le corps distracté** (ici, la symphyse mandibulaire).

➤ Le design du distracteur :

Le type de distracteur conditionne le schéma de distraction dans le plan frontal. Il a donc une influence sur la forme du régénérat osseux. Il existe 3 types de dispositifs, qui seront détaillés en IV.2.4.2. Ils diffèrent par :

- ✓ **la localisation du vérin d'expansion**, où la force de traction est initiée : il peut être situé en vestibulaire ou en lingual, sous les apex des incisives ou à hauteur des collets
- ✓ **le point d'application de la force**, selon que le dispositif est fixé aux dents ou à la structure osseuse

La matérialisation du vecteur force se fait au niveau du point de fixation lorsque le distracteur est suffisamment rigide. En présence de jeu dans la fixation du distracteur, nous supposons que le point d'application de la force se déplace en direction du vérin.

En théorie, on obtient un déplacement des segments osseux en translation pure lorsque la force est appliquée au centre de résistance. Dans ce cas, les quantités d'expansion squelettique et dento-alvéolaire sont identiques. Si le vecteur force est situé au dessus du centre de résistance, on obtient un mouvement de rotation des segments osseux dans le plan frontal. Il s'ensuit un écartement en éventail, plus réduit au niveau basal qu'à l'étage dento-alvéolaire. Or, de nombreux auteurs constatent ce schéma d'expansion avec les distracteurs à ancrage dentaire, contrairement à ceux ancrés à la zone symphysaire, responsables d'un écartement parallèles [25][26][27][28][29] . Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse suivante : plus le distracteur est situé près de la zone basale, plus le déplacement s'effectue en translation.

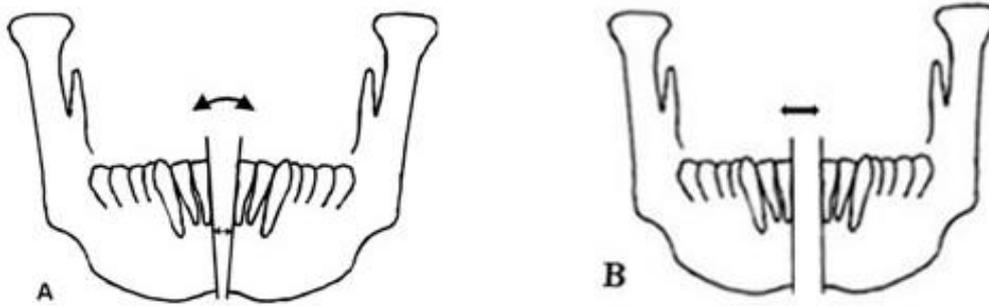


Figure 11 : Le schéma de distraction en vue frontale
(A) Expansion en éventail (B) Expansion proportionnelle des étages dento-alvéolaire et basal

➤ Le corps distracté :

Le centre de résistance à la mandibule n'a pas été identifié avec précision, contrairement au maxillaire. La compréhension de la biomécanique mandibulaire lors de la distraction symphysaire est en effet beaucoup plus complexe. Cela provient d'une part, de sa morphologie en fer à cheval, et d'autre part, du fait que les résistances musculaires, ligamentaires, fonctionnelles (mastication), et articulaires modulent probablement son comportement vis-à-vis de la distraction. Comme on peut le voir sur les Figure 12, Figure 13 et Figure 14, des muscles s'insèrent près de la zone symphysaire (muscles génio-glosses, mylo-hyoïdiens et génio-hyoïdiens) ou à distance (muscles élévateurs s'insérant sur l'angle mandibulaire ou sur le processus coronoïde). Ces muscles créent sans doute une résistance s'opposant à l'écartement des deux hémimandibules. Il en est de même pour les ligaments s'insérant au niveau de l'angle mandibulaire et du condyle (voir Figure 14). Ainsi selon nous, il faudrait un distracteur rigide pour résister aux influences péri-mandibulaires, et de plus situé le plus proche possible de la zone basale. Cependant, des analyses effectuées sur têtes fraîches semblent nécessaires pour parfaire notre compréhension de la biomécanique et des résistances tissulaires vis-à-vis de la distraction symphysaire.

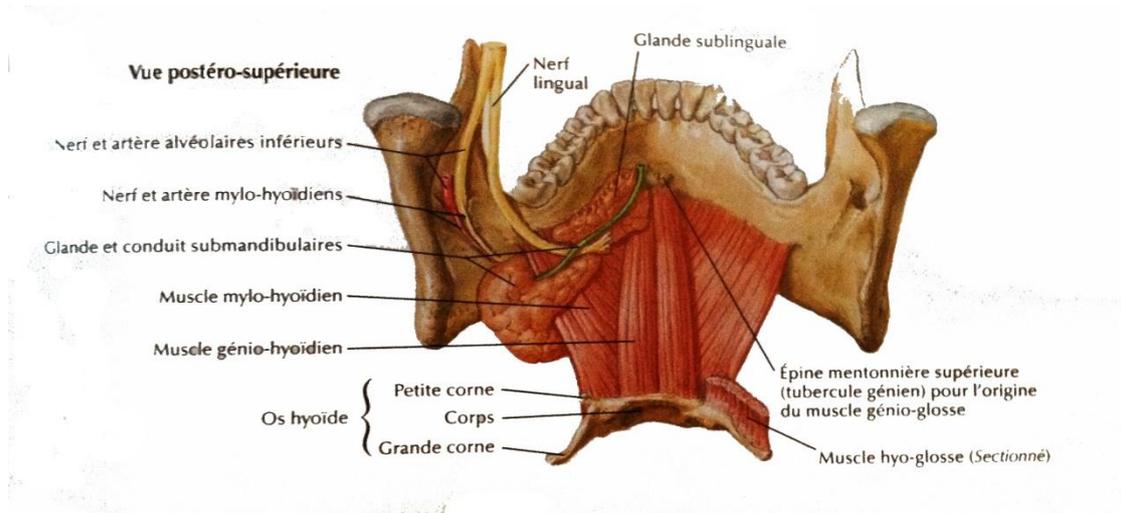
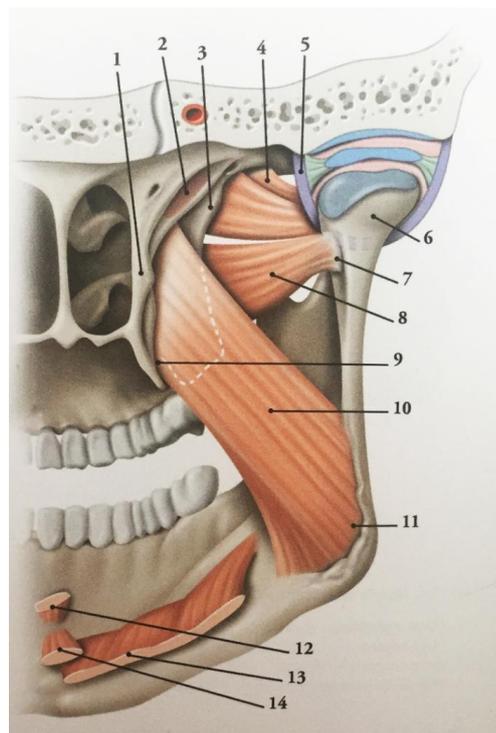


Figure 12 : Vue postérieure des muscles mylo-hyoïdien et génio-hyoïdien s'insérant à la face linguale du corps mandibulaire et de la symphyse [30]



**Figure 13 : Vue postérieure des éléments musculaires s'insérant en différentes zones de la mandibule.
 (8) muscle ptérygoïdien latéral ; (10) muscle ptérygoïdien médial ; (12) muscle génio-glosse ;
 (13) muscle mylo-hyoïdien ; (14) muscle génio-hyoïdien [31]**

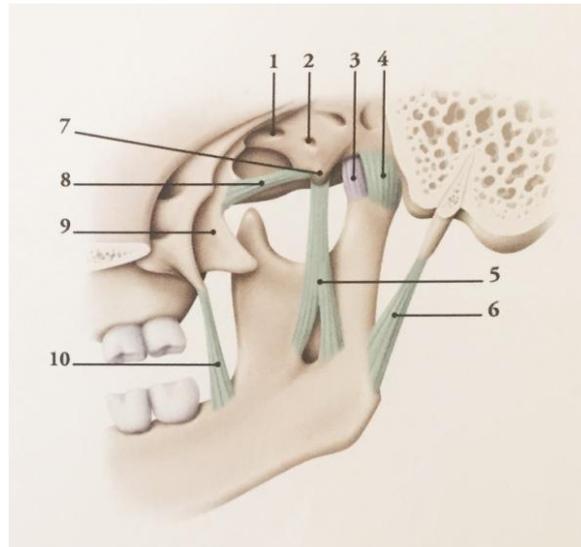


Figure 14 : Vue médiale des éléments ligamentaires s'insérant dans les zones mandibulaires postérieures.

(4) ligament médial ; (5) ligament sphéno-mandibulaire ; (6) ligament stylo-mandibulaire ; (10) raphé ptérygo-mandibulaire [31]

Enfin, notons que la stabilité est maximale en cas de déplacement identique des unités dento-alvéolaire et squelettique [32]. Le régénérat osseux en forme de V est donc supposé moins stable, dans le sens où une expansion de l'os alvéolaire non soutenue par de l'os basal représente un risque potentiel de récurrence [1][25].

6.2 *Dans le plan horizontal*

➤ Déplacements au niveau des arcades dentaires :

D'après les mesures effectuées sur les moulages avant tout traitement orthodontique, la distraction symphysaire aurait pour effet d'accroître les distances inter-dentaires des incisives jusqu'aux 2^{ème} molaires inférieures [33][34][35]. La plupart des auteurs constatent un élargissement faible au niveau des incisives et des molaires, et maximal dans la zone des prémolaires [25][36][37]. Pour Mommaerts [36], l'élargissement des distances inter-prémolaires (IPM) et inter-molaires (IM) n'était pas attendu, mais a révélé la nature du mouvement des deux hémimandibules lors de la distraction. L'accroissement de la distance IPM supérieur à celui de la distance IM évoque que la rotation a lieu autour d'un point situé postérieurement aux 1^{ère} molaires. Une diminution de 9,38° de l'angle entre les deux hémimandibules apporte une preuve supplémentaire de la localisation postérieure du centre de rotation.

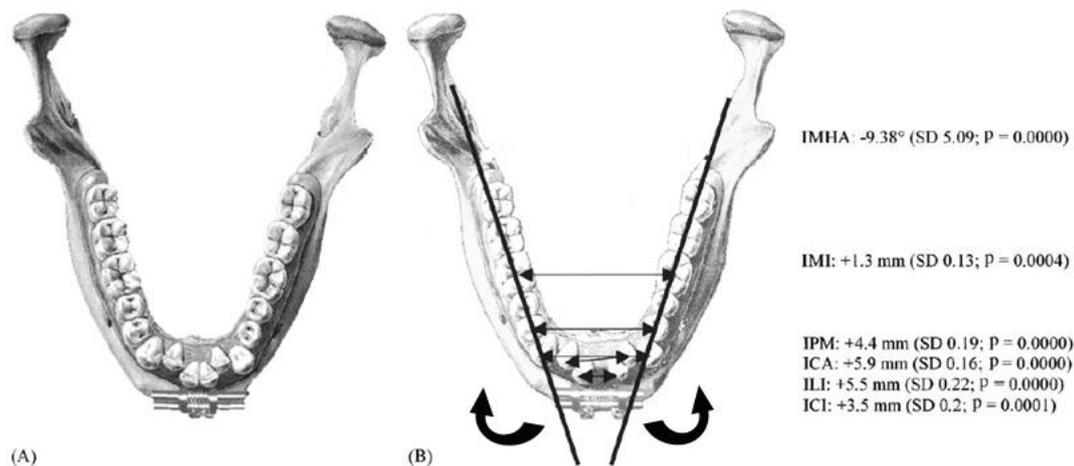


Figure 15 : Moyenne des différences linéaires et angulaires observées dans le sens transversal entre la situation initiale (A) et après distraction (B) à partir des moulages en plâtre. ICI, ILI, ICA, IPM et IMI correspondent à l'augmentation des distances mesurées entre les incisives centrales et latérales, les canines, les 1ères prémolaires et les 1ères molaires respectivement. L'accroissement est maximal entre les canines et minimal au niveau des 1ères molaires. L'angle entre les deux héli-mandibules (IMHA) est matérialisé par les deux droites reliant les sillons des dents cuspidées aux pointes canines dans le secteur droit et gauche. Sa diminution témoigne de la situation postérieure du point de rotation des deux héli-mandibules. [36]

Il y a deux raisons pour lesquelles l'augmentation de la distance IPM est supérieure à celle mesurée entre les incisives. Il s'agit en premier lieu du phénomène de « walking tooth », décrit par Guerrero, Bell et Mommaerts [13][26][36]. Il observe en effet une dérive mésiale des incisives centrales, puis des latérales, se produisant après, voire même pendant la phase de distraction si elles n'ont pas été bloquées. Un tel mouvement, s'effectuant surtout en mésioversion, a été attribué à une traction élastique des fibres trans-septales par Bell et Del Santo [32][25]. C'est pourquoi le différentiel mesuré au niveau des incisives ne reflète pas l'élargissement de la zone antérieure. Selon nous, la seconde explication réside dans le fait que l'espace créé est consommé pour la réduction de l'encombrement initial, faussant également l'interprétation de cette distance inter-incisive. Ainsi, pour évaluer l'impact réel de la distraction sur la zone antérieure, des points de repères osseux et non dentaires doivent être impérativement utilisés. Or, comme aucune structure antérieure n'est identifiable avec précision, la mise en place d'implants est nécessaire.

➤ Déplacement des structures squelettiques :

En 2005, une étude d'Işeri et Malkoç [24] a mesuré les effets squelettiques à long terme de la DO symphysaire en différentes zones mandibulaires. Sur des téléradiographies de face, ils ont utilisé :

- ✓ la méthode implantaire, pour mesurer les distances inter-symphysaire, inter-molaires et inter-ramales, et ainsi évaluer les variations survenant respectivement dans les zones antérieures, moyennes et postérieures.
- ✓ la méthode plus classique basée sur l'identification de points de repères osseux afin d'évaluer les variations se produisant de l'avant vers l'arrière. Dans cet objectif, les largeurs inter-molaires, bi-antégoniaque, bi-goniaque, bi-condylienne, ainsi que l'angle formé entre les deux plans ramiques droit et gauche ont été mesurés.

Pour résumer, concernant le siège des déplacements observés lors de la DO symphysaire :

- ✓ La largeur entre les implants placés au niveau symphysaire et molaires a augmenté significativement (de 6,49mm et 3,92 mm respectivement). De même, la distance inter-molaires a augmenté significativement, mais selon une faible amplitude (moins d'1mm).
- ✓ Il n'a pas été noté de différences significatives pour la largeur entre les implants placés au niveau des rami, ni même pour les distances bi-condyliennes, bi-goniaques, bi-antégoniaques et l'angle ramal. Comme le montrent les valeurs numériques, les distances mesurées entre toutes ces structures postérieures sont restées inchangées.

Cela signifie que l'écartement est maximal dans la région symphysaire et décroît progressivement d'avant en arrière. Dans le plan horizontal, les deux héli-mandibules se déploient de manière non parallèle : la largeur de l'os mandibulaire dans la région symphysaire a augmenté de manière non négligeable tandis que les régions goniaques, ramiques et condyliennes ont montré un déplacement minimal.

Or, les conséquences éventuelles de la DO symphysaire sur les articulations temporo-mandibulaires constituent l'une des principales craintes des orthodontistes envers cette technique. Les résultats de l'étude d'Işeri et Malkoç [24] peuvent être considérés comme rassurants dans le sens où la distance inter-condylienne est restée inchangée. Cette idée a été confortée par de nombreuses autres études. Il est donc important de se pencher sur cette question qui sera abordée avec plus de précision dans la partie IV.7.6.

Enfin, pour rester dans des notions de biomécanique, on peut s'interroger sur la localisation du point d'application de la force et son effet sur les têtes condyliennes. Selon Landes [38], plus le vecteur de la distraction est éloigné des structures articulaires, moins l'impact sur les têtes condyliennes est important. Si l'on suit ce raisonnement, il faudrait antérioriser le point d'application de la force pour réduire l'impact sur les condyles.

6.3 Dans le plan sagittal

L'expansion de l'arcade mandibulaire ne semble pas dénuée d'effets parasites dans le sens antéro-postérieur. Plusieurs études ont mis en évidence une version vestibulaire des incisives inférieures. Elle serait liée, selon Del Santo à la rotation antéro-latérale accompagnant la distraction [25]. Comme nous venons de le voir, l'écartement est maximal au niveau symphysaire puis diminue en direction postérieure. L'auteur attribue ce phénomène à l'utilisation d'un dispositif à ancrage dentaire. Il semblerait cependant que ce phénomène soit indépendant du type de distracteur mis en place, puisque Mommaerts et Gunbay observent le même phénomène avec des distracteurs à ancrage osseux[36][37]. Gunbay observe une augmentation significative de 2.78° pour l'IMPA et de 1.71 mm pour la longueur du corps mandibulaire. Nous devons cependant noter qu'il n'est pas précisé si la téléradiographie de profil est prise avant mise en place du dispositif orthodontique. Dans le cas contraire, on peut interpréter cette version incisive comme la conséquence d'une tentative de nivellement, alors que la place créée par la distraction n'aurait pas été suffisante pour obtenir l'alignement des dents.

Pour Mommaerts [36], dont la technique est basée sur l'utilisation de distracteur ostéo-ancré [25], l'explication est d'ordre musculaire. C'est la lèvre inférieure qui contiendrait cette version incisive. Le distracteur ostéo-porté étant obligatoirement mis en place dans le vestibule, aurait un « effet écran », empêchant la pression des lèvres de s'exercer en direction centripète. Ceci explique selon l'auteur la version significative constatée (de 1.3 mm en moyenne).

Pour Del Santo [25], qui utilise des dispositifs dento-portés, l'explication n'est pas la même. Ce mouvement parasite de version serait significativement plus important chez les patients n'ayant pas disposé d'un traitement orthodontique pré-distraction. Pour lui, cette constatation peut être interprétée comme suit : lorsque le dispositif multi-attaches est présent immédiatement après la chirurgie, cela permettrait de contenir la version des incisives liée à la distraction.

Quelle que soit la raison de cet effet de version incisive, il reste d'une amplitude minimale. Nous pensons qu'il ne faudrait pas en tenir compte outre mesure dans la prise de décision.

IV. Applications cliniques de la distraction ostéogénique

1. Indications et contre-indications de la distraction osseuse symphysaire

1.1 Indications

De nombreuses situations cliniques peuvent être résolues par une DO symphysaire. Un ensemble d'éléments doit être considéré pour en poser l'indication [26].

✓ Le patient présente un encombrement dentaire à l'arcade mandibulaire.

Une DO symphysaire peut être envisagée si cet encombrement est associé à un ou plusieurs des éléments suivants :

- Les formes d'arcades sont étroites avec des distances inter-canines et inter-molaires faibles, sans forcément observer un articulé croisé. Le déficit est d'ordre squelettique ou dento-alvéolaire.
- La solution extractionnelle ne peut être envisagée pour résoudre l'encombrement car :
 - Le patient a suivi précédemment un traitement orthodontique avec des extractions, ou présente une ou plusieurs agénésies. Les extractions sont à éviter dans un contexte où le matériel dentaire est déjà réduit.
 - Le patient présente un profil global convexe, ou bien un profil sous-nasal concave avec un angle nasio-labial ouvert. Des avulsions réalisées dans un tel contexte facial représentent un risque esthétique majeur, d'autant plus si les lèvres sont fines.
 - Le patient présente un terrain apnéique, ou des troubles de la respiration (cf plus loin)
- Les compensations dento-alvéolaires sont jugées inacceptables car elles risquent de compromettre l'équilibre dento-parodontal et créer des déhiscences ou fenestrations osseuses. La version des incisives inférieures est à éviter lorsque les angles IMPA ou iNB sont supérieurs à la normale avant toute intervention.

Dans cette situation, l'objectif d'élargissement est dicté par la sévérité de l'encombrement et de la courbe de spee, la quantité de version incisive tolérée, ou au contraire le repositionnement incisif souhaité.

✓ Le patient nécessite une disjonction inter-maxillaire (DIM).

