HAL
open science

La chirurgie orthognathique a-t-elle une influence sur la posture ? Revue systématique de la littérature

Juliette Lacoste

To cite this version:

Juliette Lacoste. La chirurgie orthognathique a-t-elle une influence sur la posture ? Revue systématique de la littérature. Chirurgie. 2017. dumas-01620421

HAL Id: dumas-01620421

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01620421v1

Submitted on 20 Oct 2017

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

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

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

Année 2017 N°66

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

Présentée et soutenue publiquement

Par Juliette LACOSTE

Née le 15/02/1992 à Bordeaux
Le 15 septembre 2017

La chirurgie orthognathique a-t-elle une influence sur la posture ? Revue systématique de la littérature.

Directeur de thèse

Docteur Cédric Bazert

Membres du Jury

Président	Mme MJ. BOILEAU	Professeur des Universités
Directeur	M. C. BAZERT	Maître de Conférences des Universités
Rapporteur	M. E. BARDINET	Maître de Conférences des Universités
Assesseur	Mme C. PELOURDE	Assistante Hospitalo-Universitaire

UNIVERSITE DE BORDEAUX

Président	M. TUNON DE LARA Manuel
Directeur de Collège des Sciences de la Santé	M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

Directrice	Mme BERTRAND Caroline	58-02
Directrice Adjointe – Chargée de la Formation Initiale	Mme ORIEZ-PONS Dominique	58-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. FRICAIN Jean-Christophe	57-02
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales	M. LASSERRE Jean-François	58-02

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-02
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques – Biomatériaux	58-03
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVE	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	58-03
Mme	Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-03
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-02
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M.	Sylvain	CATROS	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
M.	Stéphane	CHAPENOIRE	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M.	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Raphael	DEVILLARD	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-02

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

ASSISTANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Camille	BOULE-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Anaïs	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Mathieu	CONTREPOIS	Prothèse dentaire	58-02
M.	Jean-Baptiste	CULOT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Mme	Clarisse	DE OLIVEIRA	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Agathe	GREMARE	Sciences biologiques	57-03
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-02
M.	Alexandre	MARILLAS	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Emmanuel	MASSON-REGNAULT	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
Mme	Marie	MEDIO	Orthopédie dento-faciale	56-02
Mme	Meryem	MESFIOUI	Parodontologie	57-01
Mme	Darrène	NGUYEN	Sciences biologiques	57-03
M.	Ali	NOUREDDINE	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Chloé	PELOURDE	Orthopédie dento-faciale	56-02

M.	Antoine	POPELUT	Parodontologie	57-01
Mme	Charlotte	RAGUENEAU	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Noëlla	RAJONSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
M.	Clément	RIVES	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-02
M.	François	ROUZE L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Audrey	SAY LIANG FAT	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03

Remerciements

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José BOILEAU
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie Dento-Faciale 56-02

A vous qui nous faites l'honneur de présider ce jury,
Je vous suis reconnaissante pour votre pédagogie, votre implication et votre investissement quotidien.
Je trouve ici l'occasion de vous remercier pour votre aide, vos précieux conseils, ainsi que votre soutien infaillible.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Cédric BAZERT
Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie-Dento-Faciale 56-02

A vous qui nous avez fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse,
Je vous remercie pour votre gentillesse ainsi que votre rigueur. Merci de m'avoir orientée vers ce sujet.
Ce sujet de thèse particulièrement intéressant m'a permis de réaliser l'importance de la prise en charge globale du patient lors d'un traitement orthodontique.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Etienne BARDINET
Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Orthopédie-Dento-Faciale 56-02

A vous qui nous avez fait l'honneur de juger notre travail et de participer à ce jury,
Je vous remercie pour votre gentillesse, votre spontanéité, et votre soutien sans faille du vendredi.

A notre Assesseur

Madame le Docteur Chloé PELOURDE
Assistante Hospitalo-Universitaire
Sous-section Orthopédie-Dento-Faciale 56-02

Nous vous remercions d'avoir accepté notre invitation.
Je vous remercie également pour vos précieux conseils cliniques et votre rigueur qui m'aident dans ma pratique clinique.

A ma famille et mes amis,

Maman, merci pour tout. Sans toi je ne serais pas là. Tu es mon meilleur soutien depuis toujours. Merci de me supporter au quotidien.

Papa, malgré la distance tu as été là pour les moments les plus importants. Merci de toujours croire en moi.

Pierre, inséparables depuis tous petits, je suis très fière de toi.

Je suis heureuse de pouvoir encore partager des moments tous les quatre.

Thomas, merci pour toute ton aide et ton soutien permanent. Ce travail est un peu le tien quelque part.
J'en profite pour remercier également ta maman et Philippe de si bien prendre soin de nous.

Grand-maman et grand-papa, votre gentillesse est un modèle pour moi. Merci de nous gâter depuis toujours.

Amé, merci pour les valeurs que tu m'as enseignées.

A mes cousins et cousines, tout particulièrement à mon dentiste préféré Edouard.

Noémie, que seraient mes études sans toi ? Merci pour tous ces bons moments et pour cet erasmus inoubliable avec Tante Nicole.

Elise, Marine, Manon, grâce à vous ces années de fac auront été bien agréables.

Mais aussi Jane, Anaël, Maeva, Nicolas, et tous les autres.

A Dr Clinkemaillié, Dr Rives, Dr Badet, pour ces années à Saint-André.

A Dr Moreau-Jaffres, de m'avoir donné envie de devenir orthodontiste depuis toute petite.

Sarah, Mathilde, Antoine, grâce à vous ces années d'internat deviennent sympathiques. Vous rendez le quotidien du PQR bien plus supportable. Une année en binôme, ne jamais quitter le service seule mais aussi nos raclettes ou soirées réunionnaises ça ne s'oublie pas.

Mais aussi Cynthia, Aurélie, Hélène, Myriam, Nathalie, Penelope, Laila, Margaux, Laurène, Michael, Gabriela, Mathilde et Cédric.

A toutes les aides-soignantes, ASH et infirmières du PQR.

A Pilar et Karla qui m'ont permis de devenir celle que je suis.

Mais également à Bérénice, Faustine, Hermine, Pauline, Juliette d'être toujours présentes après toutes ces années.

Ainsi qu'à Marie, Florian, Hugo souvenirs du passage de la P1.

…

Table des matières

RESUME 10

INTRODUCTION 11

CONTEXTE 11

1. La chirurgie orthognathique dans les traitements orthodontico-chirurgicaux 11
2. La posture 11
   - *2.1. Analyse de la posture cervicale et de la posture de la tête 12*
   - *2.2. Analyse de la posture générale 21*
3. Les relations 23
   - *3.1. Le lien occlusion posture 23*
   - *3.2. Lien entre os hyoïde et posture 24*
   - *3.3. Lien entre dysmorphose squelettique et posture 25*

MATERIEL ET METHODES 28

1. Stratégie de recherche et équation 28
2. Critères d'éligibilité 28
3. Selection des articles 29
4. Extraction des données et synthèse 29

RESULTATS 29

1. Présentation des articles 30
2. Population étudiée dans les différents articles 31
   - *2.1. Sexe et âge 31*
   - *2.2. Dysmorphose étudiée et type de chirurgie réalisée 32*
3. Objectifs des études : critères évalués et méthodes d'évaluation 33
4. Résultats des études 35
   - *4.1. Conséquences posturales de la chirurgie orthognathique 35*
   - *4.2. Incidence de la dysmorphose sur les conséquences posturales de la chirurgie 36*
   - *4.3. Incidence du type de chirurgie sur les conséquences posturales de la chirurgie orthognathique 37*

DISCUSSION 38

1. Critique de la méthode 38
2. Critique des résultats 42
   - *2.1. Adaptations posturales en fonction du type de chirurgie 42*
   - *2.2. Mécanismes avancés pour expliquer cette adaptation posturale 46*
   - *2.3. Stabilité des modifications posturales observées 47*
   - *2.4. Incidence des mesures choisies 48*
   - *2.5. Posture générale 48*

CONCLUSION 51

TABLE DES ILLUSTRATIONS 52

ANNEXES 52

BIBLIOGRAPHIE 58

Liste des abréviations

- **NHP** (Natural Head Posture/ Position) : position naturelle de la tête.
- **2D** : deux dimensions.
- **TRP** : Téléradiographie de Profil.
- **3D** : trois dimensions.
- **CBCT** (Cone Beam Computed Tomography) : tomographie volumétrique numérisée à faisceau conique.
- **IF** : (Impact Factor) : facteur d'impact.
- **DICOM** : (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) : norme standard pour la gestion informatique des données issues de l'imagerie médicale.
- **CdP** : Centre d'appui Podal.
- **EMG** : électromyographie.
- **OSBM** : Ostéotomie Sagittale des Branches Mandibulaires.
- **OIM** : Occlusion d'Intercuspidation Maximale.
- **RC** : Relation Centrée.
- **ANAES** : Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé.
- **SAHOS** : Syndrome d'Apnée Hypopnée Obstructive du Sommeil.

RESUME

Quel que soit le domaine médical, l'intérêt d'une approche pluridisciplinaire apparaît comme incontestable à l'heure actuelle. Ceci pour les phases à la fois diagnostiques et thérapeutiques. Ainsi les traitements orthodontico-chirurgicaux se multiplient. De la même façon, les indications et les conséquences générales à une échelle plus large que la sphère oro-faciale prennent de l'importance. La relation fortement suspectée depuis des années entre les domaines dentaire et postural a rendu son étude incontournable depuis les années 1990.

Dans ce contexte, l'étude de la posture qu'elle soit générale ou cervicale et de ses relations avec la chirurgie orthognathique paraît pertinente. En effet, il a déjà été établi par le passé qu'un lien entre occlusion et posture ainsi qu'entre typologie faciale et posture était évident.

Une revue systématique de la littérature a été réalisée à partir des bases de données Cochrane, PubMed, Scopus et GoogleScholar. Les articles inclus devaient être en anglais ou en français et disponibles dans leur totalité. La recherche a identifié 17 articles dont un seul traitait de la posture générale, les autres concernaient les relations entre chirurgie orthognathique et posture cervicale ou céphalique.

Sur les 17 articles inclus, 13 ont mis en évidence une conséquence de la chirurgie orthognathique sur la posture. Ainsi, seuls 4 articles, dont celui traitant exclusivement de la posture générale, n'y sont pas parvenus.

La complexité des phénomènes posturaux, l'imbrication d'autres domaines comme les dimensions des voies aériennes supérieures mais également le rôle de la psychologie du patient, rendent cependant cette étude difficile. D'autres études, aux niveaux de preuves plus élevés sont nécessaires pour établir plus clairement l'interrelation entre posture et chirurgie orthognathique.

INTRODUCTION

De nos jours, les indications des traitements ortho-chirurgicaux, bien que très précises, se multiplient grâce à l'amélioration de la collaboration entre chirurgiens et orthodontistes. En rétablissant une bonne occlusion et en corrigeant le profil, la chirurgie orthognathique déplace le maxillaire et la mandibule. Cette modification spatiale des mâchoires entraine des conséquences sur les éléments environnants, modification des voies aériennes supérieures par exemple, et engendre des adaptations fonctionnelles donc une adaptation posturale.

Cette prise en charge orthodontico-chirugicale nécessite donc une collaboration entre de nombreuses spécialités (oto-rhino-laryngologues, kinésithérapeutes, médecins du sommeil, etc).

Dans ce travail, nous nous intéresserons particulièrement aux modifications posturales liées aux chirurgies orthognathiques dans le cadre d'une revue systématique de la littérature.

CONTEXTE

1. La chirurgie orthognathique dans les traitements orthodontico-chirurgicaux

La chirurgie orthognathique concerne les bases osseuses maxillo-mandibulaires et vise à rétablir leur équilibre et leur concordance dans les trois dimensions de l'espace.

Dans les traitements orthodontiques, le recours à la chirurgie orthognathique concerne les grandes dysmorphoses (syndromiques ou non) aux conséquences esthétiques et fonctionnelles néfastes. Il est indispensable pour rétablir une occlusion fonctionnelle lorsque les limites des compensations alvéolo-dentaires sont dépassées.

Les chirurgies orthognathiques par les déplacements squelettiques engendrent une modification des rapports maxillo-mandibulaires.
Ces déplacements squelettiques sollicitent également le système musculo-articulaire cranio-facial et induisent des changements dans la position de l'os hyoïde, de la langue, du palais mou (et par conséquent des voies aériennes) et de la posture (1).

En effet, comme le soulignent Bazert *et al.*[2016], ces chirurgies sont à l'origine d'un déplacement relativement important des centres de gravité des pièces déplacées, une modification d'activité des divers groupes musculaires, d'une réorganisation articulaire cervicale et cervico-crânienne ainsi qu'une nécessité d'adaptation fonctionnelle (2).

2. La posture

La posture peut être définie comme « la position relative des segments corporels évoluant dans le cadre de leur cohérence physiologique et par rapport à une référence fixe qu'est la pesanteur » (3).
La posture humaine correspond à la recherche d'un équilibre dans un contexte qui peut être statique ou dynamique. Le corps se compose de différents segments qui s'articulent entre eux

sous contrôle du système nerveux proprioceptif (4). La résultante des forces s'exerçant sur ces différents segments et les moments qu'elles induisent sont, dans les analyses mécaniques, rapportées à leurs centres de gravité.
L'équilibre postural correspond à une situation où la somme des forces et des moments créés est nulle (2).

La posture humaine normale nécessite une action biomécanique complexe qui inclut le système musculosquelettique, les articulations, les ligaments et le système nerveux (5).
La composante posturale squelettique, se base sur la colonne vertébrale humaine physiologique qui présente 3 courbures majeures (6) :

- la lordose cervicale
- la cyphose thoracique
- la lordose lombaire

De face, le rachis physiologique est droit et symétrique (5).

La posture peut être considérée au niveau du corps entier, on parlera alors de posture générale, ou des différents éléments qui le constituent avec par exemple :
- la posture cervicale,
- la posture céphalique ou posture de la tête.

Le crâne surplombant le rachis cervical, la posture de la tête sera fonction de la posture cervicale. Inversement, la posture de la tête aura a fortiori une influence sur la posture cervicale.

Concernant la posture de la tête, les termes de posture naturelle de la tête ou de position naturelle de la tête (NHP : Natural Head Posture/Position) sont fréquemment employés dans la littérature (7).
Cette position se veut standardisée et reproductible afin de faciliter les analyses (8), (9), (10), (11). Elle est supposée offrir une importante reproductibilité et validité, elle correspond donc à une référence logique parmi l'ensemble des références utilisées pour le diagnostic et la quantification des déformations cranio-faciales (4).

La posture est évaluée de profil ou plus rarement de face selon différentes approches. L'examen clinique peut être complété par différents examens complémentaires. Dans la revue de littérature que nous avons conduite, radiographies, photographies, plateforme de stabilométrie et raster-stéréographie vidéo sont principalement rapportées. Chacune de ces techniques s'intéresse plus particulièrement à l'une des composantes posturales.

Dans cette partie, nous présenterons différents éléments nous permettant de comprendre les méthodes utilisées par les auteurs repris dans notre revue de la littérature.

2.1. Analyse de la posture cervicale et de la posture de la tête

La posture cervicale et la posture de la tête sont classiquement étudiées par le biais de radiographies.

En clinique, il existe différentes manières d'obtenir la posture naturelle de la tête, utilisant des artifices extérieurs ou non. Ces méthodes ont été décrites dans le but de réaliser des radiographies standardisées.

- **Position naturelle de la tête selon Moorrees et Kean[1958] (12).** Le patient est assis confortablement et de façon relaxée sur un tabouret. Il doit se regarder dans ses propres yeux dans un miroir rond localisé au niveau de ses pupilles. Le miroir a un diamètre de

100mm et est attaché au mur à 170 cm en face de l'axe transméatal original du céphalostat, dans un plan parallèle à cet axe. La hauteur entre le centre du miroir et le sol est indiquée par une bande marquée sur le poste avant du céphalostat. Une fois le sujet assis, le tabouret est levé pour placer la ligne interpupillaire au niveau de la bande marquée.

- **Posture naturelle de la tête selon Solow et Tallgren[1971] (13).** Avant le positionnement du sujet dans le céphalostat, l'orthoposition est obtenue en laissant le sujet marcher légèrement sur place. Pour atteindre la position d'équilibre de la tête, le patient incline sa tête d'avant en arrière avec une amplitude décroissante. Puis, le sujet doit reproduire cette position du corps et de la tête sous le céphalostat dont les olives auriculaires sont réglées verticalement au niveau des méats acoustiques externes du patient puis insérées délicatement. Un support occipital est également utilisé.

- **Posture naturelle du patient selon la technique de Showfety *et al.*[1983] (14).** Ils déterminent l'horizontale grâce à l'utilisation d'un niveau fluide adapté à la manipulation.
  La radiographie en NHP est prise en respectant les étapes suivantes.
  1. Fixation du niveau sur la tempe du patient.
  2. Le patient se tient droit, les bras le long du corps et le regard vers l'horizon puis fait quelques pas sur place.
  3. Le patient fait ensuite un pas en avant.
  4. Le niveau fluide est tourné sur son pivot jusqu'à l'horizontalité (bulle centrée entre les repères).
  5. La reproductibilité de NHP est vérifiée en répétant les étapes 3 et 4 et en vérifiant l'alignement identique de la bulle du niveau fluide.
  6. Le patient est placé sous le céphalostat et les olives auriculaires mises en place.
  7. La tête du patient est inclinée de haut en bas jusqu'à recentrer la bulle entre les repères.
  8. Une chaine de référence verticale est attachée au mainteneur de tête du céphalostat et doit être visible sur la radiographie.

- **Posture standardisée de la tête selon Solow et Sandham[2002] (15).** La procédure d'obtention se divise en 4 phases ; positionnement des pieds, du corps, de la tête, puis ajustements pour la symétrie. Le patient marche jusqu'au céphalostat puis est placé dessous. Ceci sans que l'opérateur ne prenne ou pousse la tête ou le cou du patient. L'opérateur peut placer un pied en face des pieds du patient, qui peut ensuite déplacer légèrement ses pieds au contact de celui de l'opérateur. Puis la position miroir est obtenue en demandant au patient de regarder dans ses propres yeux dans un miroir. Le support de tête est ensuite diminué et les olives auriculaires insérées délicatement pour être juste au contact du méat. L'ajustement final concernant la symétrie peut ensuite être obtenu avec la projection de rayons lumineux horizontaux ou verticaux sur le visage.

- **Posture naturelle de la tête selon Bister *et al.*[2002] (8).**
  Elle correspond à une simplification du protocole recommandé par Solow en 1994 et déjà abordé par Solow et Tallgren en 1971. Dans ce protocole de Solow et Tallgren, précédemment décrit, la procédure entière est répétée si la position du patient change durant la mise en place des olives auriculaires.
  En 1994, Solow modifie légèrement le protocole et aucun support occipital n'est utilisé.
  Dans le protocole de 2002 de Bister *et al.,* les exercices de marche et d'inclinaisons de la tête sont supprimés et le manipulateur radio peut faire recommencer la procédure au patient s'il juge que sa tête est clairement trop en flexion ou en extension et non en posture naturelle.

Lors de l'analyse, afin de déterminer la posture cervicale et la posture de la tête, de nombreuses variables cranio-faciales peuvent être utilisées. Les analyses peuvent se faire manuellement ou par le biais de logiciels spécialisés.

De profil :

L'analyse radiographique peut se faire en 2D (deux dimensions) ou en 3D (trois dimensions).

EN 2D

La TRP (Téléradiographie de profil) permet l'enregistrement d'images 2D.

