



**HAL**  
open science

# Conséquences des chirurgies orthognathiques sagittales sur les voies aériennes supérieures et le SAHOS : revue systématique de la littérature

Antoine Lafitte

## ► To cite this version:

Antoine Lafitte. Conséquences des chirurgies orthognathiques sagittales sur les voies aériennes supérieures et le SAHOS : revue systématique de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-02504766

**HAL Id: dumas-02504766**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02504766>**

Submitted on 11 Mar 2020

**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 2018

N° 32

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

Présentée et soutenue publiquement

Par Antoine LAFITTE

Né le 19 mars 1992 à Mont-de-Marsan  
Le 31 mai 2018

**Conséquences des chirurgies orthognathiques sagittales  
sur les voies aériennes supérieures et le SAHOS :  
Revue systématique de la littérature**

Directeur de thèse

Professeur Marie-José BOILEAU

Membres du Jury

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

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

**Président**  
**Directeur de Collège des Sciences de la Santé**

M. TUNON DE LARA Manuel  
M. PELLEGRIN Jean-Luc

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

<b>Directrice</b>	Mme BERTRAND Caroline	58-02
<b>Directrice Adjointe – Chargée de la Formation Initiale</b>	Mme ORIEZ-PONS Dominique	58-01
<b>Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche</b>	M. FRICAIN Jean-Christophe	57-02
<b>Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales</b>	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 et directrice 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 et de diriger cette thèse,  
Je vous remercie pour votre bienveillance pendant ces trois années, et pour la  
transmission de vos connaissances durant l'internat. Je vous remercie de m'avoir  
encadré sur ce sujet, et de m'avoir aiguillé. Merci Docteur B !*

### A notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Marie MEDIO  
Assistante Hospitalo-Universitaire  
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 les jeudis agréables que nous avons passés pendant trois  
ans, une ambiance de bonne humeur, en conservant la rigueur nécessaire ! Je vous  
remercie également de me permettre d'en apprendre plus à vos côtés pour le début  
de ma vie professionnelle, une longue aventure commence ...*

### A notre Assesseur

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

*Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce jury,  
Je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris, pour rendre cette vacation du  
vendredi vraiment agréable et plaisante.*

### A notre Assesseur

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

*Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce jury,  
Je vous remercie pour les lundis passés avec vous au PQR, votre rigueur et  
gentillesse. Hâte de vous entendre jouer de l'orgue, et de goûter une fois de plus  
votre bon vin.*

# TABLE DES MATIERES

---

Table des Matières .....	7
Résumé.....	10
Introduction.....	11
Contexte .....	11
1. Généralités sur le syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil : le SAHOS..	11
1.1. Fréquence (1) .....	12
1.2. Anatomie des voies aériennes supérieures.....	13
1.2.1. Le pharynx .....	13
1.2.2. Le larynx .....	15
1.3. Physiopathologie.....	16
1.4. Diagnostic (13) (14).....	19
1.4.1. Définition .....	19
1.4.2. Symptômes cliniques .....	19
1.4.3. Examens complémentaires.....	20
1.4.4. Classification.....	21
1.5. Traitement.....	22
1.5.1. La pression positive continue (PPC).....	22
1.5.2. L'orthèse d'avancée mandibulaire.....	22
1.5.3. La chirurgie mono ou bimaxillaire .....	23
1.5.3.1. Facteurs de prédictibilité.....	24
1.6. Analyse morphologique 3D des VAS.....	25
Matériel et méthode .....	31
1. Stratégie de recherche et équation .....	31
2. Critères d'éligibilité .....	31
3. Sélection des articles.....	32
4. Extraction des données et synthèse.....	32
Résultats.....	33
1. Présentation des articles.....	34
2. Population étudiée dans les différentes études.....	35
3. Objectifs des articles : critères évalués et méthodes d'évaluation.....	37
4. Résultats des études .....	40

4.1.	Modifications tridimensionnelles des VAS en fonction de la chirurgie effectuée	40
4.1.1.	MMA .....	40
4.1.2.	Avancée maxillaire associée à un recul mandibulaire .....	41
4.1.3.	Recul mandibulaire .....	41
4.2.	Paramètres polysomnographiques .....	43
4.3.	Paramètres prédictifs.....	43
	Discussion.....	47
1.	Critique de la méthode recherche .....	47
2.	Qualité de la recherche.....	47
3.	Critique de l'analyse radiographique .....	50
4.	Incidence de la chirurgie.....	50
4.1.	Contribution maxillaire et mandibulaire aux conséquences de la MMA sur les VAS	50
4.2.	Incidence de la rotation anti-horaire du plan d'occlusion éventuellement associée	51
4.3.	Incidence du type de chirurgie mandibulaire.....	52
5.	Suivi post-opératoire et stabilité à long terme .....	53
5.1.	Stabilité squelettique.....	53
5.2.	Stabilité des paramètres ventilatoires.....	54
	Conclusion .....	55
	Table des illustrations .....	56
	Bibliographie.....	58

## Liste des abréviations

- SAHOS : syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil
- OSA : terme anglo-saxons « obstructive sleep apnea », signifiant SAHOS
- VAS : voies aériennes supérieures
- IAH : indice d'apnées / hypopnées
- PPC : pression positive continue
- OAM : orthèse d'avancée mandibulaire
- RDI : Respiratory Disturbance Index ou Indice d'évènements respiratoires
- LSAT : Lowest Oxygen Saturation
- OSBM : Ostéotomie sagittale des branches montantes mandibulaires
- IVRO : intra-vertical ramus ostéotomy
- MMA : avancée maxillo-mandibulaire
- CSA : Cross Sectional Area ou Aire de section transversale
- CBCT : Cone Beam Computed Tomography
- IMC : Indice de Masse Corporelle

## RESUME

---

Le syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil (SAHOS) a été décrit en 1976 par l'équipe du Professeur Guilleminault. La prévalence reste encore faible dans la population générale ; les conséquences graves qu'il peut avoir sur la morbidité engage l'orthodontiste à dépister et adresser pour une prise en charge adaptée.

Des thérapeutiques non invasives, telles que la pression positive continue (PPC) ou l'orthèse d'avancée mandibulaire (OAM) permettent de prévenir le collapsus aéro-pharyngé et de diminuer les risques cardio-cérébro-vasculaires. La chirurgie orthognathique (mono ou bimaxillaire) est proposée au patient en classe I ou classe II squelettique avec des IAH élevés, souhaitant une solution définitive : la projection en avant du massif facial et de la mandibule libère les voies aériennes supérieures, augmente leur volume et prévient le collapsus pharyngé nocturne.

La prise en compte du SAHOS permet d'orienter le patient vers un traitement orthodontico-chirurgical. L'essor de l'imagerie 3D (scanner, CBCT) durant les dernières décennies rend le diagnostic et l'analyse beaucoup plus accessible.

Une revue de la littérature a été réalisée afin d'évaluer l'effet des différentes chirurgies orthognathiques (avancée maxillo-mandibulaire, avancée maxillaire et recul mandibulaire, recul mandibulaire seul) sur le volume des VAS, et d'étudier les conséquences sur la fonction ventilatoire du patient.

14 articles ont permis de démontrer les conséquences positives du MMA sur le volume des VAS et sur l'amélioration du SAHOS. Dans les cas de classes III squelettiques, la chirurgie bimaxillaire présente un avantage par rapport au recul mandibulaire seul, néanmoins les auteurs ont mesuré une diminution du volume des VAS.

## INTRODUCTION

---

De nos jours, l'orthodontie de l'adulte est largement développée. L'indication des traitements orthodontico-chirurgicaux se multiplie grâce à l'amélioration de la collaboration entre orthodontistes et chirurgiens.

La chirurgie orthognathique déplace les bases osseuses maxillaires et mandibulaires qui sont en étroites relations avec les voies aériennes supérieures, entraînant ainsi une modification morphologique et une adaptation fonctionnelle. Il est important de prendre en compte dans notre décision thérapeutique l'impact que cela peut avoir sur la fonction ventilatoire du patient ; la chirurgie d'avancée maxillo-mandibulaire déplace en avant le massif facial, augmentant ainsi le volume des voies aériennes supérieures. Il est intéressant de se demander également, dans les cas des patients en classe III squelettique, dans quelle mesure la diminution du volume s'effectue après un recul mandibulaire et si ces modifications peuvent être minimisées avec une avancée maxillaire associée.

Dans ce travail, nous nous intéresserons particulièrement aux modifications tridimensionnelles des VAS après une chirurgie orthognathique, ainsi qu'aux conséquences sur les fonctions ventilatoires et le risque de développer un syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil (SAHOS).

## CONTEXTE

---

### **1. Généralités sur le syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil : le SAHOS**

Le SAHOS a été décrit pour la première fois par le Docteur Guilleminault en 1976. Il est caractérisé au cours du sommeil par des épisodes, plus ou moins fréquents en fonction de la sévérité, d'interruption de la ventilation (les apnées) ou de diminution notable de la ventilation (les hypopnées). Il est lié à un collapsus répété des voies aériennes supérieures au cours du sommeil. Il en ressort une diminution de la saturation en oxygène durant le sommeil (hypoxémie), une détresse ventilatoire, et des microéveils associés à une reprise ventilatoire. Les principaux symptômes sont la somnolence diurne (causée par la déstructuration du sommeil) et le ronflement nocturne.

Il est important de différencier :

- les syndromes d'apnées / hypopnées obstructives, qui sont les plus fréquents
- les syndromes d'apnées / hypopnées centrales, plus rares, qui sont la conséquence d'une altération de la commande ventilatoire
- les syndromes mixtes avec association d'une apnée d'origine centrale, suivie d'une apnée d'origine obstructive.

Nous nous focaliserons sur les syndromes obstructifs de l'adulte, qui peuvent être modifiés par les chirurgies orthognathiques.

### **1.1. Fréquence (1)**

Bien que de mieux en mieux connu des professionnels de santé et de la population, le SAHOS reste sous-diagnostiqué. Chez l'adulte, sa prévalence a été estimée à 3 à 7% des hommes et 2 à 5% des femmes selon les études.

Les conséquences sur la santé sont importantes : c'est un facteur de risque de maladie cardiovasculaire (en particulier d'hypertension artérielle), de syndrome métabolique et de diabète. La somnolence diurne peut aussi être la cause d'accidents de la circulation.

L'institut de veille sanitaire a publié en Novembre 2012 un bulletin hebdomadaire portant sur l'épidémiologie des troubles du sommeil en France. Une étude a été réalisée sur le SAHOS. Les objectifs étaient d'estimer :

- la prévalence des symptômes évocateurs de syndrome d'apnées / hypopnées du sommeil (ronflement, pauses constatées pendant le sommeil, somnolence diurne),
- l'importance du sous-diagnostic du SAHOS chez les adultes en France,
- l'évolution, entre 2006 et 2011, du nombre de personnes traitées pour SAHOS en France

Les résultats ont permis :

- de montrer que, dans la population générale, la prévalence des symptômes évocateurs de SAHOS était de 4,9%
- d'estimer que seules 15% des personnes ayant des symptômes évocateurs de SAHOS avaient déjà bénéficié d'un enregistrement du sommeil,
- de constater que le taux annuel standardisé de personnes traitées par PPC a augmenté entre 2006 et 2011 (+15% par an). (Figure 1)

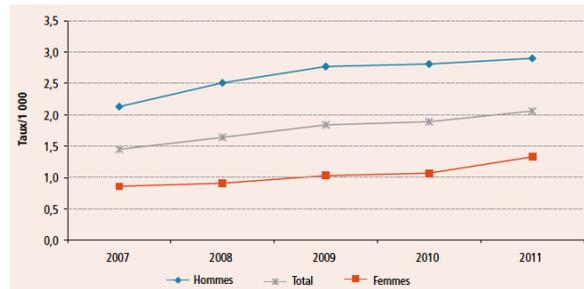


Figure 1 : taux annuels d'incidence de patients traités par PPC, entre 2007 et 2011 (1)

## 1.2. Anatomie des voies aériennes supérieures

Les voies aériennes supérieures sont un conduit aérien délimité, en haut par les fosses nasales, en bas par l'entrée de la trachée.

### 1.2.1. Le pharynx

Le pharynx (2)(3) est un tube musculaire de 15cm de long qui s'étend de la base du crâne au bord inférieur du cartilage cricoïde (en avant de C6). Il a la forme d'une pyramide quadrangulaire à base supérieure et sommet inférieur. On distingue :

- en avant, la partie antérieure, délimitée par :
  - le squelette facial en haut,
  - puis plus apicalement par la base de langue, l'os hyoïde et le larynx ;
- en arrière, la face postérieure, qui s'étend en haut d'une épine à l'autre de l'os sphénoïde, pour se rétrécir en descendant puis s'élargit de nouveau au niveau des grandes cornes de l'os hyoïde) ; elle se rétrécit ensuite dans l'espace hyo-thyroïdien, s'élargit une nouvelle fois à l'aplomb des grandes cornes du cartilage thyroïdien, puis se rétrécit jusqu'au « chaton » cricoïdien ;
- latéralement, les parois latérales convergent en avant et en dedans, et sont, de haut en bas, en relation avec :
  - le bord postérieur de l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde
  - le ligament ptérygo-mandibulaire
  - l'extrémité postérieure de la ligne mylo-hyoïdienne
  - la face latérale de la base de la langue
  - le ligament thyro-hyoïdien latéral
  - le bord postérieur des lames latérales du cartilage thyroïde
  - la partie latérale du « chaton » cricoïdien

Le pharynx est divisé en 3 parties, avec de haut en bas (Figure 2):

- le nasopharynx situé en arrière des fosses nasales est délimité en bas par le voile du palais
- l'oropharynx, limité en haut par le voile du palais et en bas par le plan horizontal passant par le corps de l'os hyoïde ; il est délimité en avant par la cavité buccale et en arrière par l'arc antérieur de l'atlas (C1), le corps de l'axis (C2) et la 3<sup>ème</sup> vertèbre cervicale (C3). Sur les côtés, les piliers du voile du palais délimitent la fosse amygdalienne, prenant la forme d'un triangle à base supérieure et sommet inférieur
- l'hypopharynx, également appelé laryngo-pharynx, constitue une zone de carrefour aéro-digestif. Il se situe latéralement et derrière le larynx et est délimité en haut par l'épiglotte.

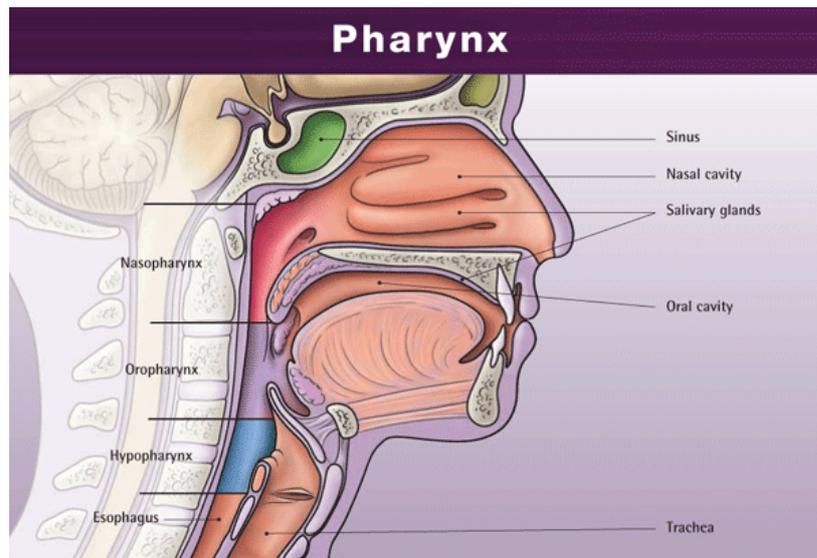


Figure 2 : Anatomie des VAS (4)

La musculature du pharynx est classée en 2 groupes : les muscles constricteurs ou intrinsèques et les muscles élévateurs ou extrinsèques.