Il est impératif d'anticiper l'impact de ce geste sur l'occlusion transversale. Selon la quantité d'expansion souhaitée, une DIM réalisée de manière isolée peut en effet conduire à une exocclusion totale de l'arcade supérieure. L'indication de DO symphysaire est souvent liée à la nécessité d'élargir la base maxillaire. Voici les situations cliniques reportées : [10]

- Une endocclusion de l'arcade supérieure liée à une endognathie maxillaire devra être résolue par une DIM. Prenons pour exemple un cas de canine incluse associé à un déficit transversal de la base maxillaire. Idéalement, la DIM doit être suffisante pour créer la place nécessaire à la mise en place de la canine, soit 8 mm environ. Si l'articulé croisé initial est faible, une DO symphysaire devra dans ce cas lui être associée.
- Une autre situation clinique doit être mentionnée : celle où le maxillaire et la mandibule présentent un déficit transversal. Les deux arcades sont anormalement étroites, mais on note une normocclusion dans les secteurs latéraux. Un triangle noir disgracieux est visible au niveau du corridor buccal pendant le sourire. Il s'agit d'un motif de consultation fréquent des patients ayant des doléances esthétiques, en quête d'« un sourire plein et large ». Une double disjonction maxillaire et mandibulaire est la seule solution permettant de répondre à leurs souhaits. Or si le seul motif esthétique ne suffit pas à lui seul à poser l'indication d'une intervention chirurgicale, cette double disjonction peut néanmoins découler de l'encombrement très fréquemment observé dans les cas d'arcades étroites.

Dans les deux cas évoqués ci-dessus, l'élargissement mandibulaire est guidé par la quantité d'expansion palatine nécessaire.

✓ Le patient présente un syndrome de Brodie uni ou bilatéral :

Celui-ci se manifeste par une exocclusion totale de l'arcade maxillaire. Les cuspides palatines maxillaires circonscrivent totalement les cuspides vestibulaires mandibulaires. Cette situation est particulièrement difficile à gérer par le seul traitement orthodontique. Une DO symphysaire permet de retrouver des rapports inter-arcades optimum notamment lorsque l'arcade mandibulaire est anormalement étroite, la base maxillaire étant, elle, considérée comme normale.

✓ Au-delà des relations transversales, il faudra tenir compte des rapports antéro-postérieurs [10].

L'impact des déplacements sagittaux sur le sens transversal doit être anticipé. Dans le cadre de la correction d'une classe II squelettique, une expansion voire une disjonction s'impose presque systématiquement. On doit juger de la nécessité de la coupler à une DO symphysaire, afin

d'accroître les possibilités d'expansion palatine. La situation inverse est observée dans le cas de classe III, dans lesquels on observe au contraire une occlusion croisée relative, qui disparaît lors de la simulation de la classe I. **Pour ces raisons, l'occlusion finale doit toujours être analysée, afin de déterminer à quelle(s) arcade(s) l'expansion est nécessaire.** Notons que l'encombrement est rare dans les cas de classe III. En raison de la langue en position basse, l'arcade mandibulaire est assez large, et le déficit transversal est très souvent d'origine maxillaire.

✓ DO symphysaire et SAHOS (Syndrome d'Apnées et Hypopnées obstructives du Sommeil).

Il s'agit d'un problème de santé publique affectant 2 à 4% de la population, et responsable de ronflements, d'épisodes répétés d'apnées et hypopnées, d'une somnolence diurne et donc d'une diminution de la qualité de vie.

L'avancée maxillo-mandibulaire ou mandibulaire seule est considérée comme la thérapeutique chirurgicale la plus efficace en cas de SAHOS. Plus récemment, les auteurs se sont intéressés au rôle de l'expansion transversale pour la prise en charge des patients apnéiques. L'on peut en deviner les bénéfices lorsque Kushida [39] et Timms [40] ont montré respectivement le lien entre une distance inter-molaires faible et la présence de SAHOS, et entre l'étroitesse du maxillaire et la résistance nasale au passage de l'air.

Plusieurs auteurs ont montré que l'expansion palatine rapide permettait d'améliorer la perméabilité nasale par l'augmentation du diamètre des orifices piriformes, et ainsi de diminuer le nombre d'apnées-hypopnées [41][42][43]. Logiquement, plus l'expansion palatine est importante, meilleurs devraient être les résultats sur le flux aérien et sur l'amélioration de la respiration. Quant à la DO symphysaire, Malkoç [44] a montré qu'elle n'affectait pas de manière significative les dimensions pharyngées. Cependant, le recours à la DO symphysaire autorise une action conséquente au niveau du maxillaire, sans pour autant perdre les contacts occlusaux transversaux. C'est pourquoi l'association DO symphysaire et DIM peut être considérée comme un thérapeutique efficace du SAHOS. Les effets combinés de l'expansion bi-maxillaire devraient être meilleurs que ceux obtenus après DIM seule. Par ailleurs, la résolution de l'encombrement par des extractions entraîne une constriction des arcades et est donc fortement déconseillée chez les personnes apnéiques. Il s'agit là d'un argument supplémentaire en faveur de l'expansion aux deux arcades.

✓ DO symphysaire et grands syndromes (Nager, Treacher Collins)

En conclusion, l'indication de DOS ne doit en aucun cas se limiter aux seuls cas d'exclusion totale de l'arcade maxillaire, comme il est souvent énoncé. L'indication la plus fréquente reste l'encombrement aux deux arcades associé à un large corridor buccal. Elle sera très souvent combinée à une expansion transversale rapide du maxillaire, chirurgicale ou non [45].

Cependant, nous devons formuler une réserve, à savoir que si la DO symphysaire convient pour les cas de classe I occlusale (puisque'elle corrige l'encombrement intra-arcade lié à un déficit transversal) elle ne permet pas en revanche (à la différence des extractions) la résolution d'une éventuelle malocclusion sagittale. Ainsi, la nécessité d'une deuxième intervention chirurgicale pour corriger le décalage antéro-postérieur est à prendre en considération dans la prise de décision.

1.2 Contre-indications

Elles ne sont pas mentionnées dans la littérature. Selon nous, il ne semble pas y avoir de contre-indications spécifiques à la DO symphysaire. Nous évoquerons néanmoins:

✓ Les contre-indications de l'anesthésie générale (se référer à la classification ASA).

Les risques infectieux et hémorragique peuvent être gérés en vue de la chirurgie, en tenant compte du rapport bénéfice/risque.

✓ L'âge

Comme on le sait, la croissance ne participe pas à l'élargissement de la zone dento-alvéolaire, la largeur inter-canines étant fixée, rappelons-le, dès leur mise en place fonctionnelle sur l'arcade. De plus, l'on ne peut plus espérer de rattrapage occlusal par la croissance alvéolaire à la fin de la période juvénile. Il est donc inutile d'évaluer le potentiel de croissance résiduel du patient pour déterminer l'âge de l'intervention, comme on le fait traditionnellement en chirurgie orthognathique.

Aucune limite d'âge n'est évoquée dans la littérature. Dans les études, le plus jeune patient est âgé de 7.6 ans pour Chung et 8 ans pour Ploder [46][29]. Quatre autres auteurs réalisent une DO symphysaire chez des patients âgés de 11 ans [28][47][48][49].

Selon nous, la DO symphysaire pourrait être envisagée dès le début de l'adolescence, en fixant comme limite l'établissement de la denture définitive. Une prise en charge très précoce semble intéressante dans les cas d'endognathies sévères, de grands syndromes, et pour faciliter la mise en place des canines inférieures en cas de signes annonciateurs d'inclusion. Plus que l'âge, le paramètre coopération semble être important. Celle-ci est en effet indispensable à la réussite du traitement par DO symphysaire.

✓ Les conditions locales

Nous pouvons nous interroger sur la réalisation de la DO symphysaire en cas de pathologies parodontales, pulpaires et de troubles articulaires. Par précaution, une prise en charge de ces facteurs s'impose avant de démarrer le traitement.

2. La phase pré-chirurgicale : planification de la distraction

2.1 Choix du site et design de l'ostéotomie

Il existe plusieurs designs pour le trait d'ostéotomie : symphysaire, para-symphysaire ou bilatéral. Toutes lésions des tissus dentaires, péri-dentaires et osseux doivent être évitées.

Le choix du site de l'ostéotomie se fait impérativement en amont du temps chirurgical, et doit faire l'objet d'un accord entre l'orthodontiste et le chirurgien. La réflexion repose sur une analyse clinique et les examens radiographiques classiques de l'ensemble du bloc antérieur, afin de déterminer le site le plus propice à l'intervention. Des clichés occlusaux et rétro-alvéolaires ortho-centrés permettent de visualiser avec précision l'épaisseur d'os alvéolaire entre les racines. Un sondage parodontal de la zone antérieure pourra également être utile pour déterminer les zones à risque. [10]

Le premier choix est de placer le trait d'ostéotomie entre les deux incisives centrales. En effet, le design est simple, nécessite un minimum de décollement des tissus gingivaux, et autorise une expansion symétrique du menton [10]. Cependant, une proximité radiculaire est fréquemment observée entre les incisives centrales mandibulaires, l'encombrement antérieur constituant une indication majeure de la distraction symphysaire. Dans ce cas, une préparation des axes radiculaires grâce à un dispositif multi-attaches sectoriel peut être envisagée avant l'intervention. L'objectif est d'aménager un espace inter-radiculaire suffisant, réduisant ainsi les risques de lésions et d'expositions radiculaires.

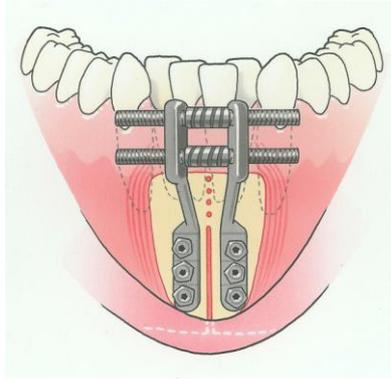


Figure 16 : Ostéotomie verticale entre les incisives centrales
[49]

Selon Guerrero et coll. [13], l'ostéotomie devrait parfois être envisagée dans les zones paramédianes lorsque l'espace mésio-distal entre 31 et 41 est insuffisant. Le trait de scission peut être situé n'importe où entre les quatre incisives inférieures, ou entre la canine et l'incisive latérale adjacente, zone dans laquelle l'os est naturellement présent dans la grande majorité des cas. Le trait d'ostéotomie démarre entre les deux racines concernées, puis rejoint la zone symphysaire par une marche d'escalier située 5 mm en dessous des apex dentaires. Cette solution est intéressante car elle permet de s'affranchir du traitement orthodontique pré-distraktion, et réduit le risque potentiel de lésion radiculaire. En revanche, une telle ostéotomie para-sagittale doit impérativement se terminer dans la zone médiane symphysaire, sous peine d'observer une expansion asymétrique du menton[10].

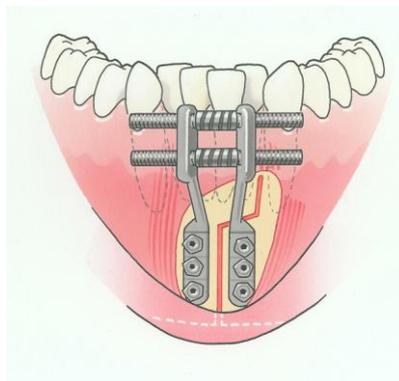


Figure 17 : Ostéotomie en marche d'escalier
[49]

Pour Landes [38], un design en marche d'escalier est préférable à une ostéotomie verticale simple. Il permet en effet d'obtenir une surface de contact plus large, majorant ainsi la stabilité verticale lors des mouvements mandibulaires.

Mommaerts [50] évoque une alternative aux ostéotomies en marche d'escalier, toujours dans le même but d'éviter l'expansion asymétrique du menton. Il propose de réaliser deux séparations entre les incisives latérales et canines reliées par un trait horizontal. Une troisième ostéotomie verticale relie le bloc osseux ainsi individualisé au rebord mandibulaire. Cependant, la symphyse doit être suffisamment haute pour autoriser un tel design. D'autre part, une stabilisation du secteur incisif par un arc sectoriel s'impose. Notons toutefois que la technique n'a été réutilisée par aucun autre auteur, ni par Mommaerts lui-même. A contrario, les ostéotomies centrales et en marche d'escalier sont présentées dans les différentes études comme les deux seules alternatives possibles. De manière générale, l'ostéotomie verticale semble être le premier choix de la majorité des auteurs.

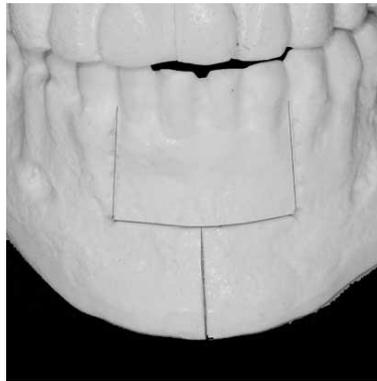


Figure 18 : Ostéotomie bilatérale selon Mommaerts [50]

2.2 La présence d'os résiduel de part et d'autre de la section osseuse est-elle impérative ?

Le choix du site repose sur la quantité d'os alvéolaire entre les racines :

- ✓ Premièrement, pour éviter toute lésion radiculaire
- ✓ Ensuite, la présence d'os alvéolaire résiduel de part et d'autre de la séparation serait nécessaire pour certains auteurs. En effet, lorsque l'une des deux surfaces radiculaires est exposée, on observe un défaut d'initiation de l'ostéogénèse à ce niveau. Ces résultats ont été observés chez le singe et l'Homme par Bell et Guerrero [13][26]. **Ainsi pour ces auteurs, l'intégrité des tissus de soutien de la dent, incluant l'os alvéolaire et le ligament desmodontal, doit être préservée pour une néoformation osseuse optimale et rapide.**

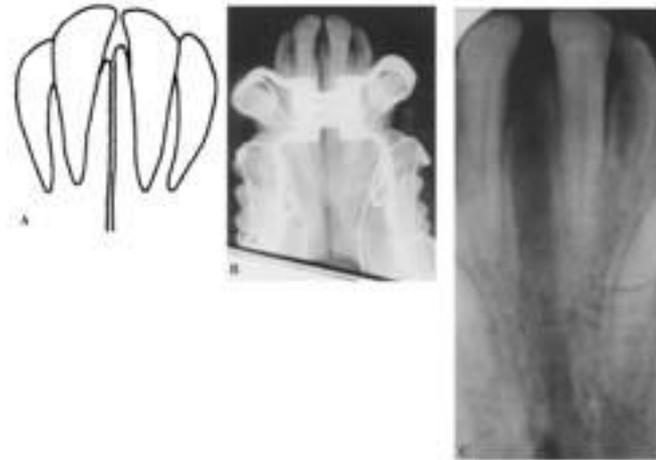


Figure 19 : Ostéodistraktion symphysaire expérimentale sur mandibule de singe
(A) Illustration montrant la présence d'os alvéolaire résiduel de part et d'autre du site d'ostéotomie. (B) Evaluation radiographique avant expansion mandibulaire. (C) Evaluation radiographique après expansion mandibulaire montrant un régénérat osseux à partir des deux segments distractés. [13]

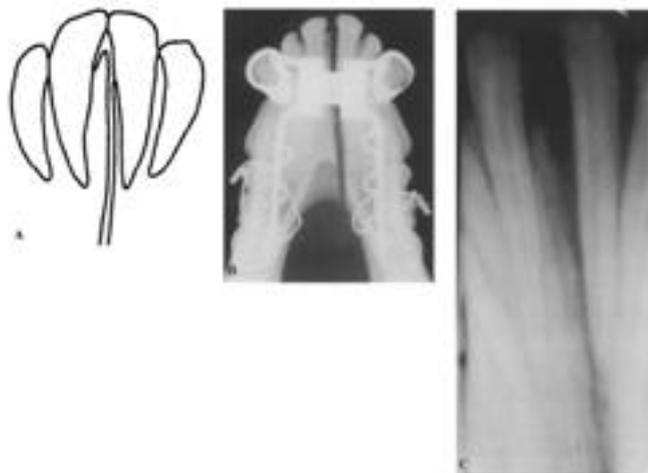


Figure 20 : Ostéodistraktion symphysaire expérimentale sur mandibule de singe
(A) Illustration montrant la localisation du trait d'ostéotomie entre les deux incisives. (B) Evaluation radiographique avant expansion mandibulaire montrant l'exposition de la surface radiculaire de l'une des deux dents adjacentes au trait d'ostéotomie. (C) Evaluation radiographique après expansion mandibulaire montrant que la régénération osseuse n'a pas eu lieu du côté où la surface radiculaire était mise à nue. [13]

Cette condition a été cependant nuancée par Mommaerts et coll. en 2005 [36]. Selon eux, les constatations basées sur les expériences animales de Bell, résultent probablement d'une séparation excessive des bords osseux au moment de l'intervention chirurgicale, responsable d'un détachement conséquent des structures parodontales. De plus, il est possible que le réattachement de l'épithélium de jonction n'ait pu se produire sur la période d'observation. Soulignons en effet que les singes ont tous été sacrifiés entre 4 et 8 semaines après la fin de la distraction pour réaliser des coupes histologiques. Par conséquent, l'évolution ultérieure de la situation reste une énigme. Bell suppose que, par la suite, le régénérat osseux serait probablement parvenu à s'étendre à la surface radiculaire exposée, entraînant ainsi une ankylose [26]. Ceci laisse présager de l'importance de la préservation du ligament pour éviter la survenue d'une ankylose.

D'autre part, Raoul [51] observait en 2009 un cas d'exposition radiculaire suite à l'ostéotomie symphysaire. Il a constaté un retard dans la mise en place de l'ostéogénèse à ce niveau.

La question de la régénération osseuse ou non à proximité d'une racine exposée reste encore non résolue. Aucune autre étude n'a été réalisée sur ce sujet. D'après ce qui précède, on peut cependant supposer que la mise à nue d'une racine représente un risque parodontal (de migration apicale de l'attache épithéliale), ou d'ankylose. Par mesure de précaution, une épaisseur osseuse suffisante doit être présente en inter-radiculaire pour diminuer ce risque d'exposition. Outre la possibilité de décaler le trait d'ostéotomie dans une zone où le septum inter-dentaire est plus large, une préparation orthodontique des axes radiculaires peut être envisagée avant la chirurgie. Ce point doit faire l'objet d'une discussion avec le chirurgien.

2.3 Une préparation orthodontique pré-chirurgicale est-elle nécessaire ?

Dans les cas d'encombrement, comme c'est très souvent le cas lorsque l'indication de DO symphysaire est posée, on constate une proximité radiculaire dans le secteur de l'ostéotomie. Pour cette raison, l'acte chirurgical comporte un risque d'exposition de la surface radiculaire, voir de lésion radiculaire, ou de luxation dentaire.

Pour éviter ces écueils, certains auteurs préconisent la mise en place systématique d'un dispositif multi-bagues (total ou partiel) en pré-opératoire, de manière à supprimer les proximités radiculaires, et ainsi augmenter la quantité d'os alvéolaire disponible entre les incisives (voir Figure 21). C'est le cas de Mussa et Smith [52], qui réalisent chez leurs patients une préparation des axes radiculaires avant toute chirurgie. Conley et Legan [10] précisent la méthode consistant en premier lieu à placer les racines des incisives latérales distalement. Les racines des incisives centrales pourront ensuite être séparées de quelques millimètres grâce à l'espace libéré. Uckan et coll.[53] disposent leurs brackets

selon une orientation apico-mésiale exagérée pour distaler les racines. King et coll. mettent en place cette même méthode chez tous leurs patients. Ils parviennent de cette façon à créer une divergence radiculaire de 3.61 ± 0.65 mm [33] [54]. Pour Ploder et coll. [29], deux brackets sur 31 et 41 suffisent à la préparation des axes. La séparation des racines commence 3 mois environ avant la date de l'intervention. Une radiographie de contrôle est effectuée avant l'intervention. La nécessité de laisser une marge d'os alvéolaire de part et d'autre du trait d'ostéotomie reste non prouvée. Toutefois, faire diverger les racines présente l'avantage non négligeable de réduire les risques de lésions radiculaires. Le principe dicté par Dorfman et Turvey [55], selon lequel un espace de 3 à 5 mm doit être disponible entre les apex pour pratiquer une ostéotomie sans compromettre la santé parodontale ni la vitalité dentaire peut dans ces cas être respecté.



Figure 21 : Divergence radiculaire par collage apico-mésal des brackets. Cas traité par DO symphysaire pour corriger un syndrome de Brodie. [54]

Cependant, cette préparation orthodontique soulève plusieurs problèmes :

- Tout d'abord, un tel mouvement implique que les racines devront être replacées médialement après la distraction. Cette opération est à l'origine d'un mouvement de va et vient que l'on préfère généralement éviter, en raison des résorptions radiculaires qui pourraient s'ensuivre, et du temps de traitement qui se trouve augmenté.
- D'autre part, il semble paradoxal d'envisager une séparation radiculaire par la mise en place de brackets lorsque la distraction est indiquée dans des cas d'encombrements du secteur incisif. Si l'on ne prend pas de précautions, une version vestibulaire des incisives se produit systématiquement. C'est pourtant, entre autres, pour éviter cela que la solution de la distraction est choisie. Dans ce cas, il est conseillé de réaliser un arc à la déformation, dont le but n'est pas d'aligner les couronnes mais d'obtenir une orientation favorable des racines.