➔ Points de référence ***Figure 1***

- Les points de référence anthropologiques :
  - cv2ap : apex du processus odontoïde de la 2ème vertèbre cervicale,
  - cv2ip ou CIP : point le plus postéro-inférieur du corps de la 2ème vertèbre cervicale,
  - cv2tg : point tangent entre la ligne OPT (tangente postérieure au processus odontoïde passant par cv2ip) et le bord postérieur du processus odontoïde de la 2ème vertèbre cervicale,
  - cv4ip : point le plus postéro-inférieur du corps de la 4ème vertèbre cervicale,
  - S ou s : selle, centre de la selle turcique ; la limite supérieure de la selle turcique est définie par la ligne joignant tuberculum et dorsum sellae,
  - N ou n : nasion, point le plus antérieur de la suture fronto-nasale,
  - sm : supramentale, point le plus postérieur sur le contour antérieur du procès alvéolaire inférieur,
  - ss : subspinale, point le plus postérieur sur le contour antérieur du procès alvéolaire supérieur,
  - pg : pogonion, point le plus antérieur de la symphyse mandibulaire,
  - sp : point spinal, apex de l'épine nasale antérieure,
  - pm : pterygomaxillare, intersection entre le plancher nasal et le contour postérieur du maxillaire.

- Les points de références orthodontiques (16) :
  - Po : porion, point le plus supérieur du méat acoustique externe,
  - Or : point orbital, situé à l'union des images radiologiques du bord latéro-orbitaire dans sa partie inférieure et de la paroi inférieure (ou plancher) de l'orbite,
  - B : point le plus déclive de la symphyse mandibulaire,
  - Pog ou Pg : point pogonion, point le plus antérieur de la symphyse,
  - Me : point menton, point le plus inférieur de l'image de la symphyse,
  - Gn : point gnathion, point situé au milieu entre le point Pog et le point Me, point le plus inférieur du contour du menton,
  - Go : gonion, point équidistant entre le point le plus inférieur et le plus postérieur de l'angle goniaque,

- H : hyoidale, le point le plus supéro-antérieur du corps de l'os hyoïde,
- A : point le plus déclive, sur la ligne médiane, de l'image de la concavité antérieure du maxillaire,
- Ans ou ANS: épine nasale antérieure,
- Pns ou PNS : épine nasale postérieure.

o Points de références selon Brodie (17) :
- M : point menton, point le plus inférieur de l'image de la symphyse,
- Na : point nasion, point le plus antérieur de la suture fronto-nasale,
- C2 : point le plus supéro-postérieur du processus épineux de la 2ème vertèbre cervicale,
- C3 : le point le plus inféro-antérieur du corps de la 3ème vertèbre cervicale,
- C4 : point le plus inféro-antérieur du corps de la 4ème vertèbre cervicale.

o D'autres points de références selon Rocabado (18) :
- RGn : retrognathion, le point le plus inféro-postérieur de la symphyse mandibulaire,
- AA : le point le plus antérieur du corps de l'atlas sur une TRP.

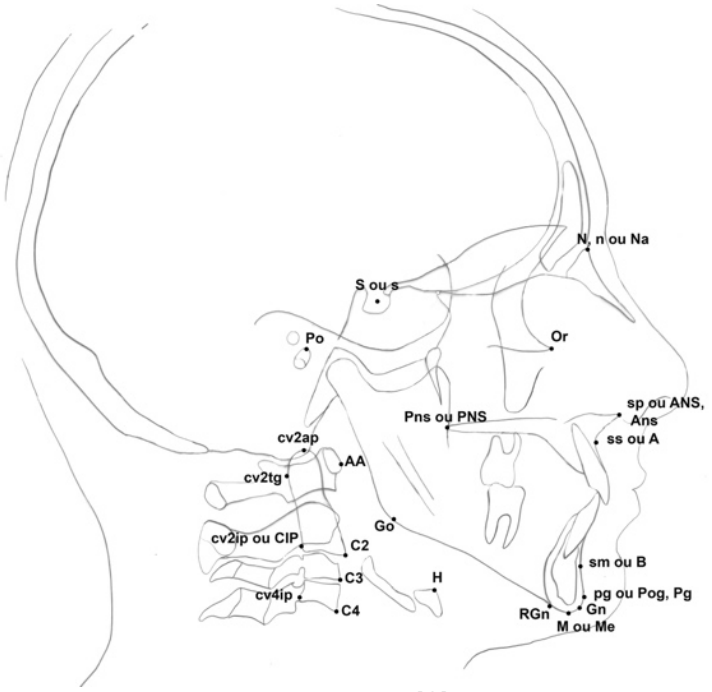


Figure 1 - Points de référence.

➔ Lignes / plans (19), (20) ***Figure 2***

o Lignes communes à différents auteurs :
- NSL (ou SNL) : nasion-sella line, la ligne passant par n et s,
- FH : Frankfurt horizontal plane, plan passant par les points porion et sous orbitaire,

- NL : nasal line, la ligne passant par sp et pm,
- OPT : odontoid process tangent, la tangente postérieure au processus odontoïde passant par cv2ip,
- CVT : cervical vertebrae tangent, la tangente postérieure au processus odontoïde passant par cv4ip,
- VER : true vertical line, la ligne verticale projetée sur le film,
- HOR : true horizontal line, la perpendiculaire à VER.

Il est à noter qu'il existe également :

- ✓ La ligne HR qui correspond à une ligne horizontale déterminée arbitrairement à 7° sous SN par rapport au point S. A partir de HR est déterminée VR qui correspond à la perpendiculaire à HR (21).
- ✓ La ligne verticale TVL obtenue sur une photo du profil et reportée par superposition du tracé tégumentaire photo aux mêmes proportions sur le tracé céphalométrique (22).

- o Lignes et plans spécifiques à Rocabado (18) :
  - Plan hyoïde : le plan depuis H passant par le grand axe des grandes cornes de l'os hyoïde,
  - MGP : McGregor's Plane, ligne reliant le basi-occiput à l'épine nasale postérieure,
  - OP : Odontoïd Plane, une ligne partant de l'angle antéro-inférieur de l'odontoïde vers l'apex de l'odontoïde.

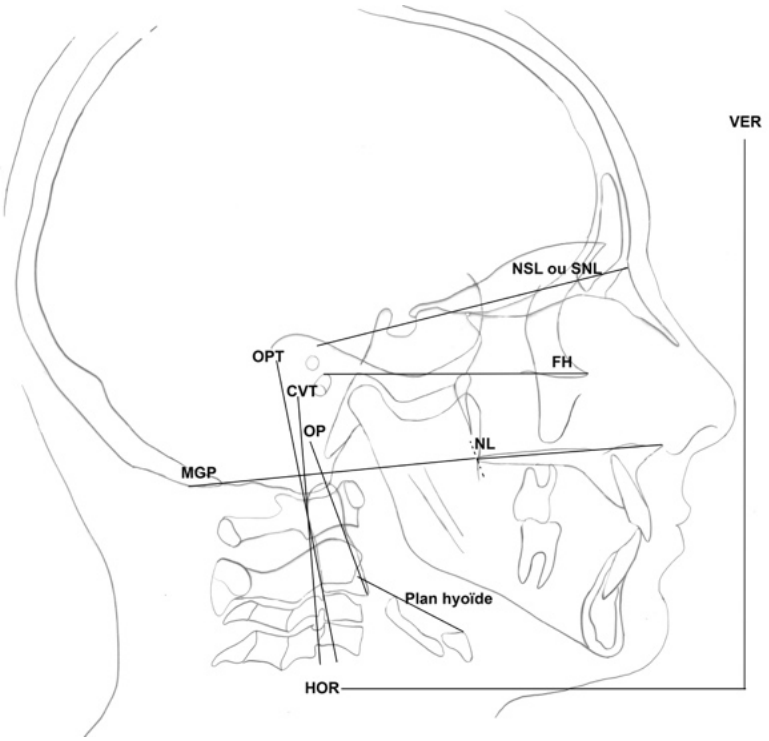


Figure 2 - Lignes et plans de référence.

➔ Mesures

- Mesures linéaires communes à différents auteurs :
  - LAFH : hauteur faciale antérieure inférieure,
  - ATFH : hauteur faciale totale.
- Mesures linéaires spécifiques à Rocabado
  - OA : la distance entre le basi-occiput jusqu'à l'arc vertébral postérieur de l'atlas,
  - Courbure spinale : distance exprimée en mm qui part du point central du plan reliant le point le plus supérieur de l'odontoïde au point le plus inférieur de la 5ème vertèbre cervicale, jusqu'à la 3ème vertèbre cervicale,
  - Triangle hyoïdien : formé en joignant les points RGn, H et C3.

- Mesures angulaires (23), (19) :
  - Utilisées dans la plupart des études :
    - NSL/OPT : représente l'inclinaison (flexion/extension) de la base du crâne sur la 2ème vertèbre cervicale,
    - NSL/CVT : représente l'inclinaison (flexion/extension) de la base du crâne sur la colonne cervicale haute et moyenne (de la 2ème à la 4ème vertèbre cervicale),
    - OPT/CVT : angle de la lordose cervicale (courbure cervicale),
    - NSL/VER : représente l'inclinaison (flexion/extension) de la base du crâne par rapport à la verticale,
    - CVT/HOR et OPT/HOR : représentent l'inclinaison cervicale par rapport à l'horizontale.
  - Spécifiques à Rocabado en 1983 (18) :
    - Angle du plan hyoïdien OP/C3-RGn : l'angle postéro-supérieur formé par l'intersection de OP avec le plan C3-RGn,
    - Angle postéro-inférieur OP/MGP,
    - Inclinaison cranio-cervicale : angle postérieur formé par FH et le plan passant par C4 jusqu'à la section postéro-supérieure de l'odontoïde. Cette angulation révèle l'inclinaison de la colonne vertébrale par rapport aux structures crâniennes,
    - Angle cranio-cervical : angle postérieur formé par FH et la tangente au bord postérieur de l'odontoïde. Cet angle révèle la position de l'odontoïde par rapport aux structures crâniennes.
  - Spécifiques à Valk (17) :
    - Angles Na-S-M : angle nasion- selle –menton, représentant la position antéro-postérieure du point M par rapport à la base du crâne,
    - Angles C2-S-C3 : angle C2- selle – C3, représentant la lordose cervicale.

Les changements posturaux suite à une chirurgie, peuvent être analysés :
- de manière directe par comparaison de mesures linéaires et angulaires,
- par le biais de superpositions.

⇨ Exemples d'analyses rencontrées dans notre revue de la littérature :

❖ L'analyse classique par utilisation des angles : OPT/HOR, CVT/HOR, NSL/VER, NSL/CVT, NSL/CVT, NSL/OPT, les repères HOR et VER étant déterminés directement lors de la prise du cliché par un repère vertical inclus qui sera enregistré sur le cliché radiographique. ***Figure 3***

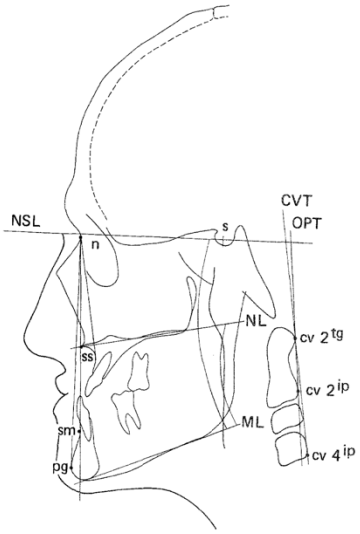


Figure 3 - Repères, plans et angulations classiquement utilisés, Wenzel *et al.*[1989].

❖ L'analyse utilisant ces mêmes repères mais dont l'axe vertical TVL (True Vertical Line) est déterminé par reproduction à partir d'une photographie. ***Figure 4***

- SN/TVL : inclinaison de la base du crâne par rapport à la véritable ligne verticale,
- FH/ TVL : inclinaison du plan de Francfort par rapport à la véritable ligne verticale.

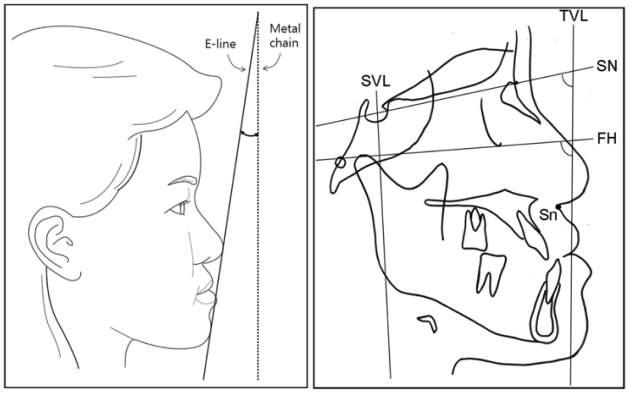


Figure 4 - Détermination photographique de TVL, Cho *et al.*[2015].

- L'analyse utilisant les mêmes repères mais dont l'axe horizontal est fixé à 7° au-dessous de SN, centré sur S. Dans ce cas l'axe horizontal est le plus souvent nommé HR et l'axe vertical VR. ***Figure 5***

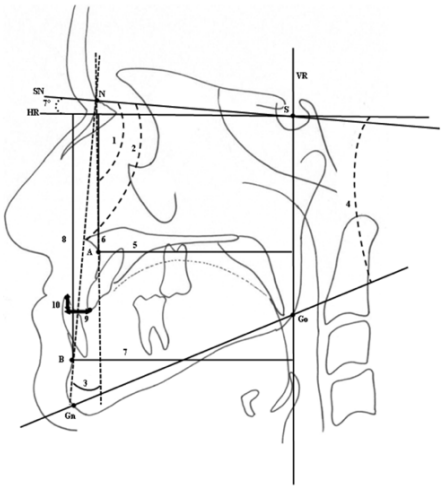


Figure 5 - Détermination de HR et VR, Efendiyeva *et al.*[2014].

- L'analyse du tracé céphalométrique de Rocabado, 1983. ***Figure 6***

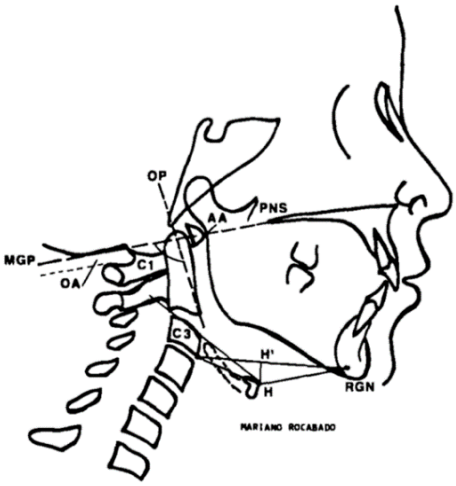


Figure 6 - Tracé céphalométrique de Rocabado[1983] (18).

- Les superpositions. ***Figure 7***

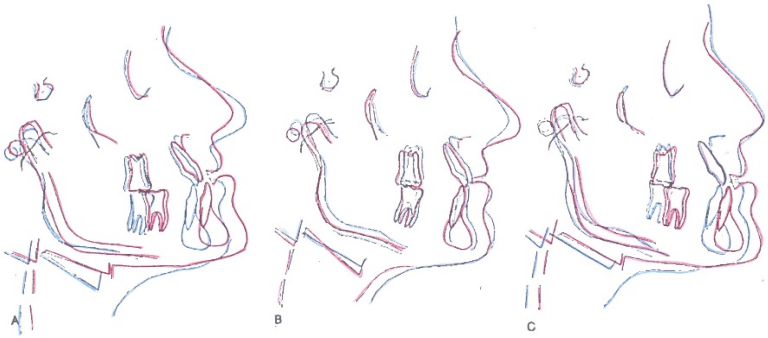


Figure 7 - Les superpositions. D'après Valk *et al.*[1992]

En 3D :

Le CBCT (Cone Beam Computed Tomography) permet l'enregistrement d'images 3D. Il est à l'origine d'un fichier DICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) exploitable de différentes manières :

- Ce fichier peut être analysé directement en 3D. Pour mesurer l'angulation cranio-faciale et l'alignement cranio-mandibulaire en volume, les repères suivants sont utilisés, par Lin *et al.*[2013], dans un système de coordonnées (co-sys) :
  - N : le point central de la suture fronto-nasale,
  - Or-R : le point le plus inférieur du bord orbital droit,
  - Po-L : le point le plus supérieur du méat auditif externe gauche,
  - Po-R : le point le plus supérieur du méat acoustique externe droit,
  - S : le point central de la selle turcique,
  - CSP : le point le plus supéro-postérieur du corps de la 2ème vertèbre cervicale,
  - CIP : le point le plus inféro-postérieur du corps de la 2ème vertèbre cervicale,
  - B : le point le plus concave de la symphyse mandibulaire,
  - SN : la ligne passant par les points S et N,
  - C2 : la ligne passant par les points CSP et CIP,
  - SNB : l'angle formé par S, N et B, projetés sur le plan sagittal médian,
  - SNC2 : l'angle formé par SN et C2, projetés sur le plan sagittal médian.

Les variables SNB et SNC2 illustrent respectivement : l'alignement cranio-mandibulaire et l'angulation cranio-cervicale. Les mesures SNB et SNC2 sont réalisées automatiquement par un algorithme intrinsèque basé sur le système de coordonnées 3D (co-sys).
SNB et SNC2 sont donc évalués de façon volumétrique pour plus de fiabilité, puis reportés sur un plan sagittal médian permettant uniquement la comparaison des valeurs (4).

- Le fichier 3D permet de créer un fichier 2D équivalent à une téléradiographie de profil 2D sur lequel se fera l'analyse avec les repères céphalométriques 2D classiques (24).
  Avec l'utilisation des points de repère suivant :
  - S : centre de la selle turcique,
  - N : nasion, point le plus antérieur de la suture fronto-nasale,
  - C2s : point le plus supéro-postérieur du processus odontoïde,
  - C2i : point le plus inféro-postérieur du corps de la 2ème vertèbre cervicale.

Et des lignes :
- SN : passant par S et N,
- La tangente passant par C2s et C2i.

Elles-mêmes à l'origine de l'angle CC formé par SN et la tangente à C2s et C2i.

De face :

En 2D :

L'analyse se fait avec des photographies exobuccales en 2D.
De face, pour Kim *et al.*[2016], la posture de la tête ainsi que ses variations sont matérialisées par les changements au niveau des valeurs absolues de l'angle IP. L'angle IP correspond à l'angle entre la ligne IP (ligne inter-pupillaire) et le plan TH (perpendiculaire au plan vertical, il est matérialisé par la ligne horizontale de la photographie) (7). ***Figure 8***

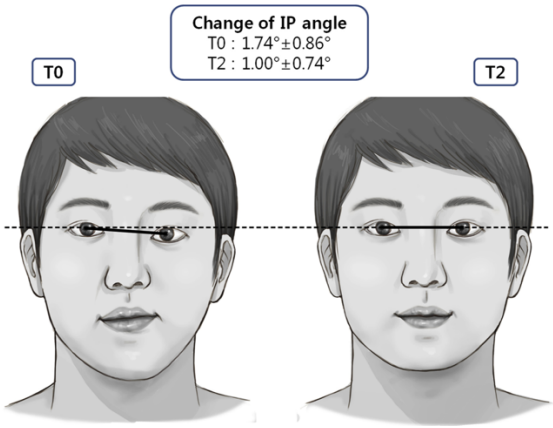


Figure 8 - Illustration des changements de l'angle IP, Kim *et al.*[2016].

Les méthodes basées sur l'étude des téléradiographies frontales ne sont employées dans aucune étude issue de notre revue de la littérature.

2.2. Analyse de la posture générale

Il existe différentes manières d'étudier la posture générale, les principales sont :

- l'examen clinique,
- les examens complémentaires :
    - examens photographiques (étude morphologique : angulations, plans/lignes),
    - examens radiographiques (étude squelettique : angulations, plans/lignes),
    - plateforme de stabilométrie (étude de la posture par étude du centre d'appui podal CdP),
    - EMG : électromyographie (étude de l'activité électrique des muscles),
    - méthode de raster-stéréographie (mesures de surfaces et analyses de formes tégumentaires associées à des mesures angulaires, plans/lignes par logiciel informatique). ***Figure 9***

Lors de notre revue de la littérature, seule la méthode par raster-stéréographie a été retrouvée. ***Figure 9***

La technique de raster-stéréographie vidéo a été développée par Drerup et Hierholzer dans les années 1980 (25). Ces auteurs affirment qu'il y a une corrélation entre déformation de la surface du dos et caractéristiques spatiales du rachis (26).
Cette technique peu coûteuse permet l'étude des courbures du dos dans les trois dimensions de l'espace. Elle peut être utilisée en clinique quotidienne et évite l'exposition aux rayonnements ionisants (25).