- Les **muscles constricteurs** sont au nombre de 3 :
  - le muscle constricteur supérieur composés de 3 faisceaux (ptérygoïdien, mylo-hyoïdien, pharyngo-glosse) ; il rétrécit la cavité naso-tubaire, soulève la paroi postérieure du pharynx, rapproche les piliers postérieurs du voile, aidant à la fermeture de l'isthme pharyngo-nasal ;
  - le muscle constricteur moyen qui s'étend, en éventail, du sommet de l'os hyoïde à la base de la paroi postérieure du pharynx ; il rétrécit la portion buccale du pharynx en rapprochant les parois antérieures et postérieures ;

- le muscle constricteur inférieur : le plus étendu, composé de 3 faisceaux (thyroïdien, cricothyroïdien, cricoïde)
- Les **muscles éleveurs et dilatateurs** du pharynx sont au nombre de 2 à 3 :
  - le muscle pharyngo-staphylin, qui constitue une partie du voile du palais ;
  - le muscle stylo-pharyngien, étendu de la base du crâne au larynx ;
  - le muscle pétro-pharyngien.

La paroi pharyngée est une structure très déformable de par sa structure musculaire et muqueuse, il peut donc se produire des modifications géométriques (ouverture ou fermeture) de la lumière pharyngée (5). A l'inverse, le nez, le pharynx et la trachée sont moins sujets à ces déformations du fait d'une structure cartilagineuse.

L'étude de Schendel et al (6) en 2012 a analysé, à l'aide de l'imagerie 3D, les modifications du conduit aérien supérieur lors du développement physiologique normal. Elle a été conduite sur 1300 patients, à partir de l'âge de 6 ans. Les mesures ont été réalisées de l'épine nasale postérieure jusqu'à la partie antéro-postérieure de C4 (épiglotte). Les résultats ont permis de distinguer 3 périodes au cours du développement avant 20 ans, entre 20 à 50 ans, après 50 ans. Comme la courbe ci-dessous (Figure 3) le traduit, le volume total, la lumière, et la section augmentent jusqu'à l'âge de 20 ans, restent approximativement stables jusqu'à 50 ans, et diminuent ensuite.

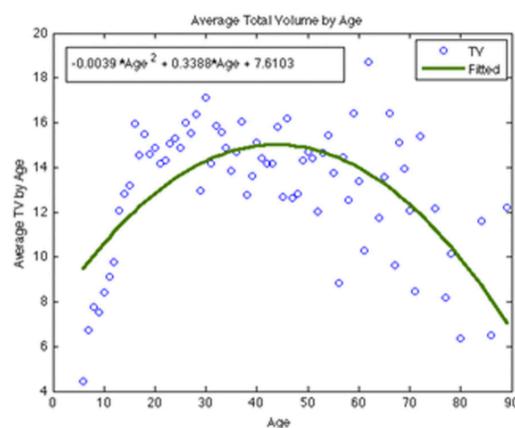


Figure 3 : courbe d'évolution du volume aérien (6)

### 1.2.2. Le larynx

Le larynx est placé dans la région moyenne du cou, au-dessus de l'os hyoïde. Il a une double fonction : organe de la phonation et fonction aérienne. Il est composé d'un squelette cartilagineux (épiglotte, os hyoïde, cartilage thyroïde, cartilage cricoïde) et de différents

muscles (muscles extrinsèques qui s'insèrent sur les organes avoisinants tels que le sterno-thyroïdien, le thyro-hyoïdien, le constricteur inférieur du pharynx, et muscles intrinsèques comprenant les tenseurs des cordes vocales, les dilatateurs et constricteurs de la glotte).

### 1.3. Physiopathologie

Le calibre des VAS dépend de nombreux facteurs, intrinsèques et extrinsèques, parmi lesquels, il est possible de distinguer : (7)(8)

- le facteur tissulaire et muqueux : lié aux caractéristiques de la muqueuse pharyngée qui peut varier en fonction de facteurs vasculaires et/ou inflammatoires. La présence d'amygdales hypertrophiques, de végétations adénoïdes, d'une macroglossie peut diminuer le calibre des VAS, de même que les dépôts de tissu adipeux. L'obésité est donc un facteur prédisposant au SAHOS puisqu'elle entraîne une augmentation de la compliance pharyngée (adaptation du conduit pharyngé aux variations de pression intraluminaire) et des dépôts graisseux. Ces masses graisseuses sont responsables d'une compression du pharynx. Des analyses IRM ont montré des dépôts plus importants dans la région antérieure et latérale du cou chez les patients atteints de SAHOS (9).
- le facteur neuromusculaire : La perméabilité des VAS est assurée par un équilibre entre des forces qui tendent à collapser le pharynx, et des forces dilatatrices qui vont les compenser pour maintenir la lumière pharyngée ouverte. Lors de l'inspiration, la contraction des muscles inspiratoires, particulièrement du diaphragme, crée une pression négative par rapport à la pression atmosphérique à l'origine d'un collapsus pharyngé ; normalement, cette force d'occlusion est contrebalancée par la contraction des muscles dilatateurs du pharynx qui s'opposent à ce collapsus pour maintenir ouvert le carrefour pharyngé. Ce système automatique est sous le contrôle du nerf hypoglosse (XII). La traction vers le bas par l'expansion pulmonaire participe au maintien de la perméabilité. (Figure 6 ; Tableau 1).

Le muscle **généoglosse** (Figure 4) est le plus puissant des muscles dilatateurs du pharynx, et le plus largement étudié ; c'est aussi le muscle le plus volumineux de la langue. Il se dispose en éventail, sagittal, aplati transversalement. Il s'insère sur l'apophyse génie supérieure et sur la pointe de la langue, sur l'os hyoïde et sur la face interne de la mandibule (3)(10). Quand il se contracte, il projette la langue en bas et en avant.

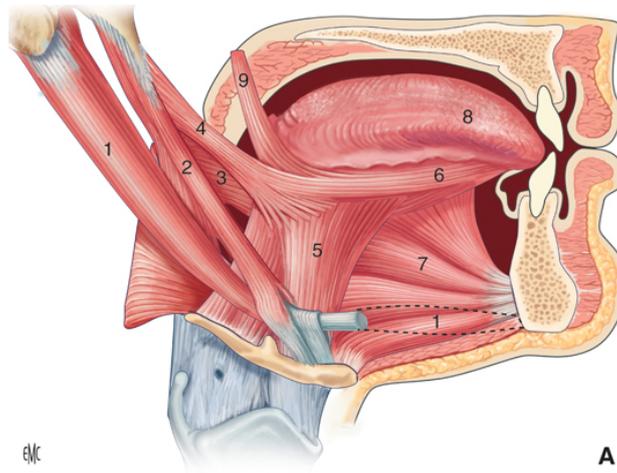


Figure 4 : coupe sagittale du muscle génioglosse (n°7) (10)

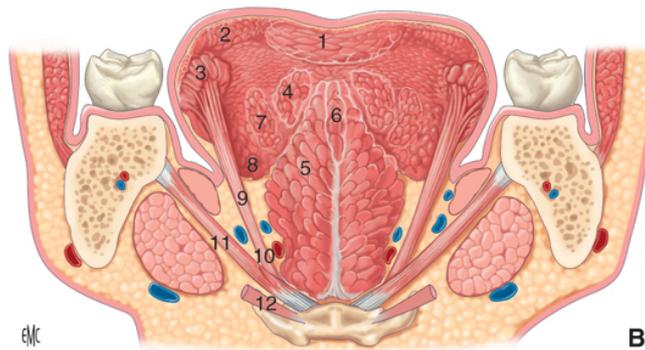


Figure 5 : coupe axiale du muscle génioglosse (n°5) (10)

En ce qui concerne l'activité musculaire, l'équipe du Docteur White (Boston) (7) note :

- une absence de réduction de l'activité des muscles dilatateurs chez les patients atteints de SAHOS lors de l'éveil,
  - lors du sommeil, une activité électromyographique du muscle génioglosse est plus importante chez les patients atteints de SAHOS que chez les patients sains ;
- Dans l'ensemble, une activité musculaire plus importante lors du sommeil chez les patients atteints de SAHOS conduisant à s'interroger sur l'existence d'une tentative de compensation du collapsus par les muscles dilatateurs du pharynx ?

<b>Forces constrictrices</b>	<b>Forces dilatatrices</b>
Muscles constricteurs du pharynx	Muscles dilatateurs du pharynx
Pression négative lors de l'inspiration	Génioglosse +++
Pression due aux tissus pharyngés (tonsilles et végétations, tissu adipeux)	Traction apicale due à l'expansion pulmonaire

Tableau 1 : résumé des forces opposées s'exerçant sur le pharynx

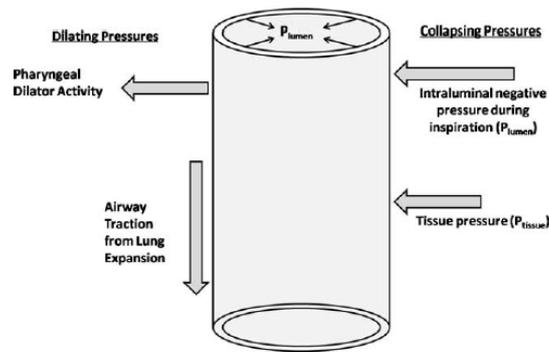


Figure 6 : Schéma représentant les forces opposées s'exerçant sur le pharynx (11)

- le facteur squelettique : c'est sur ce facteur que le chirurgien peut agir ; dans les cas de SAHOS, on retrouve généralement (12) :
  - une rétrognathie mandibulaire, associée ou non à une rétrognathie maxillaire,
  - une hyperdivergence, qui ne permet pas de tirer les tissus mous loin de la filière ventilatoire,
  - une position de l'os hyoïde, plus basse et apicale ; l'os hyoïde fixe le cadre squelettique en maintenant le larynx en avant

Le pharynx est maintenu par des parois osseuses : en arrière les vertèbres et en avant le complexe maxillo-mandibulaire dont la position peut agir sur la taille du conduit aérien. Chez les patients atteints de SAHOS, l'étéroitesse des VAS peut être due à un excès de tissu dans un contexte squelettique normal, ou à un volume tissulaire normal dans un contexte squelettique pathologique. (Figure 7)

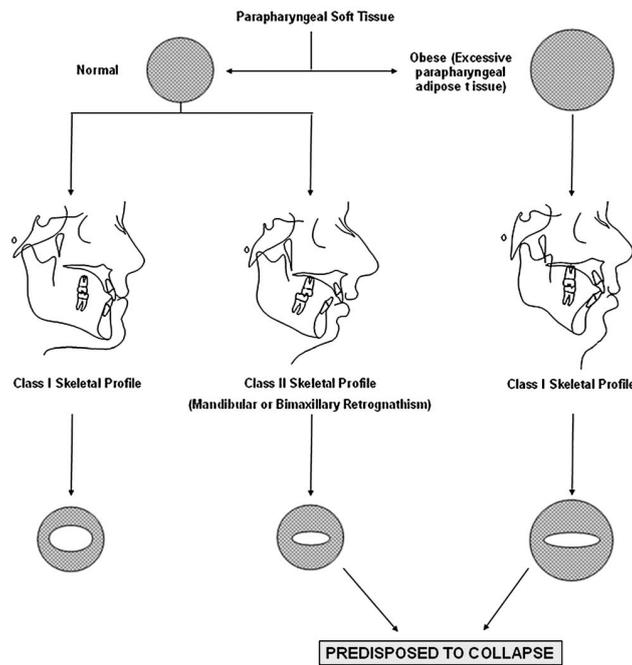


Figure 7 : Architecture (tissulaire et osseuse) prédisposant l'obstruction pharyngée (11)

## 1.4. Diagnostic (13) (14)

### 1.4.1. Définition

Selon l'*American Academy of Sleep Medicine* (15), le diagnostic de SAHOS est confirmé si le nombre d'évènements respiratoires anormaux (apnées, hypopnées, microéveils liés à un effort ventilatoire) lors d'une analyse polysomnographique est au moins égal à 15 évènements par heure, ou au moins égal à 5 évènements par heure avec un des symptômes suivants :

- épisodes d'endormissements involontaires durant une phase d'éveil,
- somnolence diurne,
- sommeil non réparateur,
- fatigue,
- insomnie,
- réveils avec sensation d'étouffement ou de suffocation,
- description par le (la) conjoint(e) de forts ronflements ou d'interruptions de la respiration pendant le sommeil,

### 1.4.2. Symptômes cliniques

Le diagnostic est évoqué sur des manifestations cliniques, mais des examens complémentaires doivent être réalisés pour le poser de manière certaine. Nous allons différencier :

- les manifestations diurnes : on retrouve essentiellement la somnolence, qui peut aller de la simple somnolence postprandiale, à une somnolence excessive en cours d'activité ou de conversation. Le patient éprouve une sensation de fatigue chronique. D'autres symptômes sont évoqués, comme les troubles de la mémoire et de l'attention, l'endormissement au volant, des difficultés professionnelles, une irritabilité. L'échelle de somnolence d'Epworth permet d'évaluer le degré de somnolence subjective (interprétée par le patient) pendant la journée ; elle a été développée par le Dr Murray Johns de l'hôpital Epworth à Melbourne. Le test comporte 8 questions sur l'état de somnolence dans des situations de la vie quotidienne. Il permet de faire un dépistage et d'orienter le patient vers son médecin. Le score s'étend de 0 à 24. Le seuil de normalité obtenu chez les sujets sains est fixé à 10 ou 11 selon les pays ; un score supérieur met en évidence une hypersomnolence. Ce test est utile pour évaluer l'efficacité subjective du traitement mis en place.
- Les manifestations nocturnes : le ronflement est le symptôme majeur lors du sommeil ; il peut être interrompu de façon régulière et répétée par les apnées. Il est augmenté en décubitus dorsal.

### **1.4.3. Examens complémentaires**

Le patient doit subir un examen ORL poussé à la recherche d'anomalies pouvant entraîner une résistance au passage de l'air et ainsi favoriser l'obstruction des VAS.

Il peut être proposé au patient de faire un enregistrement polygraphique du sommeil qui permet l'identification des stades du sommeil grâce à l'enregistrement de l'électroencéphalogramme, de l'électro-oculogramme, et de l'électromyogramme des muscles mentonniers.

La polysomnographie au laboratoire du sommeil est l'examen de référence et le seul permettant d'affirmer les apnées du sommeil et d'apprécier la gravité du SAHOS. Elle permet de mettre en évidence les événements ventilatoires pendant le sommeil. On distingue ainsi :

- l'apnée du sommeil définie par un arrêt du débit aérien naso-buccal durant au moins 10 secondes
- l'hypopnée : événement durant au moins 10 secondes avec l'une ou l'autre des propositions suivantes :

- diminution d'au moins 50% du signal de débit aérien naso-buccal validé par rapport au niveau de base
- diminution inférieure à 50% du débit de base mais avec présence d'une désaturation transcutanée d'au moins 3% et/ou d'un microéveil.

On calcule l'indice d'apnées / hypopnées (IAH) à la suite de cet examen.

Un autre indice servant à mesurer le degré de gravité du syndrome d'apnées du sommeil est l'indice d'évènements respiratoires (RDI : Respiratory Disturbance Index). L'index d'évènements ventilatoires est similaire à l'index d'apnée-hypopnée, mais il comprend également des événements ventilatoires qui ne répondent pas, techniquement, à la définition d'apnées ou d'hypopnées, mais perturbent aussi le sommeil. Il est défini par le nombre d'évènements ventilatoires s'accompagnant d'une désaturation artérielle en O<sub>2</sub> > 2-4 % (9).