Pour ces raisons, une ostéotomie para-symphysaire peut être envisagée comme une alternative à la préparation orthodontique. Mommaerts préfère en effet placer le trait d'incision vertical entre l'incisive latérale et la canine inférieure, zone où une divergence radiculaire est souvent présente naturellement [36][49][50]. Voir partie 2.1. Enfin, cette préparation orthodontique ne doit pas être envisagée de manière systématique, mais doit faire l'objet d'une discussion avec le chirurgien.

2.4 Choix du distracteur

Tous les dispositifs utilisés pour la DO symphysaire sont intra-oraux. Ils présentent les avantages suivants par rapport aux dispositifs extra-oraux : très bonne stabilité, meilleure tolérance pour le patient, risque d'infection diminué, ne laisse pas de cicatrice, expansion des tissus mous. En revanche, l'alimentation ainsi que l'hygiène orale sont rendues compliquées par ce type de dispositif [56] .

2.4.1 Cahier des charges

Le but premier du distracteur est l'éloignement des berges osseuses pendant la phase de distraction active. Pour ce faire, une clé est utilisée pour activer le vérin d'expansion.

De plus, il doit assurer la stabilité mécanique du régénérat osseux pendant les phases de distraction puis de consolidation. La stabilité dépend de deux facteurs : la rigidité vis-à-vis des forces latérales, et la localisation des points de fixation à la structure mandibulaire. La stabilité est maximale lorsque le point de fixation se trouve au plus près du cal osseux (zone de plus grande fragilité), de l'os basal et des dents [57]. Le distracteur doit maintenir l'alignement des segments osseux de la séparation chirurgicale jusqu'à la consolidation, tout en autorisant des micro-mouvements axiaux, en compression et en tension. Rappelons d'ailleurs que ces micro-mouvements seraient susceptibles de stimuler l'ostéogénèse [32]. Un dispositif insuffisamment rigide pourrait être responsable d'une interruption de la microvascularisation, conduisant à une absence d'union, ou bien encore une pseudarthrose (formation d'un cal fibreux). [58]

Le maintien de la fonction de mastication est donc compatible avec une ostéogénèse de qualité, tant que le distracteur est capable de résister aux forces mises en jeu. La mastication produirait des rotations parasites des segments osseux, réduisant le déplacement global de l'arcade mandibulaire selon Boccaccio [57].

Par ailleurs, le distracteur devrait être le plus petit possible pour le confort du patient et réduire les traumatismes des tissus mous. Précisément, il devrait y avoir le moins d'interférences possibles avec la langue et avec la lèvre inférieure selon la localisation linguale ou vestibulaire du dispositif. Par ailleurs, les interférences occlusales doivent être anticipées. La présence d'une forte supraclusion peut compliquer la mise en place d'un distracteur en vestibulaire.

Enfin, dans le futur, on pourrait imaginer que la distraction puisse se faire sans l'intervention du patient. Pour cela le dispositif serait basé sur l'utilisation d'un ressort à la place de la vis d'expansion classique, délivrant ainsi des forces continues sur le cal osseux se rapprochant de la croissance physiologique. Cependant, un tel système de ressort pose le problème de rigidité. Dans les dispositifs

actuels, ce sont en effet les vérins centraux qui assurent la solidarisation des deux fragments osseux. Par ailleurs, le dispositif pourrait assurer une distraction bifocale, voire plurifocale, pour restaurer la forme curviligne des structures mandibulaires. [56]

2.4.2 Les différents types de distracteur

Plusieurs catégories de distracteurs peuvent être utilisées dans un même but d'écartement des structures osseuses :

- ✓ Les dispositifs dento-portés
- ✓ Les dispositifs ostéo-portés
- ✓ Les dispositifs hybrides

2.4.2.1 Les distracteurs dento-portés

Ils sont généralement constitués de 4 bagues fixées sur les premières prémolaires et les premières molaires. Selon Guerrero, en cas d'impossibilité, il peut également être envisagé de placer les bagues sur les deuxièmes prémolaires et molaires [13]. Deux bagues molaires peuvent également suffire. Une barre en acier inoxydable soudée aux bagues passe le long des faces linguales des dents, et permet de soutenir le dispositif à vérin de type Hyrax. Le sens du montage est primordial pour offrir une manipulation aisée au patient et au chirurgien. L'activation devrait se faire à partir des couronnes dentaires jusqu'au plancher (soit d'avant en arrière), le mouvement inverse étant beaucoup plus difficile à réaliser. Par ailleurs, le vérin central sera placé le plus antérieurement et le plus verticalement possible pour éviter des interférences linguales entraînant un inconfort et des difficultés d'élocution [25].



Figure 22 : Distracteur à appui dentaire. Le dispositif à vérin a été placé trop horizontal, ce qui peut être source d'inconfort pour le patient [59]

Ploder et coll. [29] développent un distracteur dento-porté au design différent. Deux gouttières occlusales sont scellées sur les dents des secteurs latéraux (des 1^{ère} prémolaires aux 2^{ème} molaires) à droite et à gauche. Deux vis placées entre les dents de chaque côté viennent renforcer la fixation à la structure mandibulaire. Le vérin d'expansion, relié aux gouttières par des connexions métalliques est placé près des apex des incisives inférieures, pour que la force s'exerce le plus près possible du centre de résistance. La fixation renforcée, la rigidité et la localisation du vérin permettent d'obtenir un écartement similaire aux niveaux supérieur et inférieur.

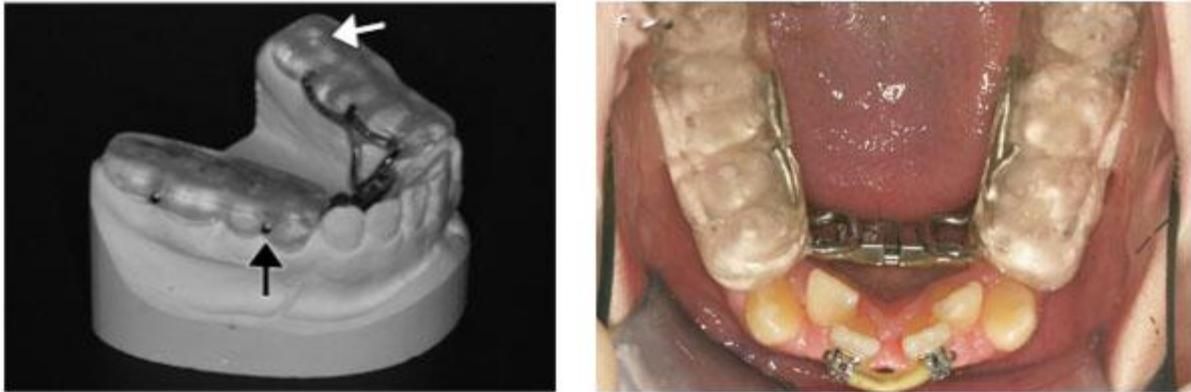


Figure 23 : Distracteur dento-porté développé par Ploder.
Rigidité de la connexion aux dents et aux segments mandibulaires grâce à une double fixation (gouttière occlusale scellée sur les dents et système de bouton-pression entre les dents).
Localisation très apicale du vérin d'expansion, près des apex des incisives inférieures, pour une expansion parallèle dans la dimension verticale [29]

2.4.2.2 Les distracteurs ostéo-portés

Ils sont fixés à la zone symphysaire par l'intermédiaire de vis en titane, mono ou bicorticales. Ils sont donc mis en place par le chirurgien pendant le temps chirurgical. Bell [32] préconise de procéder de la façon suivante. Le trait d'ostéotomie est préfiguré avant de fixer les bras du distracteur à la surface osseuse. La corticale linguale est sectionnée en dernier.

Mommaerts [50] décrit un dispositif en titane pur de grade 2 : le TMD (TransMandibular Distractor). Il se compose de deux plaques verticales fixées au plus près du trait d'ostéotomie, de façon à respecter une largeur de l'incision vestibulaire inférieure à 15 mm, et ainsi éviter les insertions muscle mentalis. La technique chirurgicale de Mommaerts diffère sur ce point de celle décrite par Guerrero [13]. Les plaques allient souplesse pour une adaptation précise à la surface osseuse et rigidité pour la stabilité du système

Deux bras métalliques en extension émergent de la muqueuse en direction coronaire. La portion hélicoïdale médiane, située dans le vestibule, confère une souplesse au système dans le plan axial.

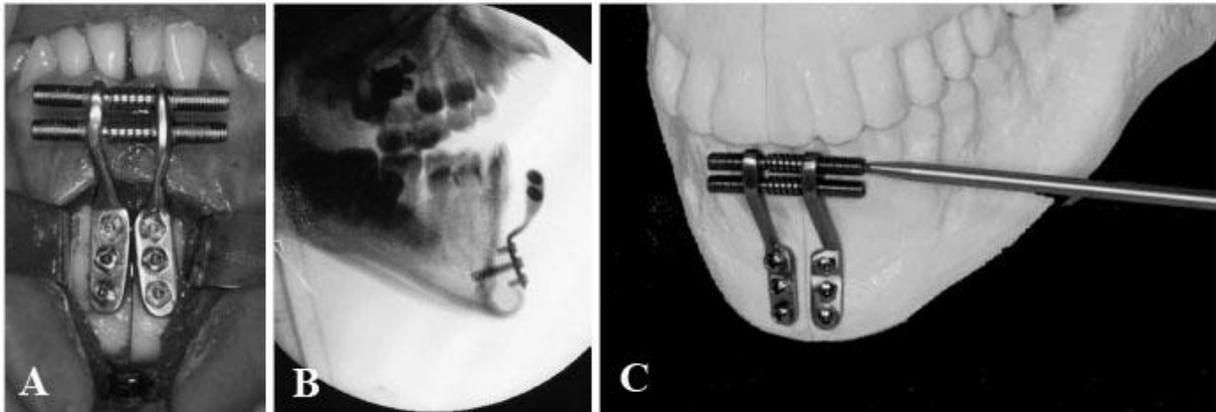


Figure 24 : Distracteur ostéo-porté TMD (TransMandibular Distractor) de Mommaerts [50]
(A) Mise en place du distracteur en per-opérateur par le chirurgien. Les deux plaques verticales sont placées le plus près possible du trait d'ostéotomie. (B) Fixation à la structure osseuse à l'aide de deux vis mono-corticales et une vis bi-corticale en titane. (C) Activation du TMD.

2.4.2.3 Les distracteurs hybrides

Ils comportent un appui à la fois dentaire et osseux. Uckan et coll. [53] ont mis au point un dispositif à appui mixte, pour pallier aux problèmes rencontrés avec un appui dentaire seul. En effet, comme nous l'avons vu en III.6.1, plusieurs auteurs ont constaté un écartement en éventail, responsable d'une expansion plus importante au niveau dento-alvéolaire qu'à l'étage basal. Quatre bras métalliques s'articulent autour du vérin central de type Hyrax. Ces quatre extensions vont être façonnées en per-opérateur de manière à s'adapter à l'anatomie du patient. Les deux bras supérieurs sont reliés à l'arc au niveau des canines. Des vis bi-corticales en titane de 13 mm sont insérées dans les deux anneaux inférieurs et fixent le dispositif à la structure osseuse.

Leur fixation au niveau des canines (ou des prémolaires) et à l'os de la symphyse se fait après élévation des lambeaux. L'ostéotomie n'est finalisée qu'après mise en place du distracteur [24] [33]. Le vérin et les deux bras supérieurs émergent de la muqueuse, tandis que les deux bras inférieurs restent sous-muqueux.

Pour plus d'aisance, l'activation devrait se faire des dents vers le vestibule et non l'inverse. Il faut donc prêter attention au sens de montage du vérin d'expansion.

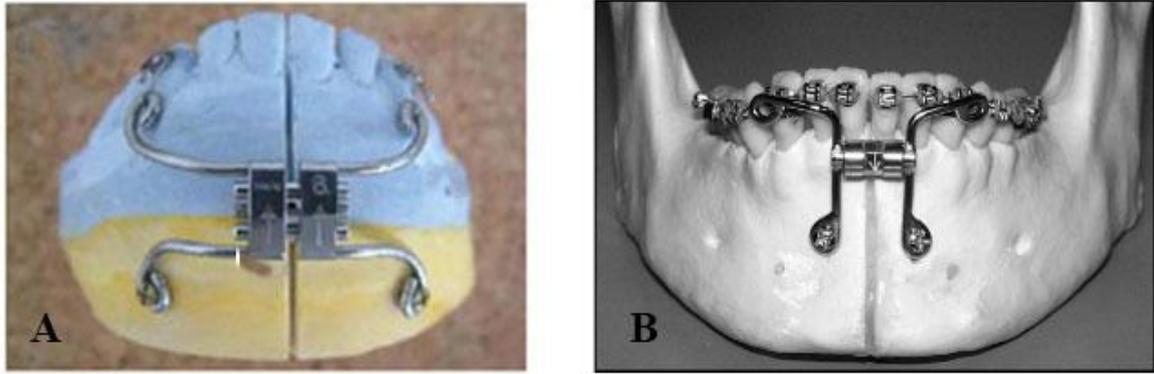


Figure 25 : Distracteur de type hybride

- (A) Distracteur développé par Uckan. L'activation se fait du vestibule vers les dents. [53]**
(B) Le distracteur de King est fixé plus près du trait de fracture pour un décollement à minima des tissus gingivaux. L'activation se fait de haut en bas. [33]

2.4.3 Critères de choix : comparaison des différents systèmes [28]

Pour Guerrero [13], la DO symphysaire est un traitement efficace des déficits transversaux, quel que soit le dispositif utilisé (ostéo ou dento-porté). Cependant, plusieurs paramètres doivent être pris en compte dans le choix du distracteur :

2.4.3.1 Considérations biomécaniques : schéma de distraction selon le type de dispositif

De nombreux auteurs ont constaté que les dispositifs à ancrage osseux seuls génèrent un écartement de quantité sensiblement égale dans les portions osseuses alvéolaires et basales. L'explication réside dans la rigidité du système et dans la localisation du vecteur force, qui est directement appliqué à la symphyse [13][26][28][32][34][50][60]. La procédure n'implique pas de mouvement dentaire, seulement un déplacement osseux. L'expansion réalisée serait ainsi d'une stabilité optimale.

King étudie le schéma de distraction lorsque des dispositifs hybrides, comportant un appui mixte dentaire et osseux, sont utilisés. Il constate dans ce cas que 91% de l'élargissement dentaire est dû à l'expansion squelettique. Le distracteur hybride produirait donc également une expansion parallèle [33].

Les dispositifs dento-portés induiraient au contraire un régénérat osseux en forme de V, supposé de moins grande stabilité, avec une expansion de l'étage dento-alvéolaire supérieure à celle constatée au niveau basal. La raison évoquée est la position du vérin, se situant en effet à hauteur des racines dentaires (près de la zone des collets), soit, à fortiori, au dessus du centre de résistance supposé.

Seeberger [61] a étudié les effets de l'utilisation d'un distracteur dento-porté sur les dents d'ancrage chez 19 patients. Il a montré qu'une inclinaison vestibulaire de 3.32° et de 2.67° se produisait respectivement sur les 1^{ère} prémolaires et molaires. Selon les résultats de l'analyse, cet effet de version serait significativement corrélé à la quantité d'expansion réalisée. Il ne constate par ailleurs aucun changement dans la distance inter-condylienne avant et après distraction avec un dispositif dento-porté.

Si le mode d'expansion diffère selon le design du dispositif, aucune étude n'a entrepris de comparer la stabilité dans le temps l'expansion obtenue avec ces 3 types de distracteurs.

Selon Conley et Legan [10], si l'on supprime toute résistance osseuse (par l'ostéotomie), alors la force appliquée sur les dents devrait être entièrement transférée à la symphyse, réalisant ainsi un maximum d'expansion squelettique. Mais cela implique nécessairement la mise en place d'un dispositif dento-porté suffisamment rigide. De même selon Ploder [29], la conception et le design du distracteur ne sont pas responsables de ce schéma d'expansion en éventail. Ils incriminent au contraire la stabilité insuffisante de la fixation. C'est pourquoi ils proposent de renforcer la fixation par deux vis placées entre les dents de chaque côté.

2.4.3.2 *Coefficient de congruence*

Le coefficient de congruence du distracteur correspond au ratio entre l'ouverture du vérin d'expansion (autrement dit le nombre de tours d'activation effectués) et la quantité de déplacement mesuré au niveau de la mandibule. Plus ce coefficient se rapproche de 100%, plus la quantité de mouvement transféré à la mandibule est importante, et plus le distracteur concerné est considéré comme efficace. La méthode des éléments finis de Boccaccio [57] a mesuré les coefficients de congruence les plus élevés (soit près de 99% et 90%) pour les distracteurs dento-portés et hybrides respectivement. Cliniquement, cela implique que ces deux types d'appareillages entraînent un déplacement global des arcades nettement supérieur. Ainsi selon l'auteur, la fixation aux dents autorise un meilleur contrôle du déplacement de l'arcade.

Remarquons cependant que ces données ne sont valables qu'en dehors des conditions de mastication.

2.4.3.3 *Stabilité/rigidité :*

Selon Boccaccio, le distracteur hybride serait le dispositif le plus stable car il se caractérise par des points de fixations près du cal osseux, de l'os basal et des dents [57]. Il est suivi par le distracteur ostéo-ancré. En revanche, pour Zapata, c'est le distracteur ostéo-porté qui est le plus stable [56].

Lorsque le mouvement induit par le distracteur est transféré près de l'os basal, on a une meilleure résistance aux rotations parasites induites par la mastication.

Les distracteurs hybrides et ostéo-portés sont plus rigides que les dispositifs à ancrage dentaire car la structure métallique dont ils sont composés est généralement plus épaisse [57]. D'autre part, les dents présentant une mobilité physiologique, elles offrent ainsi un ancrage moins stable que l'os, ce qui réduit la rigidité du système. Cependant, il n'a pas été montré que les distracteurs dento-portés occasionnent davantage de pseudarthrose que les autres types. On en conclut que la rigidité du système, si elle est inférieure, reste malgré tout suffisante pour la mise en œuvre de la distraction symphysaire. Rappelons en effet l'importance de cette caractéristique dans la formation d'un régénérat osseux de qualité.

2.4.3.4 Considérations techniques (mise en place, retrait, activation, hygiène) et esthétiques

Les distracteurs dento-portés, sont façonnés à la morphologie du patient par le prothésiste. La mise en place et le retrait par l'orthodontiste se font facilement à tout moment. Ils peuvent être placés en vestibulaire mais une localisation linguale est plus esthétique et confortable pour le patient. Le vérin central, placé à la verticale, devra être plaqué contre les faces linguales des incisives inférieures pour avoir un minimum d'interférences avec la langue. Notons cependant que, de part sa position linguale, l'activation demande au patient une certaine dextérité manuelle et impose parfois l'aide d'un proche.

Les distracteurs ostéo-portés et hybrides quant à eux, sont mis en place au moment de l'intervention chirurgicale. Les plaques doivent être façonnées en per-opératoire pour une adaptation parfaite à la structure osseuse, allongeant ainsi légèrement le temps opératoire. Plus que les considérations sur la durée de l'opération, c'est la nécessité d'une deuxième intervention pour le retrait du dispositif qui pourra influencer notre choix.

De plus, les distracteurs ostéo-portés et hybrides sont placés en vestibulaire. La structure métallique peut être visible lors du sourire ou de la parole ou occasionner une protubérance au niveau de la lèvre inférieure. On peut donc leur reprocher d'être peu esthétique. Par ailleurs, l'hygiène est compliquée du fait de l'émergence des bras métalliques à travers la muqueuse. Selon Gunbay [37], qui utilise le dispositif TMD, il serait en revanche bien toléré par les patients, et la mise en place et l'activation se feraient sans difficulté.

2.4.3.5 Complications

Notre choix devrait également tenir compte des complications spécifiques à chaque type de distracteur.

Guerrero et Bell [13][26] évoquent le descellement ou la fracture du **dispositif dento-porté**. Dans ce derniers cas, ils avaient dû être immédiatement remplacés par un distracteur ostéo-porté.

Dans son étude, Alkan [28] montre que les complications sont plus nombreuses lorsqu'un **distracteur hybride ou ostéo-porté** est utilisé. Nous verrons dans la partie 7 une liste exhaustive des incidents survenant au cours d'une distraction. Ici, nous nous intéressons davantage aux complications spécifiquement liées à l'ancrage osseux, ainsi qu'à la position du vérin en vestibulaire.

