



**HAL**  
open science

## Résorption condylienne après chirurgie orthognathique : étude rétrospective sur 40 patients au CHU de Caen

Jihane Kimakhe

► **To cite this version:**

Jihane Kimakhe. Résorption condylienne après chirurgie orthognathique : étude rétrospective sur 40 patients au CHU de Caen. Médecine humaine et pathologie. 2019. dumas-02329661

**HAL Id: dumas-02329661**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02329661>**

Submitted on 23 Oct 2019

**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 CAEN NORMANDIE**

-----  
**UFR SANTÉ**

Année 2018/2019

**THÈSE POUR L'OBTENTION**  
**DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement le : 6 septembre 2019

par

**Mlle KIMAKHE Jihane**

Née le 21 avril 1989 à Nantes (*Loire Atlantique*)

**TITRE DE LA THÈSE :**

**RESORPTION CONDYLIENNE APRES  
CHIRURGIE ORTHOGNATHIQUE :  
ETUDE RESTROSPECTIVE SUR 40 PATIENTS  
AU CHU DE CAEN**

**Président :** Monsieur le Professeur BENATEAU Hervé

Membres : Madame le Professeur EMERY Evelyne

Monsieur le Professeur CORRE Pierre

Monsieur le Docteur GARMi Rachid

Monsieur le Docteur VEYSSIERE Alexis

**Directeur de thèse :** Pr BENATEAU Hervé

Année Universitaire 2018/2019*Doyen**Professeur Emmanuel TOUZÉ**Assesseurs**Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)**Professeur Guy LAUNOY (recherche)**Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**Madame Sarah CHEMTOB*PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	AGOSTINI Denis	Biophysique et médecine nucléaire
M.	AIDE Nicolas	Biophysique et médecine nucléaire
M.	ALLOUCHE Stéphane	Biochimie et biologie moléculaire
M.	ALVES Arnaud	Chirurgie digestive
M.	AOUBA Achille	Médecine interne
M.	BABIN Emmanuel	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	BÉNATEAU Hervé	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	BENOIST Guillaume	Gynécologie - Obstétrique
M.	BERGER Ludovic	Chirurgie vasculaire
M.	BERGOT Emmanuel	Pneumologie
M.	BIBEAU Frédéric	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	BRAZO Perrine	Psychiatrie d'adultes
M.	BROUARD Jacques	Pédiatrie
M.	BUSTANY Pierre	Pharmacologie
Mme	CHAPON Françoise	Histologie, Embryologie

Mme CLIN-GODARD Bénédicte	Médecine et santé au travail
M. COQUEREL Antoine	Pharmacologie
M. DAO Manh Thông	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M. DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M. DEFER Gilles	Neurologie
M. DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M. DENISE Pierre	Physiologie
M. DERLON Jean-Michel <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2020</small>	Neurochirurgie
Mme DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes
M. DREYFUS Michel	Gynécologie - Obstétrique
M. DU CHEYRON Damien	Réanimation médicale
Mme ÉMERY Evelyne	Neurochirurgie
M. ESMAIL-BEYGUI Farzin	Cardiologie
Mme FAUVET Raffaèle	Gynécologie - Obstétrique
M. FISCHER Marc-Olivier	Anesthésiologie - réanimation et médecine péri-opératoire
M. GÉRARD Jean-Louis	Anesthésiologie - réanimation et médecine péri-opératoire
M. GUILLOIS Bernard	Pédiatrie
Mme GUITTET-BAUD Lydia	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. HABRAND Jean-Louis	Cancérologie option Radiothérapie
M. HAMON Martial	Cardiologie
Mme HAMON Michèle	Radiologie et imagerie médicale
M. HANOUIZ Jean-Luc	Anesthésiologie - réanimation et médecine péri-opératoire
M. HULET Christophe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. HURAUULT de LIGNY Bruno <small>Éméritat jusqu'au 31/03/2020</small>	Néphrologie
M. ICARD Philippe	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire

M.	JOIN-LAMBERT Olivier	Bactériologie - Virologie
Mme	JOLY-LOBBEDEZ Florence	Cancérologie
M.	JOUBERT Michael	Endocrinologie
Mme	KOTTLER Marie-Laure	Biochimie et biologie moléculaire
M.	LAUNOY Guy	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	LE COUTOUR Xavier	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	LE HELLO Simon	Bactériologie-Virologie
Mme	LE MAUFF Brigitte	Immunologie
M.	LEPORRIER Michel <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2020</small>	Hématologie
M.	LEROY François	Rééducation fonctionnelle
M.	LOBBEDEZ Thierry	Néphrologie
M.	MANRIQUE Alain	Biophysique et médecine nucléaire
M.	MARCÉLLI Christian	Rhumatologie
M.	MARTINAUD Olivier	Neurologie
M.	MAUREL Jean	Chirurgie générale
M.	MILLIEZ Paul	Cardiologie
M.	MOREAU Sylvain	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
M.	MOUTEL Grégoire	Médecine légale et droit de la santé
M.	NORMAND Hervé	Physiologie
M.	PARIENTI Jean-Jacques	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	PELAGE Jean-Pierre	Radiologie et imagerie médicale
Mme	PIQUET Marie-Astrid	Nutrition
M.	QUINTYN Jean-Claude	Ophthalmologie
M.	RAVASSE Philippe	Chirurgie infantile
M.	REZNIK Yves	Endocrinologie
M.	ROD Julien	Chirurgie infantile
M.	ROUPIE Eric	Médecine d'urgence

Mme THARIAT Juliette	Radiothérapie
M. TILLOU Xavier	Urologie
M. TOUZÉ Emmanuel	Neurologie
M. TROUSSARD Xavier	Hématologie
Mme VABRET Astrid	Bactériologie - Virologie
M. VERDON Renaud	Maladies infectieuses
Mme VERNEUIL Laurence	Dermatologie
M. VIADER Fausto	Neurologie
M. VIVIEN Denis	Biologie cellulaire

### PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

### PROFESSEUR ASSOCIÉ DES UNIVERSITÉS A TEMPS PLEIN

M. VABRET François	Addictologie
--------------------	--------------

### PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

M. de la SAYETTE Vincent	Neurologie
Mme DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne	Dermatologie
Mme LESCURE Pascale	Gériatrie et biologie du vieillissement
M. SABATIER Rémi	Cardiologie

### PRCE

Mme LELEU Solveig	Anglais
-------------------	---------

Année Universitaire 2018 / 2019*Doyen*

Professeur Emmanuel TOUZÉ

*Assesseurs*

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)*Directrice administrative*

Madame Sarah CHEMTOB

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS  
HOSPITALIERS

M. ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M. BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M. BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M. COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M. CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M. DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme DEBRUYNE Danièle <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2019</small>	Pharmacologie fondamentale
Mme DERLON-BOREL Annie <small>Éméritat jusqu'au 31/08/2020</small>	Hématologie
Mme DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme DUPONT Claire	Pédiatrie
M. ÉTARD Olivier	Physiologie
M. GABEREL Thomas	Neurochirurgie

M. GRUCHY Nicolas	Génétique
M. GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie
M. HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M. ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M. LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme LEPORRIER Nathalie <small>Éméritat jusqu'au 31/10/2020</small>	Génétique
Mme LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie
M. LUBRANO Jean	Chirurgie générale
M. MITTRE Hervé	Biologie cellulaire
M. REPESSÉ Yohann	Hématologie
M. SESBOÜÉ Bruno	Physiologie
M. TOUTIRAIS Olivier	Immunologie
M. VEYSSIERE Alexis	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

### MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

Mme ABBATE-LERAY Pascale	Médecine générale
M. COUETTE Pierre-André <small>(fin 31/08/19)</small>	Médecine générale
M. LE BAS François <small>(fin 31/08/19)</small>	Médecine générale
M. SAINMONT Nicolas <small>(fin 31/08/19)</small>	Médecine générale
Mme NOEL DE JAEGER Sophie <small>(fin 31/08/2021)</small>	Médecine générale

## **REMERCIEMENTS :**

### **A mon Maître et Président du Jury**

#### **Monsieur le Professeur BENATEAU Hervé**

Je vous remercie d'avoir accepté de présider ce jury de thèse et d'avoir dirigé ce travail.

Je vous suis, tout d'abord, très reconnaissante de m'avoir permis d'accéder à cette spécialité de chirurgie maxillo-faciale. Je vous remercie également de votre accompagnement et de la formation que vous m'avez apportée, vous et votre équipe, tout au long ces années passées dans votre service. Fière de me compter parmi vos élèves, je vous prie, Monsieur le Professeur BENATEAU, de bien vouloir trouver dans ce travail le témoignage de ma grande reconnaissance et de mon profond respect.

### **A mes Maîtres et Juges**

#### **Madame le Professeur EMERY Evelyne**

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter d'être membre de ce jury de thèse et je vous en suis très reconnaissante.