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>SAHOS</b> = <b>présence des</b> <b>critères A ou B</b> + <b>Critère C</b>	Somnolence diurne excessive (non expliquée par d'autres facteurs)	Deux au moins des critères suivants (non expliqués par d'autres facteurs) : - ronflement - sensation d'étouffement pendant le sommeil - sommeil non réparateur - fatigue diurne - difficultés de concentration - nycturie (plus d'une miction par nuit)	Diagnostic positif à la polysomnographie ou à la polygraphie (IAH > 5)

Tableau 2 : Critères de diagnostic du SAHOS (14)

#### 1.4.4. Classification

La mesure de l'IAH et les critères cliniques permettent de classer le SAHOS selon sa sévérité (Tableau 3) :

Degré	IAH
Léger	Entre 5 et 15 évènements / heure
Modéré	Entre 15 et 30 évènements / heure
Sévère	30 et plus évènements / heure

Tableau 3 : Degrés de sévérité du SAHOS (15)

## 1.5. Traitement

La prise en charge passe d'abord par un contrôle des facteurs étiologiques, notamment de l'obésité. La prise en charge est primordiale pour limiter les risques cardio-vasculaires, cérébro-vasculaires. Sans traitement, le taux de mortalité est estimé à 30% à 15 ans (16).

### 1.5.1. La pression positive continue (PPC)

La pression positive continue ou PPC est le traitement de référence du SAHOS ; Sullivan et al ont montré en 1981 (13) (17) que l'application d'un débit d'air durant le sommeil pouvait prévenir l'apparition d'apnées en empêchant le collapsus des VAS.

La détermination de la pression efficace se fait par titration (manuelle ou automatique) ; elle peut rester fixe au cours de la nuit, ou varier, s'adaptant alors au degré de collapsabilité des VAS en fonction du stade de sommeil et de la position du patient). Les pressions délivrées varient entre 3 et 20 cmH<sub>2</sub>O avec un débit d'air compris entre 20 et 60 L/min.

L'efficacité de la PPC se ressent sur les symptômes (nocturnes et diurnes), et s'objective avec un nouvel enregistrement polysomnographique. Elle se mesure par un sommeil moins fragmenté, une diminution des microéveils et des évènements ventilatoires nocturnes. Le sommeil devient alors plus réparateur, moins agité ; la diminution de la somnolence diurne est généralement rapidement ressentie par le patient.

Elle demande cependant une forte coopération du patient ; plus de 50% des patients y sont intolérants avec de nombreux rejets du traitement dès les premiers mois. Ces patients auraient une augmentation de 10% du risque de mortalité à 5 ans (16).

### 1.5.2. L'orthèse d'avancée mandibulaire

L'orthèse d'avancée mandibulaire (OAM) (18) va permettre une propulsion mandibulaire, entraînant une libération du carrefour aéro-pharyngée. Elle s'appuie sur le

maxillaire, la mandibule, et par le biais de bielles, entraîne une propulsion mandibulaire quantifiée. Arbitrairement, elle est construite à 70% de la propulsion maximale du patient, valeur pouvant ensuite être réglée en fonction du confort, du ressenti du patient et de la qualité de son sommeil.

La revue systématique de Mehta et al (2001) (19) portant sur 16 études et 745 patients a analysé l'efficacité de l'OAM. Le contrôle a été effectué par rapport à une orthèse sans avancée mandibulaire, à la PPC et à un traitement chirurgical d'uvulopalatopharyngoplastie. Les résultats suggèrent une réduction significative de la somnolence diurne et des événements ventilatoires avec l'OAM, objectivés par polysomnographie. Elle semble être moins efficace que la PPC selon les paramètres de polysomnographie mais est plus appréciée des patients.

### **1.5.3. La chirurgie mono ou bimaxillaire**

La chirurgie orthognathique permet de corriger les décalages squelettiques. Elle a pour but de rétablir un équilibre squelettique dans les trois dimensions de l'espace, afin d'obtenir une occlusion fonctionnelle stable, un respect du parodonte, des articulations, ainsi qu'un équilibre harmonieux et esthétique du visage et des tissus mous.

Elle affecte inévitablement les tissus mous du fait de leur relation anatomique et entraîne des changements dans le volume des cavités nasales et orales, dépendant de l'amplitude de déplacement et de la direction de la correction.

Les effets des chirurgies orthognathiques sur l'environnement (langue, os hyoïde, palais mou, cavités nasales), et notamment sur les voies aériennes supérieures (naso-pharynx, oro-pharynx, hypo-pharynx, région de l'épiglotte) sont de plus en plus étudiés ces dernières années en raison de l'essor des diagnostics de SAHOS et de ses conséquences sur la morbidité.

L'avancée mandibulaire (associée ou non à l'avancée maxillaire = MMA) permet d'augmenter l'espace pharyngé puisqu'elle entraîne une expansion du cadre squelettique sur lequel s'attachent les tissus mous, la langue, se répercutant ainsi par une diminution du collapsus durant le sommeil. Elle est actuellement la méthode la plus efficace dans la réduction des apnées obstructives (16). L'avancée maxillaire entraîne une avancée du voile du palais et du vélo-pharynx.

Dès les années 80, plusieurs études ont rapporté une amélioration des paramètres polysomnographiques chez des patients atteints de SAHOS et traités par une MMA.

Holy et Guillemainault, dans leur méta-analyse de 2010 (16), ont cherché à estimer l'efficacité clinique de la MMA dans le traitement du SAHOS. Ils ont conclu à une diminution significative de l'indice IAH (63,9/h vs 9,5/h). Ils ont également noté une diminution significative de la somnolence diurne rapportée sur les échelles d'Epworth post-opératoires. Sur le long terme (i.e. > 24mois), 89% des patients ont été considérés comme succès chirurgical avec une diminution de l'IAH en dessous de 20 et une diminution de plus de 50% de l'IAH initial.

Dans notre revue de la littérature, nous avons relevé plusieurs types de chirurgies :

- recul mandibulaire seul dans les cas de classe III
- recul mandibulaire associé à une avancée maxillaire dans les cas de classe III
- avancée maxillaire et mandibulaire dans les cas de classes I ou II
- avancée maxillaire et mandibulaire avec bascule anti-horaire du plan d'occlusion dans les cas de classe I ou II hyperdivergente

La figure 8 compare deux examens 3D type Cone Beam (CBCT) d'un même patient atteint de SAHOS, ayant subi une MMA (avancée maxillaire 9 mm, avancée mandibulaire 11 mm). Une augmentation du volume total des VAS a été constatée avec un passage de 17,33 cm<sup>3</sup> à 27,99 cm<sup>3</sup>. De plus, le RDI a été amélioré, passant de 45 événements/heure à 5,5 événements/heure. Si l'on se fie à l'analyse de Guillemainault citée au-dessus, on peut parler ici de succès chirurgical avec un RDI qui s'approche de 5 avec plus de 50% de réduction de l'IAH initial.

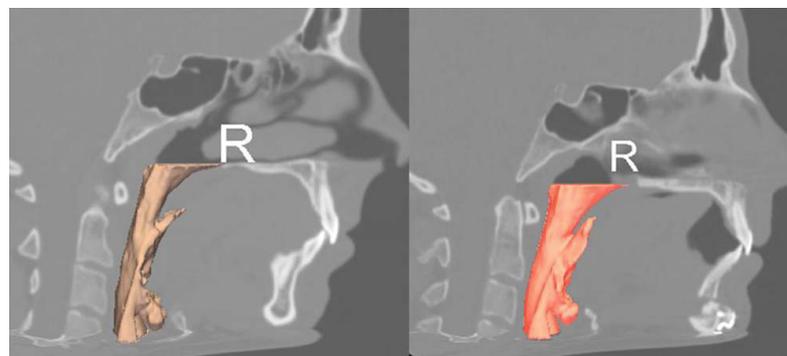


Figure 8 : CBCT avant/après MMA et visualisation du volume des VAS (11)

### 1.5.3.1. Facteurs de prédictibilité

Selon Guillemainault et al, plusieurs facteurs pourraient permettre de prédire le degré d'efficacité du MMA dans le traitement du SAHOS (16) :

- facteurs sociodémographiques : âge, sexe
- facteurs cliniques : poids, analyse du sommeil, caractéristiques céphalométriques (place des bases osseuses maxillaires et mandibulaires)
- facteurs chirurgicaux : quantité d'avancement maxillaire et mandibulaire

Les paramètres préopératoires prédictifs du succès chirurgical étaient :

- l'âge (d'autant plus important que le sujet était jeune)
- le poids (faible IMC)
- la quantité d'avancée maxillaire (et non mandibulaire) : plus l'avancée était importante, meilleur était l'IAH postopératoire
- les femmes, qui présentaient de meilleures chances de succès chirurgical.

### **1.6. Analyse morphologique 3D des VAS**

L'analyse des VAS a évolué avec l'apparition des nouvelles techniques d'imagerie 3D. Anciennement, les téléradiographies de profil procuraient une analyse des VAS avec le dépistage des hypertrophies amygdaliennes, des végétations adénoïdes et de l'évaluation du couloir aéro-pharyngé. En 2D, l'interprétation du volume des VAS était cependant archaïque avec seulement une hypothèse tridimensionnelle d'une analyse unidimensionnelle issue de la téléradiographie de profil.

Depuis les années 1990, le Cone Beam (CBCT) s'est largement développé le domaine maxillo-facial afin d'affiner les diagnostics et les plans de traitement. Il présente par rapport à la tomodensitométrie (TDM) les avantages suivants :

- moins irradiant,
- coût amoindri,
- acquisition facile et plus rapide (20 à 40 secondes),
- acquisition en position assise ou debout, respectant d'autant plus la morphologie (taille, forme) des VAS ; la TDM étant réalisée en décubitus dorsal.

L'effet gravitationnel en réponse au changement de posture (examen assis ou debout) provoque en effet d'importants changements dans la structure de l'oropharynx.

Sutthiprapaporn et al en 2008 (20) ont étudié les changements observés au niveau de l'oropharynx en fonction de la gravité, en comparant des examens réalisés en décubitus dorsal

(tomographie volumétrique) ou assis (CBCT). Les résultats montraient des migrations des structures en fonction de la position (Figure 9) :

- lors du passage d'une position allongée à assise : le palais mou, l'épiglotte, l'entrée de l'œsophage, l'os hyoïde migrent de façon caudale (de 4 à 9 mm),
- lors du passage d'une position assise à allongée : le palais mou, l'épiglotte et l'entrée de l'oesophage migrent postérieurement (de 1 à 4 mm),
- la profondeur et la largeur du Cross Sectional Area (CSA - Surface de section transversale) de l'oropharynx étaient plus grandes en position assise,
- les résultats n'ont pas montré de différence significative entre les deux positions en ce qui concerne la migration postérieure de l'os hyoïde

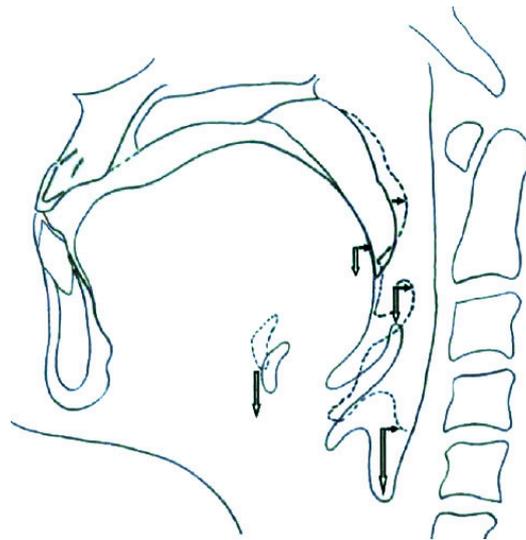


Figure 9 : modifications anatomiques dues au changement de posture, assis (trait continu) ou allongé (pointillé) (20)

Tout comme la posture assise ou allongée, la position de la tête a une incidence sur les dimensions des VAS. Une étude de Muto et al en 2002 (21) a étudié la relation des VAS avec l'inclinaison crânio-cervicale. L'analyse a été réalisée sur des téléradiographies de profil. La variation de posture de la tête était mesurée suivant le plan de Francfort ( $-10^{\circ}$  ;  $-5^{\circ}$  ;  $+5^{\circ}$  ;  $+10^{\circ}$ ). Les résultats montrent qu'une variation de la tête de  $10^{\circ}$  augmente l'espace pharyngé de 4mm.

Bien que le CBCT soit moins performant que la TDM pour évaluer les tissus mous car le rapport de contraste pour les éléments de faible densité n'est pas très élevé, il définit correctement les limites entre les tissus mous et les espaces vides avec une grande résolution.

Il permet ainsi de délimiter parfaitement le couloir aéro-pharyngé, limité à la fois par des tissus mous et tissus durs.

La Figure 10 montre l'analyse tridimensionnelle à l'aide d'un logiciel d'imagerie 3D de VAS dont l'acquisition a été réalisée par un CBCT. Le logiciel permet d'isoler parfaitement les tissus durs, mous et les espaces vides correspondant ici aux sinus et couloir aéro-pharyngé. En coupe sagittale, cet examen met en évidence les différents étages aériens, comprenant le nasopharynx, puis l'oropharynx et l'acquisition se termine généralement en regard de C4 et de l'os hyoïde. Les coupes axiales permettent de mettre en évidence la « **Cross Sectional Area** » (CSA), c'est à dire **l'aire de la coupe axiale à un niveau vertical de mesure donné** (souvent en arrière de l'épine nasale postérieure, base de la langue, pointe de la luvette, sommet de l'épiglotte).

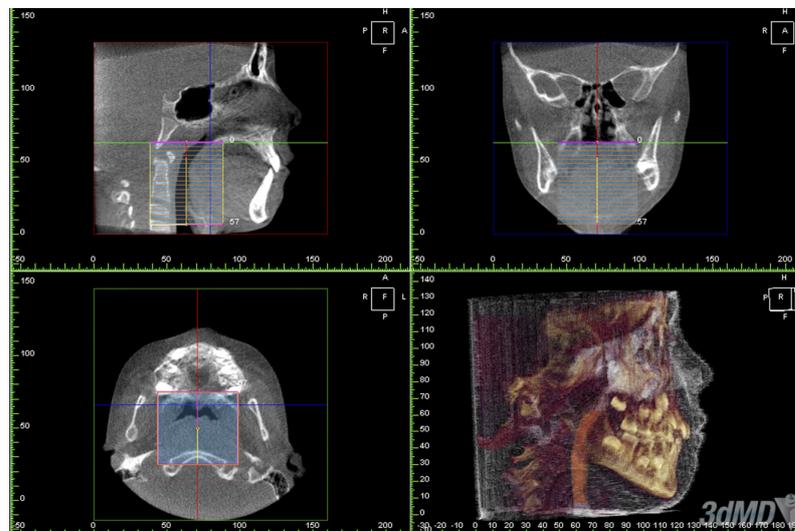


Figure 10 : Analyse des VAS à l'aide d'un CBCT (6)

Les Figure 11 et 12 (22) illustrent également l'analyse des VAS d'un même patient à l'aide d'un logiciel d'imagerie. La coupe sagittale utilise comme limite supérieure la ligne horizontale passant par l'épine nasale postérieure et comme limite inférieure la ligne horizontale passant par la base de l'épiglotte. Sur la coupe axiale, il est possible de visualiser la CSA passant par l'épine nasale postérieure.