Il s'agit d'une méthode de mesures de surfaces et d'analyses de formes, ici du dos, par effet d'ombres.
Le patient est debout en posture naturelle de la tête et du corps et regarde droit devant lui sur un mur, les deux bras pendant le long du tronc librement. La lumière est baissée jusqu'à l'obscurité puis des lignes lumineuses horizontales sont projetées au moyen de diapositives sur son dos nu. Cela donne un motif unique de lumières décrivant d'épaisses lignes. La surface courbe du dos entraine la déformation des lignes. Après 20 secondes (temps correspondant à l'arrêt des oscillations transitoires du corps avant stabilisation), une caméra HD (Haute Définition) enregistre les motifs linéaires. A l'aide du dispositif de saisie de trame vidéo et d'un microprocesseur, 25 000 points de données primaires sont enregistrés et une analyse sophistiquée des reliefs des surfaces est réalisée par l'ordinateur.

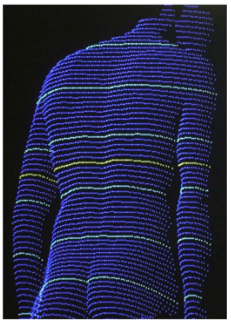


Figure 9 - Raster-stéréographie, Sinko *et al.*[2006].

Ceci permet d'obtenir des mesures posturales angulaires et linéaires caractéristiques à la fois dans le plan frontal et dans le plan sagittal.

Les éléments classiquement enregistrés sont ***Figure 10*** :
- le sommet (KA) et l'angle de la cyphose thoracique mesurés entre le corps de la C7 (mieux connue sous le nom de vertèbre proéminente VP) et le corps de la T12,
- le sommet (LA) et l'angle de la lordose lombaire entre T12 et le point médian (DM) entre les fossettes droite (DR) et gauche (DL) de l'épine iliaque postéro supérieure,
- le point d'inflexion entre cyphose et lordose (ITL). (27)

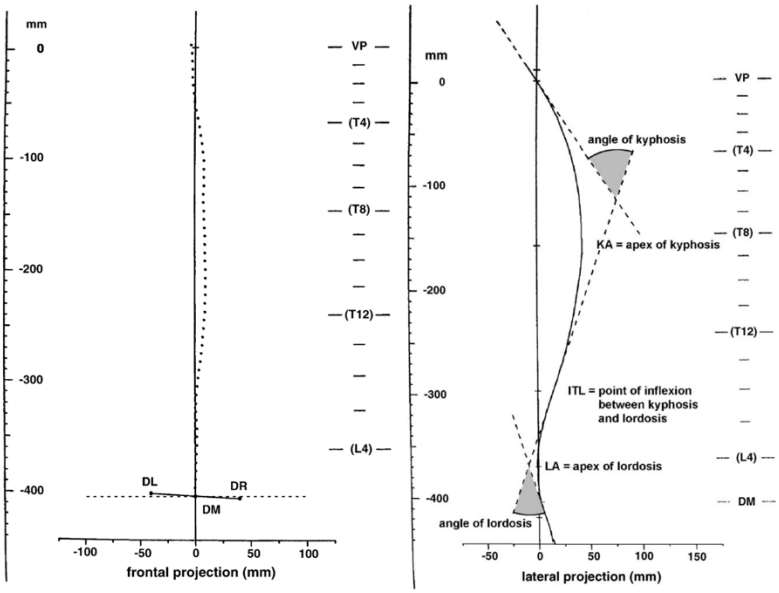


Figure 10 - Exemple d'analyses frontales et latérales produites par ordinateur, Sinko *et al.*[2006].

3. Les relations

3.1. Le lien occlusion posture

Depuis les années 1980, l'idée d'une association possible entre occlusion et atteintes posturales a été relatée par de nombreux auteurs. En effet, une association entre occlusion et colonne vertébrale ou posture corporelle a été discutée dans la littérature existante (27). Cependant, cet intérêt grandissant est limité par le manque de publications à haut niveau de preuves (28).

Certains auteurs considèrent qu'il est possible mais non certain, que les malocclusions et désordres posturaux soient liés. Michelotti *et al.,* in (27), trouvent, dans une revue publiée en 1999, des évidences concernant la corrélation entre occlusion et posture, mais celle-ci semble limitée à la portion cranio-cervicale de la colonne vertébrale et a tendance à disparaître en direction caudale (27). Au contraire, pour Manfredini *et al.*[2012], in (28), rien ne prouve une relation prédictible entre occlusion et posture (28).

A) Troubles isolés de l'occlusion

➔ Posture de la tête et modifications occlusales

Pour Westersund *et al.*[2016], les ajustements de la jonction cranio-cervicale par des chiropracteurs altèrent la posture de la tête. Ces changements se répercutant directement sur les enregistrements occlusaux de leurs patients.
Il est possible que les déséquilibres occlusaux engendrent des stress sur la jonction cranio-cervicale (lien descendant) mais également qu'une altération de la posture de la tête engendre un stress occlusal (lien ascendant). (29)

➔ Posture générale et modifications occlusales

März *et al.*[2016], en utilisant la raster-stéréographie, mettent en évidence des modifications de la lordose cervicale (T-test, $p = 0{,}042 < 0{,}05$) et de la cyphose thoracique (T-test, $p = 0{,}032 < 0{,}05$) lorsque le patient passe de son OIM (Occlusion d'Intercuspidation Maximale) à une occlusion en latérodéviation mandibulaire droite. Tout comme la cyphose thoracique est modifiée lorsque des rouleaux en coton sont interposés entre les dents (T-test, $p = 0{,}042 < 0{,}05$).
Ceci est nuancé par l'analyse dynamique sur plateforme de stabilométrie de Tardieu *et al.*[2009] qui précisent l'implication de l'occlusion uniquement lors de difficultés d'équilibration posturale. (30)

Au contraire, Bracco *et al.* et Perinetti *et al.* démontrent une absence de corrélation entre occlusion et contrôle postural lors de l'analyse statique.

B) Malocclusion

- Sens vertical

Ando *et al.*[2014] notent dans leur étude une faible corrélation entre la dimension verticale de l'occlusion et la courbure cervicale. Cependant, les sujets présentant une infracclusion ont une lordose cervicale moins marquée que la norme définie dans leur groupe contrôle (T-test, $p = 0{,}008 < 0{,}05$). (31)

- Sens antéro-postérieur

Rocabado *et al*., in (32), décrivaient déjà en 1982 le lien entre occlusion de classe II et une position céphalique en avant. Relations qui seraient expliquées par des interactions anatomiques et biomécaniques (32).
La posture en avant de la tête est caractérisée par une extension de la tête et de la colonne cervicale supérieure (C1-C3) accompagnée d'une flexion de la partie inférieure de la colonne cervicale (C4-C7). Finalement, ces conditions seraient à l'origine d'un déplacement de la mandibule qui aboutirait à des contacts occlusaux plus postérieurs et donc à une classe II d'Angle. (32)

Nobili *et al.*[1996] concluent que des sujets en classe II d'Angle avaient une position du corps plus antérieure (déplacement antérieur du barycentre du corps) et au contraire les sujets en classe III présentaient une position corporelle plus postérieure (déplacement postérieur du barycentre du corps). En classe I d'Angle, le schéma est équilibré. Ces types squelettiques ont été décrit par Bricot en 1996.
Pour eux, cela s'expliquerait par une position plus en extension de la tête pour les classes II et plus en avant de la tête pour les classes III. (33)

- Sens transversal

Huggare *et al.*[1991] et Ben-Bassat *et al*.[2006] remarquent que les patients atteints de scoliose présentent une prévalence plus importante d'articulés inversés postérieurs unilatéraux (34), (35).
En effet, dans leur étude sur 22 sujets de 17,8 ans d'âge moyen, Huggare *et al.* mettent en évidence une forte association ($X^2 = 4,812$, $p < 0,05$) entre les articulés inversés unilatéraux et les ports de tête inclinés frontalement caractéristiques des patients scoliotiques. De façon similaire, dans leur étude cas témoins (96 cas et 705 témoins) Ben-Bassat *et al.* remarquent plus d'articulés inversés postérieurs (28,1%) chez les patients scoliotiques que dans le groupe contrôle (18,2%) ($p = 0,020$).

Quant à Scharnweber *et al.*[2016], ils ne confirment pas l'influence de la classe d'Angle sur la posture, cependant ils mettent également en évidence de manière statistiquement significative des modifications de l'équilibre postural dans le plan frontal chez des patients présentant un articulé inversé postérieur unilatéral (Test Kruskal-Wallis, $p<0,001$). (36)

3.2. Lien entre os hyoïde et posture

L'os hyoïde est la seule pièce squelettique qui n'est articulée à aucun autre os. En revanche, il est relié aux muscles hyoïdiens (sus et sous hyoïdiens) mais également au système viscéral.
Il est donc soumis aux tractions de l'axe trachéobronchique et des systèmes musculaires sus et sous hyoïdiens.

Selon un certain nombre d'études, dont celle de Brodie en 1950, le groupe musculaire relié à l'os hyoïde a un rôle important dans le maintien de la posture de la tête. Ceci étant appuyé par des études électromyographiques comme celle de Siegmund *et al*.[2007], in (37), qui détectent l'activation des muscles infra et supra-hyoïdiens lors d'une flexion de la tête.

Déjà en 1963 Bench remarque que :

- une colonne cervicale longue avec une lordose cervicale peu marquée est associée à une hauteur faciale antérieure augmentée et à un os hyoïde positionné vers le bas et l'arrière,

- une colonne cervicale courbée et courte est associée à une hauteur faciale antérieure diminuée et un os hyoïde se déplaçant en avant essentiellement. (38)

Puis en 1987, Tallgren et Solow étudient la position de l'os hyoïde selon l'âge, la posture cranio-cervicale et la morphologie faciale.
Pour eux, par rapport aux structures supérieures, une augmentation de l'angle cranio-cervical correspondant à une inclinaison de la colonne cervicale en avant est associée à un os hyoïde qui se déplace ventralement. Au contraire, lorsqu'elle s'incline en arrière, l'os hyoïde se déplace en arrière.
Ainsi, la position de l'os hyoïde est liée à l'orientation de la colonne cervicale (en fonction des groupes d'âge : corrélation entre -0,57 et -0,67 entre CVT/HOR et hy to CVT et de 0,49 à 0,56 entre NSL/OPT et hy to CVT, $p<0,01$).
En revanche, à leur avis, seuls les déplacements sagittaux de l'os hyoïde sont concernés. De plus, lorsque la position de l'os hyoïde est étudiée par rapport à la mandibule, l'inclinaison de la colonne cervicale n'a aucun impact. (39)

Ainsi, selon Tallgren et Solow, in (40), la position de l'os hyoïde est coordonnée à la fois à la morphologie faciale, mais également à la posture cervicale ainsi qu'à la posture de la tête.

3.3. Lien entre dysmorphose squelettique et posture

3.3.1. Lien entre dysmorphose squelettique et posture de la tête

Une corrélation entre la morphologie cranio-faciale et la posture de la tête est suspectée depuis le XIXème siècle. En effet, in (23), depuis le travail de Broca, dans les années 1860, la posture de la tête est reconnue comme influençant de façon importante les proportions cranio-faciales. Depuis le début du XXème, cette notion ne cesse d'être étudiée.

Dès 1955, Björk, in (23), observe que les patients présentant une base du crâne à angle obtus sont plus susceptibles de présenter un rétrognathisme facial et une élévation de la posture de la tête.

Ce résultat est confirmé et étayé par l'étude de Solow et Tallgren^{1976}. Ils étudient les relations entre morphologie cranio-faciale, posture céphalique et posture cervicale chez 120 étudiants masculins danois. Ils différencient deux types de sujets :

- premier type : sujets tête en extension sur le rachis, colonne cervicale inclinée vers l'avant avec lordose réduite,
- deuxième type : sujets tête en flexion sur le rachis, colonne cervicale inclinée vers l'arrière avec lordose cervicale accentuée.

Le premier type est associé à une hauteur faciale augmentée et une hauteur faciale postérieure diminuée, un ramus en avant, une inclinaison du corpus augmentée par rapport à la base du crâne et du maxillaire, des bases maxillaires et mandibulaires en rétroposition. Le second type est associé aux phénomènes inverses. (41)

Depuis Björk, in (24), les relations entre morphologie squelettique cranio-faciale et posture de la tête sont établies par les auteurs de diverses études. Ceci à la fois dans les dimensions verticale et antéropostérieure.

→ Concernant la divergence :

- Le degré d'extension de la tête et/ou du cou diffère de façon opposée entre les patients hyper et hypodivergents (42). C'est-à-dire que :

    - les sujets hyperdivergents ont tendance à avoir une posture de la tête en extension par rapport à la colonne cervicale et un angle cranio-cervical augmenté,
    - les sujets hypodivergents, au contraire, présentent une posture de la tête en flexion par rapport à la colonne cervicale et un angle cranio-cervical diminué.
- Pour Hellsing *et al.*, plus la divergence est importante, plus l'angle de la lordose cervicale est marqué (ouverture inférieure de l'angle CVT/EVT) et donc la lordose atténuée. Ceci est mis en évidence par un coefficient de corrélation négatif r = - 0,25 ; p<0,01) entre la lordose cervicale (CVT/EVT) et l'inclinaison de la mandibule (NSL/ML). (43)

L'angulation cranio-cervicale peut influencer le schéma de développement de la morphologie cranio-faciale. Les patients avec une angulation cranio-cervicale importante (angle plus obtus) ont tendance à développer une hauteur faciale antérieure plus importante et un plan mandibulaire plus incliné (hyperdivergence). Au contraire, les patients présentant un angle cranio-cervical plus faible (angle plus aigu) ont tendance à développer une hauteur faciale antérieure plus faible et un plan mandibulaire moins incliné (15).

Ainsi, d'après Bazert, in (44), une mandibule peu inclinée par rapport à la base du crâne est associée à :
- une diminution de OPT/SN : flexion de la tête sur la colonne cervicale,
- une augmentation de SN/VER : flexion de la tête par rapport à la verticale,
- une augmentation de CVT/EVT : augmentation de la lordose cervicale,
- une augmentation de CVT/HOR : diminution de l'inclinaison antérieur du rachis cervical par rapport à l'horizontale.

L'inverse se produit lorsque la mandibule est fortement inclinée par rapport à la base du crâne.

→ Concernant la classe squelettique :
- En classe I squelettique ; la dynamique crânienne de flexion/ extension est normale (5).
- Les sujets atteints de prognathisme mandibulaire ont tendance à avoir un angle cranio-cervical faible alors que les sujets atteints de rétrognathisme mandibulaire ont au contraire un angle cranio-cervical important (24). Ainsi, en cas de rétrognathie mandibulaire, on a une extension crânienne par rapport à la colonne cervicale. Au contraire, en cas de prognathisme mandibulaire, on retrouve une flexion crânienne par rapport à la colonne cervicale (5).

L'influence de la posture de la tête sur le développement cranio-facial et vice-versa est établie. Cette corrélation concerne la morphologie mandibulaire plus que maxillaire (45).

En effet, Solow et Sierbaek-Nielsen lors de leur analyse longitudinale sur 43 enfants entre 9,5 et 12,2 ans mettent en avant la liaison entre un certain nombre de variables posturales et le phénomène de croissance mandibulaire en rotation antérieure ou postérieure. Ils associent aux enfants présentant d'importantes flexions cranio-cervicales une croissance faciale mandibulaire plus horizontale. Inversement, les enfants présentant une importante extension cranio-cervicale ont une croissance faciale et mandibulaire moins forte horizontalement (46).
L'interrelation s'établit tôt, puisque celle-ci est déjà visible chez des individus en croissance. En effet, le coefficient de corrélation entre les variables cranio-cervicales (FH/OPT, FH/CVT) et les variables des rotations mandibulaires est situé entre 0,35 et 0,40, p<0,05.

En 2005, d'Attilio *et al.* réalisent également une étude sur les enfants. Ils concluent à la même tendance : la classe II squelettique est associée à une extension de la tête sur le rachis. Au

contraire la classe III est associée à une flexion de la tête sur le rachis. Ils démontrent que les sujets en classe II présentent une tête significativement plus en extension par rapport à la colonne cervicale (SN/CVT) que les sujets en classe I et III (avec respectivement, $p<0,001$ et $p<0,01$). (47)

La relation entre l'angulation de la base du crâne et la morphologie cranio-faciale est d'après Björk, in (48), souvent masquée par la posture de la tête sur la colonne vertébrale cervicale. Ainsi, la taille et la position de la mandibule sont fortement liées à la posture céphalique. (48)

Par rapport à l'interrelation entre posture et morphologie cranio-faciale, Delaire souligne l'importance d'une prise en charge globale. En effet, il observe et rapporte des cas de dysmorphoses faciales de cause rachidienne cervicale, dont la correction orthodontique ou chirurgicale est suivie de récidive partielle ou totale car la cause n'a pas été décelée ou corrigée au préalable (49).

3.3.2. Lien entre dysmorphose squelettique et posture générale

In (6), en 1928, Schwarz a mis en avant l'hypothèse qu'une posture pauvre, caractérisée par une hypercyphose, contribuait à une distocclusion avec une mandibule rétruse. De la même manière, Gresham et Smithells observent que des élèves se tenant de manière inappropriée sur leurs chaises présentent une prévalence augmentée d'occlusions anormales par rapport à leurs camarades de classe qui s'assoient de manière correcte. (6)

In (27), en 1955, Duyzings observe une altération de la position de l'os hyoïde et de la lordose cervicale chez des patients classe II. Puisque la colonne cervicale appartient à la colonne vertébrale, il conclut que la posture corporelle est également influencée par cette classe II. Müller-Wachendorf énonce que les malocclusions, tout comme les anomalies posturales sont des manifestations de fragilité au niveau des tissus conjonctifs (27).

Pour Ricard et Sallé, in (5), la classe I squelettique est associée à des courbures rachidiennes normales. Dans le cas d'une rétrognathie mandibulaire, on observe une diminution des courbures rachidiennes et un déplacement de la tête et des épaules en avant alors qu'un prognathisme mandibulaire est à l'origine d'une augmentation des courbures rachidiennes associée au déplacement vers l'arrière de la tête. Ces adaptations rachidiennes correspondant aux classes II et III ne sont pas systématiques bien que fréquentes. (5)

Dans le sens inverse, pour Zepa *et al.*[2000], une hypercyphose thoracique est à l'origine d'une augmentation de l'angle atlanto-occipital (At/CVT augmenté de 5,2°, $p<0,01$). En conséquence, on a une inclinaison de la tête en avant pour maintenir stable la position de la tête (6).

Ainsi, toute modification d'un des segments du rachis impose le déplacement compensatoire des autres (50). Et par conséquent, des pièces anatomiques qui y sont liées.

Contrairement aux précédents auteurs, Lippold *et al.* mettent en évidence qu'il existe une corrélation entre posture cervicale et position verticale ($r^2 = 0,127$) et sagittale ($r^2 = 0,074$) de la mandibule ($p<0,05$). En revanche, ils ne rapportent pas de modification des autres segments rachidiens en lien avec le positionnement mandibulaire. (51)

Suite aux différents liens retrouvés entre occlusion et posture d'une part, et équilibre squelettique et posture d'autre part, nous pouvons émettre l'hypothèse que la chirurgie orthognathique (par l'importance des déplacements des bases osseuses engendrés, les

modifications du comportement musculaire, les changements occlusaux ainsi que la proprioception) a une influence sur la posture.