J'ai eu le plaisir, dès mon premier semestre d'internat, de découvrir à vos côtés le monde de la neurochirurgie, spécialité pour laquelle je garderai toujours un grand intérêt. La formation que j'ai reçue de votre part et auprès des membres de votre équipe m'est et me sera toujours très précieuse.

Vous m'avez aussi prodigué de précieux conseils. Lesquels, je tacherai de garder présents à l'esprit tout au long de ma vie professionnelle. Recevez ici, Madame Le Professeur EMERY, le témoignage de ma profonde affection, de ma gratitude et de ma grande admiration.

#### **Monsieur le Professeur CORRE Pierre**

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Le semestre passé, à apprendre à vos côtés dans votre service, m'a paru court mais très enrichissant. Vous avez su, depuis mes débuts dans le monde médical, éveiller ma passion pour cette spécialité chirurgicale pour laquelle j'ai opté. Vous êtes, et demeurez pour moi, un exemple de compétence et de rigueur professionnelle. Vos qualités pédagogiques m'ont été d'une aide précieuse. Soyez assuré, Monsieur Le Professeur CORRE, de mon profond respect et de ma grande admiration.

**Monsieur le Docteur VEYSSIERE Alexis**

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail.

J'ai eu le plaisir d'apprendre et d'évoluer à vos côtés. Votre passion et votre dextérité dans l'exercice de votre profession de chirurgien m'ont été très profitables.

Veillez trouver dans ce travail, Monsieur le Docteur VEYSSIERE, l'expression de mon respect et de ma reconnaissance.

**Monsieur le Docteur GARMI Rachid**

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail.

J'ai eu le plaisir de vous rencontrer au cours de mon parcours d'internat et de me former à vos côtés. Vous avez su partager votre savoir-faire des techniques chirurgicales de reconstruction qui m'a été très précieux.

Je vous remercie de l'aide apportée pour la réalisation de cette thèse. Veuillez trouver dans ce travail, Monsieur le Docteur GARMI, le témoignage de mon respect et de ma grande reconnaissance.

**A mes Maîtres, qu'ils trouvent dans ce travail le témoignage de toute ma gratitude et de mes remerciements**

Monsieur le Professeur CHOSSEGROS Cyrille

Monsieur le Professeur GUYOT Laurent

Madame le Docteur CHATELLIER Anne

Monsieur le Docteur GOUDAL Jean-Yves

Monsieur le Docteur PIOT Benoît

Monsieur le Docteur PERRIN Jean-Philippe

Madame le Docteur LONGIS Julie

Madame le Docteur LOUIS Marie-Yolande

Monsieur le Docteur DE RAUCOURT Dominique

Madame le Docteur LASNE-CARDON Audrey

Monsieur le Docteur CHEYNET François

Monsieur le Docteur FOLETTI Jean-Marc

Monsieur le Docteur KHOURI Samih

Monsieur le Docteur BORHA Alin

Monsieur le Docteur LUCAS François

Monsieur le Docteur GABEREL Thomas

Monsieur le Docteur GADAN Roberto

Monsieur le Docteur KORSO Fouad

Monsieur le Docteur BENABADJI Franck

***A mes Grands-Parents disparus,***

***A ma Grand-Mère,***

***A mes Parents,***

***A tous mes proches,***

***A mes Amis.***

## **ABREVIATIONS :**

ATM : articulation temporo-mandibulaire

BIMAX : chirurgie maxillo-mandibulaire

CHU : Centre Hospitalier et Universitaire

DAM : dysfonction de l'appareil manducateur

DIA : dérangement interne articulaire

DS : déviation standard

ENPP1: Ecto-Nucleotide Pyrophosphatase/Phosphodiesterase 1

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

OIM : Occlusion inter-maxillaire

OSBM : ostéotomie sagittale des branches montantes

RC : résorption condylienne

Tc99m-MDP : Technétium 99m Méthylène Diphosphonate

## **TABLEAUX ET FIGURES :**

Figure 1 : Différents types condyliens.....	7
Figure 2 : Inclinaison condylienne selon Hwang.....	7
Figure 3 : Types occlusaux : Occlusion stable, occlusion instable en classe II et en classe I. ....	11
Figure 4 : Différents profils de résorption condylienne selon Hoppenreijs. ....	15
Figure 5 : Prototype des altérations morphologiques condyliennes selon Bolrstlap.....	15
Figure 6 : Classification scanographique des anomalies osseuses dans les pathologies dégénératives de l'ATM.....	16
Figure 7 : Représentation 3D des formes condyliennes au cours du processus de RC.....	17
Figure 8 : Interprétation des signes d'imagerie dans l'évaluation des signes de remodelage condylien.....	17
Figure 9 : Fréquence des signes de remodelage de la tête condylienne en post-opératoire.....	18
Figure 10 : Scintigraphie au Tc 99m-MDP d'une résorption condylienne active.....	19
Figure 11 : Allongement des implants (en millimètre) en fonction des forces appliquées (en Newton).....	24
Figure 12 : Endommagement des implants selon le réglage.....	24
Figure 13 : Rigidité en flexion.....	25
Figure 14 : Rigidité en torsion.....	25
Figure 15 : Mesure de la hauteur condylienne.....	28
Figure 16 : Mesure de la hauteur du ramus.....	29
Figure 17 : Patient N°60.....	39
Figure 18 : Patient N°64.....	40
Figure 19 : Patient N° 18.....	41
Tableau 1 : Principales plaques d'ostéosynthèse mandibulaire.....	20
Tableau 2 : Plaque en S du laboratoire MATERIALISE®.....	22
Tableau 3 : Critères radiographiques correspondants d'analyse de résorption condylienne post-opératoire. ....	30
Tableau 4 : Répartition des interventions chirurgicales.....	32
Tableau 5 : Hauteur des rami aux trois temps T0-T1-T2.....	33
Tableau 6 : Hauteur des condyles mandibulaires aux trois temps T0-T1-T2.....	34
Tableau 7 : Analyse appariée des mobilités mandibulaires (Test ANOVA). ....	35
Tableau 8 : Répartition des signes de DAM pré-opératoire des 21 patients.....	35
Tableau 9 : Répartition des signes de DAM en post-opératoire. ....	36
Graphique 1 : Résultat statistique global des hauteurs ramiques. ....	33
Graphique 2 : Résultat statistique global des hauteurs des segments condyliens.....	34

## **ANNEXES :**

Annexe 1 : Avis du CLERS .....	49
Annexe 2 : Protocole de consultation pour les suivis à 2 ans post chirurgie orthognathique.....	50
Annexe 3 : Hauteur des rami et variation de Hr en % .....	51
Annexe 4 : Hauteur des condyles et variation des Hc en mm.....	51
Annexe 5 : Classes squelettiques et mesures des angles mandibulaires .....	52
Annexe 6 : Temps de traitement orthodontique en pré-opérateur, post-opérateur, et temps total.....	52

# 1 **SOMMAIRE**

<b>2</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Méthode de recherche bibliographique .....</b>	<b>3</b>
	<b>4 Définitions</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Etiologies des résorptions condyliennes .....</b>	<b>5</b>
5.1	Facteurs intrinsèques .....	5
5.1.1	Génétiques.....	5
5.1.2	Genre, facteurs hormonaux et âge.....	5
5.1.3	Dysmorphoses dento-squelettiques .....	6
5.1.4	Dysfonction de l'appareil manducateur .....	6
5.1.5	Forme et axe condylien .....	6
5.1.6	Inclinaison sagittale.....	7
5.2	Facteurs extrinsèques .....	8
5.2.1	Chirurgie orthognathique .....	8
	5.2.2 Traumatologie	11
5.2.3	Instabilité occlusale.....	11
5.2.4	Dérangement interne de l'ATM .....	12
<b>6</b>	<b>Diagnostic des résorptions condyliennes.....</b>	<b>13</b>
	6.1 Clinique	13
6.1.1	Signes fonctionnels .....	13
6.1.2	Signes cliniques.....	13
6.2	Signes radiologiques.....	14
6.2.1	Panoramique dentaire.....	14
6.2.2	Téléradiographie de Face et de Profil.....	16
6.2.3	Scanner et Cone Beam Computer Tomography .....	16
6.2.4	Imagerie par Résonance Magnétique .....	18
6.2.5	Scintigraphie au Technétium 99m Méthylène Diphosphonate.....	19
<b>7</b>	<b>Plaques d'ostéosynthèse a réglage sur site en S (société materialise®).....</b>	<b>20</b>
	7.1 Introduction	20
7.2	Historique .....	20
7.3	Propriétés biomécaniques .....	23
7.3.1	Etude en mouvement linéaire .....	23
7.3.2	Mouvements en torsion .....	25