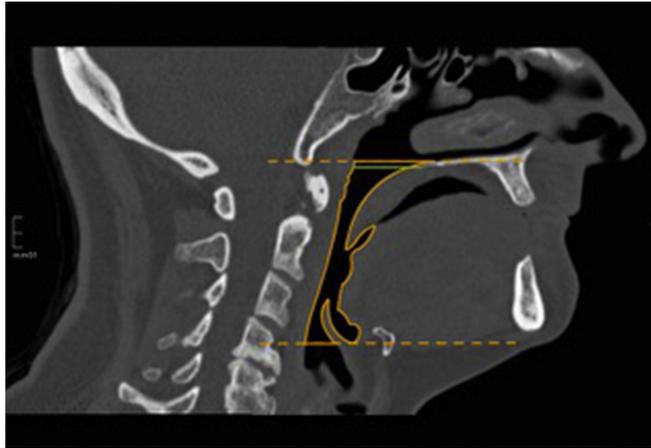


Figure 11 : Coupe sagittale illustrant les limites inférieure et postérieure des VAS (22)

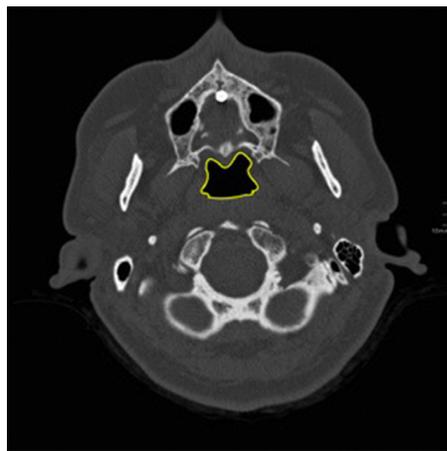


Figure 12 : Coupe axiale passant par l'épine nasale postérieure et mise en évidence de la CSA (en jaune) (22)

Les niveaux de mesure de la CSA les plus communément répertoriés sont les suivants (23) (Figure 13) :

- CSA en arrière du palais mou (RPa), allant du palais mou à la paroi postérieure du pharynx
- CSA de l'oropharynx (OPa), en regard de la base de la langue
- CSA de l'hypopharynx (HPa), en regard du sommet de l'épiglotte

Le volume total quant à lui est divisé en 3 volumes régionaux, délimités par des plans de coupe horizontaux passant par des repères anatomiques précis :

- le volume du nasopharynx est délimité en bas par l'épine nasale postérieure ;
- le volume de l'oropharynx est délimité en haut par l'épine nasale postérieure et en bas par le sommet de l'épiglotte, c'est essentiellement celui-ci qui nous intéresse dans les analyses des VAS pré et post chirurgie orthognathique ;

- le volume de l'hypopharynx est délimité en haut par le sommet de l'épiglotte et en bas par la partie supérieure du larynx.

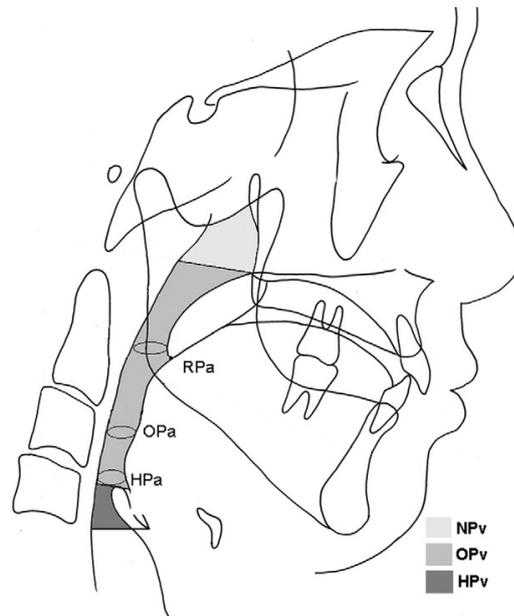


Figure 13 : Schéma des niveaux de mesure de la CSA et des volumes régionaux (23)

Guijarro-Martinez et al (24) ont réalisé une revue systématique de la littérature en 2011 visant à :

- déterminer les indications cliniques de l'analyse des VAS par CBCT,
- reporter les paramètres techniques et vérifier la précision des mesures,
- vérifier la fiabilité du CBCT dans l'analyse des VAS.

Les résultats montrent :

- une précision dans l'analyse des VAS ; cependant, en comparant les mesures avec les analyses linéaires sur téléradiographies de profil, ils observent une grande variabilité entre les patients, qui pourtant présentaient des mesures semblables sur téléradiographies de profil,
- une fiabilité des mesures obtenues par CBCT en comparaison avec la tomographie volumétrique,
- une corrélation entre les mesures linéaires, la CSA, les volumes de l'oropharynx et du nasopharynx.

Dans notre pratique courante, la décision d'orienter le patient vers une thérapeutique orthodontico-chirurgicale prend en compte l'effet qu'une chirurgie orthognathique aura sur le

volume des VAS et par conséquent sur la fonction ventilatoire du patient. Le bilan clinique ORL est complété par un examen morphologique radiographique 3D, objectivant de façon précise l'anatomie et le volume des VAS. Le développement du CBCT est un facteur facilitant l'accès de cette analyse pour la majorité des patients.

## MATERIEL ET METHODE

---

Cette revue de la littérature a pour objectif d'étudier l'impact des différentes chirurgies orthognathiques couramment utilisées (avancée maxillo-mandibulaire, avancée maxillaire associée à un recul mandibulaire, recul mandibulaire) sur le volume des VAS, ainsi que les conséquences à plus ou moins long terme sur la fonction ventilatoire (amélioration ou aggravation de l'IAH, disparition ou apparition d'un SAHOS). Il est intéressant également de comparer les différentes procédures.

### 1. Stratégie de recherche et équation

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

L'équation de recherche a été la suivante :

{(upper airway) OR (sleep apnea) OR (osa) OR (pharyngeal airway)} AND (orthognathic surgery)
---

Les recherches ont été réalisées par le même opérateur dans les différentes bases de données.

### 2. Critères d'éligibilité

Le résumé devait être accessible directement sur la base de données.

Les critères d'inclusion étaient :

- Publications entre 2007 et 2017
- Sujet humains (hommes et femmes)
- Langues : anglais / français
- Haut niveau de preuve : compte tenu de la quantité d'articles sur le SAHOS des dix dernières années, et afin de réaliser une synthèse efficace des données actuelles, la recherche s'est focalisée sur des articles tels que les *revues systématiques*, et les *meta-analyses*.

Les critères d'exclusion étaient :

- Article non disponible
- Publication dans une langue différente de l'anglais ou du français
- Faible niveau de preuve

### **3. Sélection des articles**

Avant inclusion dans notre étude, les articles ont été sélectionnés par leur titre puis leur résumé. Ainsi, nous avons obtenu les listes suivantes :

- Liste 0 : liste initiale obtenue grâce à l'équation de recherche
- Liste 1 : liste correspondant à la sélection par le titre (vérification du thème de recherche)
- Liste 2 : liste correspondant à la sélection par le résumé (analyse des objectifs de l'étude, critères de mesure)
- Liste 3 : liste finale obtenue après élimination des doublons

### **4. Extraction des données et synthèse**

Une grille de lecture type a été réalisée afin de mieux extraire les données de chaque article et de pouvoir comparer les données issues de chacun. Le tableau récapitulatif des 14 articles de la revue systématique a été construit selon les catégories ci-dessous :

- Journal et année de parution
- Objectif
- Critères d'inclusion
- Critères d'exclusion
- Nombres d'études incluses dans la méta-analyse
- Risque de biais
- Critères de mesure
- Résultats : classés en fonction du type de chirurgie :
  - Avancée maxillaire et mandibulaire (MMA)
  - Avancée maxillaire associée à un recul mandibulaire
  - Recul mandibulaire seul

## RESULTATS

---

Après élimination des articles ne correspondant pas aux critères d'inclusion, la recherche a identifié 14 articles.

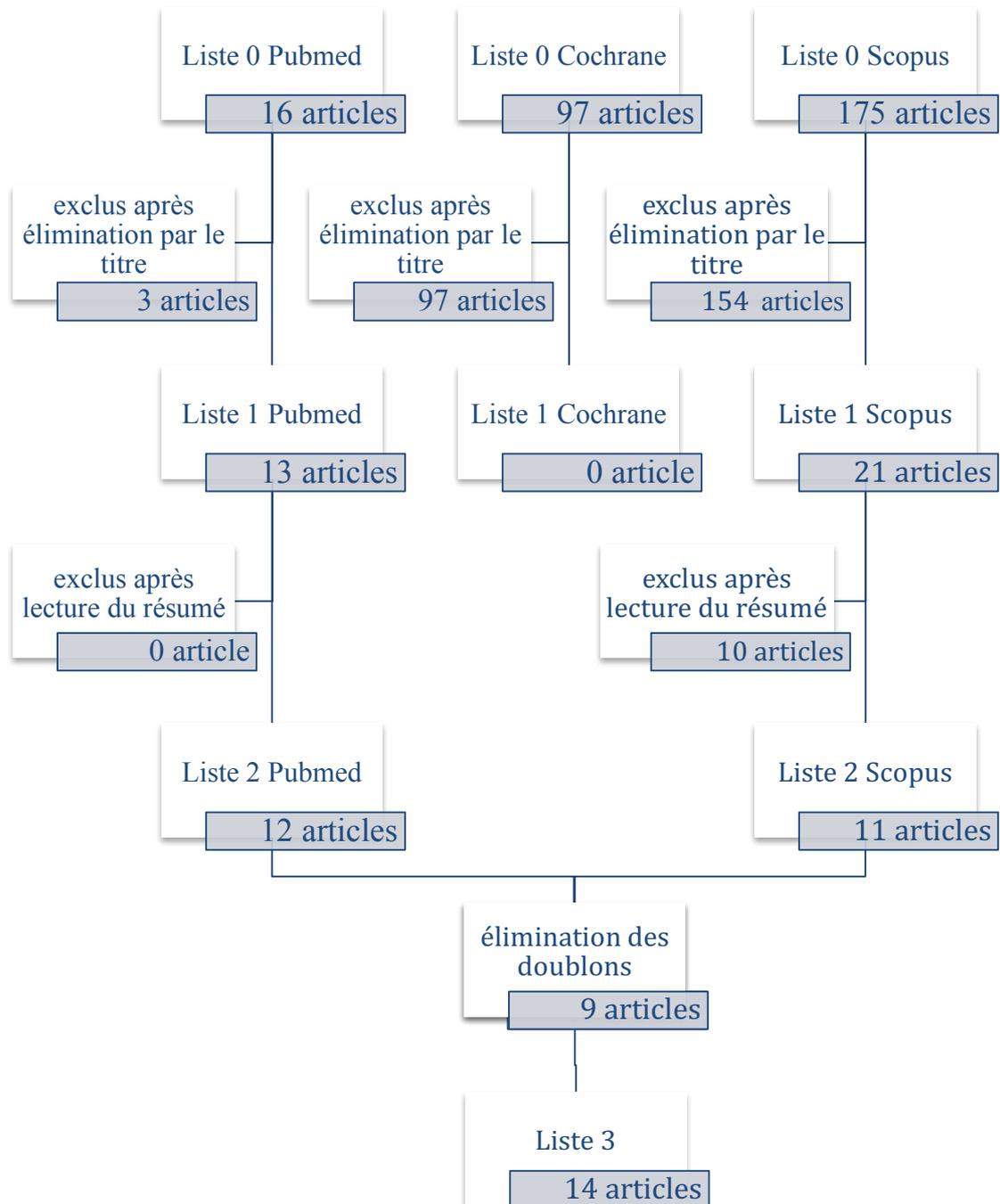


Figure 14 : Organigramme correspondant à la revue de la littérature réalisée

## 1. Présentation des articles

Sur les 14 revues systématiques et méta-analyses des 10 dernières années, les méta-analyses sur le sujet traité n'ont été publiées qu'à partir de 2010, avec une augmentation du nombre d'études à partir de 2014. Dans notre analyse, les articles ont été numérotés de 1 à 14 en fonction de leur date de publication, le numéro 1 concernant l'article le plus ancien et le 14, l'article le plus récent. (Figure 15)

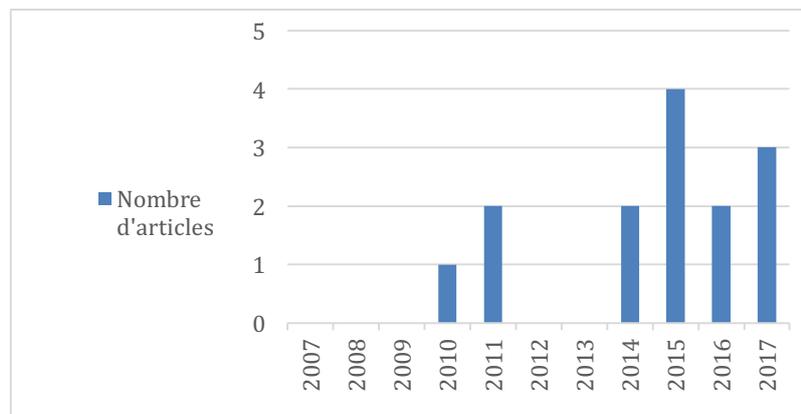


Figure 14 : Répartition des articles sélectionnés selon leur année de publication

Les articles étudiés ont été publiés dans 9 journaux différents. Leur Impact Factor varie de 1,583 à 8,958. Le tableau 4 ci-dessous classe les journaux selon un ordre décroissant d'Impact Factor 2016. *Pour rappel, l'Impact factor est un indicateur qui est couramment utilisé pour évaluer la pertinence d'une revue scientifique.*

Journaux	Nombre d'articles	Impact Factor 2016
Sleep Medicine Reviews	1	8,958
JAMA Otolaryngology-head and neck surgery	1	2,95
International journal of the science and practice of sleep medicine	1	2,288
International journal of surgery	1	2,211
International journal of oral and maxillofacial surgery	4	1,918
Journal of oral and maxillofacial surgery	3	1,916
European archives of oto-rhino-laryngology	1	1,660
Journal of cranio-maxillofacial surgery	1	1,583

Tableau 4 : Classement des journaux selon leur Impact Factor 2016

Le journal PLOS – Public Library of Science n'utilise pas l'Impact Factor ; il se base sur l'ALMs ou Article Level Metrics. Les indicateurs de niveau article (ALM) visent à quantifier l'utilisation (téléchargements, vues), l'impact (citations), les sauvegardes (signets) et la discussion (médias sociaux) du travail scientifique au niveau de l'article.

L'article n°13 (25) a été analysé selon le système ALMs : il comptabilise un total de 2264 vues à la date du 28 février 2018 et a été sauvegardé 5 fois.

Total Article Views	HTML Page Views	PDF Downloads	XML Downloads	Totals
<b>2,264</b>	<b>PLOS</b> 1,868	187	16	<b>2,071</b>
Oct 09, 2017 (publication date) through Feb 28, 2018 *	<b>PMC</b> 123	70	n.a.	<b>193</b>
	<b>Totals</b> 1,991	<b>257</b>	<b>16</b>	<b>2,264</b>
<b>12.91 % of article views led to PDF downloads</b>				

Figure 15 : Analyse ALMs de l'article n°13 (25) issue du site internet de PLOS

Nous avons comparé le nombre d'articles utilisés pour chaque revue et/ou méta-analyse : il est très variable d'une étude à l'autre, certaines incluant un nombre important d'articles (59 pour l'article n°1) alors que d'autres analysent un faible nombre d'études (6 articles pour l'article n°13).