- Il s'agit principalement de complications d'ordre infectieux (infection autour d'une vis, ou au niveau de la plaie à distance de la chirurgie). En effet, la zone où les extensions métalliques deviennent sous-muqueuses est difficile à nettoyer et constitue une porte d'entrée microbienne. [49]
- Une irritation de la lèvre inférieure et de la muqueuse alvéolaire est très fréquemment constatée. Le siège de cette irritation est lié à la position vestibulaire du distracteur, et à la proximité du plan osseux. Elle n'est jamais rapportée en cas de distracteur dento-porté. [53]
- Des cas de gingivite chronique ou nécrosante ont été constatés, et sont le signe de l'hygiène compliquée lorsque l'ancrage est osseux. [37] [49]
- Les récessions gingivales sont plus fréquentes avec les dispositifs ostéo-portés [53]. On peut incriminer l'étroite proximité du dispositif d'activation du TMD vis-à-vis de la collerette gingivale.
- Des cas de fracture du vérin
- Un cas de ptose du menton a été reporté, sans doute lié au traumatisme répété du muscle mentalis au cours des deux chirurgies.
- Aucun cas de mobilité des plaques d'ancrage à l'os n'a été reporté.

Pour ces raisons, selon Alkan [28], le distracteur dento-porté devrait être notre premier choix lorsque la situation anatomique le permet. Si l'étréouissement de la zone antérieure interdit la mise en place du vérin en lingual des incisives mandibulaires, et dans certains cas d'édentement, un distracteur hybride ou ostéo-porté est envisagé.

Notons que tous ces résultats peuvent être biaisés par le design des distracteurs ostéo-portés et hybrides utilisés, et par l'expérience du praticien. D'autre part, nous devons nuancer ces affirmations car de bons résultats ont été malgré tout rapportés dans la littérature avec les distracteurs à ancrage osseux. Le choix devrait se faire en fonction de l'expérience du chirurgien et de l'orthodontiste. En

effet, une technique bien maîtrisée est une technique donnant de bons résultats. Dans le futur, une étude devrait être réalisée pour comparer la stabilité à long terme des trois types de thérapeutiques.

Ci-dessous un tableau récapitulatif des caractéristiques propres à chaque type de distracteur.

Type de distracteur	Avantages	Inconvénients
Dento-porté	<ul style="list-style-type: none"> - Coût - Mise en place et retrait aisés - Relativement confortable pour le patient lorsqu'il est placé en lingual - Quantité de mouvement transféré à l'arcade optimisé - Phase chirurgicale simplifiée 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'un ancrage dentaire, compliqué par un ou des édentements éventuels - Version vestibulaire des dents d'ancrage et expansion dento-alvéolaire excédant l'expansion basale
Ostéo-porté et hybride	<ul style="list-style-type: none"> - Rigidité/stabilité vis-à-vis des forces masticatoires supérieure aux dispositifs dento-portés - Vecteur force situé près du centre de résistance - Indépendant de l'ancrage dentaire (sauf hybride) 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé - Temps chirurgical augmenté - Hygiène - Esthétique - Seconde intervention chirurgicale pour le retrait

Figure 26 : Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque type de distracteur

3. Le temps chirurgical

Les différents temps de l'intervention chirurgicale ont été décrits en premier par Guerrero et Weil [13] [62].

➤ La technique d'anesthésie :

L'intervention sera réalisée sous anesthésie générale ou locale, avec ou sans sédation. Selon Alkan [28], cette dernière peut suffire chez les patients très coopérants et lorsque le chirurgien est

expérimenté dans la pratique de DO symphysaire . Lorsque l'acte est réalisé sous anesthésie générale, une DIM ou l'extraction de dents de sagesse peut alors y être associée.

➤ Les incisions :

La chirurgie débute par une incision horizontale au bistouri électrique ou classique. Elle est effectuée dans la profondeur du vestibule, à distance des collets dentaires. Le lambeau inférieur muco-périosté est rétracté en désinsérant le muscle mentalis, et ce jusqu'au contact de la symphyse mandibulaire. Le décollement du lambeau supérieur, de pleine épaisseur également, se fait à minima dans la gencive libre. La gencive attachée et les papilles sont préservées. Pour Bouletreau [14], le décollement devrait se limiter à la préparation du site d'ostéotomie afin de préserver au maximum l'anatomie musculaire du menton. De même, Mommaerts [50] préconise de se limiter à une incision vestibulaire de 1,5 cm de large, de manière à éviter de traumatiser les fibres du muscle mentalis.

De manière générale, les muscles et le périoste doivent être manipulés de la manière la plus atraumatique possible lors de la réflexion des lambeaux pour éviter l'étirement et la dévascularisation des tissus. Il faut veiller à détacher une quantité minimale de tissu gingival pour qu'un pédicule tissulaire suffisamment large soit disponible à proximité des bords osseux de la fracture. Les tissus gingivaux doivent être constamment irrigués [10]. Selon les principes dictés par Ilizarov [18] pour les os longs, l'ostéotomie doit être sous-périostée. C'est pourquoi un lambeau de pleine épaisseur est réalisé. Le périoste est responsable de l'apport sanguin à l'os sous-jacent et doit donc être préservé. Comme nous l'avons vu en III.5, la vascularisation du site est en effet un facteur clé de la réussite des traitements par ostéodistraction [13].



Figure 27 : Incision au travers du muscle orbiculaire



Figure 28 : Elévation des lambeaux d'épaisseur totale

➤ L'ostéotomie :

Après réflexion des lambeaux, les proéminences des racines dentaires sont en général visibles ou palpables dans l'os alvéolaire. Une fissure est alors réalisée à la fraise à os pour préfigurer l'axe de l'ostéotomie. La portion inférieure de la symphyse, située en dessous des apex, est sectionnée de part en part, jusqu'à la corticale externe linguale, avec une scie circulaire oscillante à lame très fine. La séparation du septum osseux inter-radicaire est ensuite achevée à l'aide d'un ostéotome spatule. Plus récemment, l'utilisation du piézotome a considérablement simplifié l'étape de l'ostéotomie. La section de la structure osseuse est fine, précise, et donc moins traumatisante et risquée que la scie oscillante [14]. Par ailleurs, l'irrigation est abondante ce qui limite les phénomènes de nécrose des berges osseuses. L'insert (pointe de 0,35 mm) doit se rapprocher aussi près que possible du septum.

Le distracteur est mis en place à cette étape lorsque le dispositif est ostéo-porté ou hybride.



Figure 29 : Ostéotomie verticale au piézotome

➤ Activation du distracteur :

Le chirurgien procède ensuite à une activation du distracteur jusqu'à l'apparition du diastème entre les incisives. Il s'assure ainsi que la séparation des fragments est complète, y compris dans la zone inter-radiculaire. La quantité d'expansion à ce stade varie selon les auteurs. A la mandibule, on distrait peu car la visibilité est bonne en per-opératoire. Une extension excessive des tissus peut ainsi être évitée. Après vérification, le distracteur est complètement désactivé : on observe immédiatement le rapprochement des incisives.

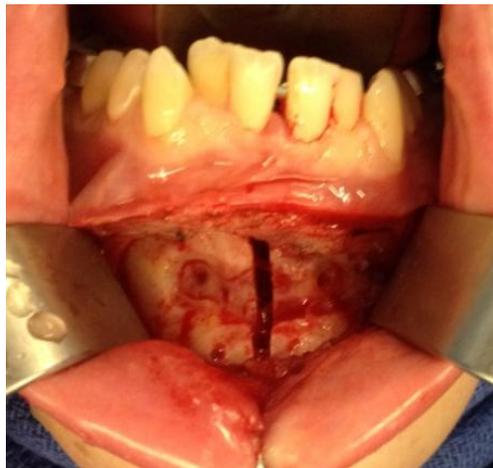


Figure 30 : Activation du distracteur jusqu'à l'apparition du diastème inter-incisif

➤ Les sutures :

En fin d'intervention, le muscle mentalis est alors réappliqué bord à bord à l'aide de sutures résorbables. Il en est de même pour la muqueuse gingivale, qui est maintenue par une technique de sutures en surjet muqueux.



Figure 31 : Sutures en surjet muqueux résorbables

➤ Précautions post-opératoires :

La littérature ne donne pas d'informations sur les précautions post-opératoires. Au Centre François Xavier Michelet de Bordeaux, voici les conditions post-opératoires prescrites par le chirurgien :

- ✓ Prescriptions médicamenteuses : antalgiques, antibiotique, anti-inflammatoire, bains de bouche, brosse à dent chirurgicale et application topique de glace
- ✓ Arrêt de travail : 1 semaine
- ✓ Alimentation : liquide puis mixée la 1^{ère} semaine, molle pendant 1 mois
- ✓ Prescription de séances de kinésithérapie : peut être envisagée en cas de trouble articulaire (limitation d'ouverture buccale, douleur, bruit articulaire...)

Il s'agit d'une chirurgie ambulatoire. Le patient est libéré le soir de l'intervention.

4. Calendrier thérapeutique post-chirurgical

4.1 Protocole de distraction

4.1.1 **Temps de latence**

Un temps de latence doit être respecté après l'intervention chirurgicale avant d'initier l'éloignement des berges osseuses. Comme nous l'avons vu en III.4.1, cette période de repos autorise la mise en place d'un tissu de granulation vascularisé et riche en cellules pré-ostéogéniques au sein du site de l'ostéotomie. En outre, selon Mommaerts[50], observer cette phase de latence permet le ré-attachement des fibres de Sharpey en cas de surface radiculaire exposée. L'os pourrait ainsi se régénérer sans trop de difficulté selon l'auteur.

Une large majorité des auteurs préconise un temps de latence de 7 jours [13][32][25][50]. La durée peut être ajustée en fonction de l'âge du patient selon Conley et Legan [10]. Si la cicatrisation est rapide chez les jeunes patients, elle est plus ralentie chez les patients plus âgés. La période de latence pourra alors être légèrement prolongée.

4.1.2 **Taux et fréquence d'activation du distracteur pendant la distraction active**

Le taux et la fréquence d'activation sont des facteurs importants pour la qualité de la régénération osseuse, comme en témoignent les travaux d'Ilizarov [63] .

➤ Taux d'activation

Le taux de distraction correspond à la quantité quotidienne d'allongement du cal osseux. Pour la grande majorité des auteurs, le taux choisi est de 1 mm par jour [10][13][32][47][52][64]. Ce principe fait quasiment l'unanimité depuis les débuts de la DO symphysaire. Ilizarov a montré qu'une activation trop rapide (2 mm/jour) pouvait conduire à une absence d'union ou une union fibreuse (pseudarthrose). Une activation trop lente au contraire (0,5mm/jour), pourrait entraîner une consolidation prématurée et donc l'incapacité à obtenir l'expansion souhaitée initialement [63] .

Cependant, Harper et coll. [64] ont émis l'hypothèse selon laquelle une diminution du taux de distraction serait bénéfique pour le cartilage articulaire. Mommaerts, Landes et Weil mettent en œuvre une activation quotidienne de 0.5, 0.6 et 0.75 mm respectivement sans observer de consolidation prématurée ni de symptômes articulaires [38][36][62].

➤ Fréquence d'activation

Le rythme de distraction correspond au nombre d'activations quotidiennes pour parvenir à la quantité d'élongation quotidienne prédéfinie. Selon le réglage du vérin, une activation réalise en général 0,25 ou 0,5mm d'écartement. La fréquence d'activation est à moduler en fonction de cela.

Selon Ilizarov, une distraction de 1 mm à raison de 4 activations quotidiennes de 0,25 mm produit une régénération d'excellente qualité [11]. C'est le rythme d'activation choisi par la plupart des auteurs.

Un rythme d'activation lent permet une meilleure adaptation des tissus mous et une régénération osseuse harmonieuse[13][65][66]. L'idéal serait de s'approcher du rythme physiologique de la croissance comme l'a montré Ilizarov, mais les appareillages mis au point ne le permettent pas. Il faudra donc privilégier des activations de faible amplitude répétées au cours de la journée, garantissant, outre la stabilité de l'opération, l'absence de dommages au niveau du cartilage articulaire [67] .

4.1.3 Consolidation

Après avoir atteint la quantité d'expansion souhaitée, le distracteur n'est plus activé mais doit être maintenu en place pendant la période de consolidation, car lui seul permet d'assurer l'immobilité des fragments. Cette phase autorise la minéralisation puis le remodelage du régénérat osseux, et sa durée conditionne la réussite du traitement par ostéodistraktion [19]. En effet, comme nous l'avons vu en III.4.2, il s'opère une inversion des proportions entre les tissus fibreux et osseux, depuis l'arrêt de la

distraktion jusqu'à la 4^{ème} semaine de consolidation, où l'os atteint sa quantité maximale. Le tissu fibreux présent au départ n'a aucune tenue mécanique, c'est pourquoi le distracteur ne doit pas être déposé prématurément, sous peine d'observer une union fibreuse ou retardée, un effondrement, voire une fracture du régénérat [68]. L'os formé subit ensuite un remodelage après la 6^{ème} semaine.

A l'inverse, selon Aronson [69] une consolidation prolongée peut avoir pour effet une diminution de la densité osseuse, car une mise en fonction sans restriction est nécessaire au remodelage de l'os. Ainsi, dans le cas de la DO symphysaire, la reprise d'une alimentation normale est recommandée à 1 mois post-chirurgical pour un remaniement osseux optimal.

Pour la majorité des auteurs, le distracteur est retiré généralement entre 2 et 3 mois après la fin de la distraction [10][33][36]. La durée minimale évoquée dans la littérature est de 4 semaines [37]. Ces délais sont compatibles avec les données histologiques qui précèdent. Cependant, à 4 semaines, l'os est formé et offre la résistance mécanique nécessaire, mais il est encore immature. Nous préférons pour cette raison prolonger pour plusieurs semaines supplémentaires le port du distracteur. La calcification du régénérat pourra éventuellement être mise en évidence par des clichés occlusaux et rétro-alvéolaires, ou un examen tomодensitométrique tri-dimensionnel type cone-beam ou dentaScan. Aucune étude ne propose de technique standardisée pour évaluer le processus de cicatrisation osseuse [70].

Une question subsiste cependant quant au moment idéal pour démarrer les déplacements orthodontiques au sein de cet os en cours de formation. On peut supposer qu'il existe une nuance entre ces mouvements initiés par des forces orthodontiques, et ceux s'effectuant plus naturellement à la suite de la distraction. Nous essaierons de comprendre si l'un et l'autre peuvent être autorisés précocement.

4.2 Quand démarrer la phase orthodontique post-distraktion ?

La possibilité de déplacer les dents au sein de l'os régénéré n'est plus à démontrer [71]. En revanche, le moment optimal pour initier le mouvement orthodontique reste un sujet de controverse. Dans les premières semaines suivant la distraction, le tissu formé entre les segments osseux est essentiellement fibreux et immature. En théorie, la résistance au déplacement dentaire au sein de ce tissu devrait être faible, avec pour conséquence un taux de déplacement majoré [72]. C'est effectivement ce qui semble se produire cliniquement. Comme nous l'avons vu en III.6.2, en l'absence de blocage de l'espace, un phénomène de « walking tooth » ou dent migrante a été mis en évidence [13][26][36]. Les incisives dérivent en direction de l'espace créé par la distraction de manière spontanée.

Certains auteurs déconseillent les déplacements dentaires dans le site de la distraction avant 8 à 12 semaines, tant que l'os néoformé ne s'est pas consolidé [10][54][60][73]. En effet, la migration des dents au sein d'un tissu non minéralisé pourrait provoquer une perte de vitalité ou un défaut parodontal selon certains auteurs. El Sharaby [70] et Nakamoto [74] ne recommandent pas le déplacement précoce des dents après distraction en raison des résorptions radiculaires observées du côté en compression et du phénomène de tipping. Ainsi, ils préconisent de réaliser des clichés rétro-alvéolaires et/ou occlusaux avant tout mouvement, afin de vérifier la calcification du régénérat osseux [71][74]. Généralement, des traces de minéralisation sont visibles radiologiquement dans les 3 semaines après la fin de la distraction selon Bell et Chung [26][46].

Dans cette démarche, toute migration prématurée des dents dans l'espace créé par la distraction devrait être évitée au moyen d'un bypass, d'un ressort passif sur l'arc orthodontique, comme c'est le cas sur la figure 25, ou bien par la mise en place d'une dent en résine acrylique[25][38][53]. L'avantage de la dent en résine par rapport aux autres techniques est la préservation de l'esthétique. Le pontique sera progressivement meulé au cours du nivellement, jusqu'à fermeture complète de l'espace.



Figure 32 : Blocage de la dérive mésiale des incisives lors de la phase de consolidation par un ressort passif [53]

Cependant, les conséquences de la dérive spontanée et précoce des dents dans l'espace créé ne font pas l'unanimité. L'expérience clinique et expérimentale a montré que ce phénomène de « walking tooth » n'était pas nécessairement néfaste pour la vitalité dentaire et les structures parodontales [60][75].

Plusieurs auteurs, dont Işeri et Gunbay mettent en place le dispositif multi-attaches immédiatement après la fin de la distraction pour initier la migration des incisives au sein de l'espace nouvellement créé et ainsi résoudre l'encombrement antérieur. Aucune complication susceptible d'être liée à ce mouvement orthodontique précoce n'a été relatée dans les deux études [24][37]. De même selon Liou [72], un déplacement immédiat après la fin de la distraction peut s'envisager sans dommage dentaire ni pour le support parodontal.

Ainsi, doit-on autoriser un déplacement précoce ou attendre une consolidation osseuse ? Comme on peut le voir, les conclusions des différents auteurs divergent. Les études animales publiées ne permettent pas pour l'instant de trancher la question avec certitude. Plusieurs études ont mis en évidence des résorptions radiculaires lorsque les dents étaient immédiatement tractées dans le site distracté [70][74]. Cependant, ces études réalisées chez des chiens concernaient toujours une DO d'allongement du corps mandibulaire. Il n'est pas certain que ces résultats soient transposables à la DO symphysaire chez l'homme. Les forces occlusales impliquées ne sont pas les mêmes dans les zones concernées par la DO d'allongement du corps mandibulaire et la DO symphysaire. D'autre part, le mouvement orthodontique est totalement différent. Dans le premier cas, il s'agit d'un mouvement non spontané de distalisation par le biais de tractions élastomériques. El Sharaby [70] a d'ailleurs relevé que la survenue de résorptions radiculaires pouvait s'expliquer par la mise en œuvre de forces trop lourdes. Nous devons souligner que le mouvement est plus naturel dans le cas de la DO symphysaire. Il s'agit d'un déplacement en mésialisation, permettant une résolution spontanée de l'encombrement initial. D'ailleurs, ce mouvement ne nécessite parfois la mise en place d'aucune force orthodontique (comme en atteste le phénomène de « walking tooth » décrit par les auteurs). Une étude comparant des déplacements après distraction et après consolidation dans le cas de DO symphysaire chez l'homme s'avère nécessaire pour répondre précisément à cette interrogation. Nous pensons qu'il n'est pas utile de bloquer un phénomène s'exerçant naturellement à la suite de la distraction. En revanche, des forces orthodontiques ne devraient pas être mises en place avant ce délai de 8 à 12 semaines.

5. Quantité d'écartement

Quelle quantité d'espace peut-on espérer gagner en ayant recours à la technique de DO symphysaire ? Jusqu'à quel niveau l'expansion basale peut-elle être réalisée sans risque pour les condyles ?

Selon la méthode des éléments finis de Boccaccio [57], il est impossible d'atteindre un taux de congruence de 100%, c'est-à-dire une égalité parfaite entre l'ouverture du dispositif et le déplacement réel de points mandibulaires pris comme référence. Une déperdition de la force est inéluctable. Ces faits peuvent être vérifiés cliniquement. Işeri et Malkoç [24] mesurent un écartement symphysaire (entre deux implants placés de part et d'autre des berges ostéotomisées) de 6.49 mm en moyenne contre les 8 mm d'ouverture du dispositif hybride utilisé. C'est pourtant dans cette zone antérieure que la plus grande amplitude de mouvement est constatée (voir paragraphe III.6.2). Un autre exemple est donné par Seeberger [61], qui réalisait une distraction de 5.68 mm en moyenne, et constate néoformation osseuse de 2.67 mm

Dans la littérature, les limites de l'expansion squelettique ne sont pas évoquées. Seul Guerrero [13], affirme qu'il n'y aurait pas de limitation à l'écartement si l'on respecte le rythme, le taux et les vecteurs de force de la distraction. A notre connaissance, le maximum d'écartement mesuré au niveau du vérin (à savoir 8.1+/-1.7 mm) a été réalisé par Malkoç en 2007 [44]. Dans les autres études, les auteurs procédaient à des distractions de 5, 6 ou 7 mm en moyenne sans noter de complications notables qui pourraient être attribuées à la quantité d'expansion. L'augmentation de la distance inter-canines mesurée était de 3 à 5 mm environ [45].