<b>8 Matériels et méthodes</b> .....	<b>26</b>
8.1 Critères d'inclusion .....	26
8.2 Critères d'exclusion.....	26
8.3 Recueil des données .....	26
8.4 Analyse radiologique.....	27
8.5 Critères de jugement principal.....	30
8.6 Analyse statistique.....	30
<b>9 Résultats</b> .....	<b>32</b>
9.1 Caractéristiques des patients.....	32
9.2 Analyses téléradiographiques de profil .....	32
9.2.1 Analyse de la hauteur des rami mandibulaires .....	33
9.2.2 Analyse de la hauteur des condyles mandibulaires .....	34
9.3 Analyse des critères cliniques.....	35
9.3.1 Analyses des signes des RC .....	35
9.3.2 Analyses de la mobilité mandibulaire .....	35
9.3.3 Les DAM .....	35
9.3.4 Les traitements orthodontiques pré-opératoires .....	37
<b>10 Discussion</b> .....	<b>38</b>
<b>11 Conclusion</b> .....	<b>44</b>
<b>12 Bibliographie</b> .....	<b>45</b>
<b>13 Annexes</b> .....	<b>49</b>

## **2 INTRODUCTION :**

L'articulation temporo-mandibulaire (ATM) est une diarthrose unissant la fosse mandibulaire de l'os temporal au condyle mandibulaire par l'intermédiaire d'un disque fibrocartilagineux. C'est une des articulations de l'organisme les plus sollicitées avec environ 100 000 mouvements / 24h. Elle est composée de 3 entités, que sont la surface articulaire temporale, le condyle mandibulaire et le disque articulaire, solidarisés par l'appareil capsulo-ligamentaire et l'environnement musculaire (muscles releveurs et abaisseurs de la mandibule).

L'ATM est une articulation particulièrement complexe, dont le caractère adaptatif dépend de l'occlusion, des fonctions du système manducateur et du profil squelettique cranio-facial (1). Cette articulation n'est pas considérée comme d'autres articulations dites « en charge directe », mais fonctionne en « suspension ». Les contacts occlusaux dentaires amortissent les forces pouvant y engendrer une pression intra articulaire trop élevée (2).

Contrairement aux autres articulations du corps humain, les pathologies dégénératives y sont rares. Les résorptions condyliennes (RC) sont une pathologie spécifique de ces articulations. Ces RC, qu'il faut différencier des remodelages osseux physiologiques, sont à l'origine d'altérations morphologiques et volumiques condyliennes, et sont responsables de dysmorphoses dento-squelettiques et de troubles dysfonctionnels.

Leurs étiologies sont multiples. Elles peuvent être imputables au patient (sexe, âge, statut hormonal, pathologie inflammatoire systémique, dysmorphose dento-squelettique préexistante, ou consécutives à des facteurs extérieurs (traitement orthodontique, chirurgie orthognathique, antécédents de traumatisme maxillo-facial, etc).

La chirurgie orthognathique a pour but la correction des dysmorphoses dentofaciales. Si parfois l'esthétique est associée à cette chirurgie, il n'en demeure pas moins que son but ultime, en intervenant sur les bases osseuses des maxillaires, est de mettre les arcades dentaires dans un positionnement normal pour une occlusion dentaire idéale sans conséquences fonctionnelles. Des risques propres à la chirurgie orthognathique ont été soulignés dans la littérature (3). Elle est connue pour être un facteur de risque pouvant engendrer les RC (4,5).

Deux principaux enjeux entourent ainsi la chirurgie orthognathique. D'une part limiter les phénomènes de RC, en respectant le positionnement condylien lors de l'ostéosynthèse, et d'autre part garantir sur le long terme une stabilité du montage chirurgical. De nombreux outils d'ostéosynthèse ont été développés depuis les années 70 jusqu'à nos jours (fils d'acier, vis bicorticales, plaques rigides, plaques et mini-plaques ajustables ou déformables). Dans le service de chirurgie maxillo-faciale du CHU de Caen, nous utilisons depuis octobre 2010 des mini-plaques des laboratoires MATERIALISE® en forme de S. Le caractère déformable de ces mini-plaques permet de rectifier si

besoin l'occlusion dentaire en peropérateur et permet ainsi, a priori, de limiter les sollicitations mécaniques sur les condyles mandibulaires.

L'objectif de cette thèse, à travers une étude rétrospective chez 40 patients consécutifs, ayant bénéficiés d'une chirurgie orthognathique utilisant les mini-plaques d'ostéosynthèse en forme de S des laboratoires MATERIALISE®, est d'évaluer la survenue de résorptions condyliennes.

### **3 METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE :**

Une revue systématique de la littérature scientifique a été réalisée à partir de la base de données PubMed de 1989 à 2019. Elle associait des combinaisons multiples de mots clé : condylar resorption, condylar remodelling, orthognathic surgery.

Les articles reliés trouvés manuellement ont été associés.

Seuls les articles publiés en langue anglaise ou française ont été inclus.

#### **4 DEFINITIONS :**

Le remodelage condylien correspond à la faculté d'adaptation de l'ATM en réponse à un stress mécanique, afin d'assurer l'homéostasie morphologique, fonctionnelle et occlusale. Selon la définition d'Arnett et al (6), ce remodelage est dit « fonctionnel » lorsque l'adaptation physiologique de l'ATM entraîne des changements condyliens stables sans retentissement fonctionnel ou occlusal. Il devient dysfonctionnel, lorsque les contraintes mécaniques sont excessives ou prolongées et/ou lorsque les capacités adaptatives du condyle sont dépassées. On assiste alors à des modifications morphologiques évolutives et à des troubles fonctionnels (5) : c'est ce que l'on appelle la résorption condylienne (RC).

La RC se caractérise par des douleurs, accompagnées ou non d'autres signes fonctionnels tels les claquements et ressauts. Au début de la RC, un léger recul de la mandibule peut être noté. Lorsque la maladie progresse, peuvent apparaître une béance antérieure, une véritable malocclusion de classe II, une diminution de la hauteur du ramus avec un contact molaire prématuré, une diminution de la hauteur postérieure de la face, une ouverture de l'angle mandibulaire voire, un rétrécissement des voies respiratoires oropharyngées pour les formes sévères (7).

Si la RC est unilatérale, on retrouve du côté homolatéral au condyle affecté une déviation du point inter incisif associé à une latérogénie, une classe II, un inversé d'articulé dentaire et un contact molaire prématuré et du côté controlatéral, une béance (8).

Radiologiquement, l'unité condylienne est réduite en volume, aplatie et déjetée en arrière, avec, dans les formes évolutives, une perte de corticalisation (1).

## **5 ETIOLOGIES DES RESORPTIONS CONDYLIENNES**

La RC est une entité mal comprise dont la complexité physiopathologique est difficile à définir de manière claire. Elle englobe toute perte de hauteur avec une altération progressive et irréversible de la morphologie condylienne (2). Les causes des RC sont multifactorielles et peuvent être répertoriées en facteurs intrinsèques, propres à l'individu (pathologies systémiques telles que les maladies immunitaires, les maladies rhumatismales et les maladies des tissus conjonctifs ; le déséquilibre oestrogénique, l'utilisation de stéroïdes) et en facteurs extrinsèques (post traumatique, chirurgie orthognathique, traitement orthodontique (3)). La RC est dite idiopathique lorsqu'aucune cause n'a pu être identifiée (5).

### **5.1 Facteurs intrinsèques**

#### **5.1.1 Génétiques**

A ce jour, aucun facteur génétique n'a été identifié comme responsable de RC. Des recherches sont actuellement en cours au sujet de l'implication de certains gènes pouvant avoir un rôle dans les phénomènes de RC, notamment sur les polymorphismes nucléotidiques du gène Ecto-Nucleotide Pyrophosphatase/Phosphodiesterase 1 (ENPP1), un des principaux régulateurs de la minéralisation osseuse au sein des chondrocytes et des ostéoblastes (1).

Les travaux de certains auteurs étayent différentes hypothèses quant à l'implication de ces polymorphismes génétiques et leur lien avec le mécanisme de RC. Deeley et al (2015) ont mis en évidence une corrélation avec la survenue de dysmorphose dento-squelettique de classe III et suggèrent leur rôle dans la régulation morphobiométrique osseuse (9). L'équipe de Sciote (2015) décrit une corrélation avec le développement de dysfonction de l'appareil manducateur (DAM) et impute leur rôle sur un versant dysmorphofonctionnel dans la survenue de RC (10). Enfin, Chung et al (2017) retrouvent une corrélation avec la survenue d'asymétries faciales et de déplacement condylien, facteurs pouvant engendrer une RC (11).

Ces caractéristiques génétiques pourraient être des paramètres indicateurs à prendre en considération pour identifier certains patients à risque.