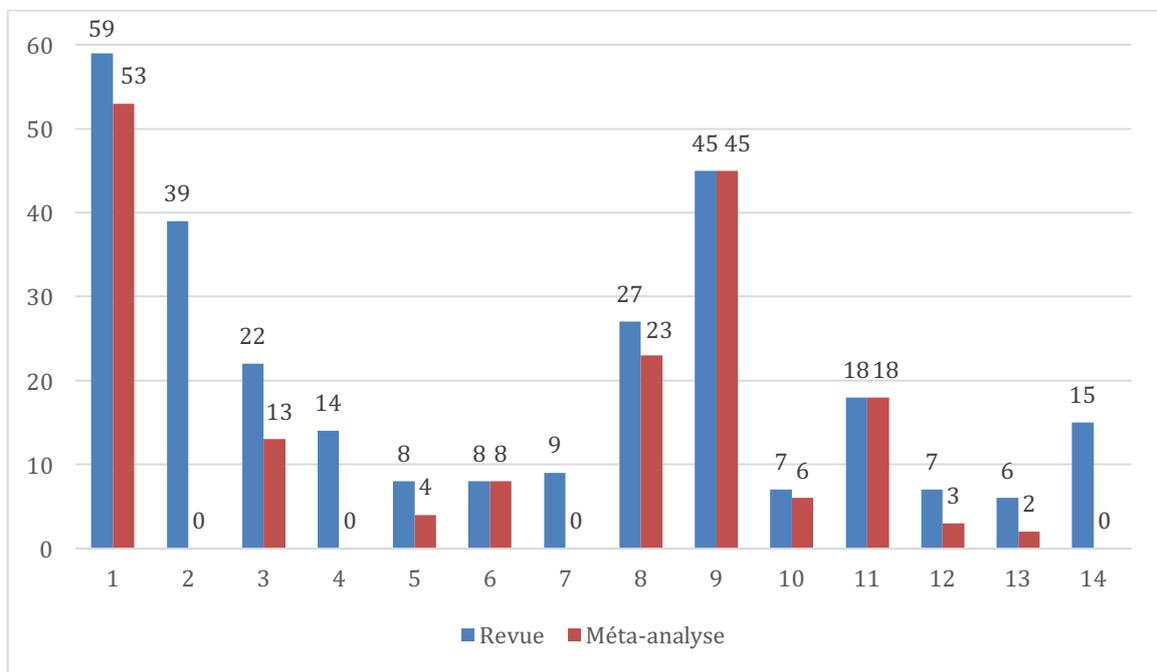


Figure 16 : Nombre d'articles inclus pour chaque revue systématique et/ou méta-analyse

## 2. Population étudiée dans les différentes études

Les articles répertorient le nombre de patients, le sexe, l'âge, et pour certains (articles n° 1, 2, 7, 9, 10) l'IMC avant chirurgie des patients étudiés.

En ce qui concerne le genre, la répartition hommes / femmes varie entre les articles, mais en globalité, l'échantillon est assez homogène. Les articles n°1, 2, 9 et 14 se distinguent sur le diagramme du fait d'une forte majorité d'hommes dans les études. En faisant une moyenne des pourcentages, on trouve néanmoins une répartition de 53,8% d'hommes pour 46,2% de femmes.

L'âge des patients varie de 22 à 46 ans environ, avec une majorité fluctuant entre 20 et 30 ans (Figure 17).

L'IMC correspond à l'Indice de Masse Corporelle (poids / taille<sup>2</sup>) ; il permet d'estimer la corpulence d'un individu. L'IMC est classé comme suit :

- 18,5 – 25 : corpulence normale
- 25 – 30 : surpoids
- 30 – 35 : obésité modérée

Avec les quelques données que nous avons, nous pouvons classer les patients dans les groupes surpoids ou obésité modérée. Dans une étude cependant, l'IMC moyen n'était que de 22,3, correspondant à la norme.

N°	Total patients	Hommes %	Femmes %	Âge	Poids / IMC (avant chirurgie) en Kg/m <sup>2</sup>
1	627	88	12	44,4 (+/- 9,4)	30,4
2	1213	87	13	46,2	31,6
3	805	24	76	24	-
4	369	47	53	23	-
5	-	-	-	-	-
6	311	33	67	24	-
7	232	36,2	63,8	22	22,3
8	680	48	52	27,7	-
9	345	83,2	16,8	45,3	33,8
10	103	50	50	34	29,8
11	630	40	60	22,8	-
12	137	46	54	-	-
13	2600	35	65	-	-
14	247	82	18	-	-

Tableau 5 : Caractéristiques des patients étudiés dans les méta-analyses

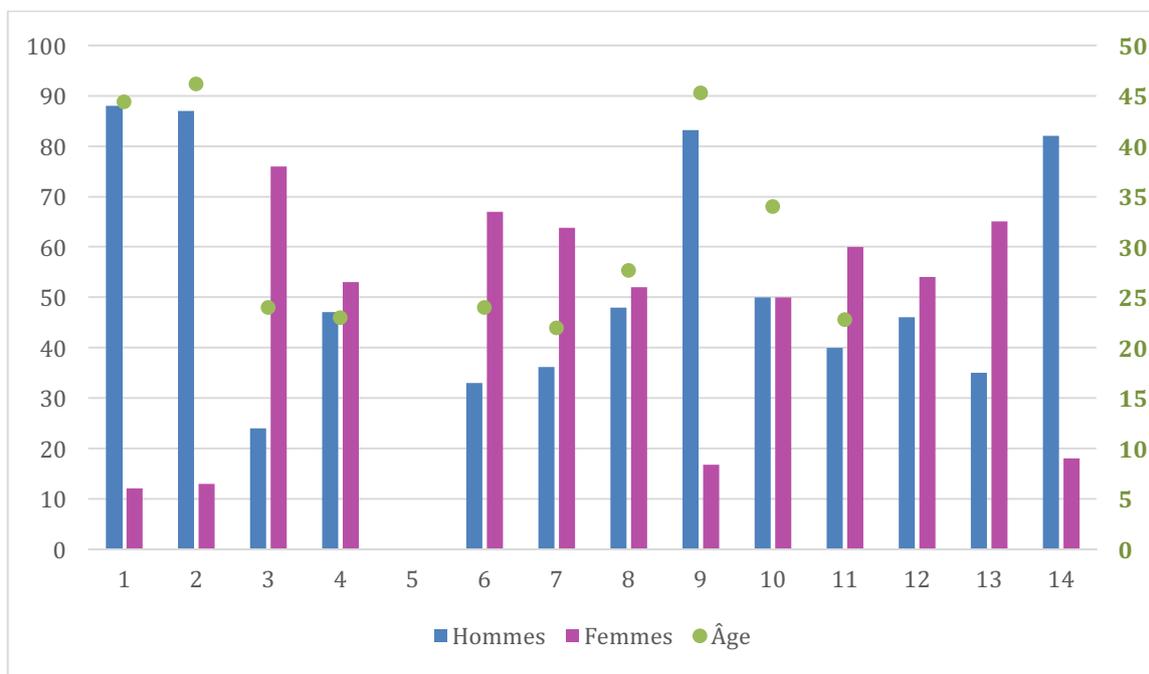


Figure 17 : Répartition en genre (%) et âge moyen selon les articles

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

Le Tableau 6 permet de faire une synthèse des objectifs des 14 articles, ainsi que les moyens de diagnostic utilisés et les mesures réalisées. Il est ainsi possible de classer les objectifs en 3 groupes différents :

- **Analyse des conséquences des chirurgies orthognathiques sur les dimensions des VAS :**
  - Nombre d'articles concernés : **8** (numéros 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13) ;
  - Examens radiologiques utilisés :
    - téléradiographie de profil,
    - tomographie volumétrique numérisée,
    - Cone Beam.
  - Mesures effectuées :
    - mesures linéaires antéropostérieures sur téléradiographies de profil,
    - aires de section transversale (ou CSA) à certains niveaux anatomiques précis (nasopharynx, oropharynx, hypopharynx.). Les niveaux de mesure sont assez concordants entre les études (Tableau 7) ; certains articles cependant sont assez vagues et n'évoquent que les 3 régions des VAS (nasopharynx, oropharynx, hypopharynx) alors que d'autres précisent en regard de quel élément anatomique la mesure a été réalisée

(épine nasale postérieure, palais mou, base de la langue, luette, épiglotte)

- aire de section transversale minimale de toute la colonne aérienne,
- volumes régionaux ou total sur CBCT, sans précision de leurs limites supérieures et inférieures

- **Analyse des conséquences des chirurgies orthognathiques sur les paramètres liés au sommeil** : IAH, RDI, désaturation en O<sub>2</sub>, LSAT

- Nombre d'articles concernés : 6 (numéros 1, 2, 5, 7, 9, 14)

- **Etude des paramètres prédictifs du succès chirurgical et du succès thérapeutique** :

- Nombre d'articles concernés : 2 (numéros 1, 9)
- Critères d'évaluation : les auteurs différencient
  - Succès chirurgical : obtention d'un IAH < 20 avec une réduction de plus de 50% de l'IAH initial pré-chirurgical
  - Succès thérapeutique : obtention d'un IAH < 5 post-chirurgical
- Paramètres étudiés :
  - Paramètres liés au patient : âge, genre, poids
  - Paramètres en lien avec le diagnostic de SAHOS : IAH, RDI, O<sub>2</sub>
  - Paramètres en lien avec la chirurgie : quantité d'avancement maxillaire et/ou mandibulaire

N°	Objectifs	Paramètres	Moyens d'évaluation
1	Estimer l'efficacité clinique du MMA dans le traitement du SAHOS + évaluer les paramètres prédictifs démographiques (âge, sexe), thérapeutiques (quantité d'avancement)	IAH, succès chirurgical, succès thérapeutique	Polysomnographie
2	Evaluer l'efficacité du MMA dans le traitement du SAHOS	IAH, RDI	Polysomnographie
3	Identifier et comparer les changements des VAS après une chirurgie orthognathique sagittale + comparer entre elles les différentes chirurgies	Mesures linéaires, CSA	Téléradiographie de profil, Tomographie volumétrique
4	Identifier les conséquences sur les VAS du recul mandibulaire seul en comparaison au recul associé à une avancée maxillaire + analyser les changements des indices	Mesures linéaires, CSA, Volume	CBCT

	oxymétriques		
5	Comparer les effets du MMA avec ou sans rotation antihoraire du maxillaire sur le volume des VAS et les paramètres de diagnostic du SAHOS	IAH, RDI, LSAT	Polysomnographie
6	Comparer plusieurs types de chirurgie (OSBM, IVRO, chirurgie bimaxillaire) et leurs conséquences sur les VAS	Mesures linéaires, CSA	Téléradiographie de profil, CBCT
7	Identifier les effets du recul mandibulaire sur la fonction ventilatoire durant le sommeil	IAH, RDI, LSAT	Polysomnographie
8	Evaluer l'effet de différentes chirurgies orthognathiques sur les VAS	CSA, Volume	Tomographie volumétrique, IRM
9	Identifier les critères associés aux patients afin de prédire le succès thérapeutique de la technique chirurgicale	IAH, RDI Quantité d'avancée chirurgicale	Polysomnographie CBCT
10	Analyser l'efficacité du MMA dans l'augmentation du volume des VAS	Volume	CBCT
11	Analyser les effets du recul mandibulaire et de la chirurgie bimaxillaire dans la correction des classes III squelettiques	CSA, Volume	Tomographie volumétrique
12	Evaluer l'effet de la rotation antihoraire dans le MMA	CSA, Volume	CBCT
13	Evaluer les changements des VAS après une chirurgie de recul mandibulaire associée ou non à une avancée maxillaire	Mesures linéaires, CSA, Volume	Téléradiographie de profil, tomographie volumétrique, CBCT
14	Analyser les relations entre la chirurgies orthognathiques et les paramètres polysomnographiques	Mesures linéaires, CSA, Volume, IAH	Téléradiographie de profil, tomographie volumétrique, CBCT, polysomnographie

Tableau 6 : Tableau récapitulatif des objectifs, paramètres et moyens d'évaluation

N°	Mesures linéaires	CSA	Volume
3	- Epine nasale postérieure - Palais mou (lurette) - Base de la langue - Epiglotte - Espace pharyngée minimal	- Palais mou - Base la langue	
4	- Point antéro-inférieur des 4 premières vertèbres cervicales - Epine nasale postérieure - Plan PNS-VP (vomer) - Pointe de la lurette - Pointe de l'épiglotte - Base de l'épiglotte, parallèle au plan de Francfort		- total - nasopharynx - oropharynx - hypopharynx
6	- nasopharynx - oropharynx	- nasopharynx - oropharynx - hypopharynx	
8		- min CSA - base de la langue - palais mou	- total
10			- total
11		- min CSA	- total

		- épine nasale postérieure - palais mou - épiglotte	- nasopharynx - oropharynx - hypopharynx
<b>12</b>		- min CSA	- total
<b>13</b>	- nasopharynx - oropharynx : épine nasale postérieure, palais mou, base de la langue, luette - espace pharyngée minimal  + largeur de l'oropharynx	- nasopharynx - oropharynx : palais mou, base de la langue, - hypopharynx : épiglotte  - min CSA	- total - nasopharynx - oropharynx - hypopharynx
<b>14</b>	- épine nasale postérieure - plan occlusal - base de la langue	- min CSA - mesure antéropostérieure du CSA en regard du palais mou + base de la langue	- palais mou - base de la langue

Tableau 7 : Mesures relevées pour étudier les modifications dimensionnelles des VAS

## 4. Résultats des études

Les résultats ont été classés en fonction des chirurgies réalisées (MMA, avancée maxillaire associée à un recul mandibulaire, ou recul mandibulaire seul) et synthétisés dans le Tableau 8.

### 4.1. Modifications tridimensionnelles des VAS en fonction de la chirurgie effectuée

8 articles {(26)(27)(28)(29)(30)(31)(32)(25)} ont répertorié les modifications dimensionnelles des VAS en fonction des différents types de chirurgie (MMA, chirurgie bimaxillaire, recul mandibulaire). Tous ne traitaient pas des 3 chirurgies ; les chirurgies les plus fréquemment étudiées étant le recul mandibulaire et la chirurgie bimaxillaire associant l'avancée maxillaire au recul mandibulaire, étant notamment justifiée par le risque plus important de développer un SAHOS après un recul mandibulaire.

#### 4.1.1. MMA

4 articles {(26)(29)(30)(32)} seulement évaluent les conséquences de cette chirurgie. Il apparaît globalement une augmentation significative des dimensions des VAS en ce qui concerne les mesures linéaires antéropostérieures (+ 3,64 mm en regard du palais mou), la CSA (quel que soit l'étage analysé), la CSA minimum (allant de + 92 mm<sup>2</sup> à + 124,12 mm<sup>2</sup>), les volumes régionaux et le volume total (avec des valeurs retrouvées assez semblables, allant de + 6832 mm<sup>3</sup> à + 7860 mm<sup>3</sup>). Comme prévisible, aucun des articles n'observe de diminution des dimensions (ce qui paraîtrait aberrant). On peut donc en conclure que cette

chirurgie est efficace pour augmenter le volume des VAS ; en effet, elle projette en avant le massif facial antérieur et la mandibule.

#### **4.1.2. Avancée maxillaire associée à un recul mandibulaire**

6 articles {(26)(27)(28)(29)(31)(25)} permettent d'apprécier les conséquences de ce type de chirurgie.

En ce qui concerne les mesures linéaires antéropostérieures, on note une augmentation significative en regard de l'épine nasale postérieure (en relation avec la projection en avant du maxillaire ; +3,81mm) ; puis à partir du palais mou, jusqu'à l'épiglotte, une diminution significative des mesures, souvent plus importante en regard de la base de la langue (-2,83mm).

Pour ce qui est de la CSA, les résultats sont variés et contradictoires. Deux études ne montrent pas de changement significatif au niveau du palais mou, de la base de la langue et de l'épine nasale postérieure ; une autre étude cependant met en évidence une augmentation significative en regard du palais mou (+ 118,63 mm<sup>2</sup>). Une seule étude a étudié la min CSA et met en évidence une diminution significative (-27,66 mm<sup>2</sup>).

En ce qui concerne le volume total, les résultats sont encore peu concluants ; 2 articles ne montrant pas de changement significatif, un article montrant une diminution significative (-1552,90 mm<sup>3</sup>), le dernier observant des résultats disparates.

Les auteurs relèvent également des modifications au niveau des volumes régionaux :

- nasopharynx : pas de changement significatif
- palais mou : diminution significative (-4566,87 mm<sup>3</sup>)
- base de la langue : un article conclut à une augmentation significative (+1430,40 mm<sup>3</sup>)
- un article relève une diminution significative du volume du nasopharynx et de l'hypopharynx à 6 mois post-opératoire, ce volume étant ensuite récupéré à long terme.

#### **4.1.3. Recul mandibulaire**

6 articles {(26)(27)(28)(29)(31)(25)} se sont intéressés au recul mandibulaire.

Concernant les mesures linéaires antéropostérieures, un seul article analyse les dimensions en regard de l'épine nasale postérieure et ne trouve aucune modification. Les autres articles relèvent une diminution significative des mesures en regard du palais mou (-2,57 mm), de la base de la langue (-2,99 mm), de la luette et de l'épiglotte.

