



HAL
open science

Comparaison par imagerie tridimensionnelle des différents protocoles de distraction palatine en termes d'efficacité, d'effets et d'iatrogénie : revue systématique de la littérature

Marion Sallaberry

► To cite this version:

Marion Sallaberry. Comparaison par imagerie tridimensionnelle des différents protocoles de distraction palatine en termes d'efficacité, d'effets et d'iatrogénie : revue systématique de la littérature. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-03691874

HAL Id: dumas-03691874

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03691874>

Submitted on 22 Nov 2023

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.

UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2019

Thèse n°

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 20.09.2019

par

Marion SALLABERRY

**Comparaison par imagerie tridimensionnelle des
différents protocoles de distraction palatine en
termes d'efficacité, d'effets et d'iatrogénie :**

Revue systématique de la littérature

Président du Jury : M. NICOLAS Emmanuel Professeur des Universités, Praticien Hospitalier

Membre du Jury : M. DECERLE Nicolas Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier
M. EL HELOU Marwan Assistant Hospitalo – Universitaire
Mme MELIN Céline Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier

Directrice de thèse : Mme BAUER Cynthia Assistante Hospitalo – Universitaire

**UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE
UFR ODONTOLOGIE
63000 CLERMONT-FERRAND**

*Président de l'Université
Directeur Général des Services*

Monsieur le Professeur Mathias BERNARD
Monsieur François PAQUIS

DOYEN DE L'UFR D'ODONTOLOGIE

Monsieur Emmanuel NICOLAS
Professeur des Universités

VICE-DOYEN, Directrice des Etudes

Madame Marion BESSADET
Maître de Conférences des Universités

LISTE DES PROFESSEURS

Professeurs des Universités – Praticiens hospitaliers :

Monsieur Pascal AUROY	- Prothèses
Monsieur Radhouane DALLEL	- Sciences Anatomiques
Monsieur Laurent DEVOIZE	- Pathologie et Thérapeutique Dentaires
Madame Sophie DOMEJEAN	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Madame Martine HENNEQUIN	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Emmanuel NICOLAS	- Prothèses
Monsieur Thierry ORLIAGUET	- Sciences Biologiques
Madame Valérie ROGER-LEROI	- Sciences Biologiques
Madame Stéphanie TUBERT-JEANNIN	- Prévention, Epidémiologie
Monsieur Jean-Luc VEYRUNE	- Prothèses

Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens hospitaliers :

Madame Marion BESSADET	- Prothèses
Monsieur Hervé BESSE	- Pédodontie
Monsieur Guillaume BONNET	- Prothèses
Monsieur Didier COMPAGNON	- Prothèses
Monsieur Pierre-Yves COUSSON	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Nicolas DECERLE	- Odontologie Conservatrice, Endodontie
Monsieur Christophe DESCHAUMES	- Pathologie et Thérapeutique Dentaires
Monsieur Jean-Christophe DUBOIS	- Prothèses
Madame Christelle RICHARD	- Pédodontie
Mademoiselle Céline MELIN	- Sciences Anatomiques
Madame Estelle MACHAT	- Prévention, Epidémiologie
Monsieur Paul PIONCHON	- Sciences Anatomiques
Monsieur Dominique ROUX	- Odontologie Conservatrice, Endodontie

Professeur des Universités :

Monsieur Alain ARTOLA	- Neurosciences
-----------------------	-----------------

Maître de Conférences des Universités :

Mademoiselle Lénaïc MONCONDUIT	- Neurosciences
--------------------------------	-----------------

Professeur Certifié

Mademoiselle Gaëlle DUCOS	- Anglais
---------------------------	-----------

Maîtres de Conférences des Universités Associés :

Monsieur Félix AUTISSIER	- Sciences de Gestion
Madame Anne DEPREUX	- Informatique et Pédagogie
Madame Anne DUONSEILLE	- Sciences Biologiques
Madame Cindy LANCE	- Prothèses

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION – JUSTIFICATION DE L’ETUDE	1
1. MATERIELS ET METHODES.....	3
1.1. Equations et stratégie de recherche.....	3
1.2. Bases de données interrogées	4
1.3. Méthode de sélection des articles	5
1.3.1. Critères de sélection	5
1.3.1.1. Critères d’inclusion	5
1.3.1.2. Critères d’exclusion	5
1.3.2. Stratégie de sélection des articles.....	5
1.4. Méthode d’analyse des articles	6
2. RESULTATS	7
2.1. Phase de sélection des articles	7
2.2. Résultats descriptifs des études incluses.....	8
2.2.1. Date et type de publication	8
2.2.2. Caractéristiques des échantillons étudiés.....	8
2.2.2.1. Nombre de participants	8
2.2.2.2. Age et sexe des participants	8
2.2.3. Caractéristiques des mesures effectuées.....	9
2.2.3.1. Moment de réalisation des mesures.....	9
2.2.3.2. Type de mesures effectuées.....	9
2.3. Résultats descriptifs concernant le protocole de distraction employé	10
2.3.1. Appareils de distraction utilisés.....	10
2.3.2. Quantité et fréquence d’activation journalière.....	12
2.3.3. Type et durée de contention	12
2.4. Résultats analytiques et comparatifs concernant le succès thérapeutique de la distraction	13
2.4.1. Effets squelettiques	15
2.4.1.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur.....	15
2.4.1.2. Comparaison des résultats en fonction du protocole d’activation.....	15
2.4.2. Effets alvéolaires.....	16
2.4.2.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur.....	16
2.4.2.1.1. Bending alvéolaire	16
2.4.2.1.2. Hauteur alvéolaire.....	16
2.4.2.1.3. Epaisseur alvéolaire	16
2.4.2.2. Comparaison des résultats en fonction du protocole d’activation	17
2.4.3. Effets dentaires	17
2.4.3.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur.....	17
2.4.3.1.1. Expansion dentaire.....	17
2.4.3.1.2. Tipping	17
2.4.3.1. Comparaison des résultats en fonction du protocole d’activation	18

2.4.4.	<i>Effets iatrogènes</i>	18
2.4.4.1.	Dentaires : Résorptions radiculaires.....	18
2.4.4.1.1.	Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur	18
2.4.4.1.2.	Comparaison des résultats en fonction du protocole d'activation.....	18
2.4.4.2.	Osseux : fenestration, déhiscences, extrusions, résorptions	19
2.4.4.2.1.	Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur	19
2.4.4.2.1.	Comparaison des résultats en fonction du protocole d'activation.....	19
2.5.	Synthèse	19
<hr/>		
3.	DISCUSSION	23
<hr/>		
3.1.	QUALITE DE LA RECHERCHE REALISEE	23
3.1.1.	<i>Littérature rencontrée</i>	23
3.1.1.1.	Date de publication	23
3.1.1.2.	Type de publication.....	23
3.1.2.	<i>Méthodologie de la recherche</i>	23
3.1.2.1.	Choix des critères de sélection	23
3.1.2.1.1.	Choix du type d'étude à inclure.....	23
3.1.2.1.2.	Choix du moyen d'exploration	24
3.1.2.1.3.	Choix de la définition du succès thérapeutique	25
3.1.2.2.	Choix des équations de recherche	25
3.1.3.	<i>Comparabilité des études</i>	25
3.1.3.1.	Limites liées aux échantillons	25
3.1.3.2.	Limites liées aux protocoles de distraction mis en œuvre	26
3.1.3.3.	Limites liées aux mesures réalisées dans les études	26
3.1.3.3.1.	Variabilité de la méthode de recueil utilisée pour les mesures	26
3.1.3.3.2.	Choix des référentiels de mesures	26
3.1.3.3.3.	Disparités de valeurs des mesures initiales	27
3.2.	DISCUSSION DES RESULTATS	27
3.2.1.	<i>Expansion squelettique</i>	27
3.2.2.	<i>Effets alvéolaires</i>	27
3.2.3.	<i>Effets dentaires</i>	28
3.2.3.1.	Expansion.....	28
3.2.3.2.	Tipping.....	28
3.2.4.	<i>Effets iatrogènes</i>	28
3.3.	APPLICATIONS CLINIQUES DE NOTRE ETUDE	29
3.3.1.	<i>Quand débiter le traitement ?</i>	29
3.3.2.	<i>Quel est l'âge limite d'une distraction orthopédique ?</i>	29
3.3.3.	<i>Quel protocole de distraction adopter ?</i>	30
3.3.3.1.	En fonction du diagnostic squelettique	30
3.3.3.2.	En fonction du diagnostic alvéolaire	30
3.3.3.3.	En fonction du diagnostic dentaire.....	30
<hr/>		
CONCLUSION		31
BIBLIOGRAPHIE		32

INDEX DES TABLEAUX ET DES FIGURES

<i>Tableau 1 : Termes utilisés pour définir la technique de distraction lors de la recherche bibliographique dans les différentes bases de données.....</i>	<i>3</i>
<i>Tableau 2 : Termes utilisés pour définir le succès thérapeutique des différentes techniques de distraction lors de la recherche bibliographique dans les différentes bases de données.....</i>	<i>3</i>
<i>Tableau 3 : Termes utilisés pour définir la méthode d'imagerie utilisée pour étudier les différentes techniques de distraction lors de la recherche bibliographique dans les différentes bases de données.....</i>	<i>3</i>
<i>Tableau 4 : Bilan récapitulatif des résultats dans les différentes bases de données.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 5 : Résumé des différents paramètres étudiés par les études incluses.</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 6 : Tableau d'extraction de données concernant les résultats descriptifs retrouvés dans les études sélectionnées.</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 7 : Tableau d'extraction des données concernant les résultats analytiques et comparatifs des études incluses.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 1 : Représentation schématique des résultats de la recherche globale concernant toutes les bases de données.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : Répartition du sexe des participants dans les études incluses.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Proportions des différents distracteurs étudiés.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 4 : Hyrax (19).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 5 : Variante (13).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6 : Variante (20) (21).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 7 : Variante (27).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 8 : Variante (20) (21).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 9 : Variante (26).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 10 : Haas (17).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 11 : Haas (19).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 12 : Haas (27).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 13 : Mac Namara (18).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 14 : Distracteur osseux sur deux minivis (15) (23) (24) (25).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 15 : Distracteur osseux sur 4 minivis (13).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 16 : Fréquence d'activation retrouvée dans les études.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 17 : Durée de la contention post-expansion.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 18 : Type de contention post-expansion.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 19 : Limites d'âges pour effectuer une distraction orthopédique retrouvées dans la littérature.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 20 : Arbre décisionnel concernant le traitement indiqué suivant le diagnostic chez des patients de moins de 14 ans atteints d'endomaxillie.....</i>	<i>31</i>

TABLE DES ABBREVIATIONS

<ul style="list-style-type: none"> - RME, EMR, RPE : Expansion maxillaire rapide ; - DO : Distracteur Osseux ; - NC : Non communiqué ; - 1 : Incisives centrales ; - 4 : Premières prémolaires ; - 6 : Premières molaires ; - Grps : Groupes ; - Qté : Quantité ; - ♀ : Garçons - A : Ans ; - J : Jours ; - 0.4/0.5/0.8 : quantité d'activation par jour en mm ; - E : expansion ; - LR : Longueur Radiculaire ; - F : Fenestration ; - DV : Disto-vestibulaire ; - V : Vestibulaire ; - Pt : Postérieure ; - At : Antérieure ; 	<ul style="list-style-type: none"> - DD : Distracteur Dentaire ; - DM : Distracteur à appui Mixte ; - NS : Non significatif ; - 3 : Canines ; - 5 : Secondes prémolaires ; - 7 : Secondes molaires ; - Activ : Activations ; - N : Nombre ; - ♂ : Filles ; - M : Mois ; - J<0 : Immédiat ou avant ; - Alt-R : Activation Alt-RAMEC ; - T : Tipping ; - Dé : Déhiscence ; - Ex : Extrusion ; - MV : Mésio-vestibulaire ; - P : Palatin ; - My : moyenne ; - bgs : bagues.
--	--

INTRODUCTION – JUSTIFICATION DE L'ETUDE

L'endomaxillie, aussi appelée endognathie maxillaire, est une **insuffisance squelettique du maxillaire dans le sens transversal**, sur laquelle il est possible d'agir à l'aide de nos thérapeutiques. C'est une anomalie fréquente qui concerne 2 à 10 % des malocclusions (1). L'étiologie de cette dysmorphose est **multifactorielle**, mais elle est le plus souvent liée à un contexte dysfonctionnel tel qu'une respiration mixte ou buccale, une posture linguale basse, une mastication unilatérale non alternée ou à des parafonctions comme les suctions non nutritives (doigt ou tétine).

Les bénéfices apportés par la correction d'une endomaxillie sont nombreux et ne sont plus à démontrer. On observe notamment **une amélioration des fonctions oro-faciales** obtenue grâce au rétablissement d'une dimension transversale correcte. En effet, l'élargissement maxillaire permet la création d'un espace plus important pour la langue au palais, facilitant une posture linguale haute et le dégagement de l'oropharynx. La **ventilation nasale** s'en trouve facilitée (2) ainsi que la **déglutition**, la **mastication** et la **phonation**. D'autres avantages tels que **l'amélioration de la croissance crânio-faciale**, de la **posture dynamique** (3), de l'audition (4) ainsi que de la **qualité de vie dans le traitement du syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil** (5) ont également été observés.

Le traitement de l'endognathie maxillaire, appelé **distraktion** consiste en la **séparation progressive des deux héli-maxillaires** par le biais d'un dispositif appliquant des forces de traction à la suture palatine. Cette suture, comme l'ensemble des sutures crânio-faciales possède une période de croissance active durant laquelle il est possible de la stimuler et à la suite de laquelle elle finit par se synostoser et s'ossifier. Lorsque l'action seule de nos dispositifs de traction permet l'ouverture de la suture palatine médiane cette distraktion est dite « orthopédique » car elle fait appel au potentiel de croissance de la suture. Dans le cas inverse, la distraktion est dite « chirurgicale », les deux héli-maxillaires sont alors séparés chirurgicalement et la force de traction est appliquée à cette zone de suture artificiellement recrée par l'ostéotomie.

Il est possible de subdiviser la distraktion en deux techniques distinctes en fonction de l'utilisation ou non de mini-vis d'ancrage.