#### **5.1.2 Genre, facteurs hormonaux et âge**

Gunson et al (2012) rapportent que la population féminine d'âge jeune (de la période pubertaire jusqu'à la 3<sup>ème</sup> décennie) est plus sujette à développer des RC (12). De plus, le déficit ou l'action directe des œstrogènes (17βoestradiol) joueraient un rôle important dans la physiopathologie de ces troubles. En effet, la haute concentration en récepteurs aux œstrogènes dans l'ATM et le rôle des 17βoestradiol dans la régulation des lymphocytes T, eux-mêmes impliqués dans la destruction des structures articulaires via les interleukines 17 peuvent expliquer cette prédisposition.

### **5.1.3 Dismorphoses dento-squelettiques**

Les dysmorphoses dento-squelettiques sont connues pour être un facteur de remodelage condylien, même s'il est difficile de dire statistiquement quelle dysmorphose est la plus fréquemment impliquée dans les RC (1). Le remodelage condylien est observé chez les patients présentant une classe II dento-squelettique, avec béance antérieure, une hyperdivergence faciale, un angle mandibulaire ouvert, et un rapport inférieur à 66% entre la hauteur faciale postérieure et la hauteur faciale antérieure. Chaque dysmorphose dentaire et/ou maxillaire s'accompagne d'une morphologie d'articulation temporo-mandibulaire propre, tant par la forme du condyle et sa place dans la cavité glénoïde, que par la position du disque articulaire. Ainsi le condyle est plus antérieur dans une classe II division 1 que dans une classe III (13).

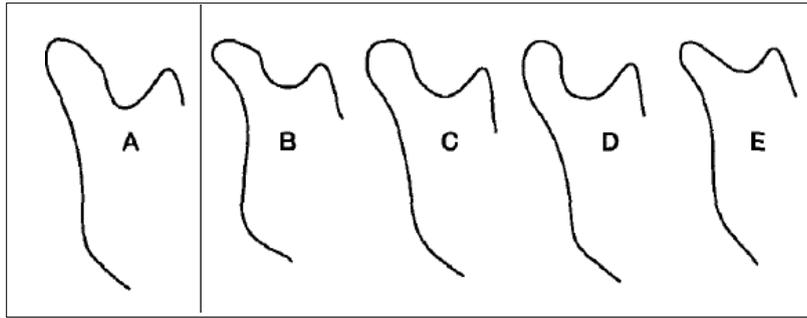
### **5.1.4 Dysfonction de l'appareil manducateur (DAM)**

Si l'incidence des DAM est estimée entre 5 à 70 % selon les études, il est établi que ces DAM sont plus fréquentes dans la population féminine et sont aussi concomitantes à certaines dysmorphoses notamment les classes II dento-squelettiques et les hyperdivergences faciales.

D'un autre côté, si la présence de DAM pré-opératoire peut être considérée comme facteur de risque de DAM post-opératoire (14), son lien de causalité avec la RC est moins certain. La série comparative de Hwang et al. (2000) ne retrouve aucun lien de causalité entre RC et DAM pré-opératoire (15).

### **5.1.5 Forme et axe condylien**

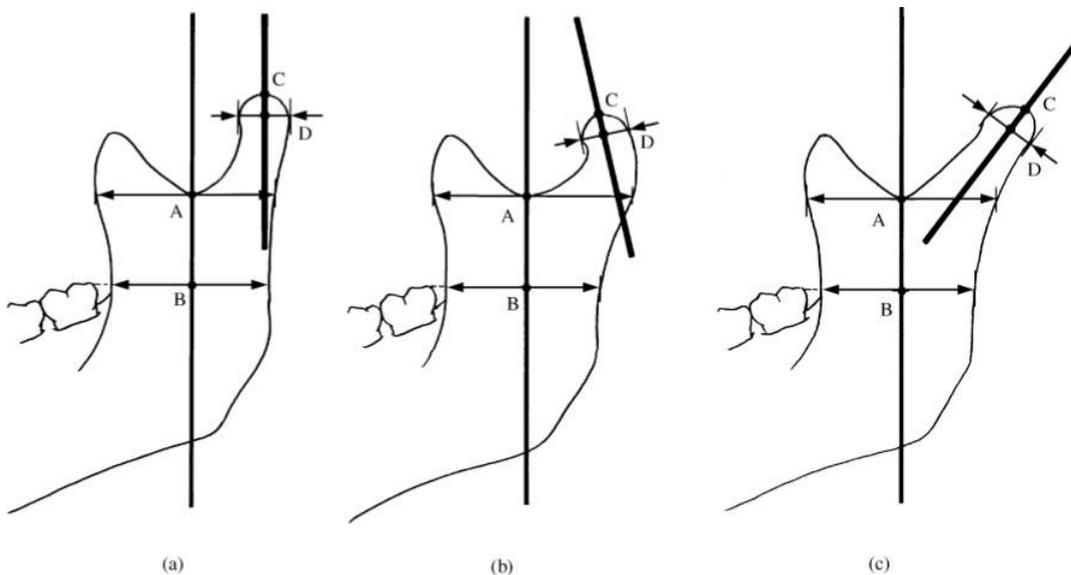
Hoppenreijns et al (1999) ont procédé à une classification des condyles mandibulaires et ont identifié cinq classes (A,B,C,D, E). Le type C est le plus fréquent dans la population générale (16). Dans leur étude rétrospective, ces mêmes auteurs remarquent que la RC est plus fréquente sur les condyles de types B et E, mais varie selon le type condylien initial avant l'intervention chirurgicale. Ils remarquent aussi que, quel que soit le type condylien, cette résorption est plus souvent antéro-postéro-supérieure (dans 58% des cas) et antéro-supérieure (dans 32% des cas). La résorption condylienne se trouvait plutôt sur le versant supérieur chez des patients en « deep bite » avec des condyles de type C. En revanche, chez les patients en open bite, les condyles de type B sont plus souvent touchés avec une résorption antéro-supérieure (figure 1).



**Figure 1 : Différents types condyliens classés selon leur ratio hauteur/largeur et inclinaison des têtes condyliennes. Type A : Hauteur/largeur  $\geq 1$ , Types B, C, D, E ont des rapports hauteur/largeur  $< 1$ . Type B : incurvation condylienne postérieure. Type C : le condyle dans l'alignement du col. Type D : incurvation condylienne antérieure. Type E : condyle pointu ou en forme de « doigt ».**  
**Hoppenreijns 1999 (16).**

### 5.1.6 Inclinaison sagittale

Hwang et al. (2000) étudient le cas de 11 patientes ayant présenté une RC après chirurgie orthognathique. Ils ont remarqué que chez toutes ces patientes, une inclinaison postérieure de l'axe condylien (figure 2) était présente en pré-opératoire. Ils concluent par le fait que l'inclinaison postérieure du col condylien contribuerait donc à la RC post-chirurgie orthognathique (17).



**Figure 2 : Inclinaison condylienne selon Hwang. Le condyle et la branche montante du ramus ont été tracés des deux côtés de la radiographie. Les points médians de la largeur de la branche montante au-dessous de l'échancrure sigmoïde (A) et au niveau du plan d'occlusion mandibulaire (B) ont été déterminés. Une ligne verticale passait par ces deux points A et B.**

Le sommet de la tête condylienne (C) et le centre de la partie la plus large du condyle (D) ont été marqués par une autre ligne a été tracée entre ces deux points. L'inclinaison sagittale du col condylien a été classée en (a) verticale, (b) inclinaison antérieure et (c) inclinaison postérieure (17).

## **5.2 Facteurs extrinsèques**

### **5.2.1 Chirurgie orthognathique**

La prise en charge chirurgicale orthognathique au sens large regroupe plusieurs techniques. Chacune de ces techniques présente des contraintes mécaniques, s'exerçant sur le squelette facial et sur les ATMs, qui risquent d'engendrer des RC.

#### **5.2.1.1 Le type d'ostéotomie**

Tout type d'ostéotomie présente un risque de RC. Une récente revue de la littérature retrouve une incidence de RC qui varie de 0 à 4,2 % pour les ostéotomies sagittales des branches montantes (OSBM) associées ou non à une ostéotomie maxillaire de Le Fort 1 (18). Dans OSBM, le mouvement d'avancée mandibulaire entraîne une rotation des valves externes vers le dehors. Il en résulte un recul, une médialisation et une translation des condyles (19).

Dans les ostéotomies maxillaires de Le Fort 1, isolées ou associées à une OSBM, on observe une auto-rotation des condyles mandibulaires. Ce déplacement n'est pas sans conséquence, comme le décrivent Hwang et al (2000), qui retrouvent une corrélation entre l'importance de la rotation, le déplacement postérieur du condyle et la survenue d'une RC (15).

Enfin, il n'a pas été montré d'influence quelconque de la génioplastie sur la RC.