De plus, d'après Bazert *et al.*, les études publiées sur l'impact des traitements ortho-chirurgicaux sont encore rares (2).
Notre objectif principal sera de rechercher, à travers une revue de la littérature les éléments permettant de valider ou d'infirmer cette hypothèse.
Notre objectif secondaire sera, quant à lui, de déterminer l'apport de la correction des grands décalages intermaxillaires dans la résolution de certains problèmes posturaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Stratégie de recherche et équation

Une revue de la littérature a été réalisée à partir des bases de données électroniques : Cochrane, Pubmed, Scopus et Google Scholar. Cette recherche était complétée par une recherche manuelle portant sur la bibliographie des articles initialement sélectionnés.

La difficulté première concernant notre sujet était le terme « posture ».
Notre objectif était d'obtenir les informations relatives à la posture cervicale mais également à la posture générale. L'utilisation du terme global de posture nous a permis de sélectionner d'une part les études concernant la posture générale et d'autre part celles traitant des postures cervicale et céphalique.

D'autre part, nous avons été confrontés à la diversité d'appellation de la chirurgie orthognathique « orthognathic surgery », également qualifiée par certains auteurs de chirurgie orale « oral surgery » ou de chirurgie maxillo-faciale « maxillo-facial surgery ».

Ainsi, l'équation de recherche utilisée dans chaque base de données a été la suivante :
[(orthognathic surgery) OR (maxillofacial surgery) OR (oral surgery)] AND [posture].

Les recherches ont été réalisées par un seul et même opérateur dans chaque base de données.

2. Critères d'éligibilité

Les publications sélectionnées devaient nécessairement disposer d'un résumé accessible directement sur la base de données utilisée.

→Critères d'inclusion :
- article en anglais ou en français,
- article disponible dans sa totalité.

→Critères d'exclusion :
- posture linguale,
- publication dans une langue différente de l'anglais et du français,
- correspondance, résumé ou chapitre de livre.

Nous n'avons en revanche pas choisi d'exclure d'articles pour un trop faible niveau de preuve.

3. Selection des articles

Avant toute inclusion dans notre étude, les articles ont été sélectionnés par leur titre puis leur résumé. De cette manière, plusieurs listes ont été réalisées :

- ⇨ Liste 0 : liste initiale obtenue grâce à l'équation de recherche.
- ⇨ Liste 1 : liste correspondant à la sélection par le titre : celui-ci permettait de penser que l'article en question correspondait au thème de recherche. A cette étape, les doublons provenant des différentes bases de données étaient éliminés.
- ⇨ Liste 2 : liste correspondant à la sélection par le résumé, une fois l'ensemble des résumés (et a fortiori articles correspondant), non liés à notre thème, éliminés.
- ⇨ Liste 3 :
  - articles issus de la liste 2,
  - articles issus de la recherche manuelle :
    - bibliographie de l'ensemble des articles obtenus dans la liste 2,
    - articles trouvés de façon fortuite.
- ⇨ Liste 4 : articles issus de la liste 3 après élimination d'un article publié dans deux revues différentes avec deux titres différents mais correspondant à la même étude (doublon).

4. Extraction des données et synthèse

Afin de lire au mieux les articles : une grille de lecture type a été réalisée pour extraire les données de chaque article et l'ensemble des informations utiles à notre étude a été résumé sous forme de tableaux.

Le ***tableau en annexe*** a pour but de répertorier l'ensemble des critères permettant d'évaluer la validité interne des articles retenus dans notre revue de littérature. En effet, nous y retrouvons les catégories suivantes :

- présence ou absence de l'avis d'un comité d'éthique,
- recueil ou non du consentement éclairé,
- étude prospective ou rétrospective,
- étude de la posture comme objectif principal ou secondaire,
- durée du suivi,
- critiques de leurs méthodologies par les auteurs,
- tests statistiques utilisés.

Le ***Tableau 2*** détaille le type de posture, les moyens méthodologiques utilisés ainsi que les variables étudiées.

RESULTATS

Après élimination des articles ne correspondant pas aux critères d'inclusion, la recherche a identifié 17 articles. ***Figure 11***

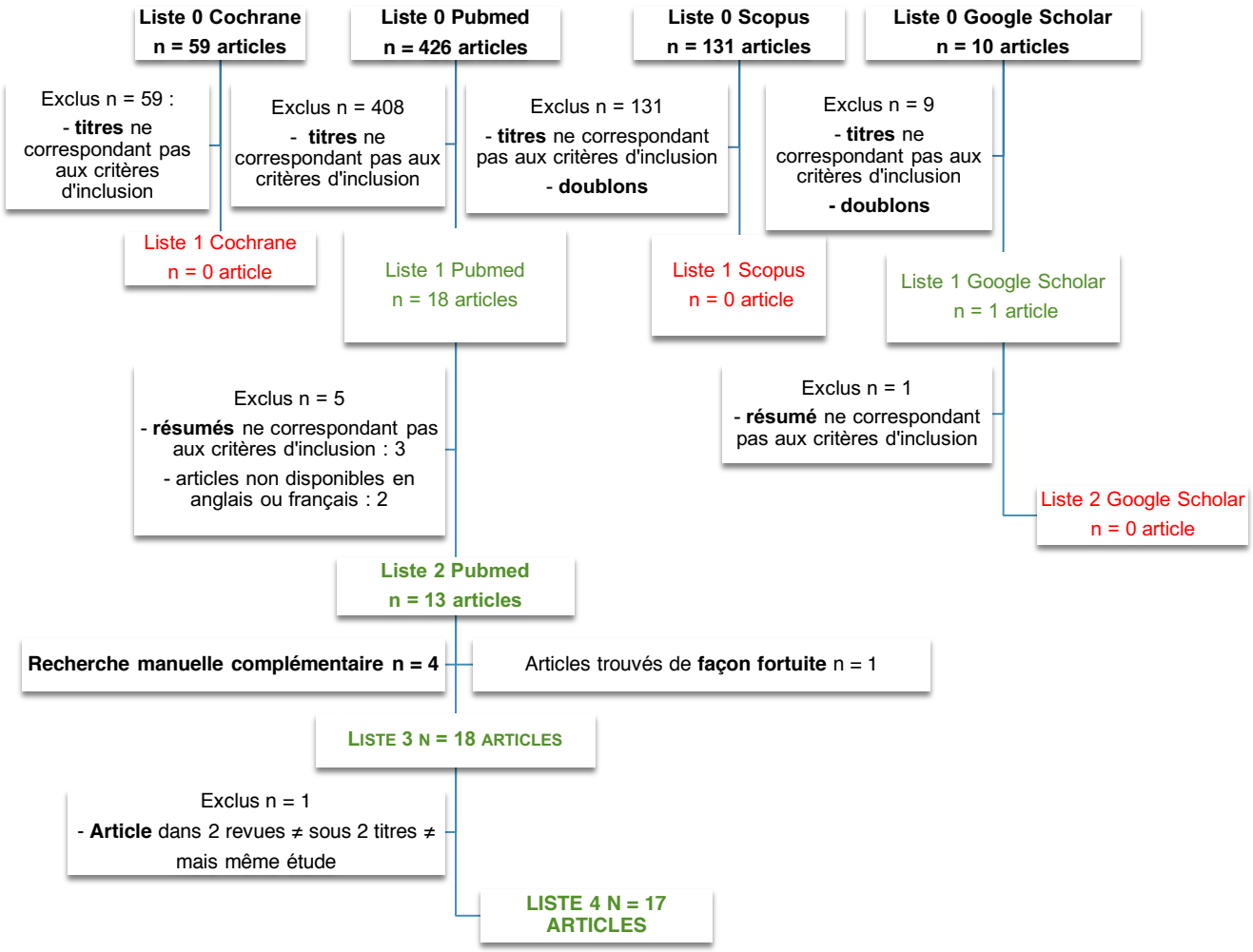


Figure 11 - Organigramme correspondant à la revue de la littérature effectuée.

1. Présentation des articles

Sur les 17 articles sélectionnés, la moitié ont été publiés après 2010, cependant nous notons des publications régulières depuis les années 90. Les pays à l'origine des publications sont variés puisque 11 pays ont publié sur notre thème de recherche. ***Figure 12***
A noter que dans notre analyse, les articles ont été numérotés de 1 à 17 en fonction de leur date de publication, le numéro 1 concernant l'article le plus ancien et le 17 l'article le plus récent.

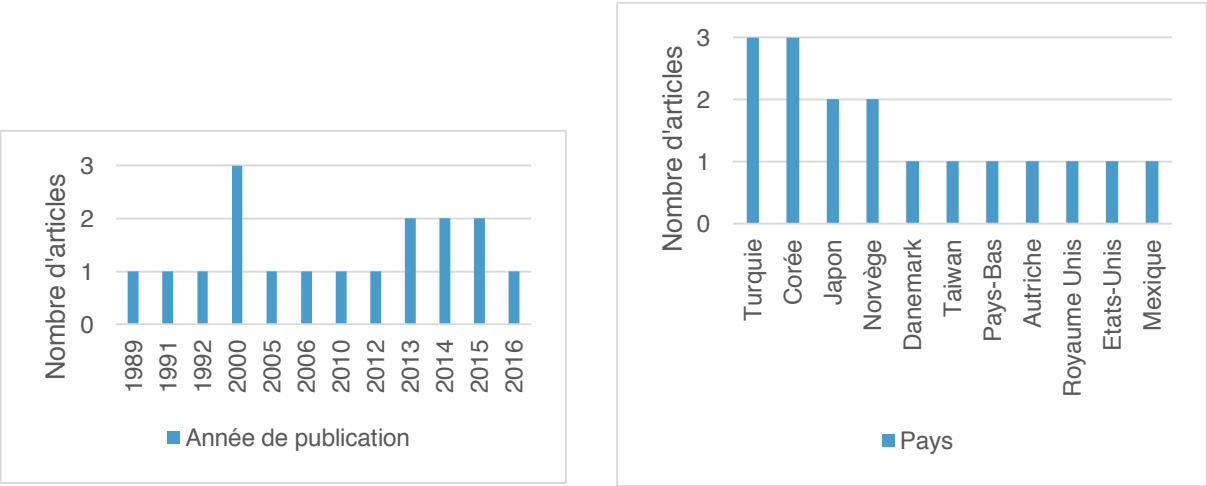


Figure 12 - Répartition des articles sélectionnés selon leur année et pays de publication.

Certains auteurs sont récurrents.

Les articles ont été publiés dans 11 journaux différents. Sur ces 11 journaux 1 avait un IF (Impact Factor) supérieur à 2 (Biomed Research International (52)) , 8 un IF situé entre 1,5 et 2 (European Journal of Orthodontics (23), (19), (40), (42), (53), American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (17), (22), Clinical Orthodontics and Research (20), International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery (27), Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery (54), (24), Angle Orthodontist (21), (1), Journal of Oral and Maxillofacial Surgery (7)), 1 un IF entre 1 et 1,5 (British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery(4)) et 1 un IF inférieur 1 (Revista Odontológica Mexicana (5)).

L'ensemble des articles n'avait pas pour objet d'évaluer l'efficacité de la chirurgie orthognathique elle-même mais d'observer d'éventuelles conséquences associées sur la posture cervicale, la posture de la tête ou la posture générale. Il s'agissait d'enquêtes épidémiologiques analytiques.

Concernant le type d'étude, il s'agissait d'études expérimentales observationnelles puisque la chirurgie orthognathique était forcément réalisée dans le cadre d'un traitement orthodontico-chirurgical et non dans le cadre premier d'une étude.
Pour la plupart il s'agissait d'études rétrospectives dont les données provenaient de bases de données hospitalières.
Le ***tableau en annexe*** présente différents critères nous permettant de juger de la fiabilité méthodologique des articles de notre revue de la littérature.

Les 17 articles présentaient de nombreux points communs mais également un certain nombre de disparités.

2. Population étudiée dans les différents articles

2.1. Sexe et âge

Le nombre d'individus inclus dans les articles était variable, allant de 7 dans l'étude de Lin *et al*. à 201 dans celle de Phillips *et al*. . Mis à part Achilleos *et al*. qui n'incluaient que des hommes dans leurs deux articles, les articles incluaient à la fois des hommes et des femmes, bien que les femmes fussent majoritairement représentées. La moyenne d'âge, quant à elle, était homogène entre les différents articles puisqu'elle variait entre 21 et 30 ans. ***Figure 13***

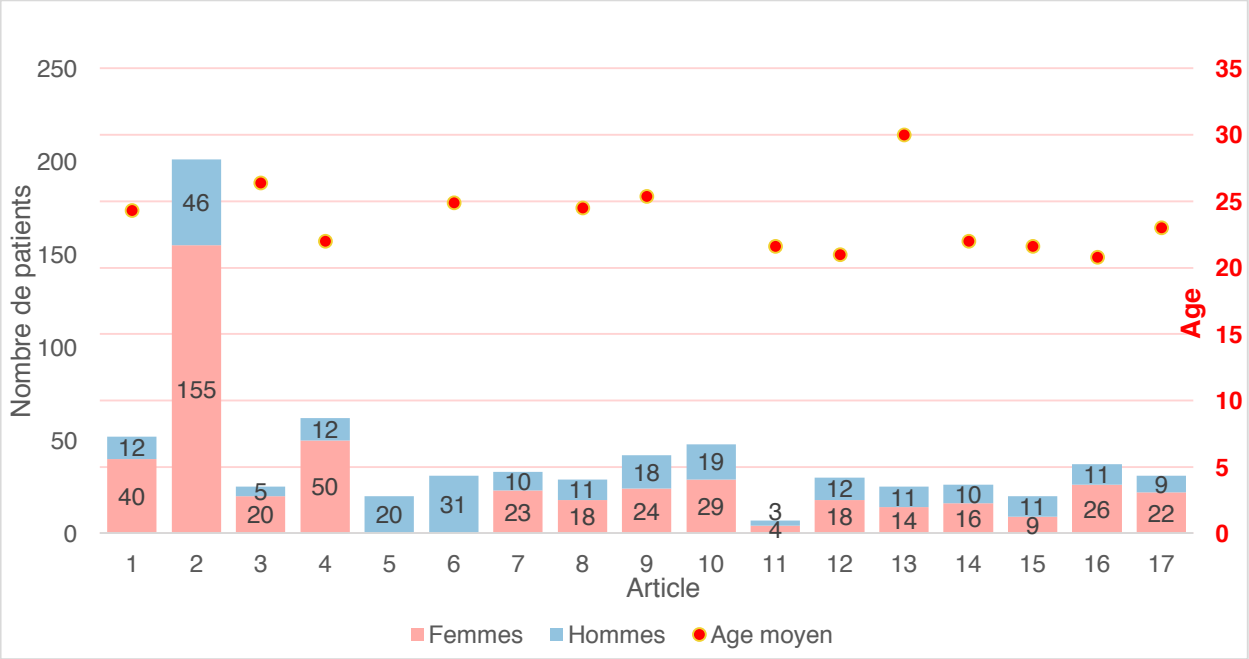


Figure 13 - Répartition en genre et âge moyen en fonction des articles.

2.2. Dysmorphose étudiée et type de chirurgie réalisée

Selon les articles, certains spécifiaient la dysmorphose concernée par la correction chirurgicale, d'autres le type de chirurgie réalisée, et certains précisaient les deux.
Les dysmorphoses étudiées variaient selon les articles. ***Tableau 1***
Il est cependant à noter que certains articles combinaient l'étude de plusieurs dimensions, et d'autres ne précisaient pas la dysmorphose initiale.

Tableau 1 - Nombre d'articles en fonction de la dimension étudiée.

Dimension verticale	**1 article**		
Dimension transversale	**2 articles**		
Dimension sagittale	Classe I squelettique	1 article	**15 articles**
	Classe II squelettique	3 articles	
	Classe III squelettique	11 articles	

La majorité des articles s'intéressait donc à la dimension sagittale. Concernant cette dernière, la classe III squelettique était la plus étudiée et représentait les ¾ des dysmorphoses sagittales. L'origine des classes III étudiées dans les articles était variable. ***Figure 14***

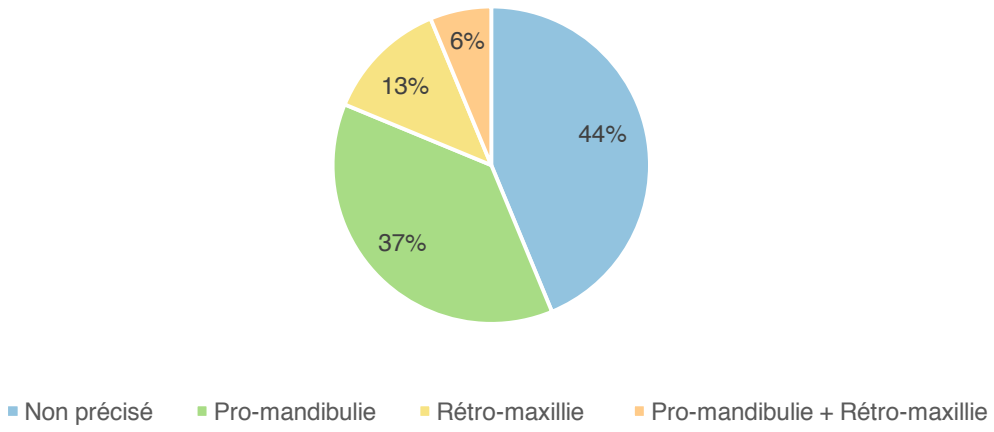


Figure 14 - Répartition des différents types de classe III.

D'un autre côté, et parfois exclusivement, certains auteurs spécifiaient le type de chirurgie réalisé. ***Figure 15***

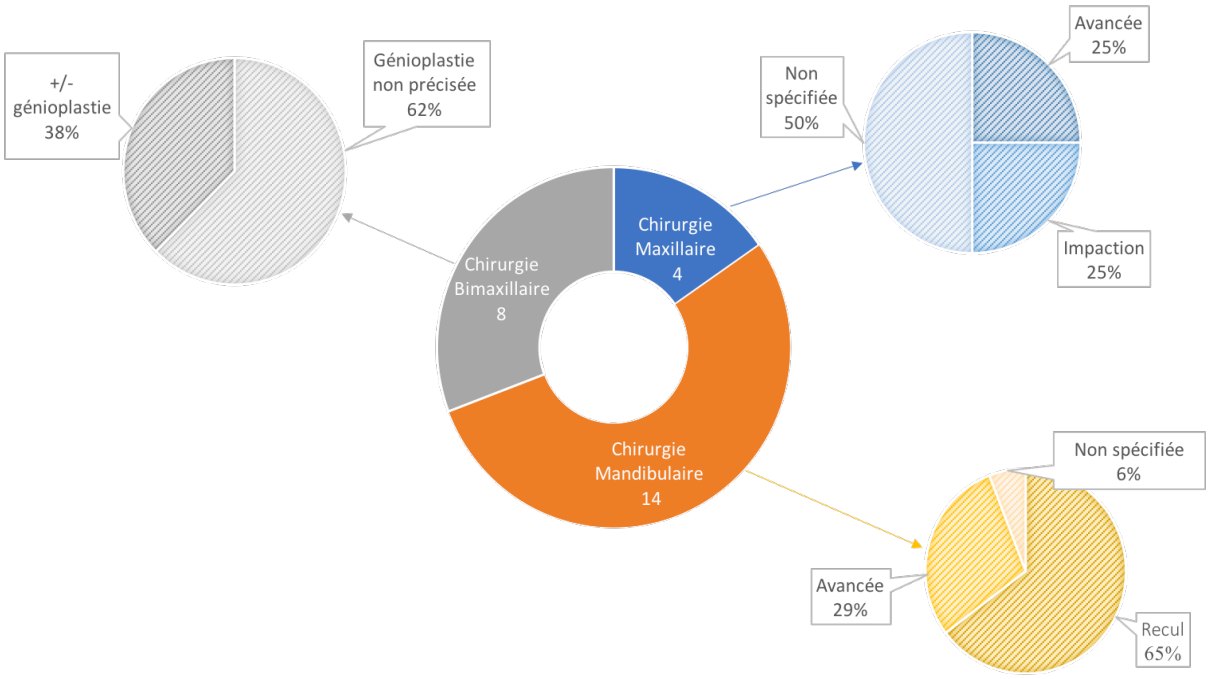


Figure 15 - Répartition des différents types de chirurgies orthognathiques.