La distraktion **classique, sans mini-vis**, plus communément appelée expansion maxillaire (ou palatine) rapide (RME ou RPE) regroupe plusieurs appareils qui peuvent être classés en deux catégories :

- Les distracteurs à *appui dentaire*, principalement représentés par le dispositif Hyrax qui est l'appareil le plus utilisé par les praticiens ;
- Les distracteurs à *appui mixte* (dentaire et muqueux), parmi lesquels le distracteur de Haas reste le plus connu.

La distraktion **assistée par minivis**, aussi appelée MARPE (Expansion Palatine Rapide Assistée par des Mini-implants), comprend elle aussi deux types d'appareils :

- Les distracteurs à *appui osseux*, sans aucun appui dentaire, reposant sur deux ou quatre mini-vis posées de part et d'autre de la suture palatine ;
- Les distracteurs à *appui mixte* qui présentent à la fois un appui dentaire et un appui osseux.

Quelle que soit la technique utilisée, l'objectif principal de ces appareillages est la correction de l'endomaxillie. Le **succès thérapeutique** d'une distraktion peut être objectivé à plusieurs niveaux :

- *Au niveau squelettique* : comme étant la correction complète de l'anomalie du sens transversal du maxillaire ;
- *Au niveau alvéolaire* : comme étant l'absence de bending (tipping alvéolaire) et le maintien de l'intégrité alvéolo-dentaire (épaisseur et hauteur de l'os alvéolaire vestibulaire et palatin) ;
- *Au niveau dentaire* : comme étant l'absence de mouvement vestibulo-lingual des dents d'ancrage (tipping dentaire vestibulaire) ;
- *L'absence d'apparition d'effets iatrogènes* : au niveau dentaire (résorptions) et au niveau osseux et gingival (fenestrations, déhiscences, extrusions et nécroses palatine).

Il existe dans la littérature de nombreuses études portant sur les techniques de distraction classique mais il n'existe que **peu d'études** sur les techniques **assistées par mini-vis** ou **comparant** les deux techniques. De plus, concernant l'efficacité de la distraction, il n'existe à l'heure actuelle **aucun consensus** concernant **l'indication d'une technique par rapport à l'autre** en fonction des paramètres cliniques observés et notamment en fonction de l'âge, connu pour influencer le succès thérapeutique de la distraction.

Face au manque de consensus actuel sur la prise en charge des anomalies du sens transversal, nous avons décidé de mener **une revue systématique de la littérature** avec pour *objectif principal* de **comparer**, à l'aide de l'imagerie tridimensionnelle (CBCT), **les différents protocoles de distraction en termes de succès thérapeutique** (effets, efficacité, iatrogénie). Cette revue aura également pour *objectifs secondaires* d'identifier l'existence ou non de **paramètres cliniques influençant ce succès thérapeutique et de déterminer si un appareil est plus indiqué qu'un autre** en fonction des situations cliniques.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. EQUATION ET STRATEGIE DE RECHERCHE

Nos équations de recherche ont été construites de manière à englober les termes représentant les **deux techniques** à comparer (technique de distraction avec et sans mini-vis), le **succès thérapeutique** de la distraction (effets, efficacité, iatrogénie) ainsi que la **méthode d'analyse** choisie : l'imagerie tridimensionnelle.

Pour définir la technique utilisée, les termes retenus ont été regroupés dans le tableau suivant (*tableau 1*) :

Distraction classique Sans mini-vis	Distraction Avec mini-vis	Termes MeSH
« rapid palatal expansion » « rapid maxillary expansion » « tooth borne expander »	« MARPE » « miniscrew assisted rapid palatal expansion » « microimplant assisted rapid palatal expansion » « bone borne expander » « maxillary skeletal expander »	« palatal expansion technic »

Tableau 1 : Termes utilisés pour définir la technique de distraction lors de la recherche bibliographique dans les différentes bases de données.

Pour définir les paramètres du succès thérapeutique nous avons choisi les mots clés regroupés dans le tableau suivant (*tableau 2*) :

Effets, efficacité et comparaison	Effets iatrogènes
« skeletal effects », « dental effects », « sutural effects », « alveolar effects », « periodontal effects » « treatment efficacy », « assessment », « outcomes » « comparative »	« iatrogenic effects » « adverse effects »

Tableau 2 : Termes utilisés pour définir le succès thérapeutique des différentes techniques de distraction lors de la recherche bibliographique dans les différentes bases de données.

Pour définir la méthode d'analyse nous avons choisi les mots clés regroupés dans le tableau suivant (*tableau 3*) :

Imagerie 3D	Terme MeSH
« CBCT » « cone beam computed tomography », « scan »	« Cone-beam tomography » « tomography, x-ray computed scanner »

Tableau 3 : Termes utilisés pour définir la méthode d'imagerie utilisée pour étudier les différentes techniques de distraction lors de la recherche bibliographique dans les différentes bases de données.

Ainsi, pour chaque base de données, **trois équations de recherche** ont été soumises et complétées par une équation **MeSH supplémentaire** pour la base de données PubMed.

Equation 1 :

(rapid palatal expansion OR rapid maxillary expansion OR tooth borne expander)

AND (skeletal effects OR dental effects OR sutural effects OR alveolar effects OR periodontal effects OR iatrogenic effects OR adverse effects)

AND (CBCT OR cone beam computed tomography OR scan)

Equation 2 :

(MARPE OR miniscrew assisted rapid palatal expansion OR microimplant assisted rapid palatal expansion OR bone borne expander OR maxillary skeletal expander)

AND (skeletal effects OR dental effects OR sutural effects OR alveolar effects OR periodontal effects OR iatrogenic effects OR adverse effects)

AND (CBCT OR cone beam computed tomography OR scan)

Equation 3 :

(rapid palatal expansion OR rapid maxillary expansion OR tooth borne expander)

AND (MARPE OR miniscrew assisted rapid palatal expansion OR microimplant assisted rapid palatal expansion OR bone borne expander OR maxillary skeletal expander)

AND (comparative OR treatment efficacy OR assessment OR outcomes) **AND** (CBCT OR cone beam computed tomography OR scan)

Equation MeSH :

(palatal expansion technic [MeSH Terms])

AND (cone beam computed tomography [MeSH Terms] OR tomography, x-ray computed scanner [MeSH Terms])

1.2. BASES DE DONNEES INTERROGEES

Une recherche exclusivement numérique a été effectuée dans les bases de données suivantes : **Cochrane, PubMed, Scopus et Doss.**

1.3. METHODE DE SELECTION DES ARTICLES

1.3.1. CRITERES DE SELECTION

1.3.1.1. Critères d'inclusion

Les articles répondants aux critères suivants ont été inclus dans notre revue :

- Articles portant sur des **enfants, adolescents et/ou des adultes** nécessitant une **expansion** du maxillaire par distraction orthopédique ;
- Articles portant sur les **effets** et/ou l'**efficacité** et/ou les **effets iatrogènes** des appareils ou de la technique de **distraktion classique** et/ou **celle assistée par mini-vis** ;
- Articles **comparant** les appareils de **distraktion classique** avec ceux utilisés pour les **distraktions assistées par mini-vis** ;
- Article utilisant l'**imagerie tridimensionnelle** comme moyen d'exploration du sens transversal (CBCT ou scanner).

1.3.1.2. Critères d'exclusion

Les articles présentant au moins un des critères suivants ont été exclus dans notre revue :

- Etudes incluant **moins de 30 patients** ;
- Articles dans une **autre langue** que le **Français** ou l'**Anglais** ;
- **Rapports de cas cliniques** ;
- Etudes **in vitro, in vivo, animales** ou sur les **éléments finis** ;
- Articles concernant des patients présentant une **fente labio-alvéolo-palatine**, un **syndrome** (Brodie, craniosténoses) ou une pathologie d'ordre générale, quelle qu'elle soit ;
- Articles traitant de l'expansion et/ou de la distraction **chirurgicale** ;
- Articles portant sur un appareillage agissant sur une **autre dimension** que la dimension transversale ;
- Articles concernant l'impact de la distraction sur un **autre os facial que le maxillaire** ;
- Articles concernant **exclusivement l'impact fonctionnel** (ATM, déglutition, ventilation...) ou **esthétique** (impact sur le nez, sur les corridors noirs latéraux...) de la distraction ;
- Articles utilisant **un autre moyen que l'imagerie tridimensionnelle** comme moyen d'exploration (téléradiographie de face).

1.3.2. STRATEGIE DE SELECTION DES ARTICLES

La sélection des articles s'est effectuée en quatre étapes :

- **Etape 1** : Présélection des articles en fonction de leur titre ;
- **Etape 2** : Lecture des résumés des articles présélectionnés, suivie de l'exclusion ou de l'inclusion de l'article en fonction des critères de sélection ;
- **Etape 3** : Lecture de l'article en intégralité, suivie de l'exclusion ou de l'inclusion définitive de l'article en fonction des critères de sélection ;
- **Etape 4** : Analyse de l'ensemble des articles retenus.

1.4. METHODE D'ANALYSE DES ARTICLES

L'analyse des articles inclus avait pour but de permettre **une comparaison**, en termes de **succès thérapeutique** (effets/efficacité/iatrogénie), des **protocoles de distraction** maxillaire existant par le biais de l'imagerie tridimensionnelle (CBCT ou scan).

Pour enregistrer les informations nécessaires à cette comparaison, deux tableaux d'extraction de données ont été réalisés afin de recueillir les paramètres suivants :

- *Généralités* : Auteur, type et année de publication ;
- *Caractéristiques de l'échantillon* : sexe, âge des patients inclus ;
- *Paramètres liés au protocole de distraction employé* :
 - Type d'expandeur (classique : dentaire ou mixte / sur mini-vis : osseux ou mixte) ;
 - Design de l'expandeur (nombre de bagues et/ou de mini-vis) ;
 - Activations (fréquence, quantité, durée) ;
 - Contention (type, durée) ;
- *Paramètres liés à l'évaluation du succès thérapeutique* :
 - Mesures effectuées : fréquence, type (distance, angle, volume, forme) ;
 - Paramètres squelettiques : quantité expansion squelettique ;
 - Paramètres alvéolaires : épaisseur, hauteur et tipping alvéolaire ;
 - Paramètres dentaires : quantité expansion (couronne, racine) et tipping dentaire ;
 - Effets iatrogènes : fenestrations, déhiscences, résorptions radiculaires, nécrose de l'os palatin.

En cas d'informations manquantes, seules les données disponibles ont été conservées et analysées.

2. RESULTATS

2.1. PHASE DE SELECTION DES ARTICLES

La recherche numérique par équation a renvoyé au total 446 articles relatifs au succès thérapeutique des techniques de distraction maxillaire. Après application des critères de sélection et élimination de 27 doublons, 16 articles ont été retenus et inclus pour analyse (6–21).

Le détail des recherches numériques effectuées dans les bases de données est résumé dans le *tableau 4* ci-après.

Base de données	Equation de recherche	Total	Articles éliminés selon le titre	Articles éliminés selon leur résumé	Doublons	Articles sélectionnés
COCHRANE	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
PUBMED	1	83	32	41	0	10
	2	26	6	16	4	0
	3	17	3	11	1	2
	MeSH	158	88	58	10	2
SCOPUS	1	117	52	55	8	2
	2	13	2	10	1	0
	3	11	3	7	1	0
DOSS	1	19	11	6	2	0
	2	2	2	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
						16

Tableau 4 : Bilan récapitulatif des résultats dans les différentes bases de données.

Les résultats globaux concernant la recherche numérique pour toutes les bases de données sont schématisés sur la *figure 1* ci-dessous :

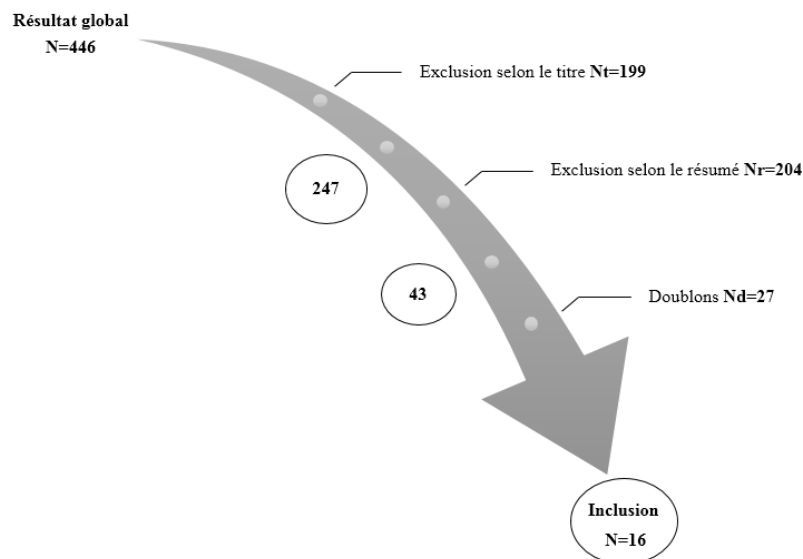


Figure 1 : Représentation schématisée des résultats de la recherche globale concernant toutes les bases de données.

2.2. RESULTATS DESCRIPTIFS DES ETUDES INCLUSES

Les résultats descriptifs des études incluses sont présentés dans le *tableau 6* ci-après.

2.2.1. DATE ET TYPE DE PUBLICATION

Les articles inclus dans notre analyse ont été publiés entre **2007 et 2018**, dont la moitié durant les 5 dernières années.

Parmi ces articles on dénombre **62% d'études prospectives** (n = 10) et **38% de rétrospectives** (n = 6). La **randomisation** a été effectuée pour **43%** d'entre elles (n = 7) et **31%** (n = 5) ont été réalisées en simple aveugle concernant l'évaluation des CBCT.

2.2.2. CARACTERISTIQUES DES ECHANTILLONS ETUDIES

2.2.2.1. Nombre de participants

Il varie de **30 à 89 participants** avec une **moyenne de 46** par rapport à laquelle 31% des articles (n = 5) présentent un nombre de patient supérieur et 69% (n = 11) un nombre de patient inférieur.

2.2.2.2. Age et sexe des participants

Une seule étude n'a pas précisé l'âge des patient inclus (9). Pour les autres articles, l'âge des participants variait entre **9 ans et 5 mois** et **14 ans et 10 mois**.

Concernant le sexe des participants il est précisé dans **88%** des études (n = 14). On observe dans **57%** des études (n = 9) un nombre plus important de filles, dans **19%** des études (n = 3) un nombre plus important de garçons et dans **12%** des études (n = 2) un nombre de filles et de garçons équivalent. Ces résultats sont résumés dans la *figure 2* ci-après.