Quant à la CSA, l'analyse aux différents niveaux (base de la langue (-46,23 mm<sup>2</sup>), luvette, épiglotte) montrait une diminution significative ; deux articles cependant relevaient une augmentation significative en regard du palais mou (+23,02 mm<sup>2</sup>). Les auteurs se questionnent sur le résultat mais n'émettant pas d'hypothèse.

L'analyse des volumes montre dans tous les cas une diminution du volume total (-1994,65 mm<sup>3</sup>) ; le volume du nasopharynx ne change pas. C'est au niveau de l'oropharynx, en regard du palais mou (-3158,90 mm<sup>3</sup>) et de la base de la langue (-2461,60 mm<sup>3</sup>), qu'on relève une diminution significative ; ainsi qu'au niveau de l'hypopharynx.

3 articles {(28)(31)(25)}, dans leur méta-analyse, comparent les conséquences dimensionnelles des 2 chirurgies, bimaxillaire et recul mandibulaire :

- un seul analyse les mesures linéaires antéropostérieures : il n'y a pas de différence significative entre les deux chirurgies concernant les mesures effectuées en regard du nasopharynx ; au niveau de l'oropharynx cependant, les auteurs remarquent une différence significative en faveur de la chirurgie bimaxillaire (+3,04 mm)
- un autre ne compare que les volumes :
  - total : différence significative de -3410 mm<sup>3</sup> entre les deux chirurgies
  - nasopharynx : diminution avec les deux chirurgies avec une différence significative de -1400 mm<sup>3</sup> entre les deux procédures, résultats en faveur de la chirurgie bimaxillaire
  - oropharynx et hypopharynx : pas de différence significative entre les deux chirurgies
- deux articles comparent la CSA :
  - nasopharynx et oropharynx : différence significative en faveur de la chirurgie bimaxillaire (+ 1,38 mm<sup>2</sup>)
  - palais mou : pas de différence significative

La chirurgie bimaxillaire associant avancée maxillaire et recul mandibulaire est réalisée dans le cas de patients en classe III squelettique ; elle préviendrait le risque de développer un SAHOS par rapport au recul mandibulaire seul.

Les résultats ci-dessus montrent que même si la différence est significativement en faveur de la chirurgie bimaxillaire, il n'en demeure pas moins une diminution du volume total après une chirurgie bimaxillaire.

## **4.2. Paramètres polysomnographiques**

6 articles {(33)(34)(35)(36)(22)} analysent les conséquences des chirurgies orthognathiques sur les paramètres liés au sommeil.

5 articles se sont focalisés sur la chirurgie MMA et ses répercussions sur l'apnée du sommeil ; dans tous les cas, on peut noter une diminution significative des indices IAH ou RDI, et des valeurs de succès thérapeutique et chirurgical assez semblables, autour de 40% et 80%, respectivement.

1 article étudie les conséquences des deux autres chirurgies : la majorité des études n'a pas montré de développement de SAHOS post-opératoire ; une seule étude a conclu à une augmentation significative de l'IAH ( $3,85 \rightarrow 5$ ) mais avec un IAH qui reste cependant faible en post-opératoire et à la limite du diagnostic d'un SAHOS.

## **4.3. Paramètres prédictifs**

2 articles {(16)(36)} se sont intéressés aux paramètres pouvant influencer sur le succès thérapeutique ou chirurgical. Les facteurs les plus récurrents sont le jeune âge du patient, un IMC faible ou modéré, un IAH préopératoire faible, et une quantité d'avancée maxillaire importante. Un article montre qu'un IAH préopératoire inférieur à 60 est un facteur favorisant du succès chirurgical.

	<b>MMA</b>	<b>Avancée maxillaire + recul maxillaire</b>	<b>Recul mandibulaire</b>
<b>1</b>	<p>- IAH : diminution significative (63,9/h +/- 26,7/h → 9,5/h +/- 10,7/h)</p> <p>- pas de différence significative entre IAH 3mois et 6mois</p> <p>- Succès chirurgical : 86%</p> <p>- Succès thérapeutique : 43,2%</p> <p>Facteurs de prédictibilité du succès thérapeutique : jeune âge, IMC faible ou modéré, IAH pré-op faible, quantité d'avancée maxillaire importante</p>	Non traitée	Non traitée
<b>2</b>	<p>Méta-analyse non réalisée ici car analyse soit du RDI (17 études) soit de l'IAH (11 études)</p> <p>- IAH postop &lt; 20 : 11 études</p> <p>- IAH postop &lt; 10 : 6 études</p> <p>- IAH postop &lt; 5 : 4 études</p> <p>→ Les études ont montré l'efficacité du MMA (diminution IAH et RDI postop)</p> <p>- succès chirurgical : 95 à 98%</p>	Non traitée	Non traitée
<b>3</b>	<p><u>Mesures linéaires antéro-postérieures :</u></p> <p>- palais mou : augmentation significative (+3,64mm)</p>	<p><u>Mesures linéaires antéro-postérieures :</u></p> <p>- épine nasale postérieure : augmentation significative (+ 3,81mm)</p> <p>- palais mou : diminution significative (-0,91mm)</p> <p>- base la langue : diminution significative (-2,83mm)</p> <p>- épiglotte : diminution significative (-2,20mm)</p> <p>- volume pharyngée minimal : pas de changement significatif</p> <p><u>CSA :</u> pas de changement significatif (palais mou et base de la langue)</p>	<p><u>Mesures linéaires antéro-postérieures :</u></p> <p>- palais mou : diminution significative (-2,57mm)</p> <p>- base de la langue : diminution significative (-2,99mm)</p> <p><u>Largeur oropharynx :</u> diminution significative (-2,37mm)</p> <p><u>CSA</u> base de la langue : diminution significative (-46,23mm<sup>2</sup>)</p>
<b>4</b>	Non traitée	<p><u>Mesures linéaires antéro-postérieures :</u></p> <p>- C1/C2/C3 : pas de changement significatif</p> <p>- C4 : diminution significative (persistante sur le long terme)</p> <p>- lchette, épiglotte : pas de changement significatif</p> <p><u>CSA :</u></p> <p>- épine nasale postérieure : pas de changement significatif</p> <p>- C1 : résultats disparates</p> <p><u>Volume :</u></p> <p>- total : résultats disparates</p> <p>- nasopharynx : pas de changement significatif</p> <p>- oropharynx + hypopharynx : diminution 5-6 mois post-op mais récupéré à long terme</p>	<p><u>Mesures linéaires antéro-postérieures :</u></p> <p>- lchette : diminution significative</p> <p>- épiglotte : diminution significative</p> <p>- C1 : diminution significative</p> <p><u>CSA :</u></p> <p>- épine nasale postérieure : pas de changement significatif</p> <p>- lchette : diminution significative</p> <p>- épiglotte : diminution significative</p> <p>- C1 : diminution significative</p> <p><u>Volume :</u></p> <p>- total : diminution significative</p> <p>- nasopharynx : pas de changement significatif</p> <p>- oropharynx + hypopharynx : diminution significative</p>

5	<p>Classification de l'IAH en trois groupes et calcul de l'Odds Ratio :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IAH &lt; 5 : 3 études, 49 patients → OR 14,9 (p=0,002)</li> <li>- IAH &lt; 20 : 4 études, 59 patients → OR 114,8</li> <li>- Réduction &gt; 50% IAH préop → OR 6,1</li> <li>- Obtention d'un LSAT &gt; 90% → OR 6</li> </ul> <p>Pas de résultats concernant l'avantage d'une technique opératoire par rapport à l'autre</p>	Non traitée	Non traitée
6	Non traitée		<p><u>Mesures linéaires antéro-postérieures :</u>          Comparaison OSBM et IVRO : avantage significatif de l'OSBM (+ 1,29mm)</p> <p><i>COMPARAISON ENTRE CHIRURGIE BIMAXILLAIRE ET REcul MANDIBULAIRE :</i>  <u>Mesures linéaires antéropostérieures :</u>          - Nasopharynx : pas de différence significative entre les 2 chirurgies          - Oropharynx : différence significative en faveur de la chirurgie bimaxillaire (+3,04mm)</p> <p><u>CSA</u> (nasopharynx + oropharynx) : différence significative en faveur de la chirurgie bimaxillaire (+1,38mm)</p>
7	Non traitée	<p>Résultats non dissociés en fonction de la chirurgie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans 8 études, aucune évidence statistique du développement d'un SAHOS</li> <li>- Dans 1 étude : augmentation significative de l'IAH après 6 mois (IAH préop 3,85 +/- 0,58 → IAH postop 5 +/- 0,6)</li> <li>- Sur les 223 patients inclus dans les 9 études : 2 ont développé un SAHOS, 7 ont montré une augmentation des indices (IAH, RDI, désaturation O2)</li> </ul>	
8	<p><u>CSA :</u>          - CSA min : augmentation significative (+ 124,12 mm<sup>2</sup>)          - palais mou : augmentation significative (+118,63 mm<sup>2</sup>)          - base de la langue : augmentation significative (+94,84 mm<sup>2</sup>)</p> <p><u>Volume :</u>          - total : augmentation significative (+ 7416,10 mm<sup>3</sup>)          - palais mou : augmentation significative (+727,44 mm<sup>3</sup>)          - base de la langue : augmentation significative (+2530,05 mm<sup>3</sup>)</p>	<p><u>Volume :</u>          - total : diminution significative (-1552,90 mm<sup>3</sup>)          - palais mou : diminution significative (-4566,87 mm<sup>3</sup>)          - base de la langue : augmentation significative (+1430,40 mm<sup>3</sup>)</p>	<p><u>CSA :</u>          - Palais mou : augmentation significative (+23,02 mm<sup>2</sup>)</p> <p><u>Volume :</u>          - total : diminution significative (-1994,65 mm<sup>3</sup>)          - palais mou : diminution significative (-3158,90 mm<sup>3</sup>)          - base de la langue : diminution significative (-2461,60 mm<sup>3</sup>)</p>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IAH : diminution significative 57,2 (+/- 25,4) → 9,5 (+/- 10,4)</li> <li>- RDI : diminution significative 65,8 (+/- 31,9) → 21,4 (+/- 21,7)</li> <li>- Succès chirurgical : 85,5%</li> <li>- Succès thérapeutique : 38,5%</li> <li>- Facteurs de succès chirurgical : IAH préop &lt; 60</li> </ul>	Non traitée	Non traitée
10	<p><u>Volume total</u> : augmentation significative (+7,86cm<sup>3</sup> soit +7860mm<sup>3</sup>)</p>	Non traitée	Non traitée

11	Non traitée	<u>minCSA</u> : diminution significative (-27,66 mm <sup>2</sup> )  <u>Volume total</u> : pas de diminution significative  <i>COMPARAISON ENTRE CHIRURGIE BIMAXILLAIRE ET REcul MANDIBULAIRE :</i> <u>CSA</u> : - épine nasale postérieure, épiglotte : diminution significative moins importante pour la chirurgie bimaxillaire - palais mou : pas de différence significative entre les deux procédures  <u>Volume</u> : - total : différence significative (-3,41 cm <sup>3</sup> soit -3410 mm <sup>3</sup> ) - oropharynx et hypopharynx : pas de différence significative (-0,99 cm <sup>3</sup> soit -990mm <sup>3</sup> ) / (-0,38cm <sup>3</sup> soit -380mm <sup>3</sup> ) respectivement - nasopharynx : différence significative (-1,4 cm <sup>3</sup> soit -1400 mm <sup>3</sup> )	<u>Volume total</u> : diminution significative -3,24 cm <sup>3</sup> (soit -3240mm <sup>3</sup> )
12	- min CSA : augmentation significative (+92mm <sup>2</sup> ) - Volume total : augmentation significative (+6832 mm <sup>3</sup> )	Non traitée	Non traitée
13	Non traitée	<u>Mesures linéaires antéro-postérieures</u> : - épine nasale postérieure : augmentation significative (+3,81mm) - palais mou : diminution significative (-0,91mm) - base de la langue : diminution significative (-2,83mm) - épiglotte = diminution significative (-2,20 mm) - espace pharyngée minimal : pas de changement significatif  <u>min CSA</u> : - palais mou : augmentation significative (+118,63 mm <sup>2</sup> )  <u>Volume total</u> : pas de diminution significative	<u>Mesures linéaires antéro-postérieures</u> : - épine nasale postérieure : pas de différence significative - Palais mou = diminution significative (-2,57mm) - base de la langue : diminution significative (-2,99 mm)  - <u>largeur oropharynx</u> : diminution significative au niveau de la base de la langue (-2,37mm)  <u>CSA base de la langue</u> : diminution significative (-46,23mm <sup>2</sup> )  <u>min CSA</u> : - palais mou : augmentation significative (+23,03 mm <sup>2</sup> ) - base de la langue : augmentation significative (+94,84 mm <sup>2</sup> )  <u>Volume total</u> : diminution significative (-3,67 ml soit -3670mm <sup>3</sup> )  <i>COMPARAISON ENTRE CHIRURGIE BIMAXILLAIRE ET REcul MANDIBULAIRE :</i> <u>CSA</u> : - nasopharynx : meilleurs résultats en faveur de la chirurgie bimaxillaire - oropharynx : meilleurs résultats en faveur de la chirurgie bimaxillaire une méta-analyse pas de différence significative entre les 2 procédures au niveau du palais mou une autre méta-analyse : pas de différence significative palais mou / base de la langue ; mais différence significative - hypopharynx : pas de différence significative entre les 2 procédures ; une autre méta-analyse a montré une différence significative au niveau de l'épiglotte en faveur de la chirurgie bimaxillaire
14	Diminution IAH dans 14 articles sur 15 (analyse d'hétérogénéité élevée) = pas de résultat significatif mais il semblerait qu'il y ait une relation entre le volume des PAS et la diminution de l'IAH	Non traitée	Non traitée

Tableau 8 : Récapitulatif des résultats en fonction des 3 chirurgies

## DISCUSSION

---

### 1. Critique de la méthode recherche

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

- biais de sélection : un seul opérateur a sélectionné les articles et jugé de leur inclusion
- biais de confusion : dans certaines études, des procédures adjointes ont été réalisées : (UPPP, génioplastie, septorhinoplastie, turbinectomie, amygdalectomie, glossectomie, lipectomie) ; il apparaît donc difficile d'attribuer à la chirurgie orthognathique seule les bienfaits de l'avancée maxillaire et/ou mandibulaire sur l'augmentation du volume des VAS et l'amélioration des paramètres ventilatoires. Il aurait fallu prendre en compte dans les critères d'exclusion.

### 2. Qualité de la recherche

Les **14 articles** ont été publiés dans 9 journaux différents, qui ont pour la majorité un impact factor compris entre 1 et 3, sauf pour le Sleep Medicine Reviews qui a un score de 8,958.

La pertinence de la littérature est discutable. Notre recherche a sélectionné des revues systématiques et des méta-analyses, publiées sur les 10 dernières années. La hiérarchie du niveau de preuve est fondée sur la qualité du protocole des essais inclus dans la revue et prend peu ou pas en considération la méthode de la revue en elle-même. Le niveau de preuve paraît donc découler d'une somme d'études de bonne qualité méthodologique. La validité de la revue repose sur la validité des études sélectionnées. Sur les 14 articles inclus, seuls 10 ont classé les études par risque de biais (faible, modéré ou élevé) (Tableau 9). 4 articles ne renseignent pas la qualité des études en présence.