#### **5.2.1.2 L'avancée mandibulaire**

L'amplitude de l'avancée mandibulaire après une OSBM et la survenue de la RC est toujours sujet à discussion. Après exécution de cette technique orthognathique, les tissus adjacents sont étirés et tendent à tracter l'arcade dentaire vers sa position initiale. L'importance de l'étirement tissulaire serait en corrélation avec le degré d'avancée mandibulaire. Cet étirement se répercuterait alors de façon bilatérale sur les condyles, pouvant ainsi contribuer à générer une RC (4). Certains auteurs considèrent la valeur de l'amplitude de l'avancée mandibulaire comme un facteur favorisant de RC. S'ils ont fixé que ce risque de développer une RC après OSBM intervient à partir d'une avancée supérieure à 5 mm, ils ont décrit comment il est multiplié par 5.2 pour une avancée entre 5 et 10 mm, et par 20 pour une avancée supérieure à 10 mm (20). A l'inverse, d'autres auteurs ne retrouvent aucune corrélation entre l'importance de l'avancée mandibulaire et la résorption condylienne (15,16).

Néanmoins, en pratique courante, une avancée supérieure à 7 mm est retenue comme facteur de risque d'une part, de récurrence de dysmorphose dento-squelettique et, d'autre part, de développement d'une RC post-opératoire (21).

### **5.2.1.3 La méthode de positionnement condylien**

Le positionnement condylien lors des ostéosynthèses est fondamental pour parfaire l'occlusion et prévenir à la fois les instabilités et les dysfonctions articulaires à long terme. Plusieurs méthodes de positionnement condylien ont été développées. La méthode manuelle dite « à l'estime » est de très loin la plus répandue. Elle consiste à repositionner le condyle différemment selon les classes dento-squelettiques :

- une position plutôt postérieure forcée dans la cavité glénoïde lors d'une correction d'une classe II tout en alignant les bords basilaires ;
- une position plutôt neutre au milieu de la glène lors d'une correction d'une classe III, toujours en alignant les bords basilaires (22).

Des méthodes et des dispositifs ont été développés et testés afin de contrôler la bonne position du condyle dans la cavité glénoïde. La plus classique reste la plaque de Lühr (plaque fixée entre le bord antérieur du ramus et la console maxillo-zygomatique). D'autres dispositifs de repositionnement condylien ont été publiés mais dont l'utilisation reste modeste (tiges d'acier, échographie, navigation chirurgicale, guides tridimensionnels (23,24).

Il est à noter que toutes ces techniques alourdissent la procédure chirurgicale et allongent le temps opératoire. Enfin, aucune méthode de repositionnement condylien n'a montré sa supériorité concernant le risque de RC (25).

### **5.2.1.4 L'ostéosynthèse et le blocage maxillo-mandibulaire**

Il existe différents dispositifs d'ostéosynthèse en chirurgie orthognathique. Les ostéosynthèses souples (au fil d'acier) permettaient au condyle de reprendre une place de façon spontanée dans sa cavité, sans entraîner de contraintes mécaniques (25). Néanmoins, afin d'assurer la stabilité du montage et une bonne consolidation osseuse, le blocage maxillo-mandibulaire prolongé de 6 à 8 semaines restait nécessaire. Or, celui-ci est responsable de forces néfastes pour l'appareil condylien et, à long terme, à l'origine de RC. Bouwman et al. (1994) ont étudié l'incidence des RC après un blocage maxillo-mandibulaire de longue durée. Ils ont comparé deux groupes de patients : un premier ayant bénéficié d'une chirurgie de Le Fort 1 ne nécessitant pas blocage dans le post-opératoire et, un second ayant bénéficié d'une chirurgie maxillo-mandibulaire pour qui le blocage était nécessaire en post-opératoire. Ils ont montré l'existence d'un risque de RC significativement majoré chez les patients ayant eu un blocage maxillo-mandibulaire (26,4%) par rapport aux patients qui n'en ont pas eu (11,9%) ( $p=0,039$ ) (26).

L'avènement des ostéosynthèses par plaques rigides, apparu dans les années 80, a amélioré la stabilité au montage chirurgical, permettant de s'affranchir en post-opératoire du blocage maxillo-

mandibulaire long au profit d'un blocage plus court et souple aux élastiques (guidance aux élastiques). Cependant, les forces et contraintes que ces plaques exercent sur les structures anatomiques adjacentes, et notamment les condyles, entraînent à long terme des phénomènes de RC dont l'incidence a été estimée à 7,7% (20).

Selon Arnett (1996), l'ostéosynthèse rigide (par plaque rigide ou par vissage bicortical) mandibulaire quelle qu'elle soit, est responsable d'une résorption osseuse sur la partie postérieure de la fosse glénoïde, associée à une résorption condylienne centrée sur la partie postérieure avec un recul du condyle (6). En 2016, Ferri et al rappellent que lors d'une ostéosynthèse faite en compression ou induisant une rotation axiale de l'unité condylienne, une pression excessive persistante sur le condyle serait à l'origine de sa résorption. De fait, ce seraient les compressions consécutives à la synthèse qui induiraient ce phénomène plus que les plaques en elles-mêmes (1).

Des plaques dites « semi-rigides » ont alors fait leur apparition dans l'arsenal des matériaux disponibles. Elles se définissent comme étant suffisamment rigides pour entraîner une consolidation osseuse, et suffisamment souples pour s'adapter à l'occlusion (25). Certaines d'entre elles sont ajustables, ou à réglage, sur site. Elles comprennent souvent une glissière ou un curseur qui permettent d'ajuster l'occlusion avant le verrouillage par une seconde vis. D'autres sont modelables ou déformables sur site, et permettent, après leur fixation, de rectifier en peropératoire l'occlusion en les modulant à l'aide d'une pince spécifique. Joos et al en 1999 ont réalisé une étude de la stabilité du montage chirurgical chez 40 patients (30 femmes et 10 hommes), 27 traités pour une classe II et 13 pour une classe III. L'ostéosynthèse était réalisée à l'aide de plaques à glissières. La moyenne d'avancée mandibulaire qui a été pratiquée était de 6 mm pour un recul moyen de 8 mm. Dans leur analyse post-opératoire, ils rapportent qu'aucun patient n'a présenté de signe de DAM, aucun signe de dysmorphose, et qu'aucun signe de RC n'a été révélé cliniquement ni radiologiquement (27). Une étude plus récente sur la stabilité à long terme a été réalisée avec l'utilisation des plaques ajustables à glissière développées par Baek. Les 26 patients de la cohorte, en classe III dento-squelettique, avaient bénéficié d'une OSBM de recul ou d'une chirurgie maxillo-mandibulaire associée à une section des muscles ptérygoïdiens, afin de limiter les tractions des tissus mous. Elle conclue sur le fait que ces plaques à glissière limiteraient le risque de rechute à long terme (28).

#### **5.2.1.5 Traitements orthodontiques**

Les traitements orthodontiques peuvent modifier la position du condyle mandibulaire, retentir sur la biomécanique de l'ATM et entraîner un remodelage osseux fonctionnel. Lorsque les forces appliquées par le système orthodontique sont trop importantes, des processus de résorption peuvent apparaître (22).

La littérature est pauvre sur les phénomènes de RC après traitements orthodontiques. Une incidence de 9% d'aplatissement des surfaces articulaires a été décrite en 1995 sur des patients ayant bénéficié d'un traitement orthodontique (29). En 2005, deux cas de remodelage condylien ont été rapportés après traitement orthodontique, sans pour autant conclure de façon formelle quant au rôle direct de ce traitement sur le déclenchement de la RC (30).

### 5.2.2 Traumatologie

Différents traumatismes cranio faciaux impliquent les ATM, soit par un mécanisme direct, soit par une mise en tension des structures adjacentes qui s'y répercutent. On retrouve les traumatismes iatrogènes, comme les extractions de 3<sup>èmes</sup> molaires, la chirurgie orthognathique, ou encore la chirurgie de l'ATM, ou les traumatismes accidentels, tels que les fractures mandibulaires et notamment les fractures sous condyliennes et capitales (6).

La série de 13 patients d'Iizuka et al (1991) ayant été opérés de fractures sous condyliennes hautes avec une ostéosynthèse par voie ouverte ont tous présenté des signes de RC (31). Il reste difficile d'imputer, de façon stricte, un lien entre le traumatisme ou la chirurgie réparatrice et la RC. Mais il est probable que ces deux facteurs ont un rôle dans l'apparition de ce trouble.

### 5.2.3 Instabilité occlusale

Une occlusion instable peut engendrer à long terme une RC. En effet, les travaux d'Arnett et al. (1996) décrivent deux types d'occlusions inter-maxillaires (OIM) indépendamment de la classification d'angle : stable et instable (figure 3). Dans l'OIM stable, le condyle n'est pas dévié (figure A) tandis que dans l'OIM instable, en classe II (figure B) ou en classe I d'angle post chirurgicale (figure C), le condyle est dévié et comprimé en postéro-latéral, pouvant générer une RC postérieure (6).