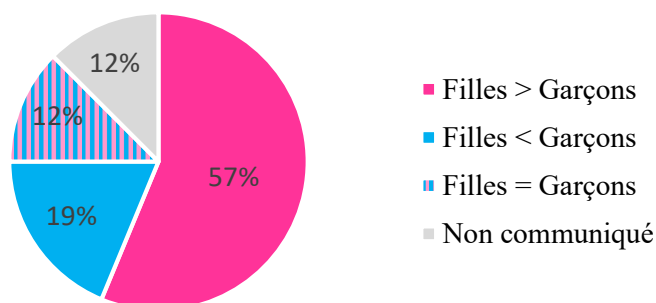


Figure 2 : Répartition du sexe des participants dans les études incluses.

2.2.3. CARACTERISTIQUES DES MESURES EFFECTUEES

2.2.3.1. Moment de réalisation des mesures

Les valeurs étudiées ont systématiquement été recueillies **avant expansion** et le recueil **après expansion** a eu lieu dans :

- **31%** des études **immédiatement** après la fin de l'expansion (13) (17) (19) (20) (21) ;
- **31%** des études **3 mois après l'expansion** (8) (10) (14) (15) (16) ;
- **50%** des études **6 mois après l'expansion** (6) (7) (9) (10) (12) (17) (19) (21) ;
- **25%** des études **1 an après l'expansion** (11) (17) (18) (19).

2.2.3.2. Type de mesures effectuées

La **majorité** des auteurs ont réalisé des mesures de **distance** (88%) ou d'**angles** (50%) et plus rarement des mesures de **volumes** (25%) ou de **formes moyennes** (6%).

Les **effets squelettiques** ont été étudiés dans 7 articles, les effets **alvéolaires** dans 9, les effets **dentaires** dans 12 et les effets **iatrogènes** dans 4 études. Les paramètres étudiés par les études incluses dans notre analyse sont résumés dans le *tableau 5* ci-après.

			Immédiat	J + 3M	J + 6M	J + 1A
EFFETS SQUELETTIQUES	Base maxillaire	Hauteur				
		Largeur	(13)	(14)	(7) (12) (13)	(11)
		Volume	(20)			
	Base palatine	Hauteur				
		Largeur		(14)		(11)
		Volume		(16)		(11)
EFFETS ALVEOLAIRES	Vestibulaire	Hauteur		(8) (15)	(6) (9)	
		Epaisseur		(8) (15)	(6) (7)	
		Tipping		(8)		
	Palatin	Largeur				
		Hauteur		(8)		
		Epaisseur		(8)		
		Tipping		(8) (14)		(11)
EFFETS DENTAIRES	Distance interdentaire	Coronaire	(8) (13) (17) (20)	(8) (15) (16)	(6) (7) (10) (12) (17)	(11) (17)
		Radiculaire	(13) (17) (20)		(6) (17)	(17)
	Vestibulaire	Tipping	(13) (17) (19)	(8) (15)	(6) (7) (17) (19)	(11) (17) (19)
EFFETS IATROGENES	Résorption radiculaire	Hauteur			(6) (7)	
		Volume	(21)		(21)	
	Parodontaux	Déhiscence			(6)	
		Fenestration			(6)	
		Extrusion			(6)	
		Résorption				(18)

Tableau 5 : Résumé des différents paramètres étudiés par les études incluses.

2.3. RESULTATS DESCRIPTIFS CONCERNANT LE PROTOCOLE DE DISTRACTION EMPLOYE

2.3.1. APPAREILS DE DISTRACTION UTILISES

Plusieurs distracteurs ont été utilisés, leurs proportions sont résumées dans la *figure 3* ci-dessous :

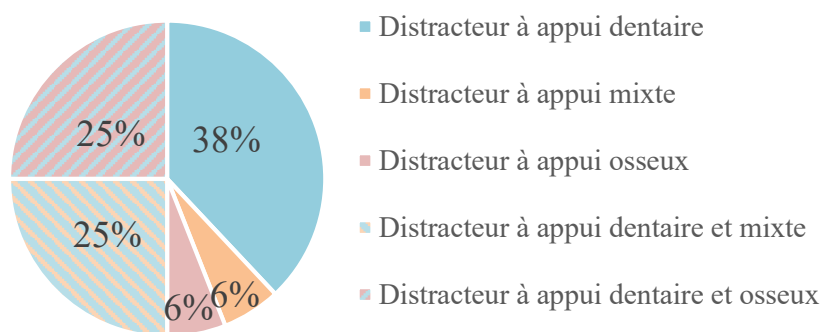


Figure 3 : Proportion des différents distracteurs étudiés.

Les distracteurs classiques à appui dentaire exclusif ont été étudiés dans 88% des articles (6) (7) (8) (9) (10) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (19) (20) (21). Le design de l'appareil pouvait correspondre à un distracteur de type **Hyrax classique** (*figure 4*) ou à une de ses **variantes** (*figure 5, 6, 7, 8 et 9*).



Figure 4 : Hyrax (19)



Figure 5 : Variante (13)



Figure 6 : Variante (20) (21)

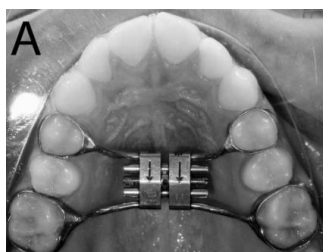


Figure 7 : Variante (27)



Figure 8 : Variante (20) (21)



Figure 9 : Variante (26)

Les distracteurs classiques à appui mixte ont été étudiés dans **31%** des études (6) (11) (12) (13) (21). Les distracteurs de type Haas et leurs variantes (*figure 10, 11 et 12*) ont été utilisés dans 4 études et une seule étude a eu recours à un distracteur de MacNamara (*figure 13*).

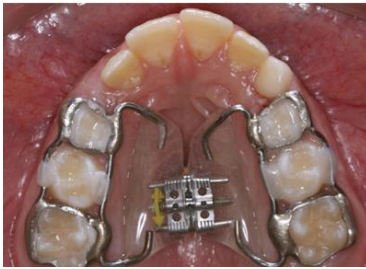


Figure 10 : Haas (17)



Figure 11 : Haas (19)

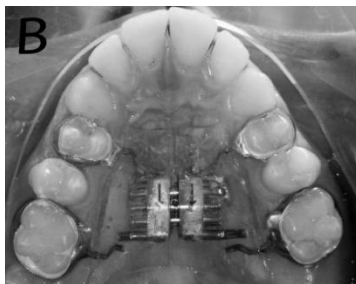


Figure 12 : Haas (27)



Figure 13 : Mac Namara (18)

Les distracteurs mixtes sur mini-vis n'ont pas été étudiés.

Les distracteurs osseux sur mini-vis ont quant à eux été étudiés dans **31%** des études (7) (9) (17) (18) (19). Quatre études portaient sur des distracteurs **avec deux mini-vis d'ancrage** (*figure 14*) (9) (17) (18) (19) et une étude portait sur un distracteur **avec quatre mini-vis d'ancrage** (*figure 15*) (7).



Figure 14: Distracteur osseux sur deux minivis (15) (23) (24) (25)



Figure 15 : Distracteur osseux sur quatre minivis (13)

2.3.2. QUANTITE ET FREQUENCE D'ACTIVATION JOURNALIERE

Selon les auteurs les **quantités d'activation** ont été décrites : soit de manière *quantitative*, par le biais d'une valeur numérique allant de 0,4 mm à 0,8 mm, soit de manière *qualitative*, par le biais d'une notion de « tour/jour » allant de ¼ tour par jour à 2 tours par jour. Or ces deux façons de décrire les activations ne peuvent pas être recoupées en raison des différences existantes entre les vérins actuellement sur le marché. Il est donc difficile de comparer entre elles les études incluses dans notre analyse. Cependant il semblerait que la valeur d'activation la plus utilisée soit celle correspondant à **0,5 mm** par jour (8) (9) (10) (12) (17) (19) (20) (21).

Concernant la **fréquence d'activation** les résultats ont été résumés dans la *figure 16* ci-après et il semblerait que la fréquence d'activation la plus utilisée soit **bi-journalière** (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (17) (19) (20).

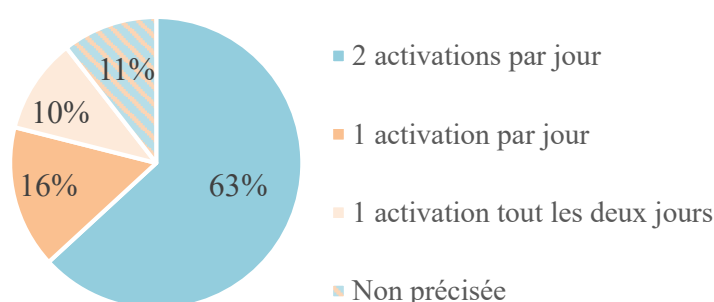


Figure 16 : Fréquences d'activation retrouvées dans les études.

2.3.3. TYPE ET DUREE DE CONTENTION

Les résultats concernant la durée et le type de contention mis en place sont respectivement résumés dans les *figures 17* et *18* ci-après.

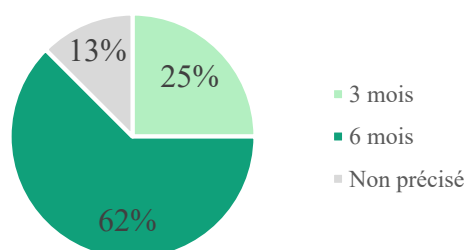


Figure 17 : Durée de la contention post-expansion.

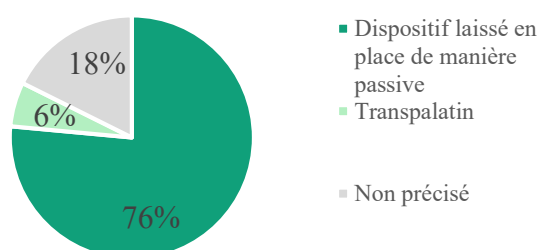


Figure 18 : Type de contention post-expansion.

Tableau 6 : Tableau d'extraction de données concernant les résultats descriptifs retrouvés dans les études sélectionnées.

AUTEURS ANNEE DE PUBLICATION TYPE D'ETUDE		CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON			MESURES EFFECTUEES		APPAREILLAGE			
		Nombre	Sexe	Age	Type Zone de mesure	Moment du recueil	Caractéristiques du distracteur	Protocole d'activation		Contention
								N d'activ par jour	Qté d'activ par jour	
(6)	LEMONS RINALDI <i>et al.</i> 2018 Essai Prospectif	N=61 4 groupes	36 ♀ 25 ♂	Echantillon : 11 +/- 1.6 A Mixte 0.4 : 11.6 +/- 1.5 A Mixte 0.8 : 11.3 +/- 1.7 A Dentaire 0.4 : 11.6 +/- 1.5 A Dentaire 0.8 Alt-RAMEC : 10.3 +/- 1.98 A	Distances (mm) 6	J < 0 J + 6M	Dentaire : HYRAX Mixte : HAAS	Activation commune de 0.8 mm le jour de la pose		6 M Ap. passif
								2 X/J	Haas Hyrax 0.4 mm/J	
								4 X/J	Haas Hyrax Alt RAMEC 0.8 mm/J	
(7)	CELENK-KOCA <i>et al.</i> 2018 Essai prospectif	N=40 2 groupes	25 ♀ 15 ♂	Dentaire : 13.84 +/- 1.36 A Osseux : 13.81 +/- 1.23 A	Distance (mm) / Angles (°) 4 / 6	J < 0 J + 6M	Dentaire : HYRAX Osseux : 4 mini-vis	2 X/J	NC	6M Ap. passif
(8)	LABLONDE <i>et al.</i> 2017 Essai rétrospectif	N=40 2 groupes	NC	8 à 15 A	Distances (mm) / Angles (°) 3 / 4 / 6	J < 0 J + 3M	Dentaire : HYRAX 4 bgs	Canada : 2 X/J	0,5 mm/J	3M Ap. passif
								Egypte : 4 X/J	0,8 mm/J	
(9)	PHAM <i>et al.</i> 2017 Essai prospectif contrôlé	N=61 3 groupes	NC	NC	Distances (mm) 4 / 5 / 6	J < 0 J + 6M	Dentaire : HYRAX 4 bgs Osseux : 2 mini-vis	HYRAX : 2 X/J	0,5 mm/J	6M Ap. passif
								Osseux : 1 X/2J	NC	
(10)	LUEBBERT <i>et al.</i> 2016 Essai prospectif	N=41 2 groupes	25 ♀ 16 ♂	Canada : 14 A +/- 1.3 M Egypte : 12.3 A +/- 1.9 M	Distance (mm) 1 / 4 / 6	J < 0 J +6M (Canada) J +3M (Egypte)	Dentaire : HYRAX 4 bgs	Canada : 2 X/J	0,5 mm/J	Canada : 6M Egypte : 3M Ap. Passif
								Egypte : 4 X/J	0,8 mm/J	
(11)	BARATIERI <i>et al.</i> 2014 Essai prospectif contrôlé	N=30 2 groupes	12 ♀ 18 ♂	Mixte : 9.6 A Témoïn : 9.4 A	Distances (mm) / Angles (°) / Volume (mm ³) 6	J < 0 J + 1 A	Mixte : HAAS 2 ou 4 bgs	4 activations le 1 ^{er} jour Puis 2 X/J	0.8 mm le 1 ^{er} jour puis 0.4 mm/J	6M Ap. passif
(12)	KANOMI <i>et al.</i> 2013 Essai rétrospectif	N=89 4 groupes	60 ♀ 29 ♂	Echantillon : 10A 2M +/-2A 2 groupes dentaire : 9/11 A (avec 1 ^{er} PM) et 12/15 A 2 groupes mixte : 9/11 A (sans 1 ^{er} PM) et 6/8 A	Distance (mm) 6	J < 0 J + 6M	Dentaire : HYRAX Mixte : McNamara	2 X/J	0,5 mm/J	5 à 6M Ap. passif

Légende : Grps : Groupes, Activ : Activations, Qté : Quantité, N : Nombre, ♀ : Garçons, ♂ : Filles, NC : Non communiqué, A : ans, M : Mois, J : Jours, 1 : Incisives centrales, 3 : Canines, 4 : Premières prémolaires, 5 : Secondes prémolaires, 6 : Premières molaires, 7 : Secondes molaires, J<0 : immédiat ou avant, bgs : bagues, 0.4/0.5/0.8 : activation 0.4/0.5/0.8 mm par jour, Ap : Appareil.