Les échelles d'évaluation étaient cependant différentes entre les articles, il paraît donc difficile de réaliser une comparaison. 9 échelles ont été utilisées :

- CONSORT (37): Consolidated Standards of Reporting Trials, qui s'adresse aux essais randomisés et permet d'obtenir un article le plus transparent, le plus complet et le plus objectif possible

- CEBM (38): Oxford Center Of Evidence-Based Medicine permet aux cliniciens et aux patients d'évaluer les « preuves » pour des questions concernant la prévalence, l'exactitude des tests diagnostiques, le pronostic, le traitement, les effets indésirables (rares ou fréquents) et l'utilité d'un dépistage (précoce)
- MOOSE : Meta-analysis of Observational studies in epidemiology statement
- STROBE : Strengthening the Reporting of observational studies in epidemiology statement
- PRISMA (39) : Preferred Reporting items for systematic reviews and meta-analysis ; il s'adresse spécifiquement aux revues systématiques et aux méta-analyses
- MINORS : Methodological index for non-randomized studies
- AMSTAR : Assessing the Methodological Quality of Systematic Reviews
- Cochrane collaboration
- Echelle issue de *National institutes of health*
- 1 échelle non renseignée par les auteurs

N°	Echelles d'évaluation	Qualité des études
1	-	-
2	Oxford Center of Evidence-Based Medicine (38)	22 études grade 5 (faible) 5 études grade 2b (moyen) 1 étude grade 1b (élevé)
3	Déclaration CONSORT (37)	13 études de qualité moyenne
4	Déclaration CONSORT	3 études de qualité élevée 11 études de qualité moyenne
5	-	-
6	MOOSE / STROBE / PRISMA	1 étude de qualité élevée 7 études de qualité moyenne
7	-	-
8	Déclaration CONSORT	8 études de qualité élevée 19 études de qualité moyenne
9	-	-
10	Non renseignée / échelle adaptée par les auteurs	1 étude de qualité élevée 6 études de qualité moyenne 3 études de faible qualité
11	MINORS	8 études de qualité élevée 10 études de qualité moyenne
12	Quality assessment tool for before-after studies with no control group (National Institutes of Health)	4 études de qualité élevée 3 études de qualité moyenne
13	AMSTAR	2 études de qualité élevée 4 études de qualité moyenne
14	Cochrane Collaboration <i>Review Manager</i>	14 études de faible qualité

Tableau 9 : Tableau récapitulatif de la qualité des études présentes dans les revues systématiques et méta-analyses étudiées

La Figure 18 permet d'apprécier de façon globale la répartition de la qualité des études. Dans l'ensemble, le risque de biais est moyen (> 50% des études) ; le nombre d'études de qualité élevée n'est pas négligeable mais cependant inférieur au nombre d'études présentant un fort risque de biais.

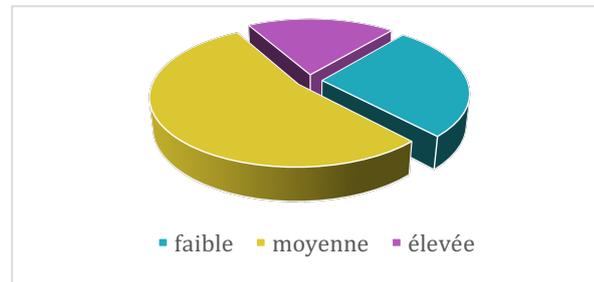


Figure 18 : Diagramme illustrant la répartition de la qualité des études (issu du Tableau 9)

L'article 2 étudie les paramètres polysomnographiques avant et après chirurgie (IAH, RDI, succès thérapeutique et succès chirurgical). Cependant, les moyens d'évaluation n'étaient pas les mêmes dans toutes les études : en effet, 17 études utilisaient le RDI alors que 11 utilisaient l'IAH. De plus, de nombreux patients ont été perdus de vue. Les auteurs n'ont alors pas pu réaliser leur méta-analyse du fait du manque de comparabilité inter-études.

La méthodologie de l'article 5 n'est pas non plus très détaillée et les résultats nous paraissaient assez compliqués à interpréter. L'objectif de cet article est d'évaluer les conséquences du MMA sur l'IAH. Les résultats sont donnés en OR (Odds Ratio) avec les hypothèses suivantes :

- IAH postopératoire <5
- IAH postopératoire <20
- IAH postopératoire <50%
- LSAT postopératoire >90%

Les OR traduisent le pourcentage de chance d'obtenir l'hypothèse. Cependant, dans cette méta-analyse, les auteurs ont calculé les OR avant versus après chirurgie ; il n'y a pas de comparaison avec un groupe témoin. D'un point de vue statistique, ils ont appliqué des méthodes pour échantillons indépendants à des échantillons appariés dans ce cas-là (puisque ce sont les mêmes échantillons à deux moments différents). Les résultats sont donc difficilement interprétables. Compte tenu du peu d'articles analysant les fonctions ventilatoires post-opératoires, nous avons décidé de maintenir l'étude dans notre recherche.

### 3. Critique de l'analyse radiographique

La téléradiographie de profil a toujours été l'examen de référence pour le diagnostic céphalométrique, et l'est encore aujourd'hui. Tous les patients possèdent des examens radiographiques avant / après chirurgie.

Nous avons tenté de recenser, dans chaque revue et méta-analyse, les moyens de diagnostic des études incluses dans notre analyse (Tableau 10) ; il aurait été plus précis, cependant, de reprendre chaque article de chaque revue ou méta-analyse. La téléradiographie de profil est largement représentée, tout comme le scanner. Quant au CBCT, faisant son apparition récemment, il est normal que peu d'études l'aient utilisé.

N°	Téléradiographie de profil	Scanner CT	CBCT
3	20 études	4 études	-
4	-	8 études	
6	6 études	1 étude	1 étude
7	7 études	-	1 étude
8	-	23 études	
9	-	6 études	-
10	-	18 études	-
12	-	1 étude	5 études
13	4 études	6 études	2 études
14	7 études	5 études	3 études

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des examens radiographiques utilisés dans les études

### 4. Incidence de la chirurgie

#### 4.1. Contribution maxillaire et mandibulaire aux conséquences de la MMA sur les VAS

Les trois chirurgies principales étaient le MMA, la chirurgie bimaxillaire et le recul mandibulaire.

Dans l'article de Guilleminault et al (16), les auteurs ont relevé les quantités d'avancées maxillaires et mandibulaires moyennes lors des chirurgies MMA réalisées sur les patients des différentes études. Ils constatent que le succès chirurgical est obtenu pour une

avancée maxillaire d'en moyenne 9,5mm (p=0,029). La quantité d'avancée maxillaire influence beaucoup plus le succès chirurgical que la quantité d'avancée mandibulaire. Certains auteurs pensent que la base de la langue est loin de son insertion sur les apophyses génies et que par conséquent, la réponse à une avancée mandibulaire est plutôt variable.

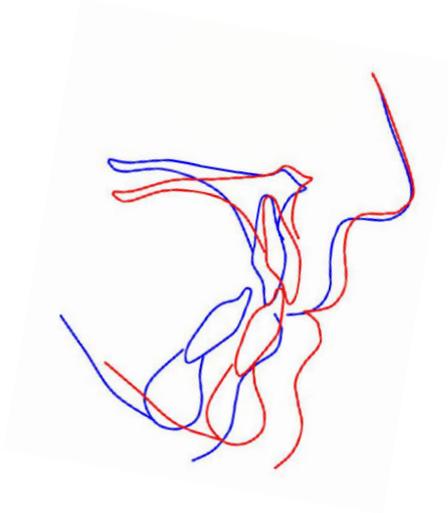
#### **4.2. Incidence de la rotation anti-horaire du plan d'occlusion éventuellement associée**

Les patients présentant un SAHOS ont une morphologie typique de dolichofacial avec une rétrognathie mandibulaire associée à une hyperdivergence. Il est important lors de la chirurgie de rétablir une égalité des étages faciaux ; pour cela, le chirurgien réalise une rotation anti-horaire du plan d'occlusion. Ce geste chirurgical optimise le gain de volume des VAS, en projetant d'autant plus en avant le squelette facial et les tissus mous.

La Figure 19 montre la superposition de deux tracés céphalométriques représentant une rotation anti-horaire du plan d'occlusion. Le tracé initial (bleu) représente un patient en classe II squelettique hyperdivergente par rétrognathie mandibulaire ; le tracé rouge (post-opératoire) met en évidence le geste chirurgical : il n'y a pas eu dans ce cas-là d'avancée maxillaire, on peut noter une rotation anti-horaire du plan d'occlusion, permettant à la mandibule de faire son avancée en rotation antérieure, diminuant ainsi la divergence et améliorant l'esthétique facial.

Le sourire gingival de ces patients, associé ou non à une béance, oblige le chirurgien à réaliser un geste maxillaire : le but est d'impacter en antérieur pour redonner un sourire esthétique, du torque chirurgical sur les incisives maxillaires et d'épacter en postérieur pour horizontaliser le plan d'occlusion dans une position plus fonctionnelle, créant ainsi une rotation anti-horaire. Ce mouvement peut être associé à une avancée maxillaire, entraînant un soutien plus important de la lèvre supérieure, une diminution de l'angle naso-labial et un redressement de la pointe du nez (qui peut être tombante en cas d'insuffisance maxillaire).

Le geste mandibulaire autorise alors ensuite l'avancée en rotation antérieure : le menton est projeté en avant, les tissus mous se détendent permettant au patient de fermer les lèvres sans contraction, les hauteurs des étages moyens et inférieurs s'équilibrent et l'harmonie faciale est rétablie.



**Figure 19 : Superposition sur la base du crâne des tracés céphalométriques d'une chirurgie bimaxillaire avec rotation anti-horaire du plan d'occlusion**

3 articles ont évalué le MMA avec rotation anti-horaire du plan d'occlusion.

L'article de Knudsen et al (34) visant à comparer le MMA avec et sans rotation anti-horaire n'a pas pu conclure quant à l'avantage d'une technique chirurgicale par rapport à l'autre ; les résultats ont montré une amélioration des paramètres ventilatoires après les deux techniques, mais aucune comparaison entre-elles n'a été faite.

Louro et al (32) n'ont sélectionné que des patients ayant subi une chirurgie bimaxillaire avec rotation anti-horaire du plan d'occlusion. Les résultats montrent une augmentation significative de la min CSA (+92 mm<sup>2</sup>) et du volume total (+6832 mm<sup>3</sup>).

L'étude rétrospective de De Sousa et al (40) publiée en 2015 a pour objectif d'étudier les modifications des VAS après une chirurgie d'avancée mandibulaire associant une rotation anti-horaire du plan d'occlusion. Elle porte sur 23 patients respirateurs buccaux en classe II squelettique hyperdivergente. Les modifications liées à la chirurgie sont évaluées sur des CBCT avant à 6 mois post-opératoire. Les résultats montrent une augmentation significative du volume des VAS après une avancée mandibulaire de 14mm et une rotation du PO de 8°.

### **4.3. Incidence du type de chirurgie mandibulaire**

Dans les cas de prognathisme mandibulaire, deux techniques chirurgicales peuvent être réalisées : l'OSBM (Ostéotomie Sagittale des Branches Mandibulaires) plus connue et plus fréquemment réalisée et l'IVRO (Intra-oral Vertical Ramus Ostéotomy).

Al-Moraissi (28) compare les conséquences des deux techniques chirurgicales. Les résultats sont significativement en faveur de l'OSBM ; mais ils sont à moduler, car effectués uniquement sur des téléradiographies de profil.

## 5. Suivi post-opératoire et stabilité à long terme

### 5.1. Stabilité squelettique

Il est intéressant de s'intéresser à la stabilité à long terme de la chirurgie d'avancée maxillo-mandibulaire.

L'étude de cohorte rétrospective de Lee et al (41) en 2015 reprend les dossiers de 122 patients traités par MMA (avec ou sans génioplastie) entre 2003 et 2012 ; le suivi post-chirurgical devait être d'au moins 11 mois. Les analyses sur téléradiographies de profil montrent :

- une avancée maxillaire (mesurée par rapport au point A) d'environ 9,48mm +/- 3,02mm,
- une avancée mandibulaire (mesurée par rapport à la pointe de l'incisive mandibulaire) d'environ 10,85mm +/- 2,36mm.

La période de suivi est de 27,84 +/- 19,96 mois.

Parmi les variables étudiées (SNA, SNB, ANB, Go-Gn/SN, longueur maxillaire (ENA-ENP), longueur mandibulaire (Co-Gn), I to NA, i to NB), seuls les SNA et ANB présentent des résultats significativement différents, même si la différence est très minime et cliniquement peu pertinente :

	<b>T1 (postopératoire immédiat)</b>	<b>T2 (+27,84 mois)</b>
<b>SNA (°)</b>	87,71	87,22
<b>ANB (°)</b>	7,84	7,29

Ces résultats pourraient s'expliquer par le remodelage du point A.

Les auteurs analysent la corrélation entre la durée de suivi post-opératoire, la quantité d'avancée maxillaire et mandibulaire et la stabilité squelettique : il n'y a aucune relation entre la durée du suivi et la stabilité squelettique. Mais la quantité d'avancée chirurgicale et les variations des mesures céphalométriques sont corrélées ( $p < 0,05$ ) :

- faible corrélation positive entre la quantité d'avancée maxillaire, et les modifications du SNB (0,01) et du Go-Gn/Sn (0,02),

- faible corrélation positive entre la quantité d'avancée mandibulaire et les modifications du Go-Gn/Sn (0,02).

Les auteurs expliquent cela par un effet de remodelage osseux. Ils n'ont pas trouvé de modification de l'occlusion au cours du temps. Les modifications n'étaient pas supérieures à 1°. Les résultats montrent donc que le MMA était stable à 2 ans.

## 5.2. Stabilité des paramètres ventilatoires

Vigeron et al (42) réalisent une étude rétrospective afin d'évaluer la stabilité à long terme (+3 ans) de 29 patients SAHOS traités par MMA. Le critère principal est l'IAH pré et postopératoire.

L'âge moyen est de 52,4 +/- 14. L'IMC préopératoire moyen est de 24,6 +/- 4 Kg/m<sup>2</sup> ; l'IAH préopératoire moyen est de 56,6 +/- 24. Le suivi moyen est de 12,5 +/- 3,5 ans. Les auteurs classent les patients en 2 groupes : traitement réussi (8 patients) ou échec de traitement (21 patients).

Les données patients sont les suivantes :

	<b>Groupe succès</b>	<b>Groupe échec</b>
<b>IMC Kg/m<sup>2</sup></b>	26 +/- 3	21,1 +/- 3,5
<b>Age</b>	45,5 +/- 8,6	28 +/- 13
<b>IAH</b>	64,3 +/- 22,6	36,7 +/- 14

Les résultats montrent :

- un taux de succès de 28% à long terme,
- un IAH postopératoire réduit de 50 à 80%,
- un taux de succès de 100% pour les patients de moins de 45 ans, avec un IMC inférieur à 25, un IAH inférieur à 45.

## CONCLUSION

---

A l'heure actuelle, la décision d'orienter le patient vers un protocole chirurgical, ou au contraire d'accepter un compromis thérapeutique et des compensations, doit prendre en compte le risque de SAHOS.

Le développement du CBCT depuis quelques années prend de plus en plus de place et pourra à long terme remplacer totalement la radiographie panoramique et la téléradiographie de profil. Son coût reste malgré tout encore un frein à son investissement au sein des cabinets d'orthodontie. Le diagnostic en trois dimensions permet d'apprécier les relations des bases osseuses entre-elles et avec la base du crâne, les positions dentaires dans l'os alvéolaire, et la morphologie des voies aériennes supérieures (de l'épine nasale postérieure, jusqu'à C4).

Le chirurgie orthognathique sagittale va avoir un impact sur le volume des VAS, impact qui peut être positif dans les classe I ou II (avec avancée maxillaire et mandibulaire), mais aussi délétère dans les cas de classe III où un geste de recul mandibulaire s'impose.

Cette revue de la littérature montre l'impact positif du MMA (avancée maxillo-mandibulaire) et son efficacité, sa stabilité à court et long terme sur la fonction ventilatoire. La chirurgie de recul mandibulaire seul entraîne diminution du volume en regard de la base de la langue, en lien avec un déplacement postérieur de la base de la langue ; aucun SAHOS postopératoire n'a été mis en évidence, cependant les études montrent une augmentation de l'indice IAH postopératoire. L'association d'une avancée maxillaire permet de limiter l'impact négatif du recul mandibulaire, mais une diminution du volume est toujours présente.