Après une chirurgie orthognathique, l'instabilité occlusale est aussi favorisée par l'absence de contact molaire (béance postérieure souvent rattrapée avec la poursuite du traitement orthodontique et l'égression naturelle des dents), responsable de forces compressives et par conséquent d'un remodelage dysfonctionnel au niveau des condyles.

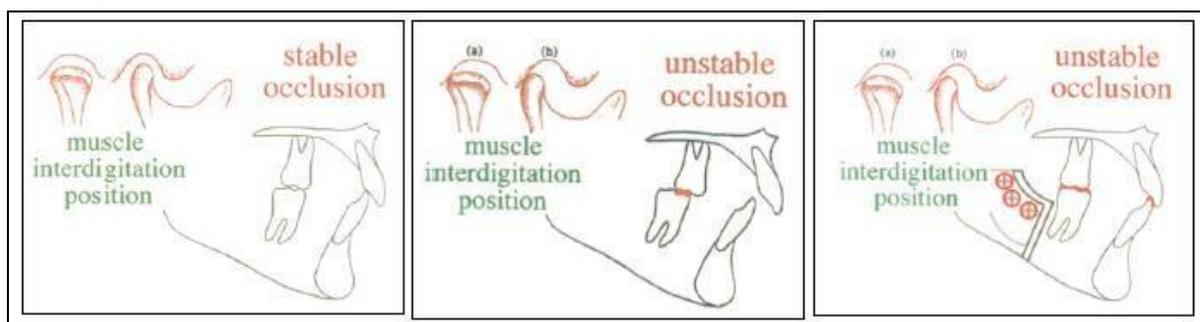


Figure 3 : Types occlusaux : Occlusion stable en classe II (A), occlusion instable en classe II avec un déplacement postéro-latéral du condyle (B), occlusion instable en classe I post-opératoire (C). Arnett 1999 (6).

#### **5.2.4 Dérangement interne de l'ATM (DIA)**

Le déplacement progressif vers l'avant du disque de l'articulation peut être à l'origine d'un remodelage condylien en contribuant à la compression des tissus articulaires (6).

Pour certains auteurs, la position du disque articulaire jouerait un rôle majeur dans l'apparition d'une RC. Wolford et Cardenas (1999) expliquent qu'une luxation discale mettrait le condyle en position inadéquate ce qui, dans certains cas, pourrait l'amener à se résorber (8).

Le débat reste encore ouvert quant à savoir si ces luxations progressives antérieures du disque articulaire sont la cause ou la conséquence de la RC.

## **6 DIAGNOSTIC DES RESORPTIONS CONDYLIENNES :**

Le diagnostic de la RC repose sur l'interrogatoire, l'examen clinique et les données d'imagerie.

### **6.1 Clinique**

#### **6.1.1 Signes fonctionnels**

Les signes fonctionnels retrouvés sont très peu spécifiques. Il s'agit :

- **de la douleur.** Elle est inconstante mais fait cependant fréquemment partie du tableau. Elle est d'intensité modérée et siège dans l'articulation elle-même. De façon variable, elle peut irradier dans plusieurs territoires de l'extrémité céphalique (1) ;
- **de la symptomatologie articulaire.** Elle est à type de claquements, plus rarement de craquements ou clics articulaires. Ces divers bruits peuvent cependant être présents en cas de dysfonction de l'appareil manducateur préexistant ;
- **des troubles occlusaux.** Ils dépendent d'une part de l'importance de l'atteinte et, d'autre part, de la rapidité de son installation ;
- **d'une limitation de l'ouverture buccale** avec une diminution des mouvements mandibulaires.

Wolford et Gonçalves (2015) notent que ces signes fonctionnels sont absents dans 25 % des cas (32,33). En effet, chez ces patients, des anomalies pathologiques à l'imagerie des ATM étaient néanmoins retrouvées, ce que les auteurs expliquent de deux manières :

- le disque peut très tôt être non réductible dans le processus pathologique, créant une articulation dite « silencieuse » lors des fonctions masticatoires ;
- l'épaisseur synoviale du tissu hyperplasique peut augmenter, assurant une transition en douceur du condyle sur le disque déplacé pendant la translation condylienne.

Cette discordance entre la présence des signes fonctionnels et la présence de signes radiologiques expose certains patients à des risques post-opératoires de RC à long et moyen terme et, notamment, à des récurrences de dysmorphose dento-squelettique.

#### **6.1.2 Signes cliniques**

Les signes cliniques qui peuvent s'exprimer dans cette pathologie sont un recul mandibulaire avec une perte de la hauteur faciale postérieure associée à un contact molaire prématuré et une béance antérieure pour les formes d'installation rapide (1,32,34). Cela peut se traduire sur le plan morphologique par une inoclusion labiale de repos.

A noter que Hoppenreijns et al (1998) distinguent les RC «*deep bite*» (en supraclusion) et les RC «*open bite*» (béance antérieure) selon la localisation de la résorption sur le condyle.

Ils remarquent que les patients en béance antérieure étaient plus à risque de développer une RC que les patients en supraclusion probablement du fait des capacités d'adaptation moins bonnes aux charges fonctionnelles de leurs condyles (35).

Enfin, dans les cas de RC unilatérales ou bilatérales asymétriques, on retrouve (5,32,34) :

- une latérogénie ;
- une déviation du point inter-incisif inférieur vers le côté le plus atteint ;
- une classe II dento-squelettique ipsilatérale ;
- un articulé croisé avec un contact molaire prématuré homolatéral et une béance latérale controlatérale.

## **6.2 Signes radiologiques**

Les radiographies permettent à la fois la confirmation du diagnostic, d'évaluer l'activité de la résorption condylienne et d'aider à définir une attitude thérapeutique.

### **6.2.1 Panoramique dentaire**

Le panoramique dentaire permet d'apprécier des signes directs (diminution de la taille des condyles) et indirects (diminution de la hauteur des rami) de RC.

Son interprétation doit être prudente. En effet, la forme des condyles varie avec la position des patients lors de l'acquisition de l'imagerie. Selon Habets et al (1988), une différence de la taille de plus de 6 % de la hauteur du ramus entre les côtés droit et gauche sur le panoramique dentaire est un signe en faveur d'une RC. Cette valeur de 6% a d'ailleurs été retenue par la majorité des auteurs comme la valeur seuil permettant de faire la distinction entre le remodelage et la résorption (36).

Hoppenreijns et al (1999) décrivent trois types de RC selon leur topographie sur le condyle (figure 4). Elle est le plus souvent sur la partie antéro-supérieure. Ils définissent enfin le statut de RC avancée lorsque celle-ci atteint l'échancrure sigmoïde (16).

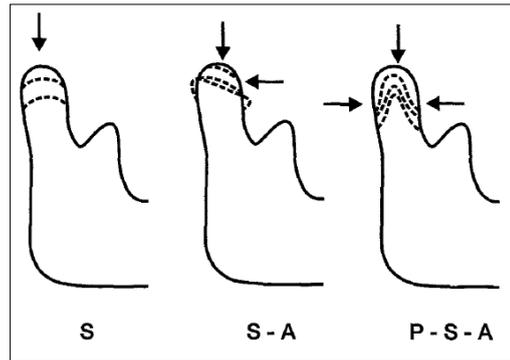


Figure 4 : Différents profils de résorption condylienne : sites impliqués dans le processus de résorption : (A) antérieur, (S) supérieur, (P) postérieur. Hoppenreijns 1999 (16).

Borstlap et al (2004) proposent une définition de l'échelle morphologique condylienne ou CMS (Condylar Morphologic Scale) comprenant trois scores (figure 5) (37) :

- **score 0** : condyle normal, sans altération ;
- **score 1** : remodelage condylien avec altération de la morphologie condylienne mais sans diminution de la hauteur du ramus. Seule une diminution de la hauteur condylienne est acceptable ;
- **score 2** : résorption condylienne avec altération morphologique et volumétrique du condyle responsable d'une diminution à la fois de la hauteur du ramus de plus de 6% et du condyle d'au moins 2 mm.

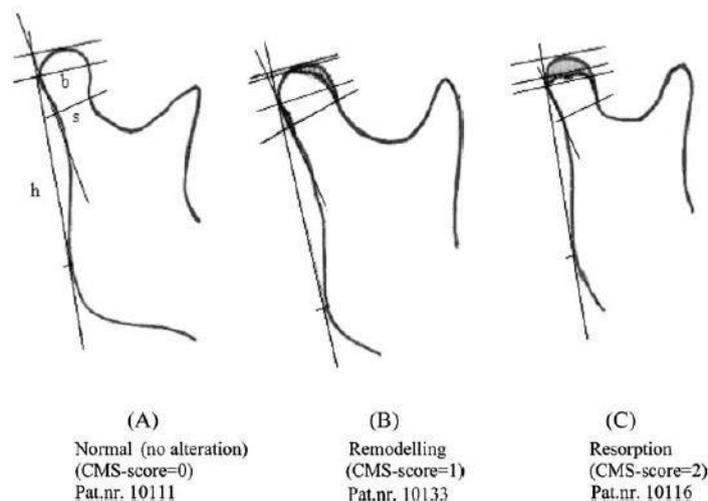


Figure 5 : Prototype des altérations morphologiques condyliennes chez 3 patients. b : dimension la plus large définie par une ligne perpendiculaire à la tangente du ramus. h : hauteur du ramus. s : plus petite dimension, définie par une ligne perpendiculaire à la tangente du cou. (A) normal (pas de modification, score CMS 1/40)10111). (B) Remodelage (score CMS 1/4 10133). (C) Résorption (score CMS 1/4 Pat nr 10116) (37).