(13)	WEISSHEIMER <i>et al.</i> 2011 Essai prospectif	N=33 2 groupes	22 ♀ 11 ♂	10.7 A (min : 7.2 A et max 14.5 A)	Distances (mm) / Angles (°) 6	J < 0 Immédiat	Dentaire : HYRAX 4 bgs Mixte : HAAS 4 bgs	4 activations le 1 ^{er} jour Puis 2 X/J	0.8 mm le 1 ^{er} jour puis 0.4 mm/J	NC
(14)	GARRETT <i>et al.</i> 2008 Essai rétrospectif	N=30 1 groupe	13 ♀ 17 ♂	13.8 +/- 1.7 A	Distances (mm) / Angles (°) 1 / 3 / 4 / 5 / 6	J < 0 J + 3M	Dentaire : HYRAX 2 ou 4 bgs		NC	
(15)	RUNGCHARASSANG <i>et al.</i> 2007 Essai prospectif	N=30 1 groupe	13 ♀ 17 ♂	13.8 +/- 1.7 A	Distances (mm) / Angles (°) 4 / 5 / 6	J < 0 J + 3M	Dentaire : HYRAX 2 ou 4 bgs		NC	
(16)	GOHL <i>et al.</i> 2010 Essai rétrospectif contrôlé	N=38 2 groupes	25 ♀ 13 ♂	Dentaire : 13 +/- 1.90 A Témoin : 13.0 +/- 1.48 A	Distances (mm) / Volume (mm ³) 3 / 6	J < 0 J + 3M	Dentaire : HYRAX 4 bgs	1X/J	NC	3M Ap passif ou ATP
(17)	LAGRAVERE <i>et al.</i> 2010 Essai prospectif contrôlé	N=62 3 groupes	43 ♀ 19 ♂	Dentaire : 14.05 A Osseux : 14.24 A Témoin : 12.86 A	Distances (mm) / Angles (°) 1 / 4 / 6	J < 0 Immédiat J + 6M J + 1 A	Dentaire : HYRAX 4 bgs Osseux : 2 mini-vis	Hyrax : 2X/J Osseux : 1X/2J	0,5 mm/J NC	6M Ap. passif
(18)	FARHANGFAR <i>et al.</i> 2012 Essai rétrospectif contrôlé	N = 42 2 groupes	28 ♀ 14 ♂	Osseux : 14.24 A Témoin : 12.86 A	Distances linéaires pour obtention de courbes et formes moyennes du palais 3 coupes entre 5 et 6	J < 0 J + 1 A	Osseux : 2 mini-vis	1 X/2J	NC	6M Ap. passif
(19)	LAGRAVERE <i>et al.</i> 2013 Essai Rétrospectif contrôlé	N=62 3 groupes	43 ♀ 19 ♂	Dentaire : 14.05 A Osseux : 14.24 A Témoin : 12.86 A	Distances (mm) / Angles (°) 4 / 5 / 6 / 7	J < 0 Immédiat J + 6M J + 1 A	Dentaire : HYRAX Osseux : 2 mini-vis	Hyrax : 2X/J Osseux : 1X/2J	0,5mm/J NC	6M Ap. passif
(20)	BOUSERHAL <i>et al.</i> 2014 Essai prospectif	N=30 1 groupe	16 ♀ 14 ♂	10.8 +/- 2A ♀ : 11.8 +/- 1.7 A ♂ : 9.5 +/- 1.8 A	Distances (mm) / Volume (mm ³) 1 / 6	J < 0 Immédiat	Dentaire : HYRAX 2 bgs	2 X/J	0,5mm/J	6M Ap. passif
(21)	DINDAROGLU <i>et al.</i> 2016 Essai prospectif	N=33 2 groupes	16 ♀ 17 ♂	Echantillon : 12.8 A Dentaire : 12.9 +/-0.9 A Mixte : 12.8 +/-0.9 A	Volume (mm ³ et %) 4 / 5 / 6	J < 6 M Immédiat J + 6M	Dentaire : HYRAX 4 bgs Mixte : HAAS 4 bgs	NC	0,5 mm/J	6M Ap. passif

Légende : Grps : Groupes, Activ : Activations, Qté : Quantité, N : Nombre, ♀ : Garçons, ♂ : Filles, NC : Non communiqué, A : ans, M : Mois, J : Jours, 1 : Incisives centrales, 3 : Canines, 4 : Premières prémolaires, 5 : Secondes prémolaires, 6 : Premières molaires, 7 : Secondes molaires, J<0 : immédiat ou avant, bgs : bagues, 0.4/0.5/0.8 : activation 0.4/0.5/0.8 mm par jour, Ap : Appareil.

2.4. RESULTATS ANALYTIQUES ET COMPARATIFS CONCERNANT LE SUCCES THERAPEUTIQUE DE LA DISTRACTION

Les résultats analytiques et comparatifs concernant le succès thérapeutique de la distraction sont résumés dans le *tableau 7* ci-après.

2.4.1. EFFETS SQUELETTIQUES

2.4.1.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur

Les études s'accordent à dire que tous les types de **distracteurs** sont **efficaces** en ce qui concerne l'**augmentation** des **dimensions squelettiques**. Ce résultat est confirmé par deux articles qui ont étudié la variation des volumes du maxillaire et du palais. L'augmentation du volume maxillaire est de +10,6% (p=0.000) (20) et celle du palais de +21.7% (p=0.038) par rapport au groupe contrôle (16).

L'expansion squelettique a lieu sous forme de **V à pointe postérieure** avec une **divergence plus importante** pour les distracteurs **dentaire et mixte** (13) (14) et une tendance à une ouverture plus **parallèle** pour l'**osseux** (7).

Notre analyse vient également confirmer l'idée communément admise selon laquelle l'expansion squelettique obtenue après une distraction classique représente environ **un tiers de l'expansion totale réalisée** (22). En effet, les études retrouvent une expansion squelettique avec en moyenne 37.8% d'augmentation pour le *distracteur dentaire* et 34.45% d'augmentation pour le *distracteur mixte*.

Cependant, en ce qui concerne les distractions sur mini-vis l'expansion squelettique semble supérieure puisque les auteurs rapportent en moyenne 69 % d'augmentation pour le *distracteur osseux*.

Ainsi il semblerait que les distracteurs osseux soient **jusqu'à 2.5 fois plus efficaces** que les distracteurs à appui dentaire (p = 0.000) (7), eux même **significativement plus efficace** que le distracteur à appui mixte (p<0.05) (13) (18).

Pour finir, pour une étude, il semblerait que le design du distracteur ait une influence sur la quantité d'expansion squelettique obtenue. En effet, l'utilisation d'un appui à **4 bagues** semble permettre une expansion de la base squelettique plus **importante** au niveau des **canine** (p=0.042) que son homologue à deux bagues lors de l'utilisation d'un distracteur dentaire (14).

2.4.1.2. Comparaison des résultats en fonction du protocole d'activation

Contrairement au type de distracteur, **il est impossible de conclure sur l'impact du type d'activation** sur la quantité d'expansion squelettique. En effet, les résultats des articles inclus ne sont pas comparables en ce qui concerne ce paramètre.

2.4.2. EFFETS ALVEOLAIRES

2.4.2.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur

2.4.2.1.1. Bending alvéolaire

Le bending ou tipping alvéolaire correspond à une variation d'inclinaison en direction vestibulaire de la portion alvéolaire maxillaire. Pour deux études, ce phénomène **augmente** d'antérieur en postérieur et il arrive qu'il soit supérieur à l'expansion squelettique. Il est en moyenne de **+7.5 °** sur les 1^{ères} molaires et de **+3.3°** sur les 1^{ères} prémolaires lors de l'utilisation d'un **distracteur dentaire** (8) (14) tandis que pour le distracteur mixte aucun résultat significatif n'a été retrouvé (11).

Parmi les 3 études qui ont étudié l'effet de bending, aucune ne s'est intéressée aux **distracteurs osseux**, il n'est donc **pas possible de conclure** sur leur effets ni de comparer l'efficacité des distracteurs sur mini-vis concernant ce paramètre. Aucune étude n'a comparé les effets d'un distracteur par rapport à l'autre nous ne pouvons **pas conclure en termes de supériorité**.

2.4.2.1.2. Hauteur alvéolaire

Seules quatre études ont évalué les **changements de hauteur de l'os alvéolaire** suite à une distraction. Cependant leurs **résultats sont contradictoires**.

Trois de ces études observent une **diminution statistiquement significative** de la hauteur allant de -0.23 à -1.26 mm pour le distracteur **mixte** et de -1.0 à -5.21 mm pour le distracteur **dentaire** (6) (8) (15). A l'inverse, Pham et al. n'ont trouvé aucune différence **statistiquement significative** entre les distracteurs à appui **dentaire et osseux, avec un groupe témoin** (9).

Il n'est donc **pas possible de conclure** à la **supériorité** d'un appareil à un autre. Cependant quel que soit l'appareillage il semblerait que les 2^{ndes} prémolaires soient les dents les moins touchées par rapport aux 1^{ères} prémolaires et molaires ($p=0.001$) (15).

2.4.2.1.3. Epaisseur alvéolaire

Quatre études ont observé une **diminution statistiquement significative** de l'épaisseur alvéolaire. Celle-ci varie de -0.24 mm à -1.37 mm pour les distracteurs **dentaires** (15) et de -0.9 mm à -1.31 mm pour les distracteurs **mixtes** (6). Cette diminution est retrouvée pour **les distracteurs osseux** sur les 1^{ères} molaires avec une diminution de -0.10 mm, cependant, le résultat n'est pas significatif sur les 1^{ères} prémolaires (7). Pour le distracteur dentaire, les 2^{ndes} prémolaires sont les moins touchées et cette différence est statistiquement significative par rapport aux 1^{ères} prémolaires et molaires ($p=0.001$) (15)

En ce qui concerne la supériorité d'un appareil par rapport à un autre : d'après LEMOS-RINALDI, un **distracteur mixte** avec une activation légère de 0.4 mm par jour permettrait **moins de perte osseuse sur les 1^{ère} molaires** qu'un **distracteur dentaire** classique avec une activation de .8 mm par jour ($p=0.03$) (6). Pour CELENK-KOCA et al. **le distracteur osseux** permettrait une **perte osseuse moins importante** que le distracteur **dentaire** en regard des 1^{ères} prémolaires ($p=0.003$) et des molaires ($p=0.046$) (7).

2.4.2.2. Comparaison des résultats en fonction du protocole d'activation

En ce qui concerne le bending : une étude s'est intéressée à l'effet de différentes activations lors de l'utilisation d'un **distracteur dentaire** cependant, **nous ne pouvons pas conclure** si l'une d'elle permet plus de bending que l'autre puisque les deux activations n'ont pas été comparées entre elles (8).

En ce qui concerne la perte de hauteur au niveau de l'os alvéolaire : une activation **Alt-RAMEC** entraîne une **augmentation** statistiquement significative par rapport à une activation de 0.4 et 0.8 mm pour jour ($p=0.00$) (6).

La perte d'épaisseur d'os alvéolaire semble augmenter lors d'une activation de **0.4 mm par jour** par rapport à une activation de 0.8 mm par jour ($p= 0.03$) (6).

2.4.3. EFFETS DENTAIRE

2.4.3.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur

2.4.3.1.1. Expansion dentaire

La majorité des auteurs s'accordent à dire que **l'expansion dentaire est supérieure à l'expansion squelettique** (10) (13) (17) et l'analyse des résultats montre qu'elle semble **augmenter d'avant** vers l'arrière avec une expansion molaire supérieure à l'incisive (14) (15) (16) (20).

L'expansion dentaire varie entre (6) (7) (8) (10) (11) (12) (13) (15) (16) (17) (20) :

- +0.9 mm et +8.87 mm en coronaire et +0.28 mm et 3.14 mm en radiculaire pour le distracteur à appui *dentaire* ;
- +2.76 mm et 9.16 mm en coronaire et elle est de +2.15 mm en radiculaire pour le pour le distracteur à appui *mixte* ;
- +4.04 mm et +5.1 mm en coronaire et +1.2 4mm et +1.9 mm en radiculaire pour le distracteur *osseux*.

Deux études ont cherché à la comparer entre les différents distracteurs et il semblerait que le distracteur à appui **dentaire** soit à l'origine d'une **plus grande expansion dentaire** que :

- Les distracteurs à appui mixte (+2.41 mm) en coronaire ($p=0.00$) (6) et en radiculaire (+0.9mm) ($p=0.0008$) (13) ;
- Les distracteurs osseux en ce qui concerne les premières prémolaires au niveau coronaire (+1.27mm) ($p=0.003$) et radiculaire (+1.39mm) ($p=0.029$) (17).

2.4.3.1.2. Tipping

La majorité des études semblent s'accorder sur le fait que le tipping dentaire, ou vestibulo-version, observé au cours d'une expansion maxillaire est **maximal au niveau des 1^{ères} molaires**. En revanche les résultats sont **contradictaires** en ce qui concerne les **prémolaires**. Dans certaines études les 1^{ères} prémolaires sont touchées (8) (15) et dans d'autres les résultats sont non significatifs (17).

Le tipping varie entre (6) (7) (8) (11) (13) (17) (19) :

- +1.3° et +13.4° pour le distracteur à appui *dentaire* ;
- -5.09° et +7.19° pour le distracteur à appui *mixte* ;
- -1.3° et +9.81° pour le distracteur à appui *osseux*.

Il semblerait que le design du distracteur puisse influencer la quantité de tipping observée. Pour CELENK-KOCA et al. l'utilisation d'un distracteur **osseux sur 4 mini-vis** permettrait une **diminution** du tipping sur les 1^{ères} **prémolaires** et même une **linguo-version** des 1^{ères} **molaires** par rapport à un

distracteur **dentaire** ($p=0.000$) (7). A l'inverse LAGRAVERE et al., qui ont utilisé un distracteur **osseux avec deux mini-vis**, n'ont pas trouvé de **différences significatives** avec le **distracteur à appui dentaire** (17). Pour finir, pour LEMOS RINALDI et WEISSHEIMER et al. le type de distracteur **n'influence pas le tipping (dentaire vs mixte)** (6) (13).