3. Objectifs des études : critères évalués et méthodes d'évaluation

Les conséquences chirurgicales auxquelles s'intéressaient les auteurs étaient posturales mais également morphologiques et aéro-pharyngées.

Concernant plus particulièrement la posture :

- Seule 1 étude concernait la posture générale.
- Les 16 autres concernaient :
  - 6 : la posture cervicale / structure osseuse du complexe cranio-cervical / colonne cervicale,
  - 10 : la posture de la tête.

Dans tous les articles, les enregistrements étaient réalisés en posture naturelle de la tête mis àpart :

- Chen *et al*.[2015] qui orientaient la tête selon le plan de Francfort,
- Achilleos *et al*.[2000] où la tête était orientée selon les repères lasers de l'appareil radiologique
- Gu. *et al*.[2000] et Oscampo *et al*.[2013] qui ne précisaient pas l'orientation de celle-ci.

Cependant, concernant les méthodes d'évaluations posturales, celles-ci étaient variables puisqu'en fonction des études il pouvait s'agir de comparaisons de mesures angulaires, linéaires ou de superpositions obtenues à partir des clichés radiographiques 2D ou 3D ou encore d'évaluations par photographies ou par raster-stéréographie vidéo. ***Tableau 2***

Tableau 2 - Paramètres étudiés et méthodes utilisées.

N° d'article	Paramètre(s)	Moyen(s) d'étude	Variable(s) caractéristique(s)
1	Posture de la tête	TRP + Repères – Plans - Angulations	- NSL/CVT - NSL/OPT
2	Posture de la tête et posture cervicale	TRP + Repères – Plans – Angulations	- NSL/VER - OPT/CVT - NSL/CVT - NSL/OPT - OPT/HOR - CVT/HOR
3	Colonne cervicale	TRP + Superpositions tracés céphalométriques - Angulations	- Angle C2-S-C3
4	Posture de la tête	TRP + Repères – Plans – Angulations	- SNL/CVT - SNL/OPT
5	Posture de la tête	TRP + Repères – Plans – Angulations	- OPT/HOR - NSL/CVT - CVT/HOR - NSL/CVT - NSL/VER - NSL/OPT
6	Posture cervicale	TRP + Repères – Plans - Angulations	- OPT/HOR - NSL/CVT - CVT/HOR - NSL/CVT - NSL/VER - NSL/OPT
7	Posture de la tête et posture cervicale	TRP + Repères – Plans - Angulations	- NSL/OPT - NSL/VER
8	Posture générale	Raster-stéréographie vidéo	En correspondance à chaque repère de hauteur vertébrale : - Développement vertical VP-DM - Développement pelvien DL-DR - Apex de la cyphose - ITL - Angle cyphose VP-T12 - Angle de la lordose T12-DM
9	Posture de la tête	TRP + Repères – Plans – Angulations	- NSL/VER - NSL/OPT - OPT/HOR - NSL/CVT - OPT/CVT - CVT/HOR
10	Posture cervicale	TRP + Repères – Plans – Angulations	- SN/OPT - CVT/HR - SN/CVT - OPT/CVT - OPT/HR
11	Posture naturelle de la tête	CBCT + Repère – Plans - Angulation	- SNC2

12	Structures osseuses du complexe cranio-cervical	TRP + Repères – Plans – Angulations	- Angle formé par le plan de McGregor et le plan odontoïde - Distance entre base occipitale et arc postérieur de l'atlas - Courbure cervicale - Position verticale de l'os hyoïde - Angle cranio-cervical (C2) - Inclinaison cranio-cervicale (C1- C4)
13	Posture cervicale	CBCT duquel est isolée le plan sagittal médian + Repères – Plans – Angulations	- CC angle
14	Posture cranio-cervicale	TRP + Repères – Plans – Angulations	- SN/OPT - SN/CVT - OPT/HR - CVT/HR - OPT/CVT
15	Posture naturelle de la tête	TRP + Repères – Plans – Angulations	- TVL/SN - TVL/FH
16	Posture de la tête	TRP + Repères – Plans – Angulations	- C4-S-N
17	Posture naturelle de la tête	Photographies de face	- IP/TH

Légende : variables précédemment décrites dans la partie contexte.

Le sujet de la récidive, c'est à dire de la tendance qu'aurait le sujet à reprendre sa posture pré-chirurgicale, a été étudié particulièrement dans l'article de Gu *et al.*[2000], qui en fait son objectif principal.
Cependant, sans le mentionner dans leurs objectifs de façon claire, 8 articles prenaient également en compte la récidive dans leurs analyses de par leurs suivis radiographiques post chirurgicaux (7), (1), (23), (52), (54), (19), (40). Au contraire, 8 articles n'abordaient absolument pas ce sujet (21), (22), (24), (7), (42), (4), (45), (5).

L'apport en lui-même de la correction des grands décalages intermaxillaires dans la résolution de certains problèmes posturaux n'a été développé dans aucun des 17 articles.

4. Résultats des études

4.1. Conséquences posturales de la chirurgie orthognathique

A la question générale : la chirurgie orthognathique a-t-elle une conséquence sur la posture ? Seuls 4 articles (27), (21), (5), (1) répondaient non.
Nous avions donc 13 articles, soit environ les ¾, qui concluaient positivement à une conséquence posturale statistiquement significative des chirurgies orthognathiques. Cependant, il est important de préciser que sur ceux-ci : 4 nuançaient leurs propos, en précisant que cette conséquence posturale n'était valable que pour certaines dysmorphoses ou chirurgies.
Tout comme il est important de spécifier que sur les 4 réponses négatives, 2 nuançaient également leurs propos.

Le fait que les auteurs nuançaient leurs propos dans une partie des articles concluant positivement, ainsi que dans la moitié des articles concluant négativement aux conséquences

posturales d'une chirurgie orthognathique, met en évidence la nécessité de réaliser des études plus précises concernant spécifiquement un type de dysmorphose associé à un type de chirurgie. De cette manière, sans s'écarter de son objectif principal l'auteur pourra conclure ou non quant à une conséquence posturale, sans avoir besoin de rechercher au sein de son étude si certaines chirurgies ou dysmorphoses, parmi l'ensemble des chirurgies ou dysmorphoses étudiées, pourraient avoir des conséquences.
En effet, cela écarte l'auteur de son objectif principal et n'est pas scientifiquement correct. Une conclusion non basée sur l'objectif principal peut simplement conduire à de nouvelles pistes pour de nouvelles études.

4.2. Incidence de la dysmorphose sur les conséquences posturales de la chirurgie

La ***Figure 16*** présente les dysmorphoses étudiées par les articles inclus dans notre revue de la littérature en fonction de leurs incidences posturales suite à leur correction chirurgicale quelle qu'elle soit.

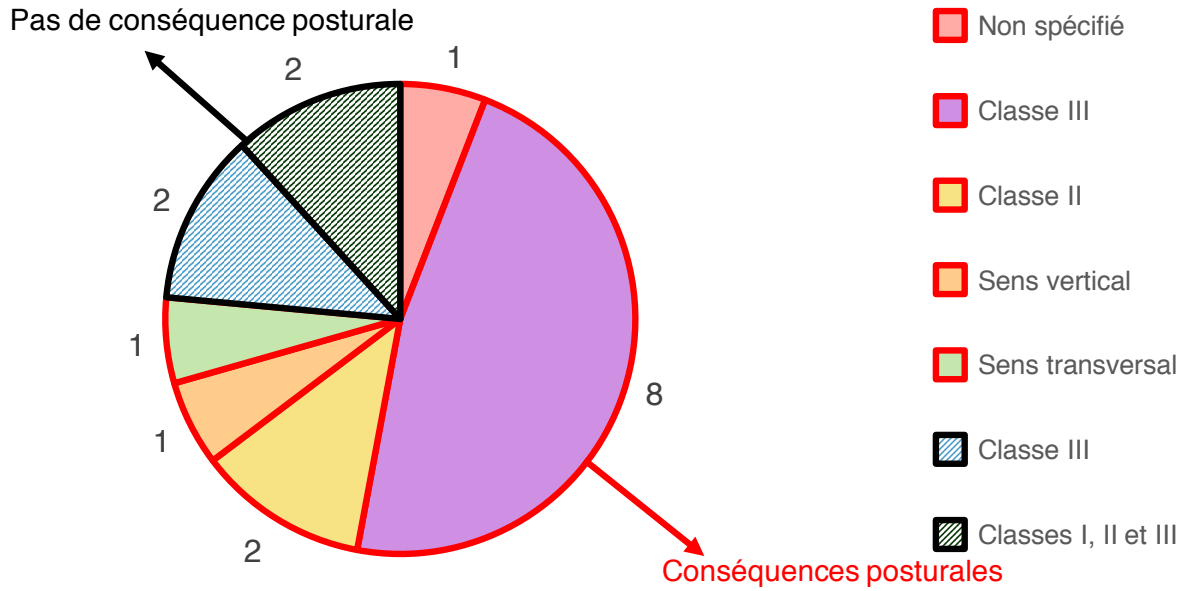


Figure 16 - Présence ou absence de conséquence(s) posturale(s) en fonction de la dysmorphose initiale.

Sur les 14 articles mettant en évidence une conséquence posturale des chirurgies orthognathiques, nous remarquons que :

- 10 traitaient des dysmorphoses sagittales et seulement une étude abordait la dimension transversale tout comme une autre s'intéressait à la dimension verticale,
- sur ces 10 articles, la majorité concernait des classes III squelettiques (8 articles) puisque seuls 2 traitaient de la classe II.

Nous notons également qu'un seul article ne précisait pas la dysmorphose initiale.

Parmi les 4 articles concluant à une absence de conséquence posturale des chirurgies orthognathiques, la moitié traitait des classes III squelettiques, la deuxième moitié traitait indifféremment de l'ensemble des dysmorphoses squelettiques sagittales.

⇨ Importance de la part des classes III corrigées par chirurgies orthognathiques dans le groupe qui présentait des conséquences posturales suite à la chirurgie.

4.3. Incidence du type de chirurgie sur les conséquences posturales de la chirurgie orthognathique

La ***Figure 17*** présente les chirurgies orthognathiques étudiées par les articles inclus dans notre revue de la littérature et leurs incidences posturales quelles que soient les dysmorphoses squelettiques initiales.

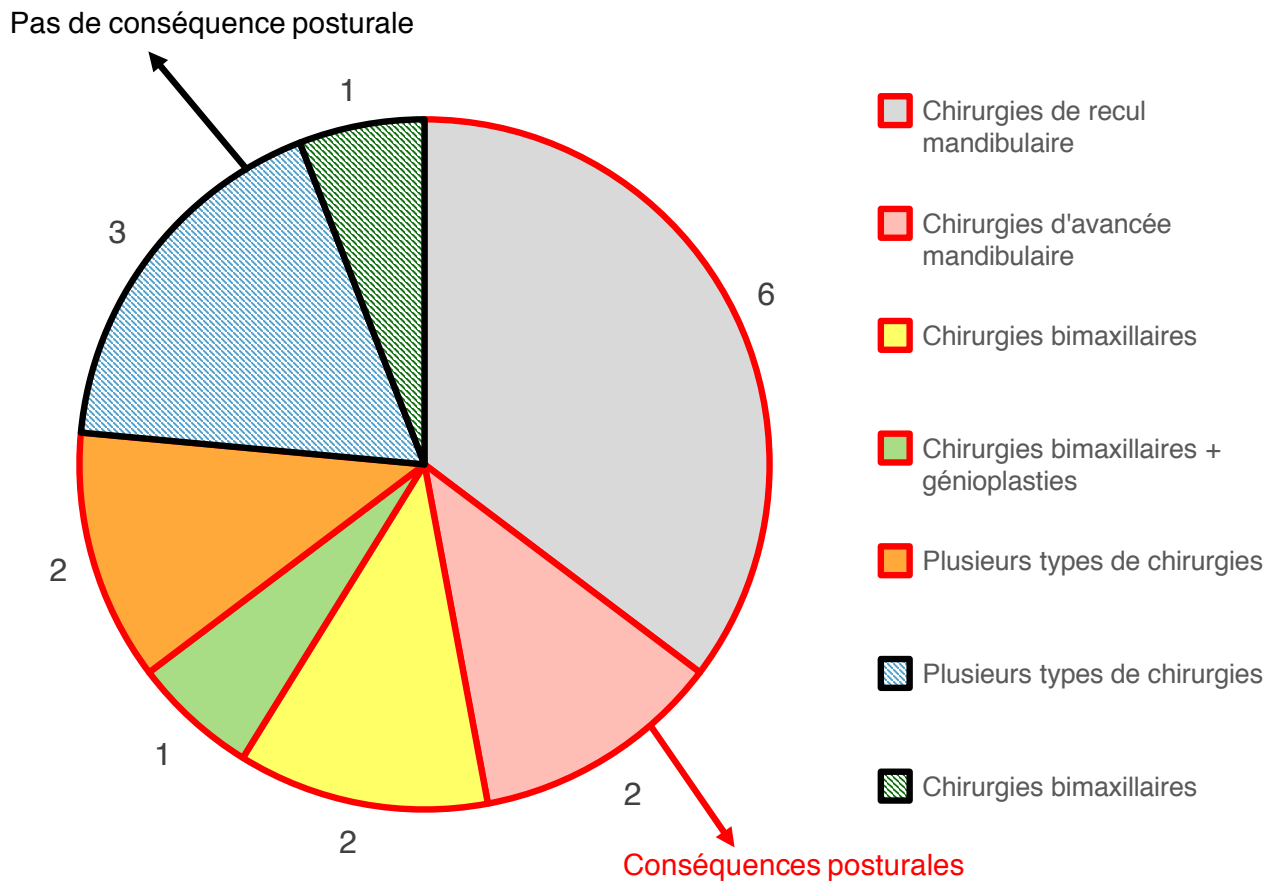


Figure 17 - Présence ou absence de conséquence(s) posturale(s) en fonction du type de chirurgie pratiqué.

Sur les 13 articles concluant à une conséquence posturale de la chirurgie orthognathique :

- 8 s'intéressaient à des chirurgies unimaxillaires dont 6 étaient des chirurgies de recul mandibulaire et 2 des chirurgies d'avancée mandibulaire,
- 3 concernaient des chirurgies bimaxillaires dont une associait la réalisation de génioplasties,
- 2 étudiaient sans distinction différentes chirurgies (unimaxillaires, bimaxillaires +/- génioplasties).

Parmi les 4 articles ne concluant pas à une conséquence posturale de la chirurgie orthognathique, 3 ne distinguaient pas le type de chirurgie et un seul concernait spécifiquement les chirurgies bimaxillaires.

⇨ Aucune tendance particulière ne se dégage de ce graphique, mis à part la forte proportion des chirurgies de recul mandibulaire parmi les chirurgies unimaxillaires. Ceci étant en accord avec le précédent graphique (concernant les dysmorphoses initiales), puisque que la chirurgie de recul mandibulaire correspond à l'une des possibilités de correction des classes III squelettiques.

DISCUSSION

1. Critique de la méthode

La qualité de la recherche effectuée peut être remise en question au vu de l'existence de biais liés à la méthodologie de recherche.

En effet, un seul opérateur lit et juge.

Les 17 articles de notre revue de la littérature ont été publiés dans 11 journaux, dont 9 ont un impact factor supérieur à 1. De plus le fait que de tels journaux aient accepté les publications montrent l'intérêt de ces articles malgré leur faible niveau de preuve scientifique.
Le premier article de notre revue de la littérature, de Wenzel *et al*. en 1989 était disponible en deux versions. En effet, il était disponible dans l'American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics et dans l'European Journal of Orthodontics (53), sous deux titres différents mais présentant la même étude. Nous avons sélectionné celui de l'European Journal of Orthodontics publié quelques mois plus tard.
La pertinence de la littérature est limitée. Il s'agit d'enquêtes épidémiologiques analytiques. L'ensemble des études est rétrospectif, mise à part celle de Sinko *et al*. qui est prospective. De plus, nous ne disposons d'aucune revue de la littérature. Le niveau de preuve général est faible. En effet, les articles ont des niveaux de preuve de 3 et 4 selon la grille de l'ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé), ce qui correspond à un grade C donc à un faible niveau de preuve scientifique.

Concernant les terminologies**,** la distinction entre la posture générale et les postures plus particulières de la tête (céphalique) et du cou (cervicale) est claire. Cependant, concernant ces dernières, il persiste certaines ambiguïtés.
En effet, selon les articles certains auteurs parlent de posture de la tête , (17), (20), (19), (54), (4), (22), (52), (7) certains d'angulation cranio-cervicale ou de posture cranio-cervicale (1), d'autres simplement de posture cervicale (40), (21), (24) d'autres encore emploient plusieurs termes associés sans vraiment les distinguer (23), (42). On retrouve également le terme général de structures osseuses du complexe cranio-cervical (5), qui en réalité ne peut correspondre à l'étude de la posture.
En outre, la posture de la tête est quelques fois qualifiée de position. De plus, la posture de la tête est qualifiée de naturelle ou non, ou encore de standard. Nous verrons dans la critique des méthodes que celle-ci dépend des référentiels utilisés.
La posture étant la résultante de l'interrelation des différents segments corporels entre eux, la posture du cou ou posture cervicale, est à l'origine de la posture de la tête. Dans le sens inverse, la posture de la tête influe celle du cou.
La posture du cou ou posture cervicale est étudiée par le biais de l'angulation cervicale et sa liaison à la tête correspond à l'angulation cranio-cervicale. Certains auteurs (5), parlent d'étude du complexe cranio-cervical.

Finalement, seuls certains auteurs comme Phillips *et al*.[1991] et Achilleos *et al*.[2000], associent un angle à une posture ou une inclinaison, et définissent clairement les variables caractéristiques :

- NSL/VER : posture de la tête ou posture cranio-verticale,
- NSL/OPT ou NSL/CVT : posture du cou ou posture cranio-cervicale,
- OPT/HOR ou CVT/HOR : inclinaison cervicale,
- OPT/CVT : lordose cervicale.

Pour eux, la posture cervicale, puisqu'elle peut être évaluée par le biais d'angulations entre les segments osseux, peut être étudiée sans référence verticale ou horizontale. Par contre, la posture de la tête nécessite en plus une référence extérieure déterminant un plan vertical ou horizontal de référence.
En réalité, si les angles cranio-cervicaux NSL/OPT et NSL/CVT sont modifiés, cela peut correspondre par exemple ou à un redressement de la tête ou à une hyperflexion cervicale. Le fait d'étudier en association les modifications des variables cranio-verticales NSL/VER ou cervico-horizontales OPT/HOR ou CVT/HOR permet de déterminer avec précision l'origine de la modification de l'angulation cervicale. En effet, l'origine pourra être cervicale (modification de OPT/HOR ou CVT/HOR associée) ou céphalique (modification de NSL/VER associée).
Mais la plupart des auteurs utilisent indifféremment les angulations précédentes pour définir posture de la tête ou posture cervicale.

La population étudiée est assez homogène en terme d'âge (moyennes d'âge entre 21 et 30 ans) et de sex-ratio avec une majorité globale de femmes dans les études sauf dans les 2 études d'Achilleos *et al.*[2000] où seuls des hommes sont inclus. Le nombre d'individus inclus varie de 7 dans l'article de Lin *et al.*[2013] à 201 dans l'article de Phillips *et al.*[1991], mais nous notons que 13 articles sur 17 incluent 50 personnes ou moins. L'article de Phillips *et al.* sera donc assez représentatif de la population générale. Ce ne sera pas le cas de celui de Lin *et al.* dont la représentativité et donc l'extrapolation de la conclusion peuvent être discutées.