## 6.2.2 Téléradiographie de Face et de Profil

Ces radiographies permettent, via des tracés et leur analyse, d'objectiver d'éventuelles dysmorphoses et de les quantifier. Les critères céphalométriques de RC sont les suivants (1,32,34) :

- une hyperdivergence faciale ;
- une verticalisation et rotation horaire du plan d'occlusion ;
- une descente du secteur incisivo-canin ;
- une ascension du secteur molaire ;
- un angle mandibulaire ouvert ;
- un surplomb incisif > 2 mm ;
- une classe II dento squelettique.

## 6.2.3 Scanner et Cone Beam Computer Tomography (CBCT)

Ces deux techniques d'imageries permettent une analyse morphologique et architecturale osseuse plus fine des ATM. Les critères de RC retrouvés sont les suivants (5,34) :

- une perte globale du volume de l'unité condylienne, notamment centré sur la tête ;
- une perte de l'intégrité de la corticale ;
- une résorption portée sur le versant antéro-supérieur dans la majorité des cas ;
- un aspect de tête condylienne, affinée, allongée vers l'arrière et aplatie ;
- un interligne articulaire normal ou augmenté secondaire à l'hyperplasie synoviale.

Koyama et al fournissent dans leurs travaux une classification précise des anomalies osseuses pour toute pathologie dégénérative de l'ATM (38). On y retrouve 5 types: N (Normale), F (Flattening), E (Erosif), D (Deformity) et S (Severe) (figure 6).

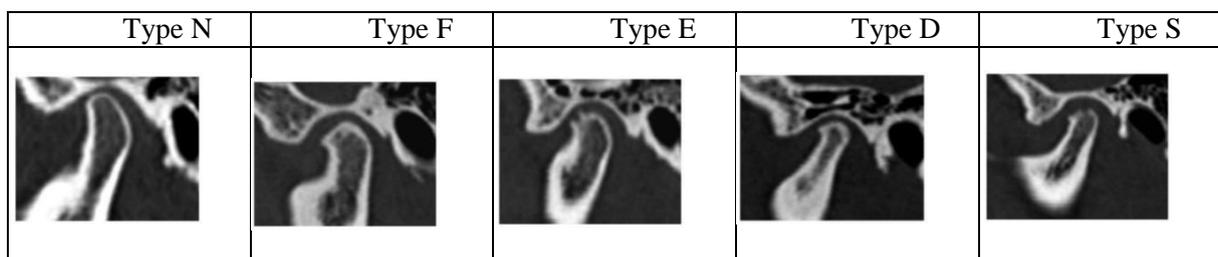
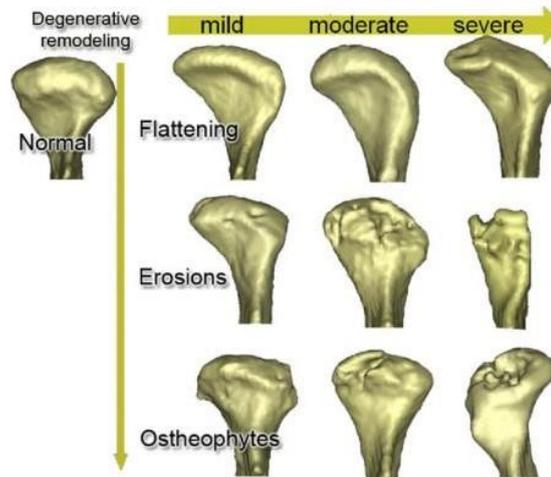


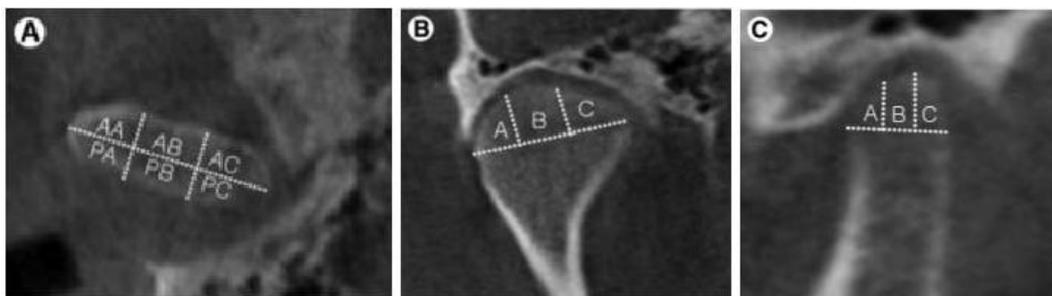
Figure 6 : Classification scanographique des anomalies osseuses dans les pathologies dégénératives de l'ATM. Koyama 2007 (38).

Cevidanes et al (2006) ont proposé une quantification scanographique de la RC via des techniques de reconstruction 3D (figure 7). Le degré de RC est corrélé à l'importance et à la durée de la dysfonction temporo-mandibulaire. Dans leur travail, ils ont montré que la RC est principalement retrouvée sur les régions antérolatérales avec un aplatissement condylien (39).



**Figure 7 : Représentation 3D des formes condyliennes au cours du processus de RC (aplatissement, érosion et ostéophytes) et quantification de léger à sévère. Cevidanes (2006) (39).**

Park et al (2012) s'intéressent aux changements condyliens après une chirurgie orthognathique dans les classes III dento-squelettiques (figure 8). Ils quadrillent la tête condylienne en 12 aires et trouvent que le remodelage est plus prononcé sur les aires antéro-supérieure dans le plan sagittal, latéro-supérieure dans le plan coronal et antéro-centrale et latérale dans le plan axial (40). Ils remarquent par ailleurs une néo-formation osseuse sur le versant antéro-latéral en coupe axiale. An et al (2014) ont aussi montré cette néo-formation osseuse dans 37,5 % des cas chez les patients de classe III dento-squelettique en post-opératoire après superposition des scanners (41) (figure 9). Les auteurs expliquent que cette formation osseuse dépend de l'axe scanographique dans laquelle a été réalisée la mesure et n'a aucune spécificité.



**Figure 8 : Interprétation des signes d'imagerie dans l'évaluation des signes de remodelage condylien : A : (AA) antéro-médial, (AB) antéro-moyen, (AC) antéro-latéral, (PA) postéro-médial, (PB) postéro-moyen, (PC) postéro-latéral dans le plan axial. B : (A) médial, (B) supérieur, (C) latéral sur le plan coronal. C : (A) antérieur, (B) supérieur, (C) postérieur sur le plan sagittal. Park (2012) (40).**

Remodeling Sign	Anterolateral Area Frequency (%)	Anteromiddle Area Frequency (%)	Anteromedial Area Frequency (%)	Posterolateral Area Frequency (%)	Posteromiddle Area Frequency (%)	Posteromedial Area Frequency (%)	Total Frequency (%)
Bone resorption	23 (15.3)	31 (20.7)	23 (15.3)	28 (18.7)	24 (16.0)	21 (14.0)	150 (41.7)
Bone formation	20 (14.8)	20 (14.8)	15 (11.1)	22 (16.3)	31 (23.0)	27 (20.0)	135 (37.5)
No change	17 (22.7)	9 (12.0)	22 (29.3)	10 (13.3)	5 (6.7)	12 (16.0)	75 (20.8)

**Figure 9 : Fréquence des signes de remodelage de la tête condylienne en post-opératoire.  
Encadré rouge : les pourcentages de formation osseuse. AN & al 2014 (41).**

Une attention particulière a été portée à la cavité glénoïde dans l'étude de Jung et al (2018). Leurs travaux montrent une augmentation de la taille cette cavité après une chirurgie d'avancée mandibulaire avec un retour à la normale un an après l'intervention. Cela pourrait signifier qu'il existe aussi un remodelage de la cavité glénoïde après une chirurgie orthognathique (42). Ces auteurs notent que cette modification est indépendante du phénomène de RC pour des condyles normaux et pathologiques.