2.4.3.1. Comparaison des résultats en fonction protocole d'activation

En ce qui concerne l'expansion : les résultats retrouvés dans la littérature sont **contradictaires**. En effet pour LEMOS RINALDI une activation de 0.4 mm par jour augmenterait l'expansion coronaire de +2.70 mm au niveau des molaires par rapport à une de 0.8 mm par jour ($p=0.00$) (6). A l'inverse pour LUEBBERT une activation de 0.8 mm par jour permettrait une augmentation statistiquement significative de la distance inter coronaire de +0.7 mm au niveau des incisives centrales ($p=0.035$) par rapport à une activation de 0.4 mm par jour. (10)

En ce qui concerne le tipping : pour LEMOS RINALDI le type d'activation **n'influencerait pas le tipping**. (6)

2.4.4. EFFETS IATROGENES

2.4.4.1. Dentaires : Résorptions radiculaires

A l'exception de deux études, le recueil de la présence de résorptions radiculaires dans les articles inclus ne correspond pas à l'objectif principal (6) (21).

Immédiatement après expansion, la 1^{ère} **molaire** est la **dent la plus touchée** en termes de volumes par rapport aux prémolaires ($p<0.01$). Cependant ce résultat n'est **plus statistiquement significatif à 6 mois** ce qui suggère l'existence de mécanisme de réparation. (21)

En ce qui concerne les **prémolaires**, les résultats sont **contradictaires** mais elle semblent moins touchées que les 1^{ères} molaires ($p<0.01$) (21).

2.4.4.1.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur

Les études s'accordent à dire que la **longueur radiculaire diminue** lors de l'utilisation d'un distracteur sur les 1^{ères} molaires. La perte de longueur est en moyenne de -0.45mm pour le distracteur mixte, de -0.43mm pour le dentaire et de -0.17mm pour l'osseux (6) (7).

Il n'existe **pas de différences** statistiquement significatives entre les distracteurs **à appui dentaire, muqueux ou osseux** en ce qui concerne les longueurs et les volumes radiculaires bien que la diminution de longueur radiculaire semble moins importante avec les distracteurs osseux (6) (21).

2.4.4.1.2. Comparaison des résultats en fonction du protocole d'activation

Les études s'accordent pour dire qu'aucun paramètre de la distraction (quantité d'activation, fréquence d'activation, etc.) ne semble influencer la quantité et l'importance des résorptions dentaires observées après expansion (6) (7) (21). Dans le cadre des distractions, les résorptions semblent d'avantages liées à des paramètres intrinsèques aux patients plutôt qu'à des facteurs d'ordre thérapeutiques.

2.4.4.2. Osseux : fenestrations, déhiscences, extrusions, résorptions

L'étude des effets iatrogènes osseux et parodontaux ne fait pas partie des objectifs principaux des articles. Les pourcentages observés varient de **0% à 59%** suivant les études.

2.4.4.2.1. Comparaison des résultats en fonction du type de distracteur

Certains auteurs ont mis en évidence que le distracteur **dentaire** semble présenter un pourcentage de déhiscences osseuses de **44.0%** contre **18.3%** avec un distracteur **mixte** lors d'une activation de 0.8 mm par jour. Cependant nous **ne pouvons pas conclure** sur la supériorité d'un dispositif par rapport à un autre car ils n'ont pas été comparés entre eux (6).

En ce qui concerne les **résorptions de l'os en palatin**, aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence lors de l'utilisation d'un **distracteurs osseux** par rapport à un groupe **contrôle** (18).

2.4.4.2.1. Comparaison des résultats en fonction du protocole d'activation

Les protocoles d'activation n'ont pas fait l'objet de comparaison en ce qui concerne ce paramètre, il n'est donc pas possible de conclure (6).

2.5. SYNTHESE

Notre analyse nous a permis de conclure qu'en termes :

- *D'effet squelettique*, l'**expansion** obtenue est plus importante avec un **distracteur sur mini-vis** qu'avec un distracteur classique, mais cette quantité est quasiment équivalente entre un distracteur à appui dentaire et un distracteur à appui mixte. L'expansion se fait de façon **plus parallèle** à la suture palatine lorsque le distracteur est à appui osseux ou lorsqu'un design à **4 bagues** est utilisé pour le distracteur à appui dentaire.
- *D'effet alvéolaire*, il est **difficile de comparer** les différents types de distracteur en raison d'une trop grande variabilité des paramètres étudiés et du type de mesure effectuées. Cependant il semblerait que les pertes osseuses observées en hauteur et en épaisseur soient plus importantes avec un distracteur à appui dentaire qu'avec un distracteur à appui osseux.
- *D'effet dentaire*, l'**expansion** dentaire et le **tipping** serait plus important avec un distracteur à appui dentaire qu'avec un distracteur à appui osseux.
- *D'iatrogénie*, **aucun paramètre** propre au protocole de distraction ne **semble influencer** la quantité de résorptions radiculaires observées. A l'inverse, le type de distracteur utilisé semble influencer l'apparition de **déhiscences osseuses** avec une prépondérance de pertes osseuses observées pour les distracteurs à appui **dentaire**.

Notre analyse n'a pas permis de conclure sur le protocole d'activation. En effet aucun consensus n'a pu être établi à l'aide des résultats retrouvés qui sont le plus souvent contradictoires ou manquants.

Tableau 7 : Tableau d'extraction des données concernant les résultats analytiques et comparatifs des études incluses.

ARTICLES	DISTRACTEUR		EFFETS						
			SQUELETTIQUES		ALVEOLAIRES		DENTAIRES		IATROGENES
			Expansion (% ou mm)	Tipping (en °)	Hauteur (en mm)	Epaisseur (en mm)	Expansion (en mm)	Tipping (en % ou °)	
(6)	D	0,8			V -1,89 (p<0.002)	V -1.24 (p=0.000)	+8.87 (p=0.000)	+4.3% (p=0.000)	LR6 -0.28 mm (p=0.000) + 33% (5Dé, 6F, 1Ex)
		Alt-R			V -5.21 (p=0.000)	V -1.36 (p=0.000)	+7.39 (p=0.000)	+4.0% (p=0.002)	LR NS + 59% (13Dé, 4F, 9Ex)
	M	0,4			V -1.26 (p=0.003)	V -1.31 (p=0.000)	+9.16 (p=0.000)	+3.6% (p=0.006)	LR6 -0.40 mm (p=0.000) + 18% (2Dé, 1F, 1Ex)
		0,8			V -0.23 (p=0.020)	V -0.9 (p=0.000)	+6.46 (p=0.000)	+1.5% (p=0.024)	LR6 -0.51 mm (p=0.000) 0% (2Dé, 1F, 1Ex)
	D VS M			Alt-R > 0.8 D, 0.8 M, 0.4 M (p=0.00)	B5 : 0.4 M > 0.8 M (p=0.00) et 0.8 D (p=0.03)	0.4 M > 0.8 M (p=0.00) 0.8 M < 0.8 D (p=0.00)			
(7)	D		Pt : 26% My : 28%			V4 -0.29 (p<0.001) V6 -0.24 (p<0.001)	E4 +4.5 (p<0.001) E6 +4. (p<0.001)	T4 -4.5 (p<0.001) T6 -3.9 (p<0.001)	LR6 DV -0.19 mm (p<0.001) LR6 P -0.26 mm (p<0.001) LR6 MV -0.13 mm (p<0.01) LR4 NS
		O	Pt : 68% My : 70%			V6 -0.10 (p=0.01) V4 NS	E4 +5.1 (p<0.001) E6 +4. (p<0.001)	T6 +1.3 (p=0.01) T4 NS	LR6 DV -0.26 mm (p<0.001) LR6 P -0.19 mm (p<0.001) LR6 MV -0.07 mm (p<0.01) LR4 NS
	D VS O				D > O 4 (p=0.003) D > O (p=0.046)		D>O 4 et 6 (p=0.000)		
(8)	D	0,5		V4 + 3.3 (p<0.02) V6 + 7 (p<0.003) P NS	V4 -1.4 (p<0.02) V6 -1.0 (p=0.0037) P3 -0.8 (p=0.035)	V3 -0.45 (p<0.02) V4 -0.52 (p<0.0005) V6 -0.8 (p<0.0032) P3 -0.5 (p=0.0388) P6 +0.4 (p<0.0049)	E3 +3.3 (p<0.0001) E4 +4.6 (p<0.0001) E6 +4.8 (p<0.0001)	T4 +2.5 (p<0.0220) T6 +3.4 (p<0.0121)	
		0,8		V6 + 10 (p<0.002) P6 + 5 (p=0.023)	V3 -1.15 (p<0.003) V4 -2.35 (p<0.0009) V6 -1.9 (p<0.0001) P3 -1.0 (p=0.0397) P6 -0.9 (p=0.0085)	V3 -0.4 (p<0.0063) V4 -0.3 (p<0.0107) V6 -0.47 (p<0.0177) P3 -1.0 (p=0.0397) P6 +0.3 (p=0.0224)	E3 +3.8 (p<0.0001) E4 +6.3 (p<0.0001) E6 +5.0 (p=0.0011)	T4 +11.8 (p=0.0034) T6 +13.4 (p<0.0001)	
(9)	D				V - 0 à 0.99 NS				
		O			V - 0 à 1.38 NS				

Légende : D : Dentaire, M : Mixte, O : Osseux, V : Vestibulaire, P : Palatin, Pt : postérieure, My : moyenne, At : Antérieur, 0.4/0.5/0.8 : 0.4 / 0.5 / 0.8 : mm d'activation par jour, Alt-R : Alt-RAMEC, 1 : Incisive, 3 : Canine, 4 : 1^{ère} prémolaire, 5 : 2^{nde} prémolaire, 6 : 1^{ère} molaire, 7 : 2^{nde} molaire, E : expansion, T : Tipping, , NS : Non significatif, B5 : nom d'une mesure, LR : Longueur Radiculaire, Dé : Déhiscence, F : Fenestration, Ex : Extrusion, , DV : Distovestibulaire, MV : Mésovestibulaire, P : Palatin.

(10)	D					E1 +0.7 (p=0.035) D 0,8 > D 0,4		
(11)	M	Pt : +2.65mm (p=0.01) My : +1.18 mm (p=0.00)	NS			E6 +2.76 (p=0.000)	T16 -5.09 (p=0.035) 26 NS	
(12)	D					E6 +4.02 (p<0.05) 9/11A > 12/15A (p<0.05)		
	M					E6 4.25 (p<0.05) 6/8A > 9/11A (p<0.05)		
(13)	D	Pt : 38.5 à 39.2 % At : 37.5 à 54.7%				E6C +7.90 (p<0.0001) E6R +3.1 (p<0.0001)	T6 +6.49 (p<0.0001)	
	M	Pt : 27.2 à 32.7% At : 32.7 à 45.2%				E6C +7,7 (p<0.0001) E6R +2.15 (p<0.0001)	T6 +7.19 (p<0.0001)	
	D VS M					D > M E6R (p=0.0008)		
(14)	D	Pt : 38%	T6 +4.75 (p<0.0001)					
(15)	D			V4 -4.42 (p=0.001) V5 -1.37 (p=0.001) V6 -2.92 (p=0.001)	V4 -1.14 (p<0.0001) V5 -1.37 (p<0.0001) V6 -1.24 (p<0.0001)	EC4 +6.02 (p<0.0001) EC5 +5.97 (p<0.0001) EC6 +6.66 (p<0.0001)	T4 -6,39 (p<0.003) T5 -10,9 (p<0.003) T6 -6,64 (p<0.003)	
(16)	D					E6 +2.7 mm (p<0.004) E3 +2.34 mm (p<0.011)		
(17)	D					ER1 +1.56 EC4 +2.13 / ER4 +2.87 EC6 +4.2 / ER6 +2.06 (p=0.000*)	T16 +7.71 (p=0.000) T26 +7,90 (p=0.000) NS 4	
	O					ER1 +1.24 (p=0.001) ER4 +1.48 (p=0.02) EC6 +4.04 (p=0.000) ER6 +1.9 (p=0.001)	T16 +9.15 p=0.000 T26 +9.81 p=0.000 NS 4	
	D VS O					D > O EC4 (p=0.003) D > O ER4 (p=0.029)		

Légende : D : Dentaire, M : Mixte, O : Osseux, V : Vestibulaire, P : Palatin, Pt : postérieure, My : moyenne, At : Antérieur, 0.4/0.5/0.8 : 0.4 / 0.5 / 0.8 : mm d'activation par jour, Alt-R : Alt-RAMEC, 1 : Incisive, 3 : Canine, 4 : 1^{ère} prémolaire, 5 : 2^{nde} prémolaire, 6 : 1^{ère} molaire, 7 : 2^{nde} molaire, E : expansion, T : Tipping, , NS : Non significatif, B5 : nom d'une mesure, LR : Longueur Radiculaire, Dé : Déhiscence, F : Fenestration, Ex : Extrusion, , DV : Distovestibulaire, MV : Mésiovestibulaire, P : Palatin.

(18)	O							Résorption palatine NS
(19)	D						↑ 7 p<0.001 ↑ 6 p<0.006 ↑ 5 p<0.0046 4 NS	
	O						↑ 7 p<0.05 ↑ 6 p<0.02 5 et 4 NS	
(20)	D					EC1 +0.9* / ER1 + 0.28* EC6 +0.52* / ER6 +0.32* (p=0.000*)		
(21)	D							Vol4 -36.43mm3 (p<0.001) Vol5-25.99 mm3 (p<0.001) Vol6 -62.78mm3 (p<0.001) Perte 4 < 6 (p<0.01) et 5 < 6 (p<0.01)
	M							Vol4 -20.73 mm3 (p<0.01) Vol5-24.94 mm3 (p<0.01) Vol6 -47.38 mm3 (p<0.01) Perte 4 < 6 (p<0.01) et 5 < 6 (p<0.01)

3. DISCUSSION

3.1. QUALITE DE LA RECHERCHE REALISEE

En dépit des précautions prises afin de limiter le risque de biais lié à notre protocole, certains paramètres n'ont pas pu être maîtrisés et ont pu impacter la qualité de notre recherche et donc de nos résultats.

3.1.1. LITTERATURE RENCONTREE

3.1.1.1. Date de publication

Notre revue systématique aborde un sujet **récent**, l'étude la moins récente date de 2007 et la moitié de nos études incluses ont été publiées durant les 5 dernières années, la littérature disponible sur notre sujet est donc plutôt récente.