Nous notons également dans les articles de notre revue de la littérature une importante variabilité quant au type de dysmorphose initiale et à la chirurgie maxillofaciale pratiquée. Une majorité des articles inclus traite des dysmorphoses du sens sagittal avec particulièrement les classes III de Ballard. Concernant les types de chirurgies réalisées, un nombre à peu près équivalent de chirurgies bimaxillaires ou mandibulaires est présenté, alors que les chirurgies maxillaires isolées sont très peu abordées.

Les méthodes utilisées dans les articles retenus sont variées :

- La plupart des études se basent sur de l'imagerie radiologique, même si on a des variabilités au sein même des techniques de radiographies puisque certaines présentent du 3D (24), (4), mais la plupart sont en 2D (42), (54), (22), (5), (52), (24), (20), (1), (21), (45), (19), (40), (17), (23). Ces études ont étudié la posture cervicale ou de la tête uniquement dans le plan sagittal, même en ce qui concerne les études réalisées à partir des clichés 3D. En effet, l'une d'entre elles produit directement l'équivalent d'une téléradiographie de profil sur laquelle est ensuite faite l'analyse céphalométrique (24), et l'autre produit une analyse sagittale des repères céphalométriques enregistrés dans les 3 dimensions de l'espace (4).
- Une étude provenant de notre revue de littérature se base sur un procédé de raster-stéréographie vidéo (27). C'est cette même étude qui étudie la posture générale du corps entier suite à une chirurgie. Elle est réalisée dans les 3 dimensions de l'espace.
  Cependant, la revue de littérature de 2015 comparant raster-stéréographie et techniques de radiographies en deux dimensions conventionnelles met en évidence que la précision de cette méthode varie. En effet, un certain nombre d'éléments perturbateurs complexifient les enregistrements tels que : l'influence de l'épaisseur de la peau, du poids, de la taille, des cicatrices. De plus, cette méthode nécessite plus d'expérience et un examen plus précis de la part de l'opérateur. (55)
  Cette méthode ne pourrait donc a priori détecter les changements posturaux qu'à partir d'une certaine ampleur.
- Une étude, réalisée dans le plan frontal, est faite exclusivement à partir de photographies (7). Elle concerne quant à elle la posture de la tête.

Par contre, concernant les conditions d'enregistrements, afin d'analyser les évolutions de la posture de la tête, une posture standard de la tête est nécessaire. Chaque article a sa référence :

- Position naturelle de la tête selon Moorrees et Kean[1958] (19), (40).
- Posture naturelle de la tête selon Solow et Tallgren[1971](45), (54).
- Posture naturelle du patient selon la technique de Showfety *et al*.[1983] (23).
- Posture de la tête selon une technique dérivée de celle de Solow et Tallgren[1994] (42), (7).
- Posture naturelle de la tête selon Solow et Sandham[2002] (24).
- Posture naturelle de la tête selon Solow modifiée d'après Bister *et al*.[2002] (8).
- Posture naturelle de la tête selon les « conditions standards » (21), (1).
- Posture naturelle de la tête non précisée, (20), (17), (5).
- Posture naturelle propre à l'étude décrite (22), (52), (4).

La posture ou position naturelle de la tête est la position la plus équilibrée et naturelle d'un individu lorsqu'il regarde un objet au niveau de ses yeux (56). L'utilisation de la posture naturelle de la tête comme référence est justifiée puisque de nombreux auteurs la jugent reproductible. Dans leur revue de la littérature, Cassi *et al*. jugent que réaliser des TRP en position naturelle de la tête est utile pour étudier l'association entre la posture cranio-cervicale et la morphologie dento-faciale. (56)
Cependant, pour faire de réelles comparaisons entre les articles il aurait fallu que cette posture de la tête soit obtenue de la même manière.

Ces références sont identifiées de différentes manières.

- Par enregistrement d'un élément de référence directement sur la radiographie ou sur la photographie (7).
- Par le biais d'une photographie en posture naturelle de la tête. La ligne verticale est ensuite reportée sur la téléradiographie de profil de la même dimension, par superposition sur les contours tégumentaires (22).
- La référence verticale ou horizontale est tracée manuellement lors de la détermination des repères céphalométriques.
- Certains définissent arbitrairement l'horizontale (HR) comme la droite 7° au-dessous de SN (origine angle : S) et définissent la verticale (VR) comme la perpendiculaire à HR (21), (1), (52).

Toujours concernant les conditions de réalisation des examens, l'occlusion est importante à prendre en compte. Sur les 17 articles inclus, 5 articles précisent que les patients inclus étaient en OIM lors de l'analyse posturale, 3 que les patients étaient en RC (Relation Centrée) et 9 ne précisent pas la situation occlusale des patients.
Cette disparité occlusale lors de la prise de radiographies est non négligeable. En effet, tout comme la vision, l'occlusion semble avoir un rôle considérable concernant la posture. Ce rôle n'est pas établi pour l'instant mais clairement suspecté comme le souligne les 3 revues de la littérature de 2007, 2009 et 2013 publiées à ce sujet (57), (58), (59). En revanche, le fait de mettre les dents en occlusion favorise l'établissement de l'équilibre postural lorsqu'une perturbation extérieure est exercée (60).

⇨ Les méthodes (radiographies 2D, 3D, raster-stéréographies vidéos, photographies) utilisées pour l'enregistrement de la posture sont variées tout comme les conditions d'enregistrement de celles-ci.

De plus, même lorsque la méthode est la même (par exemple TRP 2D), les points, lignes et angles de références utilisés diffèrent, n'autorisant que peu de comparaisons entre les études et aucune méta-analyse.

Les critères de jugement principaux sont exclusivement non cliniques, on parle de critères intermédiaires de jugement. Il s'agit, en effet, de comparaisons de mesures angulaires ou linéaires pour l'ensemble des articles.

- Concernant la posture cervicale ou la posture de la tête, ces mesures sont réalisées pour l'ensemble en se basant sur des clichés radiologiques (de manière informatique ou manuelle) et qu'un seul article se base sur des photos (étudiées par le biais d'un logiciel). (7)
- Dans l'article sur la posture générale (27), les mesures se font sur la raster-stéréographie vidéo par le biais d'un logiciel de mesure.

Dans la majorité des articles étudiés, plusieurs paramètres associés et non un seul étaient utilisés. De plus, la posture n'était souvent pas la seule conséquence des chirurgies orthognathiques étudiée par les auteurs. Ainsi, le paramètre postural choisi comme critère de jugement faisait souvent partie d'un critère de jugement composite (combinaison de plusieurs critères en un seul). L'utilisation de critères de jugement composites augmente le nombre d'évènements et donc la puissance mais rend difficile l'interprétation des résultats et la comparaison avec d'autres études. (61)

Les articles concluant à une conséquence posturale des chirurgies orthognathiques justifiaient leurs conclusions par les modifications de valeurs de différents angles (variables caractéristiques du ***Tableau 2***).
Selon les articles, différents paramètres étaient étudiés ***Figure 18*** et associés ou non afin d'établir des conclusions.

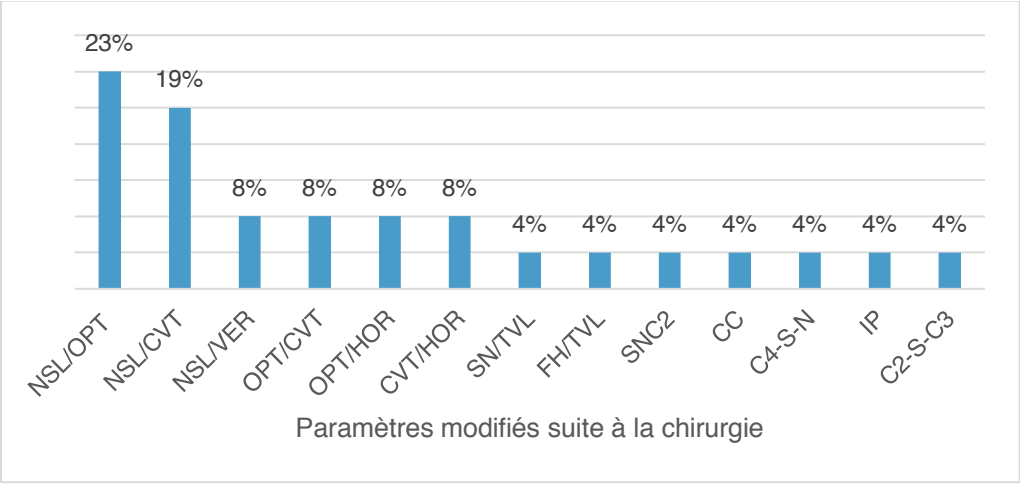


Figure 18 - Paramètres évoqués dans les 13 articles pour justifier la conséquence posturale d'une chirurgie orthognathique.

Nous observons que les articles n'ayant au contraire pas conclu à la présence de conséquences posturales suite à une chirurgie orthognathique ont pour la majorité (3 sur 4) étudié sans distinction la chirurgie bimaxillaire, la chirurgie de recul mandibulaire, les différentes chirurgies maxillaires et l'adjonction ou non d'une génioplastie. De plus la moitié d'entre eux ont étudié des dysmorphoses sagittales de classe I, II, II sans distinction et l'autre moitié s'est intéressée aux classes III.
Nous pouvons donc supposer qu'il serait plus judicieux de s'intéresser exclusivement à un type de dysmorphose et de chirurgie par étude.

Deux autres éléments importants sont notables.

- Lorsque les articles ne s'intéressaient pas à une dysmorphose spécifique à la base, et que leurs études concernaient indifféremment différents types de dysmorphoses particulièrement dans le sens sagittal comme dans l'article de 1991 Phillips *et al.*, les auteurs nuançaient leurs conclusions en fonction des types de dysmorphoses.
- La récidive était plus ou moins prise en compte selon les articles. L'article de Gu *et al.*[2000], en faisait son thème principal.
  Les suivis des patients ne se font pas sur la même durée. En effet, certains articles se limitent à l'évaluation posturale post-chirurgicale ou post-traitement orthodontique, d'autres vont plus loin avec un suivi sur du plus long terme comme Marşan *et al.*[2010] qui réalisent un suivi radiographique jusqu'à 4,2 ans +/- 0,9 ans post-opératoire et Efendiyeva *et al.* qui vont jusqu'à 5 ans post-opératoires.

  ⇨ Notre revue de la littérature présente 17 articles dont les objectifs sont similaires, cependant les articles diffèrent en de nombreux points méthodologiques : type de dysmorphose initiale et de chirurgie pratiquée, moyens d'obtention de la posture naturelle de la tête, instruments de mesures, critères de jugement. Ceci compliquant considérablement les comparaisons.

2. Critique des résultats

La posture générale étant traitée dans un seul article, aucun comparatif ne sera réalisé.

Notre revue de la littérature a montré que les ¾ des articles concluaient à une conséquence posturale des chirurgies orthognathiques.

2.1. Adaptations posturales en fonction du type de chirurgie

La majorité des études (75%) montrent une conséquence de la chirurgie orthognathique sur la posture cervicale ou céphalique en fonction du type de déplacement squelettique effectué, particulièrement au niveau de la mandibule.
L'impact du type de déplacement (dysmorphose initiale et type de chirurgie) peut expliquer en partie les résultats des autres études (25%) qui n'ont pu mettre en évidence de modification posturale liée à la chirurgie. En effet, 3 études sur 4 ont étudié sans distinction les chirurgies unimaxillaires et bimaxillaires, associées ou non à une génioplastie, De plus, la moitié d'entre elles ne distinguaient pas la dysmorphose initiale.

A) Chirurgie de recul mandibulaire :

➔ Extension céphalique ou hyperflexion cervicale

Le recul mandibulaire correspond au type de chirurgie majoritairement rencontré dans notre revue de la littérature. La chirurgie de recul mandibulaire entraine une extension céphalique.
Parmi ceux qui étudient exclusivement la chirurgie de recul mandibulaire :

- Wenzel *et al.*[1989] observent une augmentation de l'angle cranio-cervical (augmentation moyenne de 2,7° des angles NSL/CVT et NSL/OPT) suite à une OSBM de recul mandibulaire pour corriger une classe III squelettique par prognathisme mandibulaire. Les auteurs interprètent leurs résultats comme un redressement de la tête.

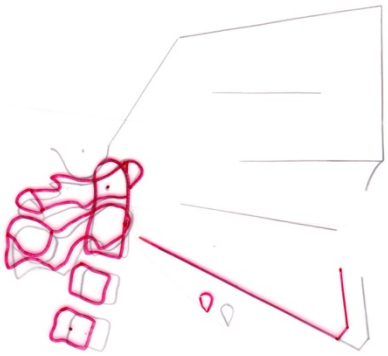
- Achilleos *et al.*[2000] concluent, lors d'une chirurgie OSBM (Ostéotomie Sagittale des Branches Mandibulaires) de recul mandibulaire visant à corriger une prognathie mandibulaire, à une augmentation statistiquement significative de l'angulation cranio-cervicale (NSL/OPT et NSL/CVT) ce qui traduit une flexion cervicale majeure. Les auteurs interprètent donc cela comme une hyperflexion cervicale.
- Marşan *et al.*[2010] rapportent une augmentation de NSL/OPT et NSL/CVT associée à une diminution de NSL/VER, OPT/HOR, CVT/HOR et OPT/CVT
  L'augmentation significative de l'angulation cranio-cervicale démontrée par l'augmentation des angles NSL/OPT et NSL/CVT est à nouveau assimilée à une hyperflexion cervicale ; ce qui est confirmé par la diminution de OPT/HOR et de CVT/HOR. De plus, pour eux, la flexion cervicale s'accompagne d'une diminution de la lordose cervicale (diminution OPT/CVT).
- Cho *et al.*[2015], analysent les changements de position de la tête par rapport à TVL (matérialisés par TVL/SN et TVL/FH). Leur étude rétrospective a montré qu'après une chirurgie de recul mandibulaire chez des patients classe III apparaissait une extension céphalique. Celle-ci étant de plus de 4,5° chez 30% des patients.
- Pour Chen et al.[15] il y a une augmentation immédiate de l'angle cranio-cervical après la chirurgie mandibulaire (augmentation de 2,8° de l'angle C4-S-N), se traduisant par une élévation de la tête.

Parmi ceux qui étudient la chirurgie de recul mandibulaire seule parmi d'autres chirurgies orthognathiques :
- Valk *et al.*[1992], par l'étude des corrélations entre les angles Na-S-M et C2-S-C3 (représentant le changement de lordose de la colonne cervicale), mettent en avant une posture en extension de la tête comme conséquence posturale de la chirurgie orthognathique dans le groupe recul mandibulaire.
- Gu *et al.*[2000] notent une élévation de la tête directement en post-opératoire (augmentation de 5,9° de SNL/CVT et de 5,7° de SNL/CVT).

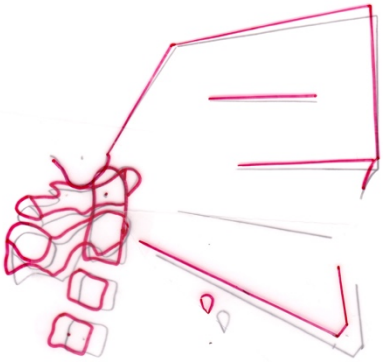
Kim *et al.*[2013] s'intéressent, dans les cas de classe III, aux chirurgies de recul mandibulaire simple et aux chirurgies bimaxillaires sans distinction. Ils mettent en évidence une augmentation de l'angle cranio-cervical de 1,89° après la chirurgie et le corrèlent à une extension de la tête.

Par contre Aydemir *et al.*[2012], ne mettent pas en évidence de changement dans la posture cranio-cervicale (SN/OPT et SN/CVT) suite à un recul mandibulaire.
Tout comme Phillips *et al.*[1991] qui soupçonnent également une extension céphalique dans leur groupe recul mandibulaire mais ne parviennent pas à le mettre en évidence de manière statistiquement significative.

Extension céphalique par rapport au rachis cervical.



Flexion cervicale par rapport à la base du crâne.



Association de l'extension céphalique et de la flexion cervicale.

Figure 19 – Conséquences d'une chirurgie de recul mandibulaire : diagramme facial moyen.

⇨ En réalité, il est impossible d'affirmer si l'augmentation des angles cranio-cervicaux NSL/CVT, NSL/OPT, C4-S-N correspond à un redressement de la tête ou à une hyperflexion cervicale.
Afin de le préciser, la conséquence cervicale ou céphalique ou encore l'association des deux, l'association à des références horizontale ou verticale est nécessaire. De plus, seule l'analyse de l'évolution de l'angle OPT/CVT permet de conclure quant à l'évolution de la lordose cervicale.

➔ Incidence de la quantité de recul mandibulaire

Pour Achilleos *et al*. ainsi que Kim *et al*., il y a une corrélation statistiquement significative entre la quantité de recul mandibulaire et les modifications de l'angulation cranio-faciale évoquées.

Le plus souvent la réalisation d'une chirurgie bimaxillaire permet de réaliser un recul mandibulaire moindre car associé à une avancée maxillaire. Deux articles traitent des chirurgies bimaxillaires dans ce contexte.

- Efendiyeva *et al*.[2014] qui étudient les conséquences posturales d'une chirurgie bimaxillaire dans le cadre de la correction d'une classe III squelettique.
- Phillips *et al*.

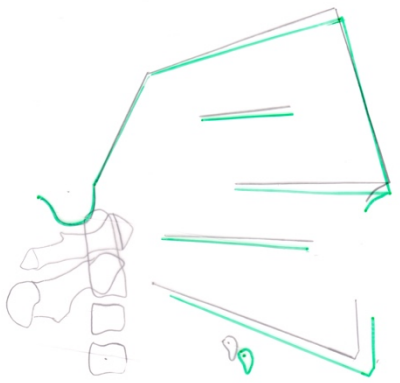
Pour les premiers, il n'y a pas de conséquence posturale cervicale suite à la chirurgie orthognathique puisqu'absence de variation des angulations cranio-cervicales. Les seconds,

quant à eux, mettent au contraire en évidence une flexion de la tête lorsque le recul mandibulaire est associé à une avancée maxillaire.
Ceci illustre les hypothèses d'Achilleos *et al*. et de Kim *et al*., puisque contrairement aux chirurgies de recul mandibulaire pur à l'origine d'une extension de la tête, les bimaxillaires semblent, par un recul moindre, ne pas avoir de conséquence posturale céphalique notable ou au contraire engendrer une flexion céphalique.

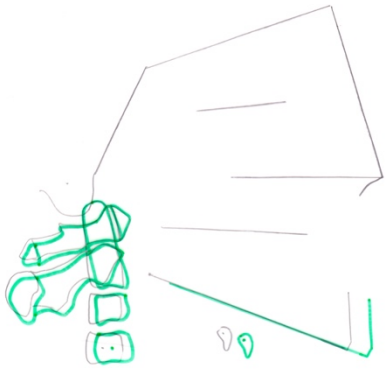
B) Chirurgie d'avancée mandibulaire

➔ Flexion céphalique ou extension cervicale

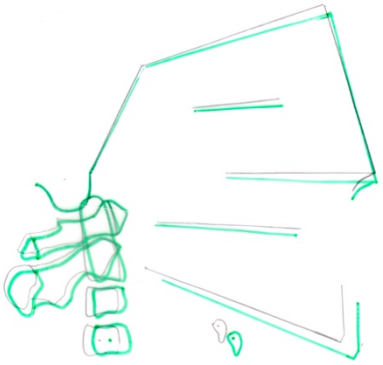
Phillips *et al*.[1991] montrent une diminution de NSL/CVT et NSL/OPT associée à une diminution de NSL/VER et concluent à une flexion de la tête lors d'une avancée mandibulaire associée ou non à un Lefort I. Ils remarquent également l'absence de changement significatif de la lordose cervicale.



Flexion céphalique par rapport au rachis cervical.



Extension cervicale par rapport à la base du crâne.



Association de la flexion céphalique et de l'extension cervicale.

Figure 20 - Conséquences d'une chirurgie d'avancée mandibulaire : diagramme facial moyen.