6. Critères de réussite de la DO symphysaire

Les paramètres permettant de juger la réussite de la DO symphysaire ont été établis lors du congrès Eurocran de novembre 2004. Elle se base sur les critères fonctionnels et morphologiques suivants [37]:

Critère n°	Description	Réponse
1	Gain d'expansion suffisant pour obtenir la morphologie et la fonction souhaitée	Oui/Non
2	Des relations occlusales adéquates peuvent être obtenues	Oui/Non
3	Pas de survenue de pseudarthrose	Oui/Non
4	Pas de complication sévère d'ordre infectieux	Oui/Non
5	Pas de perturbation permanente neuro-sensorielle	Oui/Non
6	Pas de douleur persistante ou d'inconfort (ex : troubles ATM)	Oui/Non
7	Pas de dommage irréversible des dents, du parodonte, ou de la peau	Oui/Non
8	Amélioration du profil et du contour facial global	Oui/Non
9	Pas de compensation dento-alvéolaire	Oui/Non
10	Stabilité squelettique 1 an après la fin de la contention	Oui/Non

Figure 33 : Critères morphologiques et fonctionnels du succès de la distraction ostéogénique crânio-faciale, disponibles sur le site <http://www.eurocran.net>

Ces données sont valables pour les patients atteints de déformations dento-faciales traités par une technique de distraction ostéogénique crânio-faciale. Les critères 2 et 8 ne sont pas concernés par la DO symphysaire dans la mesure où celle-ci ne permet pas de correction des anomalies sagittales.

7. Les risques

La réticence des praticiens à utiliser cette technique peu répandue provient des dommages potentiels sur les structures dentaires, péri-dentaires, mais surtout articulaires. En effet ces dernières

restent les plus problématiques puisqu'elles sont indépendantes de la précision et la qualité du geste chirurgical.

7.1 Les complications liées à la chirurgie

D'un point de vue chirurgical, la distraction symphysaire est une procédure rapide et relativement simple. Malgré tout, comme dans n'importe quelle chirurgie, des complications peuvent survenir au cours de l'acte ou immédiatement après. Seuls les incidents survenus dans les deux semaines suivant l'intervention sont considérés comme des complications chirurgicales.

- Un **hématome**, lié à une blessure du plancher buccal lors de l'ostéotomie, se manifestant cliniquement par une tuméfaction mandibulaire (1 cas sur 100 selon Von Bremen) [48]. Cet incident peut être classé parmi les complications sévères mais transitoires.
- Un **abcès**, d'origine inconnue (1 cas sur 100 selon Von Bremen) [48]. Le développement d'un processus infectieux est un risque ne pouvant être écarté suite à une intervention chirurgicale, quel qu'en soit le type.
- Une **paresthésie transitoire** (6 cas sur 14 selon Raoul [51] et 1 cas sur 15 selon Kewitt [65]).
- Un seul cas de **ptose modérée du menton** a été référencé dans la littérature par Alkan [28]. Cela s'explique par un traumatisme du muscle mentalis, qui est l'unique muscle élévateur de la lèvre inférieure et du menton.



Figure 34 : Un cas de ptose du menton
[28]

7.2 Les complications techniques

Parmi les complications techniques, on compte le défaut d'ouverture de la zone symphysaire lors du contrôle. Un tel échec de la distraction peut provenir :

- d'un **défaut dans le mécanisme du distracteur** (4 cas sur 9 selon Weil) [62], ou d'une **instabilité de la vis centrale** (4 cas sur 100 selon Von Bremen) [48], entraînant un retour en arrière entre les différentes activations. Cette situation peut conduire à une consolidation

prématurée si le problème n'est pas intercepté à temps. L'insertion d'une broche dans la vis centrale suffit à prévenir la rotation en sens inverse du dispositif. Il s'agit d'une complication de faible gravité.

- de **l'ouverture incomplète de la symphyse** lors de la chirurgie (1 cas sur 40 selon Alkan) [28]. Dans ce cas, une ré-intervention s'impose. Cela souligne l'importance de s'assurer de l'ouverture complète de la symphyse au moment de la chirurgie, la corticale linguale devant être également sectionnée.
- d'une **consolidation osseuse prématurée**. Von Bremen [48] émet l'hypothèse selon laquelle le temps de latence, pourtant d'une durée de 1 semaine, serait excessif pour certains patients. Une réduction de ce laps de temps avant la phase active de distraction, aurait pu selon eux, éviter cette ossification précoce. D'autres auteurs préconisent d'ailleurs un temps de latence de 5 jours [53]. Il s'agit d'une complication sévère mais réversible.

A notre connaissance, aucune étude n'a recensé de cas de pseudarthrose suite à une DO symphysaire. On peut en déduire que les trois types de distracteurs sont d'une rigidité suffisante pour en éviter la survenue. Nous devons, malgré cela, l'évoquer comme une suite possible de la DO symphysaire. Cliniquement, elle peut être asymptomatique (indolore), ou bien entraîner des douleurs et une mobilité des fragments. On distingue la pseudarthrose (ou non-union) atrophique, qui se manifeste sur les clichés rétro-alvéolaires et occlusaux par l'absence de cal, et par des traits de fractures encore visibles à un stade de la cicatrisation où ils ne devraient pas l'être. On la distingue de la pseudarthrose (ou non-union) hypertrophique. Dans ce dernier cas, le cal est volumineux mais le pontage osseux ne se fait pas. En l'absence de traitement, la pseudarthrose empêche la consolidation osseuse.

7.3 Les complications infectieuses

Les complications infectieuses observées à distance de l'intervention ne peuvent être considérées comme des suites de la chirurgie. Mommaerts [49] constate un haut taux d'infection locale lié à la mise en place du TMD ostéo-porté. Cependant, aucune complication infectieuse sévère n'est survenue. Des **infections localisées de faible gravité** ont été constatées chez 7 des 23 patients de l'étude (1 cas de gingivite nécrosante, 1 cas d'infection autour des vis d'ostéosynthèse, 5 cas d'infections au niveau du menton).

L'infection peut imposer la dépose du dispositif à la fin du protocole de distraction et son remplacement par du titane ou des plaques résorbables. D'autre part, il recommande de réaliser une suture en bourse (suture autour d'une plaie circulaire) et d'appliquer une colle biologique pour sceller toute porte d'entrée bactérienne.

7.4 Les complications parodontales

L'examen parodontal devra être renouvelé au cours des différentes étapes du traitement. Les auteurs des différentes études se concentrent sur l'examen du bloc incisivo-canin inférieur, pour souligner les incidents liés à la DO symphysaire. Mommaerts préconise de réaliser [36] :

- Une observation attentive de la gencive attachée en vestibulaire et lingual pour le dépistage d'une inflammation et des éventuelles récessions
- Un sondage parodontal complet du bloc antérieur
- Un examen des mobilités dentaires
- Des clichés rétro-alvéolaires à la recherche d'une lyse osseuse ou d'un élargissement de l'espace desmodontal

De cette manière, des complications touchant le parodonte ont pu être mises en évidence :

- **Des irritations de la muqueuse et les anomalies des tissus mous :**
 - o Une irritation de la muqueuse de la lèvre inférieure ou de la muqueuse alvéolaire [53] (dans 24 cas sur 24 patients). Le siège de cette irritation est lié à la position vestibulaire du distracteur hybride et à sa distance par rapport à l'os. Mommaerts [49] constate un trauma de la lèvre inférieure chez 1 patient. Il s'agit des complications les plus fréquemment décrites (notamment avec les distracteurs hybrides et ostéo-portés) et sont de faible gravité.
 - o Des brides cicatricielles, semblables à un frein labial supplémentaire [48] (2 cas sur 100 patients). Cette malformation de la muqueuse, sans aucune gravité, pourra être excisée si le patient en fait la demande. Voir Figure 35 A.
- **Des récessions gingivales** peuvent apparaître au cours du protocole de la DO symphysaire. Les auteurs restent vagues quant au délai d'apparition, l'étiologie et la sévérité de ces récessions. Cependant, d'après les chiffres communiqués par les auteurs, elles restent assez rares mais semblent augmenter lorsque les distracteurs sont de types hybrides ou ostéo-portés [28][48][53]. L'apparition de ces récessions pourraient s'expliquer par la position du dispositif en vestibulaire, et sa proximité vis-à-vis de la gencive libre. Pour Von Bremen [48] l'unique cas de récession se produit dans les 2 semaines suivant l'intervention. Il s'agit selon lui d'une complication sévère, durable dans le temps, et d'apparition rapide au cours de la DO. Uckan [53] rapportait 4 cas de récessions chez 24 patients porteurs de distracteurs hybrides.
- **Les poches parodontales :** Kewitt et Van Sickles [65] ont mesuré une poche parodontale de 4 mm avec un élargissement de l'espace desmodontal (1 cas sur 15), mais sans toutefois observer de perte osseuse. Il s'agissait donc d'une fausse poche. En effet, l'hygiène orale était médiocre

chez ce patient, et l'inflammation gingivale était modérée à sévère. Cependant, ces valeurs ont été enregistrées pendant le traitement orthodontique, qui pourrait très bien être à l'origine de ces pseudo-poches gingivales et des mobilités dentaires transitoires. C'est pourquoi il est difficile d'attribuer la présence de ce type de complications parodontales au déplacement dentaire post-distraktion.

Les constatations de Mommaerts et coll. [36] vont dans le même sens, puisqu'ils observent une légère augmentation de la profondeur de sondage, principalement pendant la phase de consolidation et au niveau des incisives centrales inférieures. Un retour à la normale est observé 1 an après l'intervention. Les valeurs moyennes mesurées au niveau des incisives centrales étaient de 2.4 mm en pré-opératoire, 3 mm à la fin des périodes de distraction active et de consolidation, et 2.6 mm à 1 an post-opératoire. Cependant, il faut noter qu'une profondeur de 3 mm n'est pas pathologique et on ne peut parler de poche parodontale. L'augmentation de la profondeur de sondage constatée serait en fait davantage liée à la formation d'une poche gingivale, en raison du défaut d'hygiène dans la zone du distracteur. L'œdème de la gencive sulculaire est réversible dès le retour à des conditions de brossage normales.

Pour éviter la formation de poches parodontales et la réduction de la hauteur de l'os alvéolaire, Mommaerts [36], Guerrero [13], et Kewitt et Van Sickles [65] s'accordent sur le fait que la préservation du ligament desmodontal est primordiale.

- **Les mobilités dentaires** résultent de la réponse biologique du ligament desmodontal observée lors de tout mouvement orthodontique.

Selon Mommaerts [36], la mobilité moyenne des incisives centrales mandibulaires est considérablement augmentée. On peut l'attribuer à la migration rapide de ces dents au sein du régénérat osseux encore immature. Une autre explication de cette mobilité pourrait être liée au trait d'ostéotomie médian, qui affaiblit probablement, voire détruit la lamina dura présente entre les deux incisives centrales. Les mobilités s'atténuent ensuite au fur et à mesure de l'ossification, pendant la phase de consolidation. Les mobilités constatées au niveau des incisives latérales et des canines sont au contraire maximales pendant la phase de consolidation, et sont liées à la migration plus tardive de ces dents.

Kewitt et Van Sickles [65] observent également des mobilités II sur les incisives centrales et les attribuent à trois facteurs : l'ostéotomie réalisée près des racines dentaires, un taux d'expansion trop rapide, et enfin la phase active du traitement orthodontique.

Nous déduisons des résultats de ces différentes études que les complications parodontales observées sont occasionnelles et sans gravité. On ne devrait donc pas craindre leur survenue lorsque l'indication de DO symphysaire est posée.

7.5 Les complications dentaires

La réalisation du trait d'ostéotomie entre les incisives mandibulaires comporte des risques pour l'intégrité radiculaire et, par voie de conséquence, pour la vitalité pulpaire. C'est pourquoi un examen clinique et radiologique doit être mis en place au cours des différents rendez-vous afin d'intercepter une éventuelle complication dentaire. On recherchera cliniquement une dyscoloration de la couronne dentaire, ainsi qu'une réponse négative ou exacerbée aux tests thermiques, signes d'une atteinte pulpaire. Des clichés rétro-alvéolaires et occlusaux permettront de détecter une fracture radiculaire ou bien encore une lésion apicale. Ils permettent par ailleurs le contrôle radiologique de la néoformation osseuse et seront donc réalisés régulièrement au cours des premiers mois post-opératoires.

La fracture radiculaire est un dommage irréversible lié à la chirurgie. Deux incidents de ce type se sont produits au cours de l'étude de Von Bremen (soit 2% des cas) [48]. Voir Figure 35 C et D.

Mommaerts et coll. [36] ont quant à eux noté un cas de lésion radiculaire (sur 14 patients). L'apparition d'une dyscoloration avait été constatée dès la fin de la phase active de distraction, et un cliché rétro-alvéolaire avait confirmé la présence d'une section apicale. Les réponses négatives au test au froid après consolidation sont deux fois supérieures à celles observées après la phase active. Ce phénomène serait lié à un état de « contusion apicale » et de neurapraxie au cours de la migration des dents. Un retour à la normale a cependant eu lieu dans les mois qui ont suivi, à l'exception de la dent dont la racine avait été lésée.

Comme il l'a été évoqué précédemment, il existe différents moyens de prévenir la fracture radiculaire. Dorfman et Turvey préconisent une largeur osseuse entre les apex de 3 à 5 mm minimum. Il s'agit cependant d'un paramètre difficile à respecter dans la mesure où la majorité des indications de distraction résulte d'un encombrement mandibulaire. On pourra procéder à une préparation des axes radiculaires ou bien placer le trait d'ostéotomie dans une zone para-symphysaire, le but étant, dans les deux cas, de bénéficier d'une épaisseur osseuse inter-radiculaire plus favorable.

En cas de dommage créé au niveau des racines, trois solutions peuvent être envisagées [48] :

- ✓ La dent peut être laissée en place dans la mesure où il n'y a pas de mobilité et où la vitalité pulpaire est conservée. Le fragment radiculaire fracturé pourra en revanche être enlevé.
- ✓ Le traitement endo-canalairé pourra être réalisé afin de conserver la dent sur l'arcade.
- ✓ La dent sera extraite si le traitement endodontique ne peut se faire dans de bonnes conditions au vue de la localisation du trait de fracture.

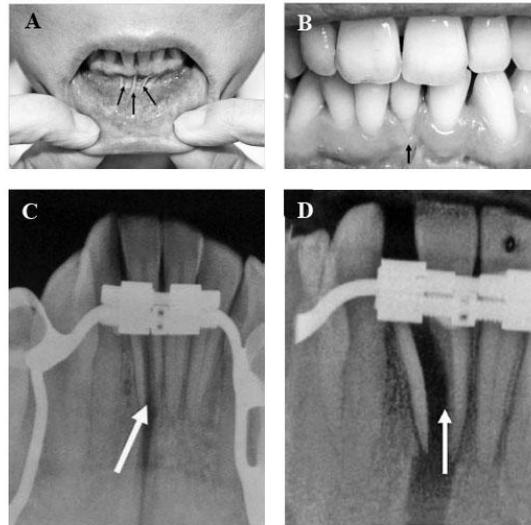


Figure 35 : Complications survenant à court terme
(A) Apparition de brides cicatricielles. (B) Observation d'une récession gingivale. (C) Fracture radiculaire de l'incisive centrale inférieure sur un cliché pris immédiatement après la chirurgie. (D) Séparation de la racine en deux parties au cours de l'activation du distracteur, le fragment radiculaire de gauche ayant été retiré à la fin de la distraction. [48]

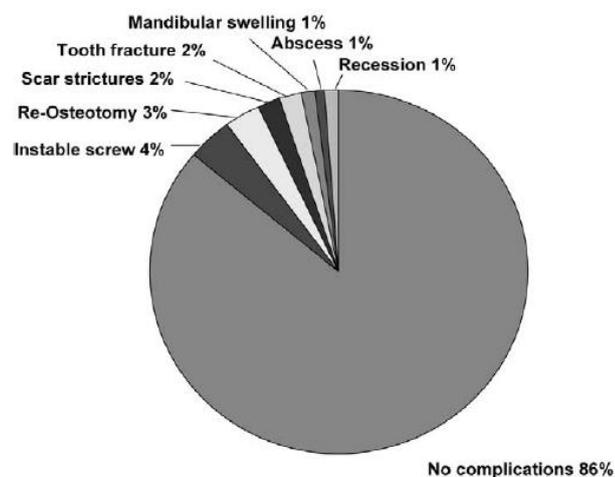


Figure 36 : Fréquence et type de complications survenues chez 100 patients ayant subi une distraction symphysaire [48]

7.6 Les complications articulaires

L'apparition de troubles des articulations temporo-mandibulaires (ATM) est une des principales craintes de l'orthodontiste. L'innocuité de la DO symphysaire dépend des capacités adaptatives du cartilage condylien soumis à un stress. Celles-ci sont très variables d'un individu à l'autre et semblent diminuer avec l'âge.

A partir des données issues de la littérature, nous essaierons de clarifier la nature des déplacements condyliens survenant au cours de la distraction symphysaire, et leurs conséquences éventuelles sur l'ATM. S'agit-il d'un déplacement latéral au sein des cavités glénoïdes, d'un mouvement de rotation des têtes condyliennes, ou bien la combinaison des deux phénomènes ?

➤ La distance inter-condylienne

Comme on l'a vu précédemment, l'effet de la distraction sur les structures mandibulaires diminuent progressivement d'avant en arrière. Tous les auteurs ayant mesuré les variations de la distance bi-condylienne avant et après distraction ont montré qu'elle restait sensiblement inchangée. Plus précisément :

- Del Santo et Gunbay observent une augmentation significative mais de très faible amplitude de la distance inter-condylienne [25][37].
- Işeri et Malkoç, puis Landes ont observé une diminution significative de la distance inter-condylienne, également de très faible amplitude [24][35][38]. Ce dernier justifie la différence par rapport aux études de Del Santo par le vecteur de la distraction. Il faudrait privilégier selon lui un distracteur dans lequel le point d'application de la force serait situé le plus loin possible des condyles, à savoir les dispositifs ostéo-portés et hybrides, ou bien les dispositifs dento-porté ancrés sur les 1^{ère} prémolaires et les molaires. Les systèmes à ancrage dentaire fixés sur les molaires uniquement seraient à éviter si l'on suit la logique de l'auteur, car le point d'application de la force est localisé plus postérieurement. Cette hypothèse est à confirmer par une étude future utilisant les mêmes méthodes d'évaluation radiologique (imagerie tri-dimensionnelle), afin de comparer objectivement les variations de la distance inter-condylienne selon le mode d'ancrage du distracteur.
- Seeberger [61] ne constate aucun changement dans la distance inter-condylienne avant et après distraction avec un distracteur dento-porté.

Les auteurs montrent ainsi qu'il n'y a pas de déplacement latéral des condyles au sein des fosses glénoïdes. En effet, contrairement au maxillaire, la mandibule ne comprend pas de connexion rigide au squelette cranio-facial. Elle lui est uniquement rattachée par l'intermédiaire de l'ATM. La distraction

symphysaire est donc libre de se faire non pas de manière parallèle mais selon une rotation autour des condyles. [48]

➤ La rotation des têtes condyliennes

Une simulation informatique proposée par Samchukov [76] a montré qu'une rotation de 0.34° se produisait au niveau de chaque condyle pour un élargissement symphysaire de 1 mm. Selon lui, cette rotation pourrait entraîner des charges excessives sur les surfaces articulaires antéro-médiales et postéro-latérales. Un tel phénomène de rotation, s'il reste non compensé, pourrait conduire selon eux à des changements articulaires de type dégénératifs.

Gunbay [37] met en évidence une rotation postéro-latérale du condyle de 2.5 à 3° à partir des tomographies. Orhan [75] a montré qu'une rotation postéro-latérale également de 3° se produisait pour une expansion de 6 mm (soit précisément $0,58^\circ$ pour 1 mm) . Cependant, la méthode de calcul utilisée par Orhan est très difficilement reproductible. Landes [38] a réussi de manière plus fiable à comparer la position condylienne avant et 3 mois après distraction à partir d'images tri-dimensionnelles. Selon eux, la rotation postéro-latérale est **quasi nulle**, avec un différentiel de $0,007^\circ$ pour 1 mm d'expansion.

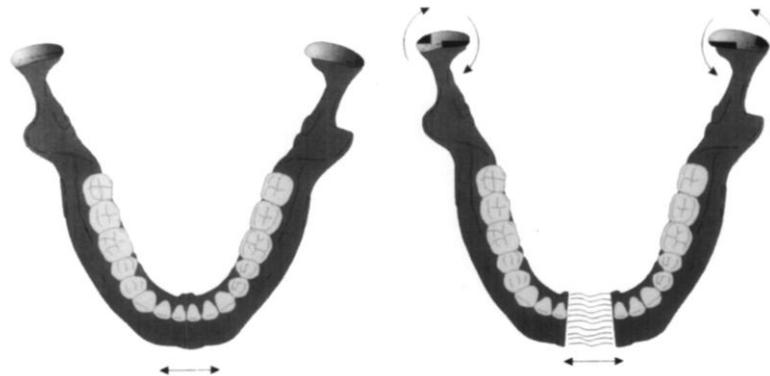


Figure 37 : Rotation des condyles et influence sur la direction des forces compressives

[64]

Ces auteurs ont mis en évidence un mouvement de rotation postéro-latérale s'effectuant selon l'axe vertical du condyle, mais ils ne parviennent pas à s'accorder sur l'amplitude du phénomène. Cependant, d'après les résultats des études précédentes, on estime que la rotation ne devrait pas excéder 3° , ce qui nous semble être relativement faible. Il reste à déterminer si de tels mouvements sont acceptables du point de vue histologique et physiologique, ou bien s'ils dépassent au contraire les capacités adaptatives du condyle.