3.1.1.2. Type de publication

La majorité des études incluses présentaient un niveau de preuve allant de modéré à élevé. Pour la moitié des articles, l'essai clinique réalisé était randomisé ce qui permet d'améliorer son niveau de preuves. Cependant seules 38% des études étaient contrôlées, il est donc possible de se poser la question de l'influence de la croissance sur les résultats des 62% d'études effectuées **sans groupe contrôle et** notamment pour les articles qui étudient les effets des distracteurs à moyen (8) (10) (14) (15) et long terme (6) (7) (12) (21).

3.1.2. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Pour limiter les biais de sélection des articles, le **choix du protocole de recherche** a été réfléchi et établi par **deux opérateurs** distincts en ce qui concerne les objectifs de l'étude, le choix des équations et des critères d'inclusion et d'exclusion des articles. L'étape de **sélection des articles** a été validée par les **deux opérateurs** pour réduire le biais de sélection des articles.

3.1.2.1. Choix des critères de sélection

L'expansion transversale étant un sujet très large, les critères d'inclusion et d'exclusion ont été rigoureusement réfléchis par deux opérateurs pour répondre précisément aux objectifs de notre revue.

3.1.2.1.1. Choix du type d'étude à inclure

Les critères de sélection appliqués nous ont permis d'éliminer les études présentant un niveau de preuve trop faible car les rapports de cas cliniques et les études de moins de 30 patients ont été exclues. Ce choix a été réalisé afin d'augmenter au maximum la puissance et le niveau de preuve de notre étude.

3.1.2.1.2. Choix du moyen d'exploration

Il existe plusieurs moyens d'exploration lors de **l'examen clinique ou des examens complémentaires** permettant d'évaluer le succès thérapeutique d'une distraction.

Les modèles d'études et l'examen endobuccal permettent de contrôler la correction complète de l'anomalie du sens transversal au niveau de l'occlusion mais n'apportent pas de précision en ce qui concerne l'effet purement squelettique, puisqu'ils ne permettent pas de différencier la composante squelettique de la composante alvéolaire et dentaire.

La radiographie panoramique permet de diagnostiquer les résorptions radiculaires, qui pourront être explorées de manière plus précise à l'aide de radiographies rétro-alvéolaires ou de l'imagerie 3D.

La téléradiographie de face permet quant à elle d'analyser l'action squelettique et les éventuelles compensations alvéolo-dentaires qui peuvent lui être associées. Elle a longtemps été **l'unique méthode d'analyse du sens transversal**, cependant elle présente de **nombreuses imperfections et limites** que sont : le risque de **déformations**, le **temps d'exposition** triplé par rapport à la téléradiographie de profil, le **tracé des structures** et le **repérage des points** délicat à cause de la **superposition des éléments anatomiques**. (23).

Cependant, ces limites propres aux examens 2D peuvent actuellement **être dépassées** grâce aux **méthodes d'imagerie 3D** telles que le **CBCT**. En effet, des études ont montré une plus grande fiabilité du CBCT en ce qui concerne les images, l'identification et l'analyse des points de référence transversaux par rapport à la téléradiographie de face (24) (25) (26) (27). Les **Recommandations de Bonne pratiques de la Fédération Française d'Orthodontie** à ce sujet sont les suivantes : Recommandation 14 (Grade C) : « *Le CBCT ne saurait être recommandé en routine pour l'évaluation des dysmorphoses intermaxillaires transversales. Cependant, afin de pallier les limitations de la téléradiographie 2D conventionnelle, dans des cas où une amélioration de la visualisation des structures est nécessaire afin de mieux orienter la décision thérapeutique, afin de planifier l'EMR ou l'expansion chirurgicale et dans certains cas, afin d'en évaluer les résultats voire les effets indésirables, le CBCT peut être recommandé.* » (28). Ainsi, bien que **plus irradiant** que la panoramique et la téléradiographie de profil, le **CBCT** semble être la **méthode de choix pour évaluer le succès thérapeutique**. **Nous avons donc choisi de limiter les études incluses à celles ayant eu recours à l'imagerie tridimensionnelle (CBCT ou scanner) comme moyen d'exploration.**

Cependant, bien que les examens tridimensionnels soient les examens les plus fiables pour évaluer le succès thérapeutique, il est important de noter qu'il existe tout de même un biais en ce qui concerne les mesures d'évaluation **de l'épaisseur** et de la **hauteur d'os alvéolaire** puisque ces mesures sont reliées à la **taille des voxels**. En effet, lors de l'étude des effets alvéolaires et iatrogènes, la **perte osseuse peut-être surestimée** si la perte réelle est inférieure à la taille du voxel choisi lors du bilan radiologique. *Par exemple, en utilisant un voxel de 0,38 mm, la hauteur d'os peut-être mesurée avec une précision de 0,6 mm*, ce qui signifie qu'un défaut osseux inférieur à 0.6 mm apparaîtra comme étant un défaut de 0.6 mm. C'est pour cette raison que les fenestrations peuvent-être identifiées plus précisément que les déhiscences.

De plus, une étude a montré que les déhiscences étaient systématiquement surestimées si leur taille était supérieure à 3 mm et qu'en cas de détection d'une fenestration au CBCT, le défaut osseux n'était cliniquement confirmé que dans 20% des cas (29) (30).

Il existe donc un biais de mesure lié à ce paramètre lors de l'évaluation des effets alvéolaires et iatrogènes. La solution qui permettrait de limiter ce biais dans les études serait de diminuer les voxels de 0,4 à 0,25 mm afin d'augmenter la précision des images. Cependant, l'irradiation du patient se verrait alors augmentée ce qui n'est pas en accord avec les principes de recommandations ALARA (6).

3.1.2.1.3. **Choix de la définition du succès thérapeutique**

Nous avons choisi de définir le **succès thérapeutique** d'une distraction en fonction de paramètres *squelettiques, alvéolaires, dentaires* et comme étant *l'absence d'apparition d'effets iatrogènes*.

Ce choix délibéré de notre part de nous intéresser exclusivement aux paramètres biologiques et physiologiques lié à l'action mécanique des distracteurs a malheureusement pu être à l'origine d'un biais car nous avons exclus les aspects humains, esthétiques et fonctionnels de cette thérapeutique en ne prenant pas en compte la douleur, la satisfaction du patient, les effets fonctionnels, notamment ceux observés au niveau des cavités nasales et des voies aériennes supérieures, ainsi que l'impact esthétique des distractions sur le nez et les téguments de la face.

3.1.2.2. **Choix des équations de recherche**

Le principal problème auquel nous avons dû faire face pour construire nos équations de recherche est le **manque de consensus** concernant les mots-clés qui caractérisent les *différentes techniques de distraction*. En effet, pour chacune d'elle il existe non pas un seul et unique mot-clé, mais plusieurs différents pouvant être utilisés. Afin d'englober le maximum d'articles en rapport avec notre sujet, nous avons donc dû utiliser des associations multiples de mots clés concernant la **technique d'expansion en général** et les **appareils utilisés**. Cependant malgré nos efforts cette liste reste non exhaustive ce qui a pu entraîner des biais de recherche et de sélection, car certains articles ont pu ne pas ressortir lors de nos recherches si un autre mot-clé que ceux que nous avons choisi a été utilisé.

De plus, le mot clé « maxillary skeletal expander » peut porter à confusion car certains auteurs le considèrent comme faisant parti de la distraction classique sans mini-vis alors qu'il est généralement utilisé pour définir les techniques d'expansion à appui osseux exclusif.

En ce qui concerne le *succès thérapeutique* la construction des équations a été moins problématique. Une liste des mots-clés les plus exhaustifs pour définir les effets *squelettiques, dentaires, alvéolaires, parodontaux* et *iatrogènes* a été utilisée avec un risque minime de biais de sélection.

3.1.3. **COMPARABILITE DES ETUDES**

3.1.3.1. **Limites liées aux échantillons**

Dans plusieurs études le manque de comparabilité **en termes d'âge des groupes contrôle et des groupes de traitement étudiés** pose un problème en ce qui concerne l'interprétation des résultats obtenus. En effet, l'impact connu de l'âge sur l'efficacité de la distraction orthopédique devient problématique dès lors que le groupe « traitement » est plus âgé que le groupe « contrôle » comme c'est le cas pour les études de LAGRAVERE et al. et FARHANGFAR et al. (17) (18) (19).

De plus, certains **échantillons ont été réutilisés par plusieurs études différentes** limitant ainsi la diversité de la population étudiées par les études incluses. Par exemple (14) reprend l'échantillon de (15), (19) reprend l'échantillon de (17) et (8) et (9) semblent respectivement reprendre les échantillons de (10) et (17) sans que cela ne soit précisé.

Pour finir, certaines données sont parfois manquantes et le manque de connaissance concernant la population d'une étude limite la possibilité d'extrapoler ses résultats à la population source correspondante.

3.1.3.2. Limites liées aux protocoles de distraction mis en œuvre

La **multiplicité des appareils** utilisés dans les études rend la comparaison des résultats difficile. En effet, il n'existe pas un unique type d'appareillage entre les distractions avec ou sans mini-vis, mais plusieurs variantes pour chacune d'entre elles. Le distracteur dentaire a donc été étudié à partir de 6 variantes d'appareillage, le distracteur à appui mixte à partir de 4 variantes et le distracteur à appui osseux à partir de 2 variantes.

De même, la **multiplicité des protocoles d'activation** rend toute comparaison difficile. En effet, les variations se retrouvent à trois niveaux. Tout d'abord la *quantité d'activation effective du vérin* par quart de tour, qui peut être différente suivant le vérin choisi, il existe en 0.4, 0.5 et 0.8 mm. Ensuite le *nombre de quart de tour effectué* à chaque activation qui peut aller de 1 à 4. Et pour finir la *fréquence* d'activation qui peut être journalière ou bijnournalière.

3.1.3.3. Limites liées aux mesures réalisées dans les études

3.1.3.3.1. Variabilité de la méthode de recueil utilisée pour les mesures

Le principal problème concernant l'analyse des résultats des études incluses dans notre revue systématique est la grande variabilité des protocoles de recueil des mesures. En effet, il n'existe **pas de protocole standard** décrit et validé, en conséquence, les études n'utilisent pas les mêmes référentiels ce qui complique la comparabilité des résultats.

En revanche toutes les études, à l'exception d'une seule (18), étudient le coefficient de corrélation intra-examineur qui présente des valeurs assez élevées. Ceci nous permet d'affirmer que malgré la grande variabilité de protocole inter-étude, la gestion intra-étude de la reproductibilité de recueil des mesures est bien contrôlée et maîtrisée.

3.1.3.3.2. Choix des référentiels de mesures

Concernant les référentiels de mesures utilisés deux remarques nous semblent importantes à relever. La 1^{ère} concerne le manque de stabilité de certains référentiels choisis. En effet certains points de référence utilisés peuvent être influencés par la croissance ou par le remodelage et ne sont donc pas stables dans le temps. Par exemple, dans le cas de l'évaluation de la **résorption palatine, seule la position des points** est prise en compte, l'évaluation est donc soumise au jugement subjectif de l'évaluateur étant donné qu'il ne s'agit pas d'une mesure de distance entre deux points fixes mais plutôt de l'analyse d'un changement de forme. Cependant la seule méthode objective d'évaluation possible consisterait en une visualisation directe de la résorption ce qui est difficilement réalisable en pratique puisqu'elle nécessiterait une chirurgie pour soulever un lambeau palatin (18).

La seconde concerne le fait que certaines dents ont été plus étudiées que d'autres. Ainsi il est facile de conclure sur les **1ères molaires maxillaires** puisqu'elles ont été étudiées **par toutes les études**. A l'inverse, les études sur les incisives centrales ne concernent que 19% des articles, alors qu'il aurait été intéressant de plus étudier cette zone. En effet le risque de lésion en zone incisive est important en raison des forces plus au moins lourdes et de l'ouverture du diastème inter-incisif dont font l'objet les incisives maxillaires lors de la séparation des sutures.

3.1.3.3. Disparité de valeurs des mesures initiales

Certains échantillons présentaient des **différences statistiquement significatives lors des mesures initiales** entraînant des biais pouvant avoir des répercussions sur les résultats.

C'est notamment le cas, au niveau de la distance inter-canine qui était plus importante dans le groupe contrôle avant traitement ($p=0.022$) dans l'étude de GOHL et al (16).

De même, dans l'étude de LAGRAVERE et al. on note chez le groupe avec distracteur à appui osseux un tipping molaire positif significatif même pour la valeur initiale. Or l'étude conclue qu'il existe une différence statistiquement significative entre les deux groupes traités (par distracteur ostéo-porté et dento-porté) par rapport au groupe témoin concernant le tipping des 1ères et 2^{ndes} molaires et ce sans tenir compte de l'existence d'un tipping initial dans le groupe avec distracteur ostéo-porté (19)

3.2. DISCUSSION DES RESULTATS

Les échantillons des études incluses présentaient des patients **relativement jeunes**, nos résultats peuvent donc être extrapolés à des **enfant et adolescents (de moins de 15 ans)** mais pas chez les adolescents tardifs, les jeunes adultes et les adultes.

3.2.1. EXPANSION SQUELETTIQUE

Notre étude confirme que l'expansion squelettique a lieu sous forme de **V à pointe postérieure**. Cette forme d'expansion peut s'expliquer de manière **anatomique** en raison de l'existence de zones de résistance en postérieur : les processus ptérygoïdes médians et latéraux. La seconde explication possible est **d'ordre biomécanique** du fait que la force d'expansion appliquée par le distracteur est exercée antérieurement par rapport au centre de résistance du maxillaire. (13)

Nos résultats montrent également que le **distracteur osseux** permet une expansion **plus parallèle** à la suture palatine et **plus importante** qu'avec un distracteur à appui dentaire ou mixte (respectivement +69% versus +36% en moyenne) (31). Ce résultat a été confirmé par deux études publiées en 2019, avec une expansion squelettique évaluée à 60% avec un distracteur osseux (31) (32). Ce résultat peut être expliqué par la présence d'un ancrage purement osseux qui permet d'avoir une action directe au niveau des sutures. En ce qui concerne les différences entre les distracteurs à appui **dentaire et le mixte**, notre étude montre qu'un appui dentaire est plus efficace qu'un appui mixte et ce résultat a été confirmé par deux autres études récentes (33) (34). Les résultats obtenus concernant l'augmentation d'expansion de la base squelettiques au niveau des canines lors de l'utilisation d'un distracteur **dentaire à 4 bagues par rapport à son homologue à 2 bagues** sont contradictoires. En effet, ce résultat est confirmé par une étude de Lione et al. (35) mais, une revue Cochrane de 2014 ne trouve pas de différences statistiquement significatives (36).