Il serait intéressant de regarder à plus long terme les conséquences des chirurgies sur les patients en classe III squelettique, permettant d'apprécier si risque de SAHOS il y a, ou si au contraire, une adaptation fonctionnelle s'effectue. Par ailleurs, on pourrait se poser la question de l'efficacité d'une avancée mandibulaire seule chez les patients, présentant un SAHOS, en classe II squelettique avec un maxillaire correctement placé.

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

Figure 1 : taux annuels d'incidence de patients traités par PPC, entre 2007 et 2011 (1).....	13
Figure 2 : Anatomie des VAS (4).....	14
Figure 3 : courbe d'évolution du volume aérien (6).....	15
Figure 4 : coupe sagittale du muscle génioglosse (n°7) (10).....	17
Figure 5 : coupe axiale du muscle génioglosse (n°5) (10).....	17
Figure 6 : Schéma représentant les forces opposées s'exerçant sur le pharynx (11) .....	18
Figure 7 : Architecture (tissulaire et osseuse) prédisposant l'obstruction pharyngée (11) .....	19
Figure 8 : CBCT avant/après MMA et visualisation du volume des VAS (11) .....	24
Figure 9 : modifications anatomiques dues au changement de posture, assis (trait continu) ou allongé (pointillé) (20) .....	26
Figure 10 : Analyse des VAS à l'aide d'un CBCT (6) .....	27
Figure 11 : Coupe sagittale illustrant les limites inférieure et postérieure des VAS (22) .....	28
Figure 12 : Coupe axiale passant par l'épine nasale postérieure et mise en évidence de la CSA (en jaune) (22).....	28
Figure 13 : Schéma des niveaux de mesure de la CSA et des volumes régionaux (23) .....	29
Figure 15 : Répartition des articles sélectionnés selon leur année de publication.....	34
Figure 16 : Analyse ALMs de l'article n°13 (25) issue du site internet de PLOS .....	35
Figure 17 : Nombre d'articles inclus pour chaque revue systématique et/ou méta-analyse ....	35
Figure 18 : Répartition en genre (%) et âge moyen selon les articles.....	37
Figure 19 : Diagramme illustrant la répartition de la qualité des études (issu du Tableau 9) .	49
Figure 20 : Superposition sur la base du crâne des tracés céphalométriques d'une chirurgie bimaxillaire avec rotation anti-horaire du plan d'occlusion.....	52
Tableau 1 : résumé des forces opposées s'exerçant sur le pharynx .....	17
Tableau 2 : Critères de diagnostic du SAHOS (14).....	21
Tableau 3 : Degrés de sévérité du SAHOS (15) .....	22
Tableau 4 : Classement des journaux selon leur Impact Factor 2016.....	34
Tableau 5 : Caractéristiques des patients étudiés dans les méta-analyses .....	36
Tableau 6 : Tableau récapitulatif des objectifs, paramètres et moyens d'évaluation .....	39
Tableau 7 : Mesures relevées pour étudier les modifications dimensionnelles des VAS.....	40
Tableau 8 : Récapitulatif des résultats en fonction des 3 chirurgies.....	46

Tableau 9 : Tableau récapitulatif de la qualité des études présentes dans les revues  
systématiques et méta-analyses étudiées ..... 48

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des examens radiographiques utilisés dans les études ..... 50

## BIBLIOGRAPHIE

---

1. BEH n°44-45/2012 / 2012 / Archives / BEH - Bulletin épidémiologique hebdomadaire / Publications et outils / Accueil [Internet]. [cited 2017 May 11]. Available from: <http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/BEH-Bulletin-epidemiologique-hebdomadaire/Archives/2012/BEH-n-44-45-2012>
2. Norton NS, Netter FH, Duparc F. Précis d'anatomie clinique de la tête et du cou. Issy-les-Moulineaux, France: Elsevier Masson; 2009.
3. F. Laison, J.F Gaudy. Anatomie cranio-faciale. Masson, Paris; 1993. (Collection des Abrégés d'Odontologie et de Stomatologie).
4. Pharynx Anatomy [Internet]. [cited 2018 Jan 18]. Available from: <http://msk-anatomy.blogspot.com/2012/06/pharynx-anatomy.html>
5. Strohl KP, Butler JP, Malhotra A. Mechanical Properties of the Upper Airway. *Compr Physiol*. 2012 Jul;2(3):1853–72.
6. Schendel SA, Jacobson R, Khalessi S. Airway growth and development: a computerized 3-dimensional analysis. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2012 Sep;70(9):2174–83.
7. PHYSIOPATHOLOGIE DU SYNDROME D'APNÉES OBSTRUCTIVES DU SOMMEIL - EM|consulte [Internet]. [cited 2017 Oct 26]. Available from: <http://www.em-consulte.com/rmr/article/151458>
8. White DP. Pathogenesis of obstructive and central sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Dec 1;172(11):1363–70.
9. Connaissez-vous vraiment l'apnée du sommeil chez le sujet obèse ? *Datarevues0003426600636-C23S38* [Internet]. 2008 Feb 16 [cited 2017 Dec 30]; Available from: <http://www.em-consulte.com/en/article/75815>
10. Touré G. Anatomie de la langue. *Httpwwwem-Premiumcomdocelec-Bordeauxfrdatatraitess122-50921* [Internet]. 2017 Mar 21 [cited 2018 Jan 31]; Available from: <http://www.em-premium.com.docelec.u-bordeaux.fr/article/1108317>
11. Susarla SM, Thomas RJ, Abramson ZR, Kaban LB. Biomechanics of the upper airway: Changing concepts in the pathogenesis of obstructive sleep apnea. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Dec;39(12):1149–59.
12. Indriksone I, Jakobsone G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review. *Stomatologija*. 2014;16(3):109–17.

13. Krieger J. Les syndromes d'apnées du sommeil. [Httpwwwem-Premiumcomdocelec-u-Bordeauxfrdatatraitene17-03174](http://www.em-premium.com.docelec.u-bordeaux.fr/article/2352/resultatrecherche/1) [Internet]. [cited 2017 Oct 3]; Available from: <http://www.em-premium.com.docelec.u-bordeaux.fr/article/2352/resultatrecherche/1>
14. Barère F, Sapène M, Mutel Y, Raymond N, Andrieux A, Forcioli J. Interactions entre SAOS et chirurgie orthognathique. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. 2016 Jan 1;50(1):41–58.
15. HAS: recommandations pour un SAHOS [Internet]. SFRMS. [cited 2018 Jan 23]. Available from: <http://www.sfrms-sommeil.org/recommandations/recommandations-has/has-recommandations-pour-un-sahos/>
16. Holty J-EC, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2010 Oct 1;14(5):287–97.
17. Antone E, Gilbert M, Bironneau V, Meurice JC. Le traitement du syndrome d'apnées-hypopnées obstructives du sommeil par pression positive continue. *Rev Mal Respir*. 2015 Apr 1;32(4):447–60.
18. Fleury B, Cohen-Levy J, Lacassagne L, Buchet I, Geraads A, Pegliasco H, et al. Traitement du SAHOS par orthèse d'avancée mandibulaire (OAM). *Rev Mal Respir*. 2010 Oct;27:S146–56.
19. Mehta A, Qian J, Petocz P, Darendeliler MA, Cistulli PA. A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 May;163(6):1457–61.
20. Sutthiprapaporn P, Tanimoto K, Ohtsuka M, Nagasaki T, Iida Y, Katsumata A. Positional changes of oropharyngeal structures due to gravity in the upright and supine positions. *Dento Maxillo Facial Radiol*. 2008 Mar;37(3):130–5.
21. Muto T, Takeda S, Kanazawa M, Yamazaki A, Fujiwara Y, Mizoguchi I. The effect of head posture on the pharyngeal airway space (PAS). *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2002 Dec;31(6):579–83.
22. Gottsauner-Wolf S, Laimer J, Bruckmoser E. Posterior Airway Changes Following Orthognathic Surgery in Obstructive Sleep Apnea. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2017 Dec 6;
23. Jakobsone G, Neimane L, Krumina G. Two- and three-dimensional evaluation of the upper airway after bimaxillary correction of Class III malocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Aug;110(2):234–42.
24. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac*

Surg. 2011 Nov;40(11):1227–37.

25. Tan SK, Leung WK, Tang ATH, Zwahlen RA. Effects of mandibular setback with or without maxillary advancement osteotomies on pharyngeal airways: An overview of systematic reviews. *PloS One*. 2017;12(10):e0185951.
26. Mattos CT, Vilani GNL, Sant’Anna EF, Ruellas ACO, Maia LC. Effects of orthognathic surgery on oropharyngeal airway: a meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Dec;40(12):1347–56.
27. Fernández-Ferrer L, Montiel-Company JM, Pinho T, Almerich-Silla JM, Bellot-Arcís C. Effects of mandibular setback surgery on upper airway dimensions and their influence on obstructive sleep apnoea - a systematic review. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg*. 2015 Mar;43(2):248–53.
28. Al-Moraissi EA, Al-Magaleh SM, Iskandar RA, Al-Hendi EA. Impact on the pharyngeal airway space of different orthognathic procedures for the prognathic mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015 Sep;44(9):1110–8.
29. Christovam IO, Lisboa CO, Ferreira DMTP, Cury-Saramago AA, Mattos CT. Upper airway dimensions in patients undergoing orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016 Apr;45(4):460–71.
30. Rosário HD, Oliveira GMS, Freires IA, de Souza Matos F, Paranhos LR. Efficiency of bimaxillary advancement surgery in increasing the volume of the upper airways: a systematic review of observational studies and meta-analysis. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. 2017 Jan;274(1):35–44.
31. He J, Wang Y, Hu H, Liao Q, Zhang W, Xiang X, et al. Impact on the upper airway space of different types of orthognathic surgery for the correction of skeletal class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg Lond Engl*. 2017 Feb;38:31–40.
32. Louro RS, Calasans-Maia JA, Mattos CT, Masterson D, Calasans-Maia MD, Maia LC. Three-dimensional changes to the upper airway after maxillomandibular advancement with counterclockwise rotation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Nov 25;
33. Pirklbauer K, Russmueller G, Stiebellehner L, Nell C, Sinko K, Millesi G, et al. Maxillomandibular Advancement for Treatment of Obstructive Sleep Apnea Syndrome: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Jun 1;69(6):e165–76.
34. Knudsen TB, Laulund AS, Ingerslev J, Homøe P, Pinholt EM. Improved apnea-

- hypopnea index and lowest oxygen saturation after maxillomandibular advancement with or without counterclockwise rotation in patients with obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2015 Apr;73(4):719–26.
35. Canellas JV dos S, Barros HLM, Medeiros PJD, Ritto FG. Sleep-disordered breathing following mandibular setback: a systematic review of the literature. *Sleep Breath Schlaf Atm*. 2016 Mar;20(1):387–94.
36. Zaghi S, Holty J-EC, Certal V, Abdullatif J, Guilleminault C, Powell NB, et al. Maxillomandibular Advancement for Treatment of Obstructive Sleep Apnea: A Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol-- Head Neck Surg*. 2016 Jan;142(1):58–66.
37. Consort - Welcome to the CONSORT Website [Internet]. [cited 2018 Apr 3]. Available from: <http://www.consort-statement.org/>
38. Pm 2015 at 2:45. Oxford Centre for Evidence-based Medicine - Levels of Evidence (March 2009) [Internet]. CEBM. 2009 [cited 2018 Apr 3]. Available from: <https://www.cebm.net/2009/06/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/>
39. PRISMA [Internet]. [cited 2018 Apr 7]. Available from: <http://www.prisma-statement.org/>
40. de Sousa Miranda W, Álvares de Castro Rocha V, Lara Dos Santos Marques K, Trindade Neto AI, do Prado CJ, Zanetta-Barbosa D. Three-dimensional evaluation of superior airway space after orthognathic surgery with counterclockwise rotation and advancement of the maxillomandibular complex in Class II patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2015 Oct;120(4):453–8.
41. Lee SH, Kaban LB, Lahey ET. Skeletal stability of patients undergoing maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2015 Apr;73(4):694–700.
42. Vigneron A, Tamisier R, Orset E, Pepin J-L, Bettega G. Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea syndrome treatment: Long-term results. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg*. 2017 Feb;45(2):183–91.

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 :

**Antoine LAFITTE,**

Le 31 mai 2018

Thèse pour l'obtention du DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR en CHIRURGIE DENTAIRE 2018 – n°32

**Discipline :** Orthopédie Dento-faciale

## **Conséquences des chirurgies orthognathiques sagittales sur les voies aériennes supérieures et le SAHOS : revue systématique de la littérature**

### **Résumé**

Le syndrome d'apnée / hypopnée obstructive du sommeil a été décrit en 1976 par l'équipe du Professeur Guilleminault. Sa prévalence reste encore faible dans la population générale ; les conséquences graves qu'il peut avoir sur la morbidité engage l'orthodontiste à dépister et adresser pour une prise en charge adaptée. Des thérapeutiques non invasives, telles que la PPC ou l'orthèse d'avancée mandibulaire permettent de prévenir le collapsus aéro-pharyngé et de diminuer les risques cardio-cérébro-vasculaires. La chirurgie orthognathique (mono ou bimaxillaire) est proposée au patient en classe I ou classe II squelettique avec des IAH élevés, souhaitant une solution définitive : la projection en avant du massif facial et de la mandibule libère les voies aériennes supérieures, augmente leur volume et prévient le collapsus pharyngé nocturne. La prise en compte du SAHOS permet d'orienter le patient vers un traitement orthodontico-chirurgical. L'essor de l'imagerie 3D (scanner, CBCT) durant les dernières décennies rend le diagnostic et l'analyse beaucoup plus accessible. Une revue de la littérature a été réalisée afin d'évaluer l'effet des différentes chirurgies orthognathiques (avancée maxillo-mandibulaire, avancée maxillaire et recul mandibulaire, recul mandibulaire seul) sur le volume des VAS, et d'étudier les conséquences sur la fonction ventilatoire du patient. 14 articles ont permis de démontrer les conséquences positives du MMA sur le volume des VAS et sur l'amélioration du SAHOS. Dans les cas de classes III squelettiques, la chirurgie bimaxillaire présente un avantage par rapport au recul mandibulaire seul, néanmoins les auteurs ont mesuré une diminution du volume des VAS.

**Mots-clés :** chirurgie orthognathique, voies aériennes supérieures, apnée du sommeil, SAHOS

## **Impact of orthognathic surgery on upper airway dimensions and Osa syndrome : a systematic review**

### **Summary :**

OSA syndrome was described in 1976 by Professor Guilleminault. Its prevalence remains low in the general population; the serious consequences that it can cause, engages the orthodontist to detect and address for an adapted care. Non-invasive therapies, such as CPAP or mandibular advancement orthosis, can prevent aero-pharyngeal collapse and reduce cardio-cerebrovascular risk. Orthognathic surgery (mono or bimaxillary) is proposed to the patient in skeletal class I or class II with high IAH, wishing a definitive solution: the forward projection of the facial and mandible releases the upper airways, increases their volume and prevents nocturnal pharyngeal collapse. Taking into account the SAHOS makes it possible to direct the patient towards an orthodontic-surgical treatment. The rise of 3D imaging (CTCT, CBCT) in recent decades makes diagnosis and analysis much more accessible. A review of the literature was conducted to evaluate the effect of different orthognathic surgeries (maxillomandibular advancement, maxillary advancement and mandibular setback, mandibular setback alone) on PAS volume, and to study the consequences on the respiratory function. 14 articles demonstrated the positive impact of MMA on the PAS volume and the improvement of OSA. In skeletal class III cases, bimaxillary surgery has an advantage over mandibular setback alone, however the authors measured a decrease in PAS volume.

**Key-words :** orthognathic surgery, upper airway, osa, sleep apnea

Université de Bordeaux – Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

16-20 cours de la Marne

33082 BORDEAUX CEDEX