➤ Les conséquences histologiques

Le condyle est composé de trois couches :

- Une couche externe fibreuse, formée de faisceaux de collagènes denses et orientés parallèlement à la surface articulaire
- Une couche intermédiaire cartilagineuse, fortement concentrée en cellules chondroblastiques de tailles égales.
- L'os trabéculaire sous-jacent

Harper [64] a étudié les modifications histologiques se produisant dans le cadre d'une DO symphysaire. Pour cela, 9 singes *Macaca mulatta* ont subi une expansion mandibulaire de 3 à 5 mm après ostéotomie médiane. Ensuite, trois sections sagittales ont été réalisées (isolant ainsi les tiers médial, central et latéral), chacune de ces trois portions étant évaluées dans leur partie antérieure, supérieure et postérieure. Des scores ont été attribués pour évaluer les changements observés au niveau articulaire en fonction de la profondeur de l'atteinte (voir Figure 38)

0 : pas de modification

1 : modifications dans la couche fibreuse

2 : modifications dans la couche fibreuse et cartilagineuse

3 : modifications ayant atteints les couches fibreuse et cartilagineuse jusqu'à l'interface entre les couches cartilagineuse et osseuse

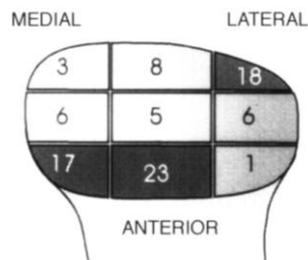


Figure 38 : Comptabilisation des scores traduisant les changements histologiques en différentes zones condyliennes. Les zones antéro-médiales et postéro-latérales sont celles ayant subi les modifications structurelles les plus importantes [64].

Des modifications significatives ont été observées dans des sites spécifiques du condyle, à savoir les secteurs antéro-médial et postéro-latéral. Ce fait confirme le point de pression des forces rotationnelles antéro-médialement et postéro-latéralement contre les parois de la fosse glénoïde abritant le condyle. L'analyse histologique des portions concernées révélait une réduction des fibres de collagène dans la couche fibreuse, et l'apparition d'aires de résorption au sein de la couche cartilagineuse et à l'interface avec l'os trabéculaire sous-jacent. Cependant, aucune érosion de surface

n'est apparue suite à la distraction. Les autres zones ne présentaient pas de changements ou bien des changements mineurs, se limitant seulement à la couche fibreuse.

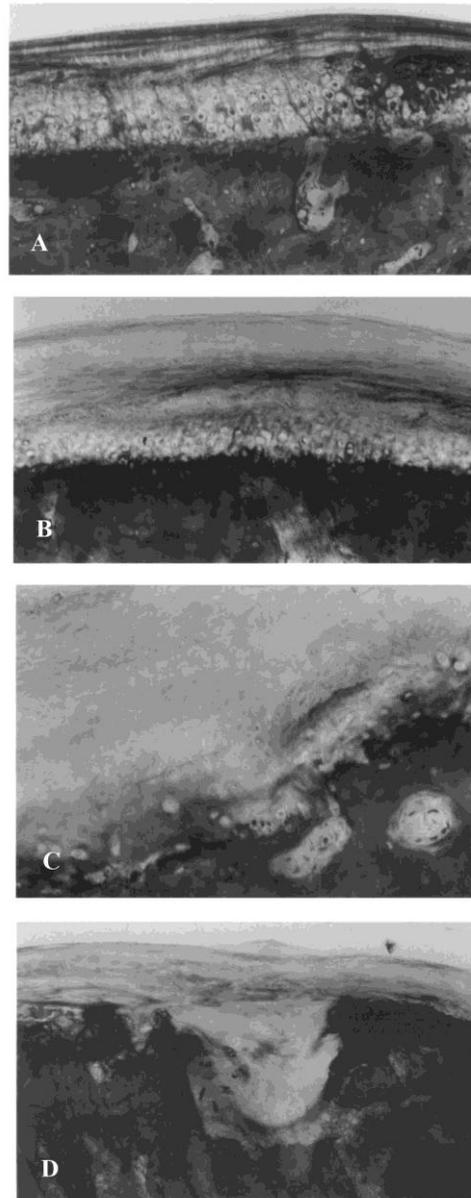


Figure 39 : Analyse histologique de la structure condylienne au microscope optique (A) Structure condylienne normale. (B) Modifications histologiques dans la couche fibreuse. (C) Modifications histologiques dans les couches fibreuse et cartilagineuse. (D) Aires de résorption au sein de la couche cartilagineuse jusqu'à l'interface cartilage/os sous-jacent. [64]

Des forces compressives exercées sur l'articulation peuvent induire des modifications dans la structure condylienne allant d'une simple diminution d'épaisseur des couches fibreuse et cartilagineuse respectivement, à une érosion de surface. Si ces forces vont au-delà des capacités adaptatives du condyle, une dégénérescence peut survenir.

Dans sa démarche, Harper n'a pas mis en évidence de lien entre la quantité d'expansion finale et la sévérité de l'atteinte sur l'ATM. Notons cependant que l'écartement était de 3 à 5 mm seulement, le différentiel n'étant pas suffisant pour conclure. Il suggère cependant que l'expansion doit être réalisée en plusieurs activations quotidiennes de faibles amplitudes, de manière à rester dans le domaine d'adaptabilité physiologique du condyle. Tant que le condyle est capable de s'adapter, il n'y aura aucun dommage irréversible de l'ATM.

De plus, Mommaerts [50] semble sous-entendre que le risque lié à la rotation condylienne doit être relativisé. Une expansion symphysaire modérée devrait être anodine pour les ATM. En effet, un élargissement de 10 mm s'accompagnerait d'une rotation de 1.7°. Or, le condyle est habitué à effectuer de tels mouvements. A titre d'exemple, une latéralité de 12 mm entraîne une rotation de plus de 4° côté travaillant.

Ainsi, si l'on veut évaluer le risque sur les ATM, des paramètres autres que la quantité d'écartement et la rotation condylienne qui s'ensuit doivent être étudiés. **Il faut considérer le rythme et le taux d'expansion comme un facteur susceptible d'influer sur la structure condylienne.** Nakamura et coll. ont étudié les effets du rythme et du taux de distraction sur le cartilage articulaire des genoux de lapins [67]. Ils en ont conclu que pour une même quantité d'expansion finale, des activations fréquentes et de petite quantité sont à privilégier pour minimiser les dommages sur le cartilage articulaire. L'application de forces plus douces, au cours d'une période plus longue serait favorable à une réponse adaptative physiologique au niveau cellulaire et à l'obtention d'un équilibre fonctionnel et structurel.

➤ Fréquence et nature des troubles des ATM

Kewitt et Von Sickels [65] ont réalisé une étude rétrospective sur 15 patients suivis de 7 à 45 mois après la distraction. Les 8 patients asymptomatiques avant l'intervention n'ont pas développé de troubles articulaires ni de limitation d'ouverture buccale. Parmi les 7 patients présentant des troubles articulaires pré-opératoires (bruits articulaires, limitations d'ouverture buccale, douleurs musculaires et articulaires), aucune aggravation voire une amélioration des symptômes a été constatée. Les douleurs pouvant apparaître au cours ou après la distraction sont décrites comme transitoires par ces auteurs.

Braun [47] ne constate ni l'apparition de nouveaux symptômes, ni une aggravation lorsque ceux-ci étaient présents en pré-opératoire. Salvodelli [77] de même, ne relève aucun signe articulaire.

Gunbay et coll. [37] rapportent chez 3 de leurs 7 patients des douleurs articulaires modérées et transitoires, limitées à la phase de distraction active. Aucun signe permanent de dysfonction de l'ATM n'a perduré chez ces patients. Un patient a bénéficié d'une physiothérapie pour la résolution de ses douleurs articulaires. Les examens tomographiques type scanners n'ont mis en évidence aucun signe de déplacement du disque. Notons cependant que l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est un examen plus approprié à l'étude des structures articulaires.

Gökalp [78] est le seul, à notre connaissance, à étudier le disque condylien à partir d'un examen d'IRM, en situation bouche ouverte et bouche fermée. Il constate une position normale du disque par rapport au condyle. D'autre part, la rotation condylienne observée à partir de scans est selon lui minime. On ne devrait pas ainsi en tenir compte dans la mesure où les rapports disco-condyliens restent intacts. Cependant, comme il s'agit d'un rapport de cas (sur un patient), nous ne pouvons en tirer de conclusions sur l'innocuité de la DO symphysaire. Afin d'évaluer le risque de développer des troubles articulaires suite à une DO symphysaire, il faudrait soumettre un large échantillon de patients asymptomatiques à cette procédure sans avoir recours à une autre chirurgie. Pour une analyse complète des ATM, il faudrait avoir recours à un examen clinique neuro-musculo-articulaire, un IRM et un examen tri-dimensionnel type scanner et effectuer un contrôle à long terme.

D'après les résultats des quelques études menées sur le sujet, la DO symphysaire pourrait être utilisée sans risque majeur pour les ATM [29][37][65]. Une expansion symphysaire raisonnée et modérée, réalisée de manière progressive, n'entraînerait pas de troubles articulaires, ou bien des désordres transitoires et réversibles. Il se pourrait même que la DO symphysaire soit moins délétère pour les ATM que les chirurgies orthognatiques traditionnelles, caractérisées par des déplacements squelettiques brutaux. Les mouvements osseux obtenus lors de la distraction sont au contraire lents et progressifs et autoriseraient ainsi une adaptation des structures environnantes.

8. Stabilité et contention à long terme

8.1 Stabilité

La distance inter-canines a longtemps été considérée comme immuable. L'expansion dento-alvéolaire pure est instable et sujette à récurrence. Burke et coll. [79] l'ont montré par une méta-analyse basée sur 26 études. Quelles que soient les modalités de traitement et la malocclusion initiale, la distance inter-canine était augmentée de 1 à 2 mm en moyenne, et retrouvait sa valeur d'origine après la phase de contention.

En ce qui concerne l'expansion par DO symphysaire, de nombreux auteurs clament la stabilité des résultats à plus ou moins long terme. En effet, l'accroissement de l'os basal et de l'os alvéolaire de manière concomitante permettrait d'obtenir une stabilité dans le temps [10][25][66]. Une des raisons possible de cette stabilité est l'extension des tissus mous se produisant parallèlement à la néoformation osseuse. En effet, il se produit sous l'effet de la distraction un étirement des structures gingivales, cutanées, nerveuses et musculaires. La combinaison de l'expansion des tissus mous et durs entraîne un changement dans la matrice fonctionnelle, expliquant ainsi la stabilité des résultats [35].

Del Santo [25] et Işeri et Malkoç [24] concluent à la stabilité des résultats obtenus par la distraction. Ils n'observent pas de différence significative entre les valeurs d'élargissement mesurées sur les périodes étudiées. Cependant, Del Santo souligne dans sa discussion que 53% des patients étaient encore en cours de traitement orthodontique lors du rendez-vous de contrôle à long terme. Cela fausse indéniablement l'interprétation des résultats qui doivent alors être pondérés. Notons qu'une étude à plus long terme serait nécessaire pour conclure de manière plus fiable à une stabilité des résultats.

Işeri et Malkoç [24] réalisent un suivi à plus long terme, soit 21.5 mois en moyenne après consolidation. Les récurrences après DO symphysaire seraient négligeables à condition que le protocole de distraction ainsi que la période de consolidation soient respectés. D'après les conclusions de leur étude, une période de consolidation de 3 mois suffirait pour obtenir un résultat stable dans le temps.

L'étude de King [33] est plus probante car le suivi est effectué à plus long terme (en moyenne 6 ans après contention, soit 7.5 ans après distraction). Sur les 25 patients initiaux, seuls 16 étaient présents au dernier rendez-vous de contrôle. Les résultats restent malgré tout significatifs. La comparaison des valeurs squelettiques et dentaires mesurées entre la fin du traitement et celles à long terme ne montrent pas de différence significative quelque soit la variable considérée. L'élargissement au niveau squelettique et dentaire est donc resté stable. Cependant, une récurrence de l'encombrement a été notée au dernier rendez-vous de contrôle. La sévérité a été évaluée selon la classification établie par Little [80] :

- 85% des patients présentaient un indice d'irrégularité faible (< 3.5 mm)
- 15% des patients présentaient un indice d'irrégularité modéré (de 3.5 à 6.5 mm)
- Aucun des patients ne présentait un indice d'irrégularité sévère (> 6.5 mm)

Cependant, l'interrogatoire révèle que, sur les 16 patients, 4 seulement ont porté leur contention de manière régulière, 2 patients évoquent un port occasionnel, tandis que les 10 autres avouent ne pas l'avoir portée. La problématique de la gestion de la contention se pose alors tout naturellement : quel type de contention adopter après une distraction et quelle durée de port préconiser ?

8.2 Contention

➤ Au cours du traitement orthodontique

Pendant la consolidation variant de 2 à 3 mois selon les auteurs, le distracteur devrait être maintenu en place, sa rigidité assurant la stabilité mécanique du cal osseux. Il est préconisé de le remplacer pour la suite du traitement orthodontique par un arc lingual passif en acier inoxydable afin d'assurer la contention de l'expansion obtenue. Il sera d'autant plus utile au début du traitement car les arcs utilisés dans les premières phases d'alignement ne permettent pas un bon maintien des largeurs d'arcades. L'expansion palatine rapide l'ayant montré auparavant, une contention bien gérée pendant la totalité du traitement orthodontique permet de prévenir les récives dans le sens transversal.

➤ Après la dépose du multi-bagues

Un fil collé de canine à canine est un bon moyen de contenir la largeur inter-canines et l'alignement antérieur mais ne suffit pas pour maintenir l'expansion postérieure. Les gouttières thermoformées de type Essix ne sont pas suffisamment rigides dans les cas d'augmentation du sens transversal. On leur préférera les plaques type Hawley intégrant un arc lingual de support intégral. [10]

King et Gunbay utilisent pour leur contention des plaques de Hawley amovibles maxillaire et mandibulaire [33][37]. Gunbay ne mesure pas de récive à 4 ans post-opératoire. King observe en revanche une augmentation significative de la distance inter-incisives au niveau apical (de 0.88 +/- 0.31 mm) et une augmentation de l'indice d'irrégularité d'arcade. Ils préconisent donc la mise en place d'un dispositif fixe pendant une période non précisée, bien que la variation observée soit d'une faible valeur clinique.

De manière générale, on compte un nombre restreint d'études sur la stabilité squelettique, occlusale et parodontale. Il manque des études à long terme et sur de larges échantillons de population.

V. A propos d'un cas clinique

1. Analyse du cas

Voici un cas que nous avons géré par une double disjonction maxillaire et mandibulaire. Mlle C. est âgée de 26 ans lorsqu'elle consulte au CHU Pellegrin à Bordeaux. Ses motivations sont esthétiques et fonctionnelles. Elle est consciente d'emblée que son problème est d'ordre chirurgical. Elle est en bonne santé et ne présente aucune contre-indication à la chirurgie. Sur le plan orthodontique, nous notons une classe II squelettique et occlusale par rétrognathie mandibulaire dans un contexte hyperdivergent, associées à une dysharmonie dento-maxillaire et une béance antérieure.

Voici les points clés du raisonnement ayant participé à la prise de décision. A l'examen extra-buccal, le sourire est disharmonieux, révélant des canines maxillaires ectopiques, et la présence de triangles noirs au niveau du corridor buccal. L'analyse intra-arcade révèle un encombrement de 8 mm au maxillaire, et de 4 mm à la mandibule. L'arcade supérieure est en forme de V, très pincée dans la zone antérieure, avec une constriction dans la zone prémolaires. L'arcade inférieure prend la forme d'un U. Les deux arcades sont étroites mais l'occlusion latérale transversale est normale.

La solution extractionnelle est rejetée pour les raisons suivantes :

- 36 étant absente, il s'agirait forcément d'avulsions asymétriques dont la gestion est difficile
- Étroitesse de l'arcade maxillaire, visible lors du sourire
- Repositionnement lingual des incisives inférieures déconseillé en raison de la forme symphysaire en goutte d'eau
- Ronflements nocturnes (les extractions étant déconseillées en cas de troubles respiratoires)

L'expansion palatine rapide s'impose en revanche comme la solution idéale pour recréer une forme d'arcade elliptique et corriger l'encombrement sévère. D'autre part, la gestion des dysmorphoses antéro-postérieures et verticales implique une deuxième intervention chirurgicale. Or, lorsque l'on simule l'avancée mandibulaire sur les moulages initiaux, on observe une occlusion inversée comme c'est le cas dans la plupart des classes II. Cela confirme la nécessité d'une disjonction maxillaire, qui devra être assistée chirurgicalement compte tenu de l'âge de la patiente.

Se pose alors la question de la résolution de l'encombrement à l'arcade inférieure. Une version vestibulaire est proscrite en raison de la finesse de la symphyse dans sa partie supérieure et de l'angle IMPA déjà supérieur à la normale. Pour ces raisons, nous avons envisagé d'accompagner la DIM par une DO symphysaire.

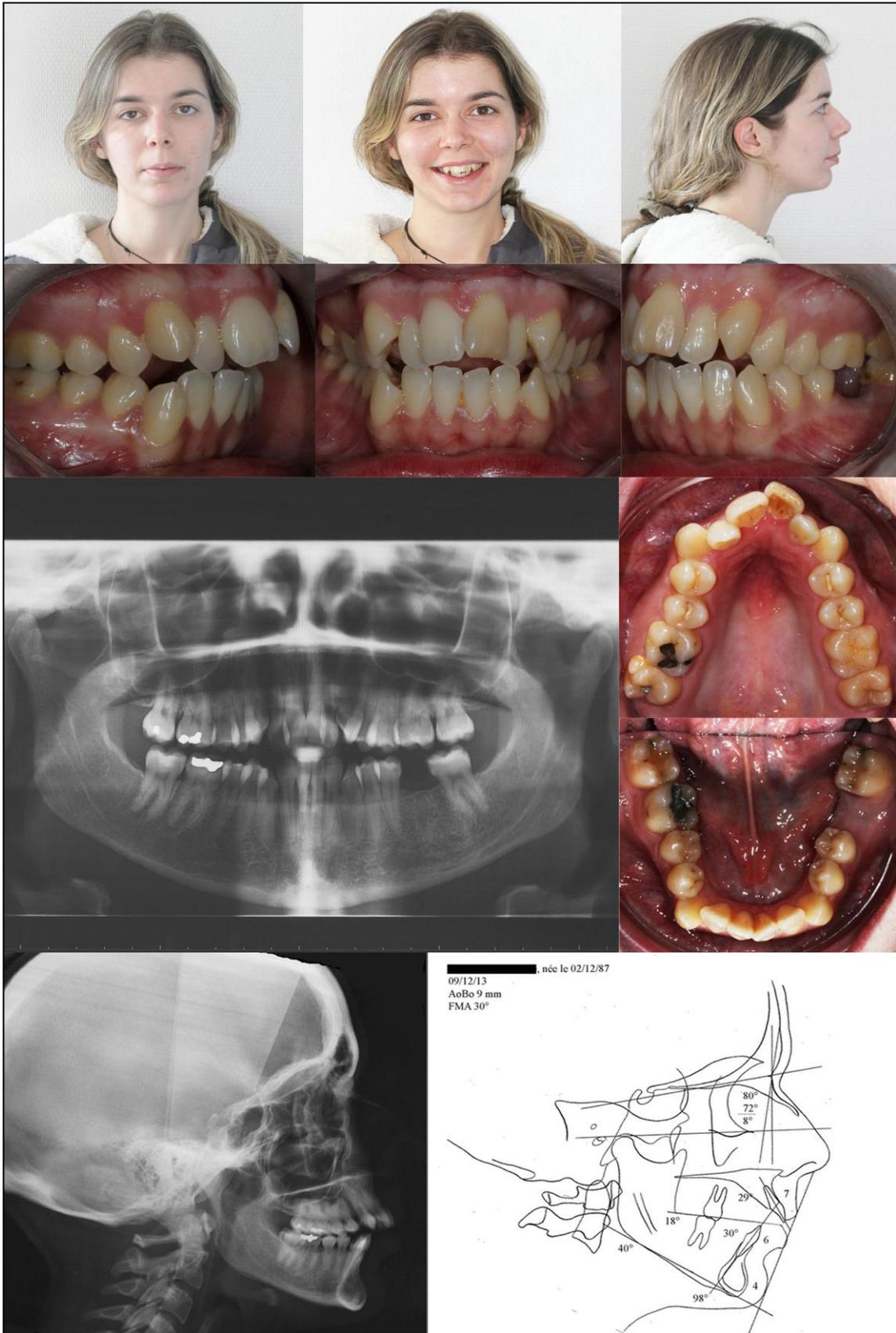


Figure 40 : Analyse du cas à partir des données cliniques, radiographiques et céphalométriques

2. Les étapes du traitement

2.1 Protocole de la distraction

Nous avons scellé le disjoncteur maxillaire et le *distracteur mandibulaire de type dento-porté* une semaine avant la chirurgie. Il était initialement prévu d'utiliser quatre points d'appuis dentaires mais un problème est survenu lors de la coulée des modèles, nous obligeant à placer l'ancrage sur les dents n°37 et 46 seulement. Pour augmenter la stabilité du dispositif, la barre linguale a été solidarisée aux prémolaires par de la résine composite. En accord avec le chirurgien, nous n'avons pas jugé utile de mettre en place un dispositif multi-bagues au préalable. L'ostéotomie a pu être réalisée verticalement entre les incisives centrales mandibulaires sans dommage radiculaire.