- ⇨ Mais, encore une fois, en l'absence de références verticale ou horizontale, une diminution de l'angle cranio-cervical ne signifie pas nécessairement flexion céphalique puisque cela peut également correspondre à une extension cervicale.

Contrairement à Phillips *et al*.[1991], Lin *et al*.[2013] concluent à une augmentation de SNC2 à l'origine d'une flexion cervicale suite à la chirurgie orthognathique.

Achilleos *et al.*[2000] mettent en évidence une augmentation de l'angulation cervico-horizontale (OPT/HOR et CVR/HOR), ce qui correspond à une extension cervicale.

➔ **Incidence de la quantité d'avancée mandibulaire**

Lorsque l'avancée mandibulaire est incluse dans une chirurgie bimaxillaire, donc généralement moindre, Phillips *et al.* arrivent aux mêmes conclusions que lors d'une avancée mandibulaire simple.

C) Chirurgie pour dysmorphose verticale

Pour Savjani *et al.*[2005], il y avait une relation statistiquement significative entre le changement de hauteur faciale totale antérieure suite à une chirurgie bimaxillaire associant Lefort I et OSBM et l'angle NSL/OPT c'est-à-dire la posture cervicale, chez les patients ayant eu un minimum de 3mm de réduction de hauteur faciale. Pour eux, l'angle cranio-cervical se réduit, ce qui correspond à une flexion cervicale.
De leur point de vue, c'est la posture cervicale et non la posture de la tête qui a changé puisque contrairement à NSL/OPT, NSL/VER n'a pas changé suite à la chirurgie.
Il n'y a pas de comparaison possible avec d'autres études puisque la relation hauteur faciale antérieure totale ou inférieure avec la posture de la tête ou du cou n'a pas été étudiée par d'autres auteurs.

Phillips, Kim et Oscampo étudient les conséquences de chirurgies bimaxillaires incluant une impaction maxillaire (Lefort I), ce qui implique donc le sens vertical. En revanche, ils y associent une chirurgie mandibulaire du sens antéro-postérieur. Il est donc impossible de conclure quant aux conséquences posturales d'une chirurgie impliquant le sens vertical.

D) Chirurgie des asymétries

En 2016, Kim *et al.* analysent la posture de la tête dans le plan frontal. Ils concluent à un changement de posture de la tête, par modification de l'angle IP, suite à une chirurgie orthognathique chez les patients asymétriques dans le plan frontal. Ces auteurs ont inclus dans leur étude des sujets à la fois en classe I, II et III ayant bénéficié d'une chirurgie bimaxillaire associée ou non à une génioplastie.

2.2. Mécanismes avancés pour expliquer cette adaptation posturale

Les explications des adaptations posturales sagittales à la suite des chirurgies orthognathiques sont diverses. Selon les auteurs, plusieurs explications sont possibles, celles-ci pouvant être associées ou non.

Les causes principalement évoquées sont les suivantes :

- **Critères biologiques :**
  - Diminution du calibre des voies aériennes supérieures imposant une adaptation posturale.
    Achilleos *et al.*, s'intéressent particulièrement aux modifications de la perméabilité aérienne consécutives aux chirurgies orthognathiques. Pour eux c'est cette modification de perméabilité qui est à l'origine de changements posturaux et non l'inverse. Leur but est la multiplication des études en ce sens pour que l'avancée mandibulaire devienne une

manière classique de prendre en charge le SAHOS (Syndrome d'Apnée Hypopnée Obstructive du Sommeil).
Au contraire, comme Muto *et al.,* Tselnik et Pogrel, ainsi que Riley et *al.* l'affirment déjà, Chen *et al.* confirment qu'un recul mandibulaire trop important serait à l'origine d'un SAHOS.
Cette hypothèse est également évoquée par Wenzel *et al.*, Aydemir *et al.*, Oscampo *et al.*, Lin *et al.* et Cho *et al.*
En revanche, pour Kim *et al.,* il n'y a pas de modification de la perméabilité aérienne des voies aériennes supérieures.

- Modification de l'équilibre musculaire avec forte participation des muscles à insertion hyoïdienne.
  Valk *et al.* et Marşan *et al.* mentionnent le rétrécissement des fibres musculaires supra-hyoïdiennes engendrant un déséquilibre musculaire au profit des forces musculaires sub-occipitales à l'origine d'une posture en extension de la tête.
  Comme Valk *et al.*, Gu *et al.* mettent en avant l'origine musculaire : en effet pour eux l'équilibre de la tête est perturbé par une diminution de la force d'antéflexion des muscles synergiques infra et supra-hyoïdiens. Ceci implique que l'os hyoïde est intimement lié aux phénomènes posturaux de la région cervicale. Ils soulignent que dans la précédente étude d'Anthanasiou, une corrélation négative entre la profondeur de l'oropharynx à C2 et la distance de l'os hyoïde par rapport au mur pharyngé antérieur à C4 avait été signalée comme une altération réflexe du mécanisme musculaire pharyngé post-opératoire. Pour eux, le recul mandibulaire aboutirait à une adaptation biologique à long terme de la langue, des muscles supra et infra-hyoïdiens et de l'ensemble de la musculature du cou pour équilibrer l'ensemble du système stomatognathique.
  D'autres auteurs comme Oscampo *et al.,* Cho *et al.*, évoquent également l'hypothèse musculaire.

- **Critères psycho-sociaux : l'esthétique et l'estime de soi.**

  Un certain nombre d'auteurs comme Wenzel *et al.* ainsi que Cho *et al.*, mettent en avant le rôle de ce facteur psycho-social. C'est l'augmentation de la confiance en soi qui aurait tendance à redresser la tête du patient ayant bénéficié d'une chirurgie orthognathique. Cette notion avait déjà été abordée, dès 1971 Hillerström *et al.,* et en 1972 par Lefebre et Barclay.

Concernant les modifications post-chirurgicales de la dimension verticale Savjani *et al.,* ne mettent pas en avant d'hypothèse expliquant ce mécanisme.

Au niveau frontal, seul l'aspect psychologique est évoqué par Kim *et al.*[2016]. En effet, l'amélioration de l'esthétique faciale serait à l'origine d'une horizontalisation de la ligne inter-pupillaire par amélioration de la confiance en soi et donc du port de tête.
Avant la chirurgie, l'augmentation de l'inclinaison de la posture de la tête serait due à un mécanisme de camouflage avec une inclinaison de la tête du côté de l'asymétrie pour la minimiser. Une fois l'asymétrie corrigée, ce mécanisme se lèverait donc.

2.3. Stabilité des modifications posturales observées

Seuls certains articles étudient la persistance ou non des modifications posturales après la dépose de l'appareil multibagues.

Pour Efendiyeva et al., Chen *et al*., Marşan *et al*. les résultats posturaux sont maintenus sur le long terme. Des variations sont possibles, mais ne sont pas significatives.
Achilleos *et al*. au contraire dans leur article sur le recul mandibulaire évoquent des changements posturaux présents sur le long terme plus qu'à court terme. En revanche, tout comme Gu *et al*., ils évoquent aussi la tendance de l'os hyoïde à regagner sur le long terme sa position initiale, sans pour autant y parvenir totalement.

L'article de Gu *et al*. est le seul à évoquer spécifiquement la récidive. Cependant, la récidive globale de la chirurgie est abordée, plus que la récidive posturale en elle-même.

2.4. Incidence des mesures choisies

Il est important de différencier la flexion/extension cervicale de la flexion/extension céphalique.

- La flexion/ extension cervicale correspond respectivement à une inclinaison cervicale en avant ou en arrière.
- La flexion/extension céphalique correspond quant à elle respectivement à une rotation horaire ou antihoraire de la tête, ceci par rapport à l'horizontale ou au rachis cervical.

Ainsi, une augmentation de SNL/CVT ou SNL/OPT ou C4-S-N ou encore de SNC2 correspond :

- à une flexion cervicale si NSL (ou SN) est fixe,
- à une extension céphalique ou redressement de la tête si la colonne cervicale est fixe.

SN est fixe lorsque l'inclinaison de la base du crâne est imposée (par le céphalostat par exemple). Au contraire, la colonne cervicale est supposée être fixe en position naturelle de la tête. (62)
Sans référence verticale ou horizontale associée, ou sans garantie d'une position naturelle de la tête, seule l'analyse de la posture cervicale, c'est-à-dire de la posture de la tête par rapport à la colonne vertébrale cervicale, est possible en utilisant ces variables.

Au contraire :

- NSL/HOR , NSL/VER, TVL/SN, TVL/FH indiquent directement l'inclinaison de la tête et non du rachis cervicale par rapport à des références horizontales ou verticales,
- CVT/HOR , OPT/HOR ou encore CVT/VER, OPT/VER indiquent l'inclinaison cervicale sans tenir compte de celle de la tête.

La lordose cervicale est quant à elle représentée par CVT/OPT ou C2-S-C3.

2.5. Posture générale

Le seul article de notre revue de la littérature traitant de la posture générale est celui de Sinko *et al*.[2006]. Cet article n'a pas conclu à une conséquence de la chirurgie orthognathique sur la posture générale. Les conséquences posturales seraient-elles limitées à la posture cervicale et céphalique ?

Cette étude était une étude prospective. Le nombre de sujets inclus dans l'étude était faible avec seulement 29 cas ayant bénéficié de chirurgies. De plus, les types de chirurgies orthognathiques ainsi que les dysmorphoses étaient variables.

Le groupe cas de 29 patients était comparé à un groupe témoins de 12 patients. En outre, le groupe témoins était constitué d'individus plus jeunes (moyenne d'âge de 16,4 ans contre 24,5 ans dans le groupe cas) et sportifs donc encore en croissance et particulièrement musclés. Or, un excédent musculaire peut fausser les mesures de raster-stéréographie vidéo tout comme la croissance peut faire varier l'équilibre postural. De plus comme le soulignent eux-mêmes Sinko *et al.*, cette technique est encore peu précise et peu reproductible. En revanche, le fait qu'elle permette des analyses 3D et évite l'exposition aux rayons ionisants sont des atouts non négligeables.

Afin de conclure, des études plus nombreuses et plus précises concernant la posture générale sont nécessaires. Tout comme une étude radiologique paraît indispensable.

Ainsi, la chirurgie orthognathique aurait bien des conséquences posturales cervicale et céphalique. Celles-ci apparaîtraient dans la plupart des cas, quelle que soit la dysmorphose ou la chirurgie pratiquée.
Au fil des publications, les explications quant aux origines possibles de ces changements posturaux ont varié, bien que trois paramètres importants aient pu être mis en évidence :

- l'influence de la nécessité du maintien d'une perméabilité aérienne,
- le rôle de la musculature environnante,
- l'aspect psychologique.

Malgré l'absence de preuve recueillie dans notre revue de la littérature, tout porte à croire que des conséquences sur la posture générale devraient également apparaître.
L'ensemble des segments corporels sont liés. En effet, la colonne cervicale fait partie intégrante de la colonne vertébrale générale et les muscles fonctionnent le plus souvent en synergie afin de mener des actions coordonnées. Un impact uniquement cervico-céphalique des chirurgies orthognathiques paraît donc peu probable.

- Les modifications musculaires, engendrées au niveau supérieur par la chirurgie, entrainent l'apparition d'un déséquilibre. Une nécessité de compensations musculaires descendantes est donc nécessaire.
  En effet, lors d'une chirurgie de recul mandibulaire par exemple, les muscles sus et sous-hyoïdiens (fléchisseurs de la tête) voient leur tension diminuée, les muscles sub-occipitaux (extenseurs de la tête) prennent le dessus, ce qui a tendance à provoquer une extension céphalique. Si ce déséquilibre persiste, il paraît envisageable qu'un nouvel équilibre compensatoire musculaire global se crée. Au contraire, lors d'une compensation rapide et suffisante au niveau cranio-cervical exclusivement, l'adaptation musculaire générale ne semble pas nécessaire.
- Une hyperflexion cervicale peut apparaître suite à une chirurgie de recul mandibulaire comme mécanisme compensatoire ayant pour but de maintenir le calibre des voies aériennes supérieures suite à une chirurgie ayant tendance à les diminuer. En conséquence, afin de maintenir la posture naturelle de la tête, une extension céphalique apparaîtrait.
- Les modifications esthétiques, aux impacts psycho-sociaux précédemment cités, touchent certes la posture cervico-céphalique mais comment, par modification du langage corporel, ne pourraient-elles pas engendrer de conséquences posturales plus générales ?
- Le déplacement des mâchoires peut aboutir à un déplacement du centre de gravité crânien. Ce déplacement engendre une modification des forces et moments générés à cet étage. Or l'équilibre postural correspond à l'annulation des forces et moments créés au niveau des divers segments corporels. Des compensations au niveau des segments corporels sous-jacents afin de maintenir un équilibre corporel général semblent donc nécessaires.
  Par exemple, lors d'une chirurgie d'avancée mandibulaire, le déplacement antérieur du centre de gravité mandibulaire engendre une flexion céphalique. D'après Bricot une

mandibule avancée est à l'origine de modifications des courbures rachidiennes avec une position postérieure du corps. Il paraîtrait donc logique, en plus des conséquences cranio-céphaliques, d'observer des conséquences générales caractéristiques.

En revanche, la théorie des centres de gravité permet de raisonner sur les types de chirurgies orthognathiques réalisées et non sur les dysmorphoses initiales. En effet, des déséquilibres du même type d'un point de vue général seront observés dans le cas d'une avancée maxillaire ou d'une avancée mandibulaire donc d'une classe II ou d'une classe III.

Ainsi, l'ensemble de ces arguments est en faveur du fonctionnement synergique du corps humain et donc de l'ensemble des éléments intervenant dans le cadre de son système postural suite à une chirurgie orthognathique.

Les conclusions que nous avons pu établir dans notre revue de la littérature ne présentent qu'un faible niveau de preuve. Il serait intéressant que de nouvelles études soient menées concernant les conséquences posturales générale, cervicale et céphalique. Pour se faire, un référentiel commun devrait impérativement être utilisé avec l'utilisation des mêmes paramètres d'étude. De plus, l'étude de ces paramètres communs devra être menée de manière rigoureuse en mettant en corrélation les modifications de ces différents paramètres. Le but étant de définir et de différencier clairement le niveau des conséquences posturales. Ceci pourrait permettre la réalisation d'une revue de la littérature voire d'une méta-analyse de qualité plus élevée.

La posture étant fondée sur l'interrelations de l'ensemble des segments corporels, cela en rend ses études difficiles puisque comme le souligne Oscampo *et al.* : « Le lien existant entre biomécanique posturale – crâne – mandibule – colonne vertébrale – région hyoïdienne et voies aériennes peut être considéré comme une « unité fonctionnelle indivisible » ».

Pour l'instant, comme le disait déjà Michelotti *et al.*[2011], il est inenvisageable de réaliser un traitement orthodontique dans le seul but de corriger ou de prévenir un désordre postural. (28).

CONCLUSION

Un faisceau d'arguments nous permet de penser que la chirurgie orthognathique a une conséquence posturale.
Dans notre pratique clinique, cela met en avant la nécessité de continuer à travailler en pluridisciplinarité et de considérer notre patient dans sa globalité.
Cette revue de la littérature prouve également que des études complémentaires aux niveaux de preuves plus élevés sont nécessaires.
En effet, il sera impératif de déterminer si ces conséquences auront un impact négatif ou positif. Et si celui-ci est positif, il serait intéressant d'évaluer et de standardiser le rôle à part entière que nous pourrions avoir dans les traitements posturaux par le biais de nos traitements orthodontico-chirurgicaux.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 - Points de référence. 15
Figure 2 - Lignes et plans de référence. 16
Figure 3 - Repères, plans et angulations classiquement utilisés, Wenzel et al.[1989]. 18
Figure 4 - Détermination photographique de TVL, Cho et al.[2015]. 18
Figure 5 - Détermination de HR et VR, Efendiyeva et al.[2014]. 19
Figure 6 - Tracé céphalométrique de Rocabado[1983] (18). 19
Figure 7 - Les superpositions. D'après Valk et al.[1992] 19
Figure 8 - Illustration des changements de l'angle IP, Kim et al.[2016]. 21
Figure 9 - Raster-stéréographie, Sinko et al.[2006]. 22
Figure 10 - Exemple d'analyses frontales et latérales produites par ordinateur, Sinko et al.[2006]. 22
Figure 11 - Organigramme correspondant à la revue de la littérature effectuée. 30
Figure 12 - Répartition des articles sélectionnés selon leur année et pays de publication. 30
Figure 13 - Répartition en genre et âge moyen en fonction des articles. 32
Figure 14 - Répartition des différents types de classe III. 33
Figure 15 - Répartition des différents types de chirurgies orthognathiques. 33
Figure 16 - Présence ou absence de conséquence(s) posturale(s) en fonction de la dysmorphose initiale. 36
Figure 17 - Présence ou absence de conséquence(s) posturale(s) en fonction du type de chirurgie pratiqué. 37
Figure 18 - Paramètres évoqués dans les 13 articles pour justifier la conséquence posturale d'une chirurgie orthognathique. 41
Figure 19 – Conséquences d'une chirurgie de recul mandibulaire : diagramme facial moyen. .. 44

Tableau 1 - Nombre d'articles en fonction de la dimension étudiée. 32
Tableau 2 - Paramètres étudiés et méthodes utilisées. 34

ANNEXES

Tableau récapitulatif - Indices par rapport au niveau scientifique de chaque étude.

	Article	Avis d'un comité d'éthique	Consentement éclairé	Type d'étude	Place de posture parmi le ou les objectif(s)	Nombre patients	Durée suivi	Opérateur (s)	Auto-évaluation fiabilité méthode (hors discussion)	Test Statistiques pour le paramètre postural
1	Wenzel *et al.* 1989 Relationships of changes in craniofacial morphology, head posture, and nasopharyngeal airway size following mandibular osteotomy.	Oui	Oui Suite à informations orale + écrite	Rétrospective	Principal parmi d'autres	52	J-1 avant la chirurgie à 1,12 ans en moyenne après	/	/	T-tests appariés pour évaluer les changements posturaux de la tête après chirurgie.
2	Phillips *et al.* 1991 The effect of orthognathic surgery on head posture.	/	/	Rétrospective	Principal	201	De juste avant la chirurgie à 1 an après la chirurgie	2 investigateurs pour les tracés céphalométriques. L'ensemble des tracés d'un patient était réalisé par le même.	2 NHP : sans différence significative (T-tests appariés et non –appariés).	Tests ANOVA par paires pour évaluer les changements de mesures angulaires entre 2 instants t.
3	Valk *et al.* 1992 The biomechanical effects of a sagittal split ramus osteotomy on the relationship of the mandible, the hyoid bone, and the cervical spine.	/	/	Rétrospective	Principal parmi d'autres	25	Avant le début du traitement ortho-chirurgical à un an après la dépose des fixations chirurgicales.	/	/	/
4	Gu *et al.* 2000 Hyoid position, pharyngeal airway and head posture in relation to relapse after the mandibular setback in skeletal Class III.	/	/	Rétrospective	Secondaire (Objectif principal : récidive)	62	Avant la chirurgie à 3 ans après la chirurgie.	1 même investigateur pour analyses céphalométriques.	Erreurs de méthodes déterminées en faisant une double analyse sur 5 TRP.	Coefficients de corrélation de Spearman pour analyser les relations entre variables cranio-faciales et posturales, avant et après la chirurgie.