3.2.2. EFFETS ALVEOLAIRES

En ce qui concerne la **hauteur** et l'**épaisseur** de l'os alvéolaire, une **diminution** a été retrouvée dans toutes les études analysées. Le degré de dommage observé dépend de la durée du traitement, de l'amplitude de la force exercée, de la direction du mouvement dentaire et de l'application de forces continues ou intermittentes. (9)

Cependant, il est important de noter qu'une perte osseuse alvéolaire est systématiquement observée **lors de tout traitement orthodontique**. En effet, la perte moyenne d'os alvéolaire relevée chez un patient adolescent ayant eu un traitement orthodontique varie entre 0,1 mm et 0,5 mm, il s'agit donc d'un paramètre qui peut partiellement fausser les résultats (9).

De plus, l'utilisation de **bagues** pour les distracteurs à appui dentaire et mixte peut également influencer cette perte car elles constituent un **facteur de rétention** de plaque, et ce notamment si les bagues sont trop larges.

En ce qui concerne la **hauteur**, nous n'avons pas **pu conclure** à la supériorité d'un appareil par rapport à un autre. Cependant, en ce qui concerne l'**épaisseur**, le distracteur à **appui mixte** avec une activation légère de 0.4 mm par jour (6) et le distracteur à **appui osseux** permettrait une **perte osseuse moins importante** que les distracteur à appui **dentaire** (7). Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que ces appareillages sont ceux qui ont entraîné le moins d'effets dentaires de tipping vestibulaire, l'épaisseur osseuse a donc plus de chance d'être préservée.

3.2.3. EFFETS DENTAIRES

3.2.3.1. Expansion

Selon nos résultats, le distracteur à **appui dentaire** permet **plus d'expansion** au niveau **coronaire** des **prémolaires** que le distracteur mixte et que l'osseux. Ces résultats sont confirmés par deux études dont une revue systématique de la littérature réalisée en 2018, avec pour hypothèse que le design du distracteur serait à l'origine de cette différence, en raison de l'absence de bras au niveau des prémolaires du distracteur osseux (34) (37).

3.2.3.2. Tipping

Concernant le tipping dentaire, les résultats sont **contradictaires** et cette absence de consensus est confirmée par la revue systématique de 2018 (34).

Cependant, il est important de noter que le nombre de mini-vis d'ancrage semble influencer les résultats. En effet, l'utilisation de **4 mini-vis d'ancrage** pourrait éviter la vestibulo-version molaire, et expliquer la linguo-version retrouvée dans certaines études, puisque l'ancrage squelettique est renforcé (7) (17).

3.2.4. EFFETS IATROGENES

BAYSAL et al (38) ont retrouvé une incidence des *déhiscences* allant de **2.5% à 55%** en accord avec les résultats retrouvés dans l'étude de LEMOS RINALDI et al (6). En ce qui concerne les effets indésirables osseux, il semblerait que ce soit le distracteur à appui dentaire qui provoque le plus de déhiscences osseuses mais ce résultat n'a pas été confirmé par d'autres études.

En ce qui concerne les *résorptions*, les molaires sont les dents les plus touchées mais il n'existe pas de consensus concernant la racine la plus atteinte (7) (38). De plus, nous n'avons pas pu mettre en évidence **de supériorité d'un dispositif ou d'un protocole** de distraction par rapport à un autre. En revanche, une étude de 2019 a comparé deux appareils modifiés, un sur mini-vis d'ancrage l'autre sans, et elle a conclu qu'on observe **plus de résorptions**, notamment au niveau vestibulaire, apical et du tiers radiculaire moyen, **avec le dispositif sans mini-vis qu'avec celui avec appui osseux**. (39)

Cependant, il est important de noter que les résorptions radiculaires ont plusieurs étiologies possibles telles que des prédispositions génétiques, des habitudes nocives et des forces appliquées aux dents. Certains facteurs sont favorisants, notamment **l'anatomie radiculaire** de forme triangulaire, en pipette, biseau ou courte, ce qui peut expliquer la divergence des résultats.

3.3. APPLICATIONS CLINIQUES DE NOTRE ETUDE

3.3.1. QUAND DEBUTER LE TRAITEMENT ?

La distraction orthopédique est un acte thérapeutique qui doit être effectué le **plus tôt** possible à condition que les 1^{ères} molaires maxillaires aient fini leur édification. Les recommandations de l'ANAES (40) sont les suivantes : « *lorsque les bases osseuses maxillaires sont concernées le traitement suppose une distraction intermaxillaire, ce qui ne peut se faire trop tôt (avant 8 ans) en raison des conséquences possibles sur les sutures de la base du crâne et de la nécessité d'un ancrage dentaire solide sur les dents de 6 ans* ». Les études de notre revue systématique viennent appuyer ces recommandations, car chez les sujets jeunes, et notamment chez les patients de moins de 10 ans, l'expansion squelettique se fait de façon plus favorable, en plus grande quantité (11) et avec une ouverture plus parallèle (12).

3.3.2. QUEL EST L'AGE LIMITE D'UNE DISTRACTION ORTHOPEDIQUE ?

A l'heure actuelle il n'existe **aucune recommandation** concernant l'âge limite de réalisation d'une distraction orthopédique et la littérature disponible à ce sujet, résumée dans la *figure 19* ci-après, est pauvre et contradictoire :

- Pour MOMMAERTS (1999), l'expansion maxillaire rapide ne convient que pour les patients de moins de **12 ans** et une assistance chirurgicale est nécessaire pour ceux de plus de 14 ans (41) ;
- Pour ALPERN et YUOSKO (1987), l'assistance chirurgicale est utilisée chez les hommes de plus de **21 ans** et les femmes de plus de **18 ans** (42) ;
- Pour TIMMS et VERO (1981), la distraction classique est testée chez tous les patients de moins de **25 ans**, en tenant compte du fait que la difficulté est plus importante chez les patients âgés de 15 à 25 ans (43).

En pratique clinique, la tendance générale semble accepter les limites d'âge suivantes : jusqu'à **16 ans pour les garçons** et **14 ans pour les filles** (44).

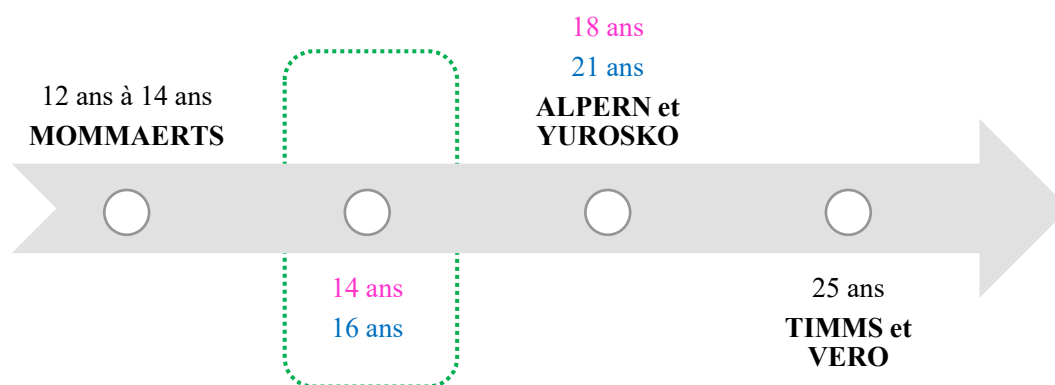


Figure 19 : Limites d'âges pour effectuer une distraction orthopédique retrouvées dans la littérature.

La problématique d'une limite d'âge non définie est réelle en ce qui concerne le risque d'effets indésirables. En effet, dans les cas où les sutures du maxillaire sont synostosées, la réalisation d'une distraction orthopédique est impossible sans risquer d'induire des effets iatrogènes sévères. Ces effets iatrogènes peuvent être multiples et variés : il s'agit de risque de **fenestrations radiculaires, de récessions gingivales, d'hypersensibilités et de résorptions radiculaires** des dents d'ancrage ou de **nécrose de la muqueuse palatine**. Pour ces cas-là, où une action orthopédique est impossible, une chirurgie du sens transversal permettant de séparer chirurgicalement les deux héli-maxillaires, est donc nécessaire afin de limiter les risques au niveau parodontal et alvéolaire.

Or, l'âge moyen des patients de notre revue systématique de la littérature était bien en deçà des limites d'âges généralement admises par la communauté scientifique, nous ne pouvons donc **pas extrapoler nos résultats aux patients âgés de plus de 14 ans** (17) (19). De plus, les études présentant les patients les plus âgés n'ont pas étudié les effets iatrogènes, nous ne pouvons donc **pas conclure sur la non-iatrogénie de ce type de traitement réalisé tardivement chez des adolescents ou de jeunes adultes** (12) (13) (16) (18) (42) (50) (48) (51) (75).

Des études récentes cherchent à montrer l'influence des sutures ptérygo-maxillaires et de la suture palatine sur la réussite du traitement. En effet, il a été démontré que le stade de maturation de la suture palatine n'était pas corrélé à l'âge civil et plusieurs cas cliniques de distraction tardive ont déjà été publiés (53). Une classification de la **maturation de la suture palatine**, s'appuyant sur l'utilisation du CBCT, a été proposée afin : de faciliter son évaluation par le praticien, de mieux **orienter la décision thérapeutique**, d'éviter les effets indésirables et les échecs de l'expansion maxillaire rapide ou encore afin d'éviter le recours à une expansion chirurgicale inutile, chez l'enfant et le jeune adolescent (54).

3.3.3. QUEL PROTOCOLE DE DISTRACTION ADOPTER ?

3.3.3.1. En fonction du diagnostic squelettique

D'après nos résultats, lorsqu'une action squelettique importante est voulue, il serait souhaitable de privilégier le **distracteur osseux sur 4 mini-vis** aux autres types de distracteur (7).

Dans les cas où un distracteur à appui dentaire a été choisi il est préférable :

- D'utiliser un **hyrax avec 4 bagues** ;
- De réaliser une **activation de 0,8mm** par jour (12) (13) (14).

3.3.3.2. En fonction du diagnostic alvéolaire

Les résultats de cette étude ont montré que toutes les thérapeutiques induisent une diminution de l'os alvéolaire vestibulaire que ce soit au niveau de la hauteur ou de l'épaisseur. Cependant, en présence d'un **parodonte faible**, il serait souhaitable de privilégier des thérapeutiques les plus conservatrices et de choisir un distracteur à **appui osseux** (7) ou un distracteur à **appui mixte** (6).

3.3.3.3. En fonction du diagnostic dentaire

Le choix du distracteur et du protocole de distraction le plus adapté va dépendre de 3 principaux paramètres :

- *La quantité d'expansion dentaire souhaitée* : le distracteur à appui **dentaire** semble être à l'origine d'une plus grande quantité d'expansion dentaire que les distracteurs à appui mixte ou osseux (6) (12) (17) ;
- *L'intégrité des dents support de bagues* : les distracteurs dentaire et mixte s'appuient sur les dents et il est donc nécessaire qu'elles soient en bonne santé. Dans les cas où les **molaires sont absentes ou délabrées** le choix d'un **distracteur osseux** est préférable ;
- *L'analyse de l'axe des molaires et des prémolaires* : le distracteur à appui osseux permet une **diminution** du tipping dentaire pouvant aller jusqu'à la **linguo-version** des 1ères prémolaires et molaires à l'inverse des distracteurs à appui dentaire ou mixte qui tendent à aggraver le tipping.

CONCLUSION

La distraction orthopédique dans la prise en charge des anomalies du sens transversal est un sujet vaste et très étudié dans la littérature, mais pour lequel il n'existe actuellement **aucun consensus**, en raison du **manque d'études comparatives** pour évaluer la supériorité d'un dispositif ou d'un protocole par rapport à un autre. Concernant les distracteurs mixte (sur minivis), des études seraient nécessaires, il n'en existe aucune à l'heure actuelle.

Cette revue systématique de la littérature a été réalisée afin de comparer, à l'aide de l'imagerie tridimensionnelle (CBCT), **les différents protocoles de distraction en termes de succès thérapeutique** (effets, efficacité, iatrogénie). Après analyse des études incluses, il semblerait que le distracteur à **appui osseux** soit à l'origine d'une plus grande expansion squelettique et d'effets dentaires moins marqués que les autres dispositifs. Cependant, ces conclusions présentent un faible niveau de preuve en raison de la multiplicité des paramètres et du manque de standardisation des protocoles. Afin d'effectuer une comparaison fiable des différents protocoles de distraction, la réalisation de plusieurs essais cliniques contrôlés et randomisés, de forte puissance, avec des protocoles similaires est donc nécessaire.

Notre revue avait également pour objectifs secondaires d'identifier l'existence ou non de **paramètres cliniques influençant ce succès thérapeutique et de déterminer si un appareil est plus indiqué qu'un autre** en fonction des situations cliniques.

Les facteurs pouvant influencer les résultats du traitement sont nombreux, néanmoins le principal facteur influençant reste l'**âge** du patient. Malheureusement, les patients inclus dans les études analysées étaient **tous relativement jeunes** (moins de 15 ans) et nos résultats ne peuvent donc pas être extrapolés chez les adolescents tardifs, les jeunes adultes et les adultes. Ainsi, notre revue systématique ne nous a donc pas permis de déterminer quel était réellement l'influence de l'âge sur l'efficacité de la distraction orthopédique.

En revanche, un arbre décisionnel pour aider les praticiens à choisir l'appareil de distraction qui convient le mieux pour traiter un patient de moins de 14 ans consultant pour une endomaxille a pu être réalisé à l'aide de nos conclusions. Il est représenté dans la *figure 20* ci-après.