Après l'intervention, nous avons respecté un *temps de latence de 7 jours* comme il est recommandé dans la littérature. En revanche, nous avons opté pour un *taux de distraction de 0.5 mm par jour à raison de deux activations de 0.25 mm*, sans pour autant constater de consolidation prématurée. Au cours des différents contrôles, nous avons constaté un retard de l'effet de la distraction à la mandibule par rapport au maxillaire, pour un taux et un rythme d'activation identique. Deux hypothèses peuvent être à l'origine ce comportement différent vis-à-vis de la distraction :

- Premièrement, le phénomène de « walking tooth » décrit précédemment pourrait avoir démarré pendant la phase de distraction, réduisant ainsi le diastème inter-incisif. Cependant, si cela s'était vraiment produit, nous aurions dû constater un encombrement davantage réduit dans notre cas.
- La deuxième hypothèse est liée aux insertions musculaires au niveau de la zone symphysaire, qui créent une résistance à l'écartement des structures mandibulaires. Cette dernière nous paraît la plus plausible.

Notons que la quantité d'écartement obtenue à la mandibule ne suffisait pas pour l'alignement du secteur incisivo-canin inférieur qui persiste donc, comme on peut le voir sur la Figure 45. Mais le vérin étant déjà très ouvert, la distraction a été stoppée et le vérin bloqué à l'aide résine composite.

Le distracteur a été laissé en place pendant toute la phase de consolidation, et remplacé par la suite par un arc lingual au 10^{ème} mois. Comme nous n'avons pas bloqué le diastème entre 31 et 41, nous avons constaté sa fermeture complète 1 mois ½ après la fin de la distraction, ce qui confirme le phénomène de « walking tooth ». L'espace a été spontanément exploité pour réduire une partie de l'encombrement (voir Figure 45).

2.2 La phase orthodontique

L'objectif de cette phase orthodontique est l'alignement/nivellement, et la préparation des arcades en vue de la seconde chirurgie. Le dispositif multi-attaches est mis en place au maxillaire 1,5 mois après la fin de la disjonction. Le nivellement de l'arcade se fait en exploitant l'espace nouvellement créé par la mise en place d'une traction élastomérique douce entre les incisives. A la mandibule, le multi-bagues est posé 2 mois après l'arrêt de la distraction. Pour contrôler la version des incisives en vestibulaire, les premiers arcs en nickel-titane sont « à la déformation » et les élastiques de classe III sont utilisés dès le début du nivellement.

3. Effets de la distraction

Au terme de 14 jours d'activations, nous mesurons un diastème de 6 mm et de 3 mm respectivement entre les faces mésiales des incisives supérieures et inférieures. Notons que ces valeurs ont été enregistrées au niveau du bord libre des dents concernées. L'écartement mesuré au niveau du vérin du distracteur était de 6 mm. Les valeurs d'élargissement obtenues entre chaque dent ont été mesurées sur les moulages et recensés dans le tableau suivant :

	<i>Avant distraction</i>	<i>Après distraction</i>	<i>Après nivellement</i>
Inter-incisives 1	9	10	10
Inter-incisives 2	20	21	21
Inter-canines	28	28	27
Inter-prémolaires 1	30	34	34
Inter-prémolaires 2	34	38	38.5
Inter- molaires 1	<i>Non mesuré</i>	<i>Non mesuré</i>	<i>Non mesuré</i>
Inter-molaires 2	43.5	44	44

Figure 41 : Tableau indexant les variations des valeurs inter-dentaires en mm mesurées avant et après distraction, puis après mise en place du dispositif multi-bagues.

Ces distances ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse, à partir de la partie la plus distale du bord libre pour les incisives, des pointes cuspidiennes pour les canines et les prémolaires, et enfin à partir de la pointe cuspidienne mésio-vestibulaire pour les 2^{ème} molaires. Notons que les moulages dont sont issues les valeurs post-distractionnelles font état de la situation après fermeture spontanée du diastème inter-incisif.

Comme la plupart des auteurs, nous constatons la plus grande augmentation des distances inter-dentaires dans la zone des prémolaires. Au niveau des incisives, l'augmentation de 1 mm correspond à la réduction de l'encombrement et à la suppression spontanée des rotations mésio-vestibulaires. Les

valeurs restent sensiblement inchangées au niveau des canines car elles sont au départ en position d'ectopie vestibulaire. Les valeurs d'expansion et leur repositionnement naturel grâce à la réduction de l'encombrement s'annulent. Comme l'on pouvait s'y attendre, l'impact de la distraction sur les 2^{ème} molaires est très faible (+ 0.5 mm).

La quantité d'écartement obtenue à la mandibule est relativement faible mais suffisante pour aligner le secteur incisivo-canin sans version vestibulaire excessive. L'angle IMPA a été en effet majoré d'1° (voir Figure 50). Les formes d'arcades obtenues après nivellement sont beaucoup plus harmonieuses et se rapprochent des formes considérées comme « normales » (voir Figure 48).

4. Dépistage des éventuelles complications

Nous n'avons pas constaté de complications post-chirurgicales. La distraction s'est déroulée sans incident, bien que nous ayons observé un retard de l'apparition des diastèmes inter-incisifs à l'issue des 7 premiers jours d'activation.

D'un point de vue parodontal, les mobilités dentaires mesurées sont de type II et n'excèdent pas celles normalement observées au cours d'un traitement orthodontique classique. Sur la Figure 44, on note un défaut gingival exposant la face radiculaire antéro-mésiale de 41 sur 2 mm. Cependant, immédiatement après fermeture du diastème, nous remarquons l'amélioration du contexte parodontal autour de cette dent, et le comblement du défaut par la papille (voir Figure 45). De plus, les valeurs obtenues lors du sondage parodontal sont normales.

Les ATM sont asymptomatiques.

Sur les clichés occlusaux et rétro-alvéolaires, on n'observe pas de résorption radiculaire lié à la dérivation libre des dents au sein de l'os nouvellement formé. Dans le 1^{er} mois suivant l'ostéotomie (voir Figure 49 A et B), on constate un écartement en éventail du régénérat osseux. Cela va dans le sens de ce qui a été décrit dans la littérature. Cependant, le dernier cliché réalisé de manière ortho-centré révèle un parallélisme parfait des berges osseuses. Au 4^{ème} mois post-chirurgical, des trabéculations osseuses sont visibles (voir Figure 49 C). Au 8^{ème} mois, le septum interdentaire est recréé. Les trabéculations à ce niveau sont plus denses que dans la partie inférieure. Un pont osseux d'os cortical est visible au niveau du rebord symphysaire inférieur (voir Figure 49 E). Rappelons que les signes radiologiques de minéralisation osseuse se manifestent plus tardivement par rapport à la conversion du tissu fibreux en tissu osseux. Comme Bell et Chung [26][46], nous observons des traces de minéralisation sur les radiographies 1 mois après la fin de la distraction (voir Figure 49 B).



Figure 42 : Vues endo-buccales avant la distraction



Figure 43 : 14^{ème} jour après l'ostéotomie.
Le diastème est de 6 mm au maxillaire et 3 mm à la mandibule.



**Figure 44 : A 1 mois post-chirurgical
On constate un défaut parodontal et une dénudation radiculaire de 41 à gauche.**



Figure 45 : Collage maxillaire 1 mois 1/2 après arrêt de la distraction. Amélioration du contexte parodontal autour de 41 et fermeture spontanée complète du diastème inférieur.



Figure 46 : Collage mandibulaire 2 mois après arrêt de la distraction. Nivellement par élastiques de classe III.



Figure 47 : 8 mois après distraction. Préparation des arcades à la chirurgie. Remplacement du distracteur par un arc lingual.



Figure 48 : 1 an après distraction. Fermeture complète du diastème inter-incisif supérieur.

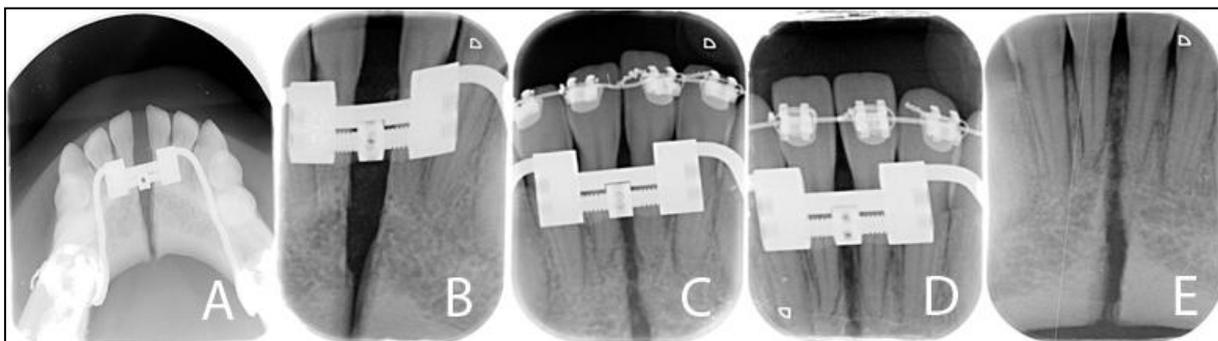


Figure 49 : Evaluation radiologique de la cicatrisation du régénérat osseux (A) et (B) 1 mois après l'ostéotomie ; (C) 4 mois après ostéotomie ; (D) 7 mois après ostéotomie ; (E) 8 mois après ostéotomie.

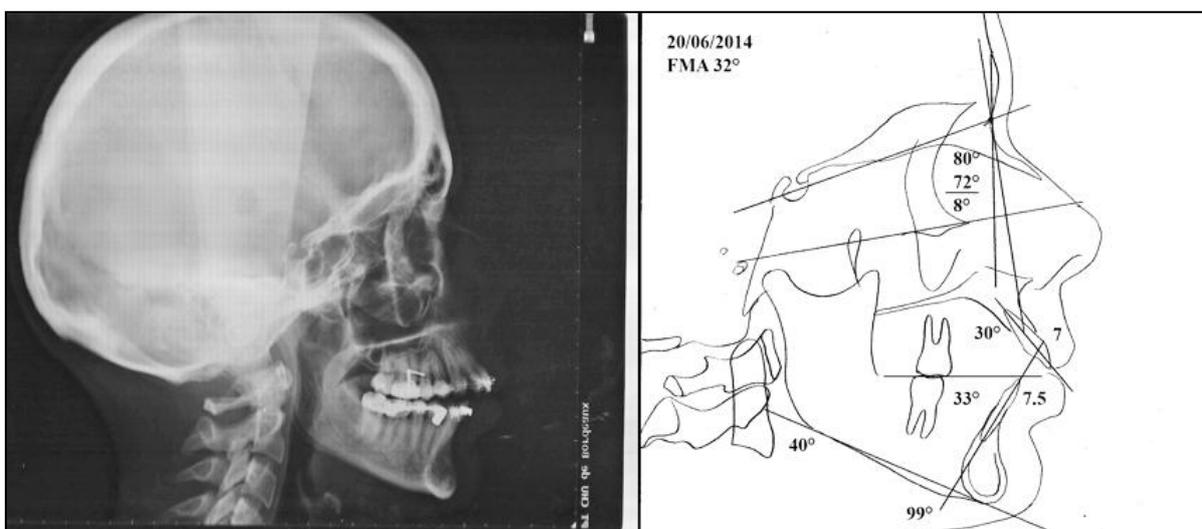


Figure 50 : Réévaluation radiologique à 6 mois. Préparation orthodontique à la chirurgie bi-maxillaire.

VI. Discussion

Nous discuterons ici certains aspects de la distraction, à partir des données issues de la littérature et de notre expérience clinique.

➤ Concernant les indications : DO symphysaire ou extractions ?

Dans les conclusions des études, la DO symphysaire est décrite comme une procédure sûre, avec une faible morbidité et des résultats stables dans le temps.. Toutefois, peut-on appliquer cette technique dans tous les cas où elle semble indiquée ? C'est la balance bénéfice-risque qui doit nous permettre de répondre à cette question. Or, nous constatons que trop peu d'études à grande échelle évaluent les complications survenant dans le cadre de la DO symphysaire. Seul Von Bremen [48] comptabilise les incidents survenus chez une population de 100 patients mais il se limite aux deux semaines post-chirurgicales.

D'après notre expérience, acquise grâce aux trois cas que nous avons eu l'occasion de traiter par cette technique au CHU Pellegrin, nous devons émettre des réserves quant à la fiabilité des résultats. En effet, la distraction a du être interrompue dans un cas, pour cause de mobilité des deux fragments osseux. Le patient exerçait des pulsions linguales déstabilisant le distracteur, qui était pourtant fixé par 4 bagues. Dans un autre cas, la symphyse ne parvenait pas à s'ouvrir et le chirurgien a du procéder à une activation lourde du distracteur sous anesthésie. Le troisième cas (décrit ci-dessus) s'est déroulé correctement.

La DO symphysaire ne peut, pour l'instant, être banalisée au même titre que la solution extractionnelle dont elle est une des alternatives. L'expérience est en effet plus difficile à supporter par le patient, pour lequel elle occasionne stress et inconfort. D'ailleurs, une part de la réussite du traitement repose sur la coopération de celui-ci.

Il y a pourtant des situations dans lesquelles la distraction doit sans nul doute être privilégiée par rapport aux avulsions. Il s'agit des cas de SAHOS et de formes d'arcades pathologiques. D'après les résultats des travaux de Granat [81], l'arcade normale a une forme elliptique, tandis que les arcades en V est considérée comme para-pathologique.

D'autre part, le facteur temps doit être pris en compte dans la prise de décision, surtout pour le traitement de l'adulte. Par rapport aux thérapeutiques avec extractions, la résolution de l'encombrement par le biais d'une DO symphysaire se fait beaucoup plus rapidement. La durée de la préparation orthodontique pré-chirurgicale se trouve ainsi réduite de manière non négligeable.

Enfin et surtout, la technique de DO symphysaire présente l'atout majeur de préserver le capital dentaire. De nos jours, on s'oriente de plus en plus vers des thérapeutiques non extractionnelles, et plus conservatrices.

➤ Concernant le type de distracteur :

Les distracteurs dento-portés paraissent plus simples d'utilisation et moins néfastes que les autres types de dispositifs. On s'affranchit ainsi des problèmes infectieux, de la nécessité d'une deuxième intervention chirurgicale et des contraintes financières liés à l'utilisation d'un ancrage osseux. Cependant, l'ancrage dentaire offre moins de stabilité de part sa mobilité dans des conditions physiologiques.

Dans les trois cas mentionnés ci-dessus, les distracteurs étaient tous dento-portés, mais nous ne pouvons affirmer que cela explique les échecs constatés. Retenons toutefois que l'on doit maximiser la rigidité pour une meilleure transmission des forces à la zone symphysaire, multiplier les points d'appuis pour une stabilité optimale des fragments osseux, antérioriser les points d'ancrages pour diminuer l'impact sur les condyles.

➤ Concernant les ATM :

La biomécanique de la DO symphysaire n'est pas suffisamment bien comprise pour déterminer avec précision l'impact sur les condyles, notamment selon le type de distracteur choisi.

Le paramètre distance inter-condylienne est facilement mesurable et demeure sensiblement inchangée. En revanche, une rotation postéro-latérale des condyles autour de leur axe vertical a été mise en évidence au cours de la distraction. L'amplitude de cette rotation est très difficile à évaluer, comme en témoigne la disparité des valeurs évoquées par les différents auteurs. Seul Ploder évoque la possibilité d'une rotation du condyle selon le plan frontal, notamment lorsque l'écartement mandibulaire se fait en éventail. Aucune étude ne fait état d'une éventuelle bascule frontale du condyle.

Le centre de résistance de la mandibule n'a pas été identifié, tout comme le centre de rotation, dont on suppose seulement qu'il est situé en arrière de la 1^{ère} molaire.

D'après les résultats des différentes études, on ne devrait pas craindre la survenue de troubles des ATM. Les auteurs rapportent des complications articulaires soit absentes, soit transitoires. Harper [64] suggère que la diminution du taux de distraction serait bénéfique pour le cartilage articulaire. Les propos rapportés par Garreau [82] vont dans le même sens puisqu'ils constatent chez un patient une diminution des douleurs articulaires en réduisant la vitesse de 1 mm à 0,5 mm par jour. Il serait donc

intéressant de déterminer les taux et fréquence de distraction idéaux pour une meilleure adaptation condylienne.

➤ Concernant la quantité d'écartement :

Nous ignorons la quantité d'expansion au-delà de laquelle l'intégrité des tissus mous et durs risque d'être compromise. La littérature ne donne pas d'information à ce sujet. D'autre part, nous avons constaté un différentiel important entre l'écartement du vérin et celui réellement observé entre les incisives. La méthode des éléments finis rapporte pourtant un taux de congruence élevé pour les distracteurs dento-portés. Les muscles et ligaments s'insérant en différentes zones de la mandibule (angle, symphyse) peuvent engendrer des résistances s'opposant à l'éloignement des berges ostéotomisées. Cette hypothèse devrait être confirmée par une analyse du comportement des structures molles péri-osseuses au cours de la DO symphysaire, sur des cadavres humains.

➤ Concernant la stabilité :

D'après l'étude de King [33], qui a mesuré les distances inter-dentaires jusqu'à 6 ans en moyenne après débagage, les résultats de la DO symphysaire restent stable dans le temps. Il note cependant une légère récurrence de l'encombrement ; c'est pourquoi la contention est primordiale après distraction.

Il est toutefois difficile, voir impossible, de différencier la stabilité du traitement orthodontique de celle de la distraction symphysaire.

➤ Remarques sur la littérature :

Nous notons enfin que l'échantillon est de petite taille dans la grande majorité des études: elles ont donc une puissance faible. Seules trois études, celles de Von Bremen [48], d'Alkan [28], et de Garreau [82] parue dernièrement en 2015 incluent plus de 30 patients. Aucune estimation de la taille de l'échantillon et du pouvoir de l'analyse n'a été réalisée dans la littérature. Par ailleurs, un grand nombre d'écrits sont antérieurs aux années 2000. Peu d'études ont été consacrées à ce sujet depuis 2008.

➤ Perspectives et évolutions futures :

Des zones d'ombre persistent concernant notamment la biomécanique mandibulaire selon le type de distracteur, ou bien encore l'influence des structures musculaires et ligamentaires sur les déplacements. Pour répondre à ces interrogations, une étude du comportement mandibulaire face à la distraction symphysaire devrait se faire dans des conditions se rapprochant au maximum du réel. On pourrait mettre en place un protocole d'étude sur des têtes de cadavres humains afin de d'évaluer

l'impact des résistances musculaires et ligamentaires, en faisant varier les paramètres suivants : la position verticale du vérin, et les points de fixation à la structure mandibulaire.

Par ailleurs, nous aurions finalement plus de raisons de craindre les incidents techniques que les conséquences sur les structures parodontales, dentaires et articulaires qui sont des risques maîtrisables. Ils peuvent en effet aboutir à des échecs incompris tels que par exemple la mobilité persistante des fragments osseux, ou l'incapacité à obtenir un écartement malgré l'activation du distracteur. Cette situation peut affecter la relation praticien/patient. Tous ces points mériteraient d'être éclaircis afin de réduire au maximum la fréquence d'échecs.

Outre la meilleure compréhension de la technique, nous pourrions espérer des progrès sur deux points :

- Premièrement, l'activation du distracteur pourrait se rapprocher du rythme physiologique de la croissance. Des activations de très petites quantités, plus fréquentes au cours de la journée pourraient être bénéfiques pour le cartilage articulaire. Il serait également intéressant de mettre au point un système délivrant des forces douces et continues à la manière d'un ressort qui permettrait, en plus de réduire les troubles articulaires, de s'affranchir de la coopération du patient et des échecs liés à une mauvaise manipulation.
- Ensuite, Cope et Samchukov [11] évoquent le recours à des adjuvants biophysiques ou biochimiques pour accélérer la néoformation osseuse, diminuer le temps de consolidation et éviter certaines complications éventuelles.