5	Achilleos *et al.* 2000 Surgical mandibular advancement and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture : a short- and long-term cephalometric study in males.	/	/	Rétrospective	Principal parmi d'autres	20	1 à 3 jours avant la chirurgie à 3 ans après la chirurgie.	/	Tracés réalisés 2 fois à la main et numérisés 2 fois (programme informatique Dentofacial). Si la différence > à 1° ou 1mm, une 3ème mesure était réalisée et la valeur moyenne des 2 valeurs les plus proches était utilisées.	T-tests bilatéraux de Student appariés pour comparer l'ensemble des mesures avant-après chirurgie. Coefficients de corrélation de Pearson pour étudier les relations entre les variables cranio-cervicales et posturales.
6	Achilleos *et al.* 2000 Surgical mandibular setback and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture : a short- and long-term cephalometric study in males.	/	/	Rétrospective	Principal parmi d'autres	31	1 à 3 jours avant la chirurgie à 3 ans post-chirurgie	/	Si différence de + de 1mm ou 1° entre les 2 tracés →3ème mesure prise et la moyenne des 2 mesures les plus proches utilisée.	T-tests bilatéraux de Student appariés pour comparer l'ensemble des mesures avant-après chirurgie. Coefficients de corrélation de Pearson pour étudier les relations entre les variables cranio-cervicales et posturales.
7	Savjani *et al.* 2005 Change in cranio-cervical angulation following orthognathic surgery.	/	/	Rétrospective	Principal	33	Avant la chirurgie à min 6 mois après la chirurgie.	2 radiologues ≠	Coefficient de reproductibilité des tracés : 3,60 à 4. Erreurs de méthodes étudiées par la formule de Dahlberg : 1,3 pour le plan facial et 1,5 pour E-line.	Coefficients de corrélation de Pearson pour étudier l'association entre les changements de hauteur faciale et les variables posturales à la fois cranio-cervicales et cranio-verticales.

9	Marşan *et al.* 2010 Changes in head posture and hyoid bone position in Turkish Class III patients after mandibular setback surgery.	/	/	Rétrospective	Principal	42	Avant la chirurgie à 4,2 ans après.	/	Coefficient de corrélation pour évaluer fiabilité des mesures céphalométriques 85,7% à 99,8%.	T-tests pour évaluer les différences pré et post-opératoires. Coefficients de corrélation de Pearson pour évaluer les associations entre variables dento-squelettiques et cranio-vertébrales.
10	Aydemir *et al.* 2012 Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients.	Oui	Oui	Rétrospective	Secondaire	48	Avant début traitement orthodontico-chirurgical à 1an environ après la chirurgie.	Le même orthodontiste Le même chirurgien 1 même opérateur pour les mesures.	Repères numérisés (2 fois), mesures d'aires (3 fois) et calculs des valeurs moyennes. Sur 35 TRP au hasard : mesures comparées + coefficients de corrélation : 0,9916 à 0,9985.	Mesures répétées de variance pour évaluer les variables céphalométriques et posturales à chaque intervalle de temps. Bonferroni tests utilisés ensuite si présence d'interactions.
11	Lin *et al.* 2013 Effect of mandibular advancement on natural position of the head : a preliminary study for 3-dimensional cephalometric analysis.	Oui	/	Rétrospective	Principal	7	Avant la chirurgie à 6 semaines après.	1 même investigateur pour les mesures céphalométriques.	Fiabilité des mesures évaluées par T-Test indépendant + utilisation moyennes de 3 valeurs pour moins d'erreurs.	T-tests appariés pour comparer les valeurs pré et post-opératoires.
12	Oscampo Fonseca *et al.* 2013 Changes in the position of cranio-cervical complex skeletal structures after an orthognathic surgery event.	/	/	Rétrospective	Principal	30	Avant la chirurgie à 3 mois après.	/	/	T-tests appariés pour comparer les valeurs pré et post-opératoires.

13	Kim *et al.* 2014 Head posture and pharyngeal airway volume changes after bimaxillary surgery for mandibular prognathism.	Oui	Oui	Rétrospective	Principal	25	De 2 semaines avant la chirurgie à 8 mois après la chirurgie.	/	Evaluation erreur systématique sur 10 CBCT par formule de Dahlberg.	Tests non paramétriques de Wilcoxon pour comparer les mesures pré et post-opératoires.
14	Efendiyeva *et al.* 2014 Pharyngeal airway space, hyoid bone position, and head posture after bimaxillary orthognathic surgery in Class III patients Long-term evaluation.	Oui	Oui	Rétrospective	Principal parmi d'autres.	26	Avant début préparation orthodontique + 5 ans après la chirurgie.	TRP prises par même opérateur avec même appareil. Tracés et mesures céphalométriques par 1 même opérateur. Orthodontie et chirurgies réalisées par le même opérateur.	Repères céphalométriques scannés 2 fois, mesures d'aires répétées 3 fois et calculs des moyennes. Coefficient de corrélation entre 0,9910 et 0,9963 pour la fiabilité méthodologique.	T-tests appariés pour comparer les valeurs pré et post-opératoires.
15	Cho *et al.* 2015 Changes in natural head position after orthognathic surgery in skeletal Class III patients.	Oui	/	Rétrospective	Principal	20 cas 20 témoins	Avant la préparation orthodontique à après la dépose du multibagues.	1 examinateur pour toutes les mesures et analyses.	Sur 10 tracés randomisés : erreur de méthode : formule de Dahlberg + coefficient de corrélation intra-examinateur > 0,963.	T-tests appariés pour évaluer les différences de mesures entre T1 et T2 parmi les groupes étudiés.
16	Chen *et al.* 2015 Correlation between the pharyngeal airway space and head posture after surgery for mandibular prognathism.	/	/	Rétrospective	Secondaire	37 patients	Avant la chirurgie à + d'1 an après la chirurgie.	1 seul chirurgien 1 seul radiologue 1 seul opérateur pour les mesures céphalométriques	L'ensemble des tracés céphalométriques a été réalisé 2 fois : si différence de 0,5mm ou 1 ° : nouveau tracé (3ème) : moyenne des 2 valeurs les plus proches utilisée.	T-tests et coefficients de corrélation de Pearson pour évaluer les changements post-opératoires de l'ensemble des paramètres céphalométriques incluant la mandibule, l'os hyoïde, la posture de la tête (angle cranio-cervical) et l'espace aéro-pharyngé.

17	Kim *et al.* 2016 Natural head posture of patients with facial asymmetry in frontal view are corrected after orthognathic surgeries.	Oui	/	Rétrospective	Principal	31 cas 27 témoins	Durée traitement ortho-chirurgical + 1 an après les finitions	Mêmes opérateurs pour tracés et mesures.	Chaque tracés et mesures réalisés 2 fois. Coefficient de corrélation intraclasse pour confirmer reproductibilité des valeurs photos : 0,987 à 0,997.	Tests ANOVA + Analyses post-hoc de Tukey pour analyser NHP à différents temps. Analyses de régression linéaire pour trouver les facteurs cliniques associés à la correction NHP.

BIBLIOGRAPHIE

1. Efendiyeva R, Aydemir H, Karasu H, Toygar-Memikoğlu U. Pharyngeal airway space, hyoid bone position, and head posture after bimaxillary orthognathic surgery in Class III patients: Long-term evaluation. Angle Orthod. 2014;84(5):773–81.
2. Bazert C, Gouzland T, El Okeily M. Intégration de la posture dans les thérapeutiques ortho-chirurgicales. Rev Orthop Dento-Fac. 2016;50(2):167–82.
3. Gagey PM, Weber B. Posturologie: régulation et dérèglements de la station debout. Elsevier Masson; 2005.
4. Lin X, Liu Y, Edwards SP. Effect of mandibular advancement on the natural position of the head: a preliminary study of 3-dimensional cephalometric analysis. Br J Oral Maxillofac Surg. 2013;51(7):178–82.
5. Ocampo Fonseca I, de la Paz Consuelo Aguilar Saavedra M, Sánchez Ramos FM. Changes in the position of cranio-cervical complex skeletal structures after an orthognatic surgery event. Rev Odontológica Mex. 2013;17(4):210–20.
6. Zepa I, Hurmerinta K, Kovero O, Nissinen M, Könönen M, Huggare J. Associations between thoracic kyphosis, head posture, and craniofacial morphology in young adults. Acta Odontol Scand. 2000;58(6):237–42.
7. Kim JY, Kang MH, You JY, Jee HG, Yi JW, Kim BH. Natural Head Postures of Patients With Facial Asymmetry in Frontal View Are Corrected After Orthognathic Surgeries. J Oral Maxillofac Surg. 2016;74(2):392–8.
8. Bister D, Edler RJ, Tom BDM, Prevost AT. Natural head posture—considerations of reproducibility. Eur J Orthod. 2002;24(5):457–70.
9. Cooke MS, Orth D. Five-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990;97(6):489–94.
10. Peng L, Cooke MS. Fifteen-year reproducibility of natural head posture: a longitudinal study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999;116(1):82–5.
11. Siersbaek-Nielsen S, Solow B. Intra-and interexaminer variability in head posture recorded by dental auxiliaries. Am J Orthod. 1982;82(1):50–7.
12. Moorrees CFA, Kean MR. Natural head position, a basic consideration in the interpretation of cephalometric radiographs. Am J Phys Anthropol. 1958 Jun;16(2):213–34.
13. Solow B, Tallgren A. Natural Head Position in Standing Subjects. Acta Odontol Scand. 1971;29(5):591–607.
14. Showfety KJ, Vig PS, Matteson S. A simple method for taking natural-head-position cephalograms. Am J Orthod. 1983;83(6):495–500.
15. Solow B, Sandham A. Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. Eur J Orthod. 2002;24(5):447–56.
16. Vidal D. Equilibre sagittal : etude statistique sur les relations entre les variables morphologiques et posturales de la tête, du rachis, du bassin et des fémurs. Mémoire CECSMO-Bordeaux. 2011. 91 p.
17. Valk J-W, Zonnenberg A-J, van Maanen C-J, van Wonderen O-G. The biomechanical effects of a sagittal split ramus osteotomy on the relationship of the mandible, the hyoid bone, and the cervical spine. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;102(2):99–108.
18. Rocabado M. Biomechanical Relationship of the Cranial, Cervical, and Hyoid Regions: A Discussion. J Craniomandib Pract. 1983 Jun;1(3):61–6.
19. Achilleos S. Surgical mandibular advancement and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture: a short- and long-term cephalometric study in males. Eur J Orthod. 2000;22(4):367–81.
20. Gu G, Nagata J, Suto M, Anraku Y, Nakamura K, Kuroe K, et al. Hyoid position, pharyngeal airway and head posture in relation to relapse after the mandibular setback in skeletal Class III. Clin Orthod Res. 2000;3(2):67–77.
21. Aydemir H, Memikoğlu U, Karasu H. Pharyngeal airway space, hyoid bone position

and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. Angle Orthod. 2012;82(6):993–1000.
22. Cho D, Choi DS, Jang I, Cha B-K. Changes in natural head position after orthognathic surgery in skeletal Class III patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015;147(6):747–54.
23. Phillips C, Snow MD, Turvey TA, Proffit WR. The effect of orthognathic surgery on head posture. Eur J Orthod. 1991;13(5):397–403.
24. Kim MA, Kim BR, Youn JK, Kim YJR, Park YH. Head posture and pharyngeal airway volume changes after bimaxillary surgery for mandibular prognathism. J Cranio-Maxillofac Surg. 2014;42(5):531–5.
25. Yi Y-S, Yoo S-K, Lee D-G, Park D-S. Reliability and validity of rasterstereography measurement for spinal alignment in healthy subjects. Phys Ther Rehabil Sci. 2016;5(1):22–8.
26. Drerup B, Hierholzer E. Back shape measurement using video rasterstereography and three-dimensional reconstruction of spinal shape. Clin Biomech. 1994;9(1):28–36.
27. Sinko K, Grohs JG, Millesi-Schobel G, Watzinger F, Turhani D, Undt G, et al. Dysgnathia, orthognathic surgery and spinal posture. Int J Oral Maxillofac Surg. 2006 Apr;35(4):312–7.
28. März K, Adler W, Matta R-E, Wolf L, Wichmann M, Bergauer B. Can different occlusal positions instantaneously impact spine and body posture? A pilot study using rasterstereography for a three-dimensional evaluation. J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie. 2017;78(3):221–32.
29. Westersund CD, Scholten J, Turner RJ. Relationship between craniocervical orientation and center of force of occlusion in adults. Cranio. 2016;1–7.
30. Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc J-L, Cheynet F, Borel L. Dental occlusion and postural control in adults. Neurosci Lett. 2009;450(2):221–4.
31. Ando E, Shigeta Y, Hirabayashi R, Ikawa T, Hirai S, Katsumura S, et al. Cervical curvature variations in patients with infraocclusion. J Oral Rehabil. 2014;41(8):601–7.
32. Gadotti IC, Berzin F, Biasotto-Gonzalez D. Preliminary rapport on head posture and muscle activity in subjects with class I and II. J Oral Rehabil. 2005;32(11):794–9.
33. Nobili A, Adversi R. Relationship Between Posture and Occlusion: A Clinical and Experimental Investigation. Cranio. 1996;14(4):274–85.
34. Huggare J, Pirttiniemi P, Serlo W. Head posture and dentofacial morphology in subjects treated for scoliosis. Proc Finn Dent Soc Suom Hammaslaakariseuran Toim. 1991;87(1):151–8.
35. Ben-Bassat Y, Yitschaky M, Kaplan L, Brin I. Occlusal patterns in patients with idiopathic scoliosis. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;130(5):629–33.
36. Scharnweber B, Adjami F, Schuster G, Kopp S, Natrup J, Erbe C, et al. Influence of dental occlusion on postural control and plantar pressure distribution. Cranio. 2016;1–9.
37. Zheng L, Jahn J, Vasavada AN. Sagittal plane kinematics of the adult hyoid bone. J Biomech. 2012;45(3):531–6.
38. Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face, and denture behavior. Am J Orthod. 1963;49(3):183–214.
39. Tallgren A, Solow B. Hyoid bone position, facial morphology and head posture in adults. Eur J Orthod. 1987;9(1):1–8.
40. Achilleos S. Surgical mandibular setback and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture: a short- and long-term cephalometric study in males. Eur J Orthod. 2000;22(4):383–94.
41. Solow B, Tallgren A. Head posture and craniofacial morphology. Am J Phys Anthropol. 1976;44(3):417–35.
42. Savjani D. Change in cranio-cervical angulation following orthognathic surgery. Eur J Orthod. 2005;27(3):268–73.
43. Hellsing E, McWilliam J, Reigo T, Spangfort E. The relationship between craniofacial morphology, head posture and spinal curvature in 8, 11 and 15-year-old children. Eur J Orthod. 1987;9(1):254–264.

44. Joly A. Analyse radiographique de l'équilibre général des patients en classe II squelettique traités par chirugie orthognathique. Mémoire CECSMO-Bordeaux. 2013. 77 p.
45. Wenzel A, Williams S, Ritzau M. Relationships of changes in craniofacial morphology, head posture, and nasopharyngeal airway size following mandibular osteotomy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1989;96(2):138–43.
46. Solow B, Siersbaek-Nielsen S. Cervical and craniocervical posture as predictors of craniofacial growth. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1992;101(5):449–58.
47. D'Attilio M, Caputi S, Epifania E, Festa F, Tecco S. Evaluation of Cervical Posture of Children in Skeletal Class I, II, and III. Cranio. 2005;23(3):219–28.
48. Hedayati Z, Paknahad M, Zorriasatine F. Comparison of natural head position in different anteroposterior malocclusions. J Dent Tehran Iran. 2013;10(3):210–8.
49. Delaire J. Attempted interpretation of principal mechanisms relating statics to cephalic morphogenesis. Clinical conclusions. Actual Odontostomatol (Paris). 1980;34(130):189–220.
50. Duval-Beaupère G, Legaye J. Composante sagittale de la statique rachidienne. Rev Rhum. 2004;71(2):105–19.
51. Lippold C, Danesh G, Hoppe G, Drerup B, Hackenberg L. Sagittal spinal posture in relation to craniofacial morphology. Angle Orthod. 2006;76(4):625–31.
52. Chen CM, Lai S, Chen KK, Lee H-E. Correlation between the Pharyngeal Airway Space and Head Posture after Surgery for Mandibular Prognathism. BioMed Res Int. 2015;1–8.
53. Wenzel A, Williams S, Ritzau M. Changes in head posture and nasopharyngeal airway following surgical correction of mandibular prognathism. Eur J Orthod. 1989;11(1):37–42.
54. Marşan G, Öztaş E, Cura N, Vasfi Kuvat S, Emekli U. Changes in head posture and hyoid bone position in Turkish Class III patients after mandibular setback surgery. J Cranio-Maxillofac Surg. 2010;38(2):113–21.
55. Mohokum M, Schülein S, Skwara A. The validity of rasterstereography: a systematic review. Orthop Rev. 2015;7(3).
56. Cassi D, De Biase C, Tonni I, Gandolfini M, Di Blasio A, Piancino MG. Natural position of the head: review of two-dimensional and three-dimensional methods of recording. Br J Oral Maxillofac Surg. 2016;54(3):233–40.
57. Hanke BA, Motschall E, Türp JC. Association between Orthopedic and Dental Findings: What Level of Evidence is Available? J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie. 2007;68(2):91–107.
58. Perinetti G, Contardo L. Posturography as a diagnostic aid in dentistry: a systematic review. J Oral Rehabil. 2009;36(12):922–36.
59. Perinetti G, Primozic J, Manfredini D, Di Lenarda R, Contardo L. The diagnostic potential of static body-sway recording in orthodontics: a systematic review. Eur J Orthod. 2013;35(5):696–705.
60. Hosoda M, Masuda T, Isozaki K, Takayanagi K, Sakata K, Takakuda K, et al. Effect of occlusion status on the time required for initiation of recovery in response to external disturbances in the standing position. Clin Biomech. 2007;22(3):369–73.
61. Lassalle L. Lecture critique d'article. Paris: Vernazobres-Grego; 2013.
62. Proust C. Etude des variations de l'équilibre sagittal cranio-rachidien secondaires à la chirurgie orthognathique de classe III. Mémoire CECSMO-Bordeaux. 2014. 71 p.

Les autorisations nécessaires concernant les illustrations inclues dans cette thèse ont été obtenues.

Vu, le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Juliette LACOSTE , Le 15 septembre 2017
Thèse pour l'obtention du DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR en CHIRURGIE DENTAIRE 2017 – n°66

Discipline : Orthopédie Dento-faciale

La chirurgie orthognathique a-t-elle une influence sur la posture ? Revue systématique de la littérature.

Résumé

Les indications et les conséquences générales, à une échelle plus large que la sphère orofaciale, des traitements orthodontico-chirurgicaux prennent de l'importance. Dans ce contexte, l'étude de la posture et de ses relations avec la chirurgie orthognathique paraît pertinente. En effet, il a déjà été établi par le passé qu'un lien entre occlusion et posture ainsi qu'entre typologie faciale et posture était évident. Une revue systématique de la littérature a été réalisée à partir des bases de données Cochrane, PubMed, Scopus et GoogleScholar. La recherche a identifié 17 articles dont un seul traitait de la posture générale, les autres concernaient les relations entre chirurgie orthognathique et posture cervicale ou céphalique. Sur les 17 articles inclus, 13 ont mis en évidence une conséquence de la chirurgie orthognathique sur la posture. La complexité des phénomènes posturaux, l'imbrication d'autres domaines comme les dimensions des voies aériennes supérieures mais également le rôle de la psychologie du patient, rendent cependant cette étude difficile.

Mots-clés : chirurgie orthognathique, posture

Does orthognathic surgery influence on human posture ? A systematic review.

Summary :

Nowadays, as there are more and more orthognathic surgeries, the general indications and consequences are increasingly researched.Thus, the study of posture, and its connection with orthognathic surgery seems relevant. In the past, a relationship between occlusion and posture and facial typology, has indeed been identified. A systematic review of the scientific literature was realized from databases Cochrane, PubMed, Scopus and GoogleScholar. The search identified 17 articles out of wich only one dealt with general posture. The other ones concerned the relationship between orthognatic surgery and cervical or cephalic posture. Amongst the 17 included articles, 13 highlighted a postural consequence of orthognathic surgeries.The complexity of posture and the interweaving of multiple areas, such as the size of airways and even patient psychology, lead to difficulties.

Key-words : orthognathic surgery, posture

Université de Bordeaux – Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques
16-20 cours de la Marne
33082 BORDEAUX CEDEX