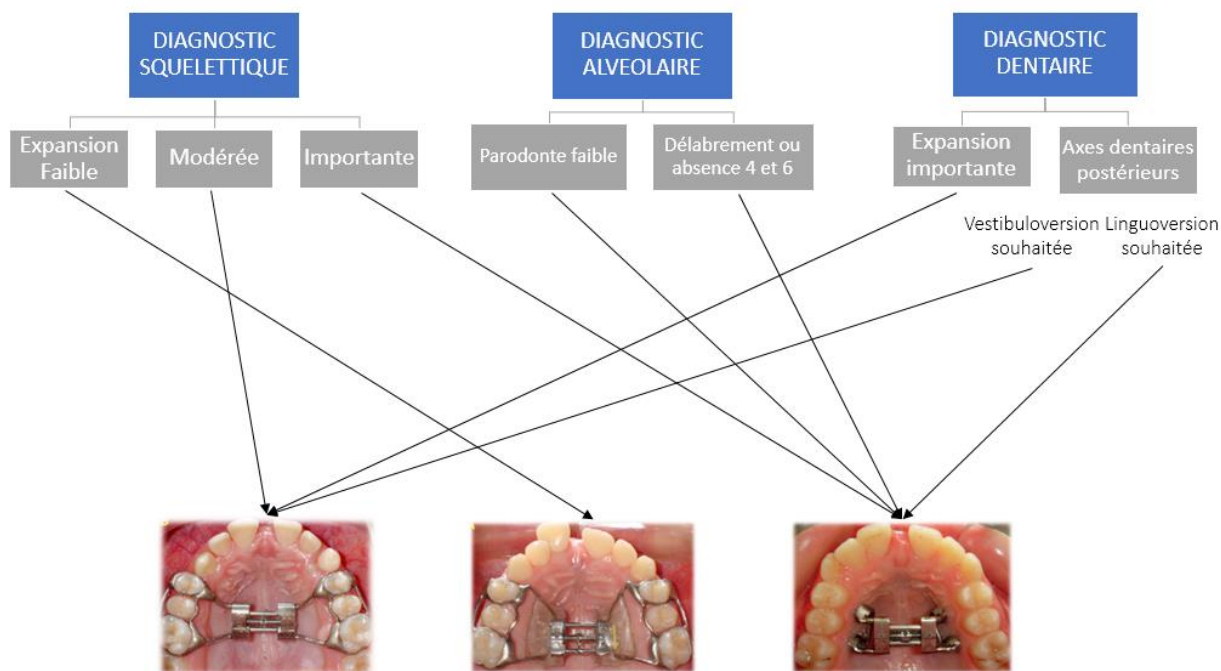


Figure 20 : Arbre décisionnel concernant le traitement indiqué suivant le diagnostic chez des patients de moins de 14 ans atteints d'endomaxillie.

BIBLIOGRAPHIE

1. Caquant L. Gestion de la dimension transversale maxillaire. *Orthod Fr.* 1 mars 2015;86(1):67-72.
2. Villa MP, Malagola C, Pagani J, Montesano M, Rizzoli A, Guilleminault C, et al. Rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 12-month follow-up. *Sleep Med.* 1 mars 2007;8(2):128-34.
3. Mason M, Spolaor F, Guiotto A, De Stefani A, Gracco A, Sawacha Z. Analyse de la démarche et de la posture chez des patients avec déficit transversal du maxillaire, avant et après expansion palatine rapide (EPR). *Int Orthod [Internet]*. 14 févr 2018; Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1761722718300044>
4. Fagundes NCF, Rabello NM, Maia LC, Normando D, Mello KCFR. Can rapid maxillary expansion cause auditory improvement in children and adolescents with hearing loss? A systematic review. *Angle Orthod.* nov 2017;87(6):886-96.
5. Vale F, Albergaria M, Carrilho E, Francisco I, Guimarães A, Caramelo F, et al. Efficacy of Rapid Maxillary Expansion in the Treatment of Obstructive Sleep Apnea Syndrome: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Evid-Based Dent Pract.* sept 2017;17(3):159-68.
6. Lemos Rinaldi MR, Azeredo F, Martinelli de Lima E, Deon Rizzato SM, Sameshima G, Macedo de Menezes L. Cone-beam computed tomography evaluation of bone plate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* oct 2018;154(4):504-16.
7. Celenk-Koca T, Erdinc AE, Hazar S, Harris L, English JD, Akyalcin S. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: A prospective randomized clinical trial. *Angle Orthod.* nov 2018;88(6):702-9.
8. LaBlonde B, Vich ML, Edwards P, Kula K, Ghoneima A. Three dimensional evaluation of alveolar bone changes in response to different rapid palatal expansion activation rates. *Dent Press J Orthod.* févr 2017;22(1):89-97.
9. Pham V, Lagravère MO. Alveolar bone level changes in maxillary expansion treatments assessed through CBCT. *Int Orthod.* mars 2017;15(1):103-13.
10. Luebbert J, Ghoneima A, Lagravère MO. Skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion assessed through three-dimensional imaging: A multicenter study. *Int Orthod.* mars 2016;14(1):15-31.
11. Baratieri C da L, Alves M, Mattos CT, Lau GWT, Nojima LI, de Souza MMG. Transverse effects on the nasomaxillary complex one year after rapid maxillary expansion as the only intervention: a controlled study. *Dent Press J Orthod.* oct 2014;19(5):79-87.
12. Kanomi R, Deguchi T, Kakuno E, Takano-Yamamoto T, Roberts WE. CBCT of skeletal changes following rapid maxillary expansion to increase arch-length with a development-dependent bonded or banded appliance. *Angle Orthod.* sept 2013;83(5):851-7.
13. Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* sept 2011;140(3):366-76.

14. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juill 2008;134(1):8-9.
15. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JYK, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* oct 2007;132(4):428.e1-8.
16. Gohl E, Nguyen M, Enciso R. Three-dimensional computed tomography comparison of the maxillary palatal vault between patients with rapid palatal expansion and orthodontically treated controls. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* oct 2010;138(4):477-85.
17. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 mars 2010;137(3):304.e1-304.e12.
18. Farhangfar A, Bogowicz P, Heo G, Lagravère MO. Palatal bone resorption in bone-anchored maxillary expander treatment. *Int Orthod.* sept 2012;10(3):274-88.
19. Lagravère MO, Gamble J, Major PW, Heo G. Transverse dental changes after tooth-borne and bone-borne maxillary expansion. *Int Orthod.* mars 2013;11(1):21-34.
20. Bouserhal J, Bassil-Nassif N, Tauk A, Will L, Limme M. Three-dimensional changes of the nasomaxillary complex following rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2014;84(1):88-95.
21. Dindaroglu F, Doğan S. Evaluation and comparison of root resorption between tooth-borne and tooth-tissue borne rapid maxillary expansion appliances: A CBCT study. *Angle Orthod.* 2016;86(1):46-52.
22. Chane-Fane C, Darqué F. Distraction maxillaire rapide assistée par mini-implants palatins chez l'adolescent – Étude préliminaire. *Int Orthod.* 1 mars 2015;13(1):96-111.
23. Bonnin F, Sorin B, Keruhel J. Intérêt de la tomодensitométrie dans l'analyse du sens transversal. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* 1 déc 2004;38(4):373-88.
24. Lee K-M, Hwang H-S, Cho J-H. Comparison of transverse analysis between posteroanterior cephalogram and cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 10 déc 2013;84(4):715-9.
25. Tai B, Goonewardene M, Murray K, Koong B, Islam S. The reliability of using postero-anterior cephalometry and cone-beam CT to determine transverse dimensions in clinical practice. *Aust Orthod J.* 2014;30(2):132-42.
26. Miner RM, Qabandi SA, Rigali PH, Will LA. Cone-beam computed tomography transverse analysis. Part I: Normative data. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 sept 2012;142(3):300-7.
27. Podesser BK, Williams SL, Bantleon HP, Imhof H. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *Eur J Orthod.* 2004;26(2):209-15.
28. FFO. Indications et champ d'application du Cone Beam (CBCT) en Orthodontie, Recommandations de Bonne Pratique. 2017 mai.
29. Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim D-G, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* févr 2011;139(2):e117-127.

30. Sun L, Zhang L, Shen G, Wang B, Fang B. Accuracy of cone-beam computed tomography in detecting alveolar bone dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 mars 2015;147(3):313-23.
31. Zong C, Tang B, Hua F, He H, Ngan P. Skeletal and dentoalveolar changes in the transverse dimension using microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) appliances. *Semin Orthod.* 1 mars 2019;25(1):46-59.
32. Oh H, Park J, Lagravere-Vich MO. Comparison of traditional RPE with two types of micro-implant assisted RPE: CBCT study. *Semin Orthod.* 1 mars 2019;25(1):60-8.
33. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion--tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod.* juill 2005;75(4):548-57.
34. Algharbi M, Bazargani F, Dimberg L. Do different maxillary expansion appliances influence the outcomes of the treatment? *Eur J Orthod.* 23 2018;40(1):97-106.
35. Lione R, Ballanti F, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* sept 2008;134(3):389-92.
36. Agostino P, Ugolini A, Signori A, Silvestrini-Biavati A, Harrison JE, Riley P. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2014 [cité 14 févr 2019];(8). Disponible sur: <https://www-cochranelibrary-com.ezproxy.uca.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD000979.pub2/abstract>
37. Gunyuz Toklu M, Germec-Cakan D, Tozlu M. Periodontal, dentoalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 juill 2015;148(1):97-109.
38. Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, et al. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* mai 2012;82(3):488-94.
39. Yildirim M, Akin M. Comparison of root resorption after bone-borne and tooth-borne rapid maxillary expansion evaluated with the use of microtomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 févr 2019;155(2):182-90.
40. Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé. Indications de l'orthopédie dento-faciale et dento-maxillo-faciale chez l'enfant et l'adolescent. (Service des recommandations et références professionnelles).
41. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* août 1999;37(4):268-72.
42. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod.* juill 1987;57(3):245-63.
43. Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.* 1 sept 1981;19(3):180-96.
44. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod.* 1 oct 2001;71(5):343-50.
45. Ballanti F, Lione R, Fanucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and Post-Retention Effects of Rapid Maxillary Expansion Investigated by Computed Tomography in Growing Patients. *Angle Orthod.* 1 janv 2009;79(1):24-9.

46. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: A literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 févr 2008;133(2):290-302.
47. Bressane LB, Janson G, Oltramari-Navarro PVP, Henriques JFC, Garib DG. Long-term changes of alveolar buccal bone after rapid maxillary expansion in an adolescent patient. *J World Fed Orthod.* 1 juin 2016;5(2):64-9.
48. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, Huang GJ. *Orthodontics - E-Book: Current Principles and Techniques.* Elsevier Health Sciences; 2016. 1209 p.
49. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* avr 2005;127(4):483-92.
50. Sygouros A, Motro M, Ugurlu F, Acar A. Expansion maxillaire rapide assistée chirurgicalement. Évaluation de différentes techniques chirurgicales et de leur effet sur le complexe dento-squelettique maxillaire par tomographie volumique à faisceau conique (CBCT). Rapport préliminaire. *Orthod Fr.* 1 juin 2014;85(2):175-87.
51. Greenbaum KR, Zachrisson BU. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod.* 1 janv 1982;81(1):12-21.
52. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* juin 2006;129(6):749-58.
53. Carlson C, Sung J, McComb RW, Machado AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* mai 2016;149(5):716-28.
54. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* nov 2013;144(5):759-69.

SALLABERRY (Marion) – « COMPARAISON PAR IMAGERIE TRIDIMENSIONNELLE DES DIFFERENTS PROTOCOLES DE DISTRACTION PALATINE EN TERMES D'EFFICACITE, D'EFFETS ET D'IATROGENIE : REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE. »
(20ill., 7tabl. – (Thèse : Chir. Dent. ; Clermont-Ferrand ; 2019) – N°

RESUME :

Objectifs : L'objectif principal est de comparer, à l'aide de l'imagerie tridimensionnelle (CBCT), les différents protocoles de distraction en termes de succès thérapeutique (effets, efficacité, iatrogénie). Les objectifs secondaires sont d'identifier l'existence ou non de paramètres cliniques influençant le succès thérapeutique et de déterminer si un appareil est plus indiqué qu'un autre en fonction des situations cliniques.

Matériels et méthodes : Une recherche systématique a été menée sur les bases de données Cochrane, Pubmed, Scopus et Doss. Les articles retenus sont des études portant sur des enfants, adolescents et/ou des adultes nécessitant une expansion du maxillaire par distraction orthopédique, sur les effets et/ou l'efficacité, et/ou les effets iatrogènes des appareils ou de la technique de distraction classique et/ou celle assistée par mini-vis étudiés avec l'imagerie tridimensionnelle (CBCT ou scanner).

Résultats : Sur les 446 articles trouvés, 16 articles ont été retenus et inclus pour analyse. En termes d'effets squelettiques, tous sont efficaces mais l'expansion obtenue est plus importante avec un distracteur sur mini-vis qu'avec un classique. En termes d'effets alvéolaires, il semblerait que les pertes osseuses observées en hauteur et en épaisseur soient plus importantes avec un distracteur à appui dentaire qu'avec un osseux. En termes d'effets dentaires, l'expansion et le tipping serait plus important avec un distracteur à appui dentaire qu'avec un osseux. En termes d'iatrogénie, aucun paramètre ne semble influencer l'apparition de résorptions. A l'inverse, le type de distracteur utilisé semble influencer l'apparition de déhiscences osseuses avec une prépondérance pour les distracteurs à appui dentaire.

Conclusion : La distraction orthopédique dans la prise en charge des anomalies du sens transversal est un sujet pour lequel il n'existe actuellement aucun consensus, en raison du manque d'études comparatives pour évaluer la supériorité d'un dispositif ou d'un protocole par rapport à un autre. Il semblerait toutefois que le distracteur à appui osseux soit à l'origine d'une plus grande expansion squelettique et d'effets dentaires moins marqués que les autres dispositifs. Cependant, ces conclusions présentent un faible niveau de preuve en raison de la multiplicité des paramètres et du manque de standardisation des protocoles. Nous n'avons pas pu déterminer quel était réellement l'influence de l'âge sur l'efficacité de la distraction orthopédique. En revanche, un arbre décisionnel pour aider les praticiens à choisir l'appareil de distraction qui convient le mieux pour traiter un patient de moins de 14 ans consultant pour une endomaxillie a pu être réalisé à l'aide de nos conclusions. Pour répondre à ce sujet, la réalisation de plusieurs essais cliniques contrôlés et randomisés, de forte puissance, avec des protocoles similaires est donc nécessaire.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Revue de littérature

MOTS CLES : Orthodontie, Endomaxillie, Disjonction maxillaire rapide.

MOTS CLES ANGLAIS : Orthodontics, Transversal Deficiency, Rapid Maxillary Expansion

JURY :	Président du Jury : M. NICOLAS Emmanuel	Professeur des Universités, Praticien Hospitalier
	Membre du Jury : M. DECERLE Nicolas	Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier
	M. EL HELOU Marwan	Assistant Hospitalo – Universitaire
	Mme MELIN Céline	Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier
	Directrice de thèse : Mme BAUER Cynthia	Assistante Hospitalo – Universitaire