VII. Conclusion

Les indications de la distraction ostéogénique symphysaire ont été multipliées au cours des deux dernières décennies du fait de notre implication croissante pour le SAHOS et les troubles respiratoires. Grâce à l'avènement de cette technique, la distance inter-canines peut désormais être considérée comme une entité modifiable, réfutant ainsi un dogme ancien de l'orthodontie. Au vue des études réalisées sur le sujet, il semblerait que la procédure soit sans risque majeur pour les structures dentaires, parodontales, ni même articulaires.

Cependant, compte tenu des complications d'ordre technique rencontrées, la distraction symphysaire semble, encore à l'heure actuelle, moins fiable et reproductible que la solution extractionnelle. Elle est plus invasive et source d'inconfort pour le patient. Pour ces raisons, elle ne devrait donc pas être généralisée pour la résolution de tous les cas d'encombrement. Pour autant, l'orthodontiste ne doit pas craindre d'en poser l'indication, car elle constitue sans aucun doute la solution de choix en cas de terrain apnéique et de déficits d'arcades sévères.

Il s'agit de respecter les trois points clés nécessaires à la réussite d'un traitement par distraction symphysaire : la coopération du patient, la conception du distracteur, et la coordination entre l'orthodontiste et le chirurgien, qui est primordiale pour un acte chirurgical sans risque et un protocole de distraction bien mené.

En l'état actuel, nous manquons d'études prospectives à grande échelle pour parfaire la compréhension du comportement mandibulaire vis-à-vis de la distraction symphysaire, connaître les limites de l'expansion, tout cela dans le but d'avoir une meilleure maîtrise du procédé.

Bibliographie

- [1] Herberger RJ. Stability of mandibular intercuspid width after long periods of retention. *Angle Orthod.* 1981;51:78–83.
- [2] Little RM. Stability and relapse of dental arch alignment. *Br J Orthod.* 1990;17:235–41.
- [3] Hall BK. How is mandibular growth controlled during development and evolution? *J Craniofac Genet Dev Biol.* 1982;2:45–9.
- [4] Goret-Nicaise M. La croissance de la mandibule humaine: conception actuelle. Thèse d'agrégation de l'enseignement supérieur: Médecine: Bruxelles: 1986. 147 p.
- [5] Augier M. Développement du squelette céphalique. In Poirier et Charpy. *Traité d'anatomie humaine.* (4^eéd). Paris: Masson, 1931. 667 p.
- [6] Scott JH. *Dento-facial Development and Growth.* (5^e éd). Oxford: Pergamon Press, 1967. 218 p.
- [7] Akinin J-J. La croissance cranio-faciale. Paris: Editions SID, 2007. 269 p.
- [8] Bassigny F. *Manuel d'orthopédie dento-faciale.* (2^eéd). Paris: Masson, 1991. 218 p.
- [9] Dubois G. Etude biomécanique de la distraction ostéogénique et de sa mise en oeuvre en chirurgie maxillo-faciale. Thèse de doctorat: Sciences de l'Ingénieur: Metz: 2008. 266 p.
- [10] Conley R, Legan H. Mandibular symphyseal distraction osteogenesis: diagnosis and treatment planning considerations. *Angle Orthod.* 2003;73:3–11.
- [11] Cope JB, Samchukov ML, Cherkashin AM. Mandibular distraction osteogenesis: a historic perspective and future directions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115:448–60.
- [12] Jordan CJ, Goldstein RY, McLaurin TM, et al. The evolution of the Ilizarov technique: part 1: the history of limb lengthening. *Bull Hosp Jt Dis.* 2013;71:89–95.
- [13] Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, et al. Mandibular widening by intraoral distraction osteogenesis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1997;35:383–92.
- [14] Bouletreau P, Paulus C. Correction chirurgicale des anomalies squelettiques transversales maxillo-mandibulaires. *Int. Orthod.* 2012;10:261–73.
- [15] Schelling SH. Secondary (classical) bone healing. *Semin Vet Med Surg.* 1991;6:16–20.
- [16] Lüllmann-Rauch R. *Histologie.* (1^eéd). Bruxelles: De Boeck, 2008. 704p.
- [17] Aro HT, Wippermann BW, Hodgson SF, et al. Prediction of properties of fracture callus by measurement of mineral density using micro-bone densitometry. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:1020–30.

- [18] Goldstein RY, Jordan CJ, McLaurin TM, et al. The evolution of the Ilizarov technique: part 2: the principles of distraction osteosynthesis. *Bull Hosp Jt Dis.* 2013;71:96–103.
- [19] Cope JB, Samchukov ML. Regenerate bone formation and remodeling during mandibular osteodistraction. *Angle Orthod.* 2000;70:99–111.
- [20] Karp NS, McCarthy JG, Schreiber JS, et al. Membranous bone lengthening: a serial histological study. *Ann Plast Surg.* 1992;29:2–7.
- [21] Lewis DD, Bronson DG, Samchukov ML, et al. Biomechanics of circular external skeletal fixation. *Vet Surg.* 1998;27:454–64.
- [22] McCarthy JG, Schreiber J, Karp N. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg.* 1992;89:1–8.
- [23] Yasui N, Sato M, Ochi T, et al. Three modes of ossification during distraction osteogenesis in the rat. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:824–30.
- [24] Iseri H, Malkoç S. Long-term skeletal effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis. An implant study. *Eur J Orthod.* 2005;27:512–7.
- [25] Del Santo M, Guerrero CA, Buschang PH, et al. Long-term skeletal and dental effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118:485–93.
- [26] Bell WH, Harper RP, Gonzalez M, et al. Distraction osteogenesis to widen the mandible. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1997;35:11–9.
- [27] Hollis BJ, Block MS, Gardiner D, et al. An experimental study of mandibular arch widening in the dog using distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56:330–8.
- [28] Alkan A, Ozer M, Baş B, et al. Mandibular symphyseal distraction osteogenesis: review of three techniques. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2007;36:111–7.
- [29] Ploder O, Köhnke R, Klug C, et al. Three-dimensional measurement of the mandible after mandibular midline distraction using a cemented and screw-fixated tooth-borne appliance: a clinical study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:582–8.
- [30] Norton NS. *Précis d'anatomie clinique de la tête et du cou.* Paris: Masson, 2009. 610 p.
- [31] Kamina P. *Anatomie clinique. Tome 2: Tête, cou, dos.* (3^oéd). Paris: Maloine, 2008. 394p.
- [32] Bell WH, Gonzalez M, Samchukov ML, Guerrero CA. Intraoral widening and lengthening of the mandible in baboons by distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57:548–63.
- [33] King JW, Wallace JC, Winter DL. Long-term skeletal and dental stability of mandibular symphyseal distraction osteogenesis with a hybrid distractor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141:60–70.

- [34] Basciftci FA, Işeri H, Malkoç S, et al. Biomechanical evaluation of mandibular midline distraction osteogenesis by using the finite element method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125:706–15.
- [35] Malkoç S, Işeri H, Karaman AI, et al. Effects of mandibular symphyseal distraction osteogenesis on mandibular structures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:603–11.
- [36] Mommaerts MY, Polsbroek R, Santler G, et al. Anterior transmandibular osteodistraction: clinical and model observations. *J Craniomaxillofac Surg.* 2005;33:318–25.
- [37] Gunbay T, Akay MC, Aras A, et al. Effects of transmandibular symphyseal distraction on teeth, bone, and temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67:2254–65.
- [38] Landes CA, Laudemann K, Sader R, et al. Prospective changes to condylar position in symphyseal distraction osteogenesis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106:163–72.
- [39] Kushida CA, Efron B, Guilleminault C. A predictive morphometric model for the obstructive sleep apnea syndrome. *Ann Intern Med.* 1997;127:581–7.
- [40] Timms DJ. The reduction of nasal airway resistance by rapid maxillary expansion and its effect on respiratory disease. *J Laryngol Otol.* 1984;98:357–62.
- [41] Conley RS, Legan HL. Correction of severe obstructive sleep apnea with bimaxillary transverse distraction osteogenesis and maxillomandibular advancement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:283–92.
- [42] Pirelli P, Saponara M, Guilleminault C. Rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep.* 2004;27:761–6.
- [43] Villa MP, Malagola C, Pagani J, et al. Rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 12-month follow-up. *Sleep Med.* 2007;8:128–34.
- [44] Malkoç S, Uşümez S, Işeri H. Long-term effects of symphyseal distraction and rapid maxillary expansion on pharyngeal airway dimensions, tongue, and hyoid position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132:769–75.
- [45] De Gijt JP, Vervoorn K, Wolvius EB, et al. Mandibular midline distraction: a systematic review. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40:248–60.
- [46] Chung Y-W, Tae K-C. Dental stability and radiographic healing patterns after mandibular symphysis widening with distraction osteogenesis. *Eur J Orthod.* 2007;29:256–62.
- [47] Braun S, Bottrel JA, Legan HL. Condylar displacement related to mandibular symphyseal distraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:162–5.
- [48] Von Bremen J, Schäfer D, Kater W, et al. Complications during mandibular midline distraction. *Angle Orthod.* 2008;78:20–4.

- [49] Mommaerts MY, Spaey YJE, Soares Correia PEG, et al. Morbidity related to transmandibular distraction osteogenesis for patients with developmental deformities. *J Craniomaxillofac Surg.* 2008;36:192–7.
- [50] Mommaerts MY. Bone anchored intraoral device for transmandibular distraction. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2001;39:8–12.
- [51] Raoul G, Wojcik T, Ferri J. Outcome of mandibular symphyseal distraction osteogenesis with bone-borne devices. *J Craniofac Surg.* 2009;20:488–93.
- [52] Mussa R, Smith J. Mandibular symphyseal distraction osteogenesis. *J Clin Orthod.* 2003;37:13–8.
- [53] Uckan S, Guler N, Arman A, et al. Mandibular midline distraction using a simple device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;100:e85–91.
- [54] King JW, Wallace JC. Unilateral Brodie bite treated with distraction osteogenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125:500–9.
- [55] Dorfman HS, Turvey TA. Alterations in osseous crestal height following interdental osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1979;48:120–5.
- [56] Zapata U, Elsalanty ME, Dechow PC, et al. Biomechanical configurations of mandibular transport distraction osteogenesis devices. *Tissue Eng Part B Rev.* 2010;16:273–83.
- [57] Boccaccio A, Lamberti L, Pappalettere C, et al. Comparison of different orthodontic devices for mandibular symphyseal distraction osteogenesis: a finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:260–9.
- [58] Komuro Y, Takato T, Harii K, et al. The histologic analysis of distraction osteogenesis of the mandible in rabbits. *Plast Reconstr Surg.* 1994;94:152–9.
- [59] C Guerrero, Contasti G. Transverse (horizontal) mandibular deficiency. In: Bell WH. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery.* 1992. p. 2383–97.
- [60] Bayram M, Ozer M, Alkan A. Mandibular symphyseal distraction osteogenesis using a bone-supported distractor. *Angle Orthod.* 2007;77:745–52.
- [61] Seeberger R, Kater W, Davids R, et al. Changes in the mandibular and dento-alveolar structures by the use of tooth borne mandibular symphyseal distraction devices. *J Craniomaxillofac Surg.* 2011;39:177–81.
- [62] Weil TS, Van Sickels JE, Payne CJ. Distraction osteogenesis for correction of transverse mandibular deficiency: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55:953–60.
- [63] Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;8–26.

- [64] Harper RP, Bell WH, Hinton RJ, et al. Reactive changes in the temporomandibular joint after mandibular midline osteodistraction. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1997;35:20–5.
- [65] Kewitt GF, Van Sickels JE. Long-term effect of mandibular midline distraction osteogenesis on the status of the temporomandibular joint, teeth, periodontal structures, and neurosensory function. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57:1419–25; discussion 1426.
- [66] Del Santo M, English JD, Wolford LM, et al. Midsymphyseal distraction osteogenesis for correcting transverse mandibular discrepancies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:629–38.
- [67] Nakamura E, Mizuta H, Takagi K. Knee cartilage injury after tibial lengthening. Radiographic and histological studies in rabbits after 3-6 months. *Acta Orthop Scand.* 1995;66:313–6.
- [68] Aronson J. Experimental and clinical experience with distraction osteogenesis. *Cleft Palate Craniofacial J.* 1994;31:473–82.
- [69] Aronson J, Harrison BH, Stewart CL, et al. The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;106–16.
- [70] El Sharaby FA, El Bokle NN, El Boghdadi DM, et al. Tooth movement into distraction regenerate: when should we start? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139:482–94.
- [71] Cope JB, Harper RP, Samchukov ML. Experimental tooth movement through regenerate alveolar bone: A pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116:501–5.
- [72] Liou EJ, Figueroa AA, Polley JW. Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117:391–8.
- [73] Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, et al. Intraoral mandibular distraction osteogenesis. *Semin Orthod.* 1999;5:35–40.
- [74] Nakamoto N, Nagasaka H, Daimaruya T, et al. Experimental tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;121:385–95.
- [75] Orhan M, Malkoc S, Usumez S, et al. Mandibular symphyseal distraction and its geometrical evaluation: report of a case. *Angle Orthod.* 2003;73:194–200.
- [76] Samchukov ML, Cope JB, Harper RP, et al. Biomechanical considerations of mandibular lengthening and widening by gradual distraction using a computer model. *J Oral Maxillofac Surg.* 1998;56:51–9.
- [77] Salvodelli C, Lesne, V, Cizek, E, et al. La distraction symphysaire: protocole simplifié. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2010;111:259–69.
- [78] Gökalp H. Effects of symphyseal distraction osteogenesis on the temporomandibular joint seen with magnetic resonance imaging and computerized tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:689–99.

- [79] Burke SP, Silveira AM, Goldsmith LJ, et al. A meta-analysis of mandibular intercanine width in treatment and postretention. *Angle Orthod.* 1998;68:53–60.
- [80] Little RM, Riedel RA, Artun J. An evaluation of changes in mandibular anterior alignment from 10 to 20 years postretention. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93:423–8.
- [81] Granat J. Les arcades alvéolaires humaines. Etude morphologique et comparative. *Bull. Mém. Société Anthropol. Paris.* 1975;2:23–44.
- [82] Garreau E. Recours à la distraction symphysaire dans le cadre d'un traitement d'orthodontie : à propos d'une série de 35 cas. *Int Orthod.* 2015;13:81-95.

Table des figures

Figure 1 : Le site concerné par l'ostéodistraktion : la zone symphysaire mandibulaire.....	15
Figure 2 : Le cartilage de Meckel, tuteur de l'ossification de la mandibule et de sa symphyse.....	16
Figure 3 : Le processus d'ossification du corps mandibulaire.....	16
Figure 4 : La croissance modelante mandibulaire	18
Figure 5 : La croissance transversale mandibulaire selon le V d'Enlow	19
Figure 6 : Schéma des différents types de distraction.....	20
Figure 7 : Chronologie des principales phases de la distraction osseuse	23
Figure 8 : Micrographie par balayage électronique montrant une régénération de qualité	25
Figure 9 : Coupe histologique du régénérat osseux à 2 semaines de consolidation.....	26
Figure 10 : Modifications histologiques du régénérat osseux pendant la phase de consolidation.....	27
Figure 11 : Le schéma de distraction en vue frontale	30
Figure 12 : Vue postérieure des muscles mylo-hyoïdien et génio-hyoïdien s'insérant à la face linguale du corps mandibulaire et de la symphyse.....	31
Figure 13 : Vue postérieure des éléments musculaires s'insérant sur la mandibule.....	31
Figure 14 : Vue médiale des éléments ligamentaires s'insérant dans les zones mandibulaires postérieures.....	32
Figure 15 : Moyenne des différences linéaires et angulaires observées dans le sens transversal	33
Figure 16 : Ostéotomie verticale entre les incisives centrales.....	41
Figure 17 : Ostéotomie en marche d'escalier	41
Figure 18 : Ostéotomie bilatérale selon Mommaerts	42
Figure 19 : Ostéodistraktion symphysaire expérimentale sur mandibule de singe	43
Figure 20 : Ostéodistraktion symphysaire expérimentale sur mandibule de singe	43
Figure 21 : Divergence radiculaire par collage apico-mésal des brackets	45
Figure 22 : Distracteur à appui dentaire.....	47
Figure 23 : Distracteur dento-porté développé par Ploder	48
Figure 24 : Distracteur ostéo-porté TMD (TransMandibular Distractor) de Mommaerts.....	49
Figure 25 : Distracteur de type hybride.....	50
Figure 26 : Tableau récapitulatif des avantages et inconvénients de chaque type de distracteur	54
Figure 27 : Incision au travers du muscle orbiculaire	55

Figure 28 : Elévation des lambeaux d'épaisseur totale	566
Figure 29 : Ostéotomie verticale au piézotome	56
Figure 30 : Activation du distracteur jusqu'à l'apparition du diastème inter-incisif	57
Figure 31 : Sutures en surjet muqueux résorbables	57
Figure 32 : Blocage de la dérive mésiale des incisives lors de la phase de consolidation	61
Figure 33 : Critères morphologiques et fonctionnels du succès de la distraction ostéogénique crânio-faciale.....	63
Figure 34 : Un cas de ptose du menton	64
Figure 35 : Complications survenant à court terme	69
Figure 36 : Fréquence et type de complications survenues chez 100 patients ayant subi une distraction symphysaire.....	69
Figure 37 : Rotation des condyles et influence sur la direction des forces compressives	71
Figure 38 : Comptabilisation des scores traduisant les changements histologiques en différentes zones condyliennes.....	72
Figure 39 : Analyse histologique de la structure condylienne au microscope optique	73
Figure 40 : Analyse du cas à partir des données cliniques, radiographiques et céphalométriques.....	79
Figure 41 : Tableau indexant les variations des valeurs inter-dentaires.....	Erreur ! Signet non défini. 1
Figure 42 : Vues endo-buccales avant la distraction.....	83
Figure 43 : 14 ^{ème} jour après l'ostéotomie	84
Figure 44 : A 1 mois post-chirurgical	84
Figure 45 : Collage maxillaire 1 mois ½ après arrêt de la distraction.....	85
Figure 46 : Collage mandibulaire 2 mois après arrêt de la distraction.....	85
Figure 47 : 8 mois après distraction.....	86
Figure 48 : 1 an après distraction.....	86
Figure 49 : Evaluation radiologique de la cicatrisation du régénérat osseux	86
Figure 50: Réévaluation radiologique à 6 mois.....	86

Vu, La Présidente du Jury,

Date, Signature :

Vu, La Directrice de la Faculté d'Odontologie de Bordeaux,

Date, Signature :

Vu, Le Président de l'Université Bordeaux 2,

Date, Signature :

Laurie Pascon,

Le 10 avril 2015

Thèse pour l'obtention du DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR en CHIRURGIE DENTAIRE 2015 - n°28

Discipline : Orthopédie-Dento-Faciale

La distraction osseuse symphysaire : revue de la littérature et cas clinique

Résumé

La distraction osseuse est utilisée à l'origine en orthopédie pour l'allongement des membres. Dans les années 90, Guerrero, propose d'appliquer ce principe d'ostéodistraktion à la symphyse mandibulaire. La technique promet la résolution de l'encombrement par une expansion à l'arcade inférieure, jusqu'alors réputée comme très récidivante. Elle constitue à ce titre une alternative intéressante aux thérapeutiques extractionnelles classiques. Cependant, la technique est jugée invasive et risquée et ne fait pas l'unanimité parmi les orthodontistes.

A partir de l'analyse des données de la littérature, ce travail se propose de clarifier les indications, la gestion du calendrier thérapeutique, la quantité d'écartement à laquelle on peut raisonnablement aspirer, et enfin les risques liés à la procédure, tout cela dans le but de déterminer si cette distraction ostéogénique symphysaire peut être incluse sans crainte à notre éventail thérapeutique.

Mots-clés : Distraction osseuse symphysaire ; Expansion mandibulaire ; Sens transversal

Mandibular symphyseal distraction osteogenesis : review of literature and clinical case

Summary

Originally, osteogenesis distraction was used by orthopedic surgeons in limb lengthening. Guerrero, in the 90's, applied this technique to mandibular symphysis in order to correct dental crowding by inferior dental arch expansion, which is usually exposed to frequent relapses. In this way mandibular symphyseal distraction offers a therapeutic alternative and the advantage of avoiding dental extractions. However, this technique is still considered invasive and unsafe, and did not gain acceptance among orthodontists.

By analysing research data, this work endeavours to clarify indications, protocol management, feasible spacing, and procedure-related risks so as to determine if this symphyseal osteogenesis distraction may be included in our palette of therapeutic care.

Key-words : Midsymphyseal distraction osteogenesis; Mandible widening; Transverse dimension

Université de Bordeaux – Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

16-20 Cours de la Marne

33082 BORDEAUX CEDEX