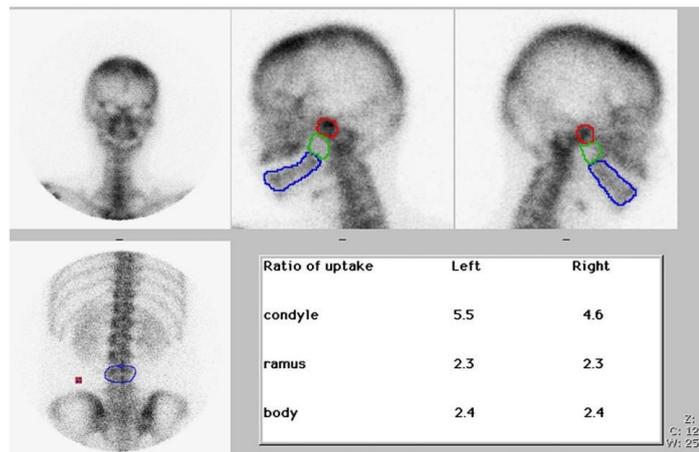
#### **6.2.4 Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)**

Son intérêt pour l'analyse des tissus osseux est faible. Cependant, sa place reste intéressante pour l'analyse des tissus mous articulaires, notamment pour mettre en évidence une malposition discale. Lorsque l'IRM est réalisée, on retrouve (34) :

- une diminution de la tête condylienne et de son volume ;
- un déplacement antérieur du disque avec ou sans réduction à l'ouverture buccale ;
- un épanchement articulaire et une inflammation en hypersignal T2 ;
- une perte de continuité de l'os cortical signant une érosion du condyle et de la glène (dans les stades avancés) ;
- un espace articulaire normal ou augmenté avec un aspect des tissus mous amorphes. Plus tardivement, l'espace articulaire peut-être réduit.

### 6.2.5 Scintigraphie au Technétium 99m Méthylène Diphosphonate (Tc 99m-MDP)

Son utilisation reste controversée. Pour certains, elle est importante dans la démarche diagnostique des RC en apportant des renseignements sur son uni ou bilatéralité, sur sa différenciation avec d'autres pathologies systémiques, et sur son caractère actif ou inactif. Il a été défini des valeurs de fixation normales Tc 99m-MDP sur des mandibules d'adultes et d'enfants comparativement à celles de la vertèbre L4. Ainsi, si le rapport est supérieur à 2 DS à la normale, la scintigraphie est considérée comme positive et la RC comme active (figure 10) (43).



**Figure 10 : Scintigraphie au Tc 99m-MDP d'une résorption condylienne active montrant une hyperfixation anormale des condyles (ratio de fixation > 2DS). DS : déviation standard. Papadaki 2016 (43).**

## **7 PLAQUES D'OSTÉOSYNTHESE A REGLAGE SUR SITE EN S (SOCIETE MATERIALISE®)**

### **7.1 Introduction**

Le matériel d'ostéosynthèse utilisé en chirurgie orthognathique correspond à des mini-plaques et mini-vis en titane. Il existe à ce jour différents types de mini-plaques. Certaines sont ajustables ou à réglage sur site et, d'autres sont modelables ou déformables sur site.

Les plaques d'ostéosynthèse standards, sans réglage possible, n'offrent aucune possibilité de réajustement de l'alignement afin de parfaire la congruence entre les arcades dentaires une fois mises en place. En cas d'articulé dentaire imparfait après déblocage, il est alors nécessaire de les retirer et de les repositionner (dévissage et nouveaux forages).

Pour pallier à cet inconvénient, des plaques d'ostéosynthèse ajustables ou déformables sur site ont été développées par plusieurs fabricants. Elles offrent la possibilité de réajuster l'alignement recherché et de parfaire l'articulé dentaire sans avoir à reprendre l'ensemble de l'ostéosynthèse. Elles sont soit à réglage sur site (avec une glissière) soit déformables sur site (nécessité d'une pince spécifique pour déformer la plaque).

### **7.2 Historique**

Plusieurs mini-plaques existent actuellement sur le marché pour la chirurgie orthognathique. Les principales plaques sont dans le tableau 1.

<b>Type de plaques</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Plaques non réglables</b> - HND (Global D®) 	<ul style="list-style-type: none"><li>- Absence de réglage dans le sens antéro-postérieur</li><li>- Peu de déformabilité angulaire ou en torsion</li></ul>
<b>Plaques ajustables</b> - Glissière (Global D®)  - Curseur + vis (DePuy Synthes®) 	<ul style="list-style-type: none"><li>- Faible déformabilité angulaire</li><li>- Faible réglage antéro-postérieur</li><li>- Réglage monovectoriel antéro-postérieur</li><li>- Absence de déformation angulaire</li></ul>

<p><b>Plaques déformables</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Losangique (Global D<sup>®</sup>)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double pont (Global D<sup>®</sup>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglage antéro-postérieur de faible amplitude</li> <li>- Mauvaise déformabilité angulaire</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- En S (MATERIALISE<sup>®</sup>)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglage antéro-postérieur de grande amplitude</li> <li>- Bonne déformabilité angulaire</li> </ul>

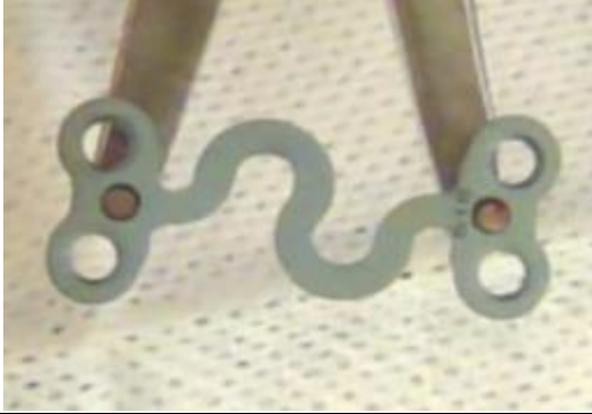
**Tableau 1 : Principales plaques d'ostéosynthèse mandibulaire disponibles sur le marché pour la chirurgie orthognathique**

Des plaques d'ostéosynthèse en S ont été développées par le laboratoire MATERIALISE<sup>®</sup> (Châtillon, France) et le professeur Bénateau (Caen, France). Il s'agit de plaques déformables sur site. (tableau 2). Elles possèdent deux innovations principales : d'une part permettre une déformation angulaire sur site et, d'autre part, de limiter le risque de rupture de la plaque lors de la déformation. Elles sont fournies avec une pince à conformer spécifique. A chacune de leurs extrémités existe un trou de petit diamètre permettant d'accueillir la pince nécessaire à l'allongement ou la compression du pont. La pince peut aussi être positionnée dans les concavités du S pour appliquer les mouvements angulaires horaires ou antihoraires. La longueur de réglage est de  $\pm 2$  mm. Au regard de la technique opératoire, la pose des plaques en S est simple, au même titre que les plaques droites.

Les plaques en S ont été conçues afin de répondre à ces attentes tout en ayant les qualifications suivantes :

- une rigidité équivalente aux plaques losangiques, en torsion et en flexion (notamment pour résister aux efforts de mastication) ;
- un encombrement peu important (1mm d'épaisseur, 18 mm de longueur à l'état non déformé, avec une variation pouvant aller de 16 à 20 mm) ;
- des efforts de réglage limités.

<b>A : Plaques en S à l'état initial</b>

<b>B : Plaque en S en allongement</b>

<b>C : Plaque en S en déformation angulaire</b>


**Tableau 2 : Plaque en S du laboratoire MATERIALISE®.**  
**A : Etat basal, B : Allongement linéaire ; C : Déformation angulaire. H Benateau (25).**

### **7.3 Propriétés biomécaniques :**

Elles sont réalisées en Titane T 40 (grade 2) comme bon nombre de matériaux médicaux implantables du fait de leur bonne ostéointégration. Ce matériau présente un bon compromis entre résistance à la corrosion, formabilité à froid et résistance mécanique. Il est ductile (capacité de déformation plastique sans se rompre) et doté d'une limite élastique basse (contrainte à partir de laquelle un matériau arrête de se déformer d'une manière élastique et se déforme de manière irréversible). De ce fait, les forces à appliquer pour une déformation sont faibles.

Les différentes études biomécaniques réalisées par le laboratoire MATERIALISE® ont été faites par comparaison à la plaque droite (HND) et à la plaque losangique du laboratoire TEKKA® (Brignias, France).

#### **7.3.1 Etude en mouvement linéaire**

L'amplitude de déformation dans le sens longitudinal (allongement – rétrécissement) peut s'étendre jusqu'à 2 mm.

Les forces d'application pour le réglage avec la pince se révèlent de moindre intensité avec les plaques en S qu'avec les plaques losangiques (60 N vs +150 N) (figure 11).

Les capacités d'allongement des plaques en S sont équivalentes à celles des plaques losangiques. Le point de rupture est atteint plus tôt pour les plaques losangiques (au-delà d'une déformation > 1 mm), tandis qu'il n'est jamais atteint pour les plaques en S lors d'un allongement inférieur à 1.5 mm (Figure 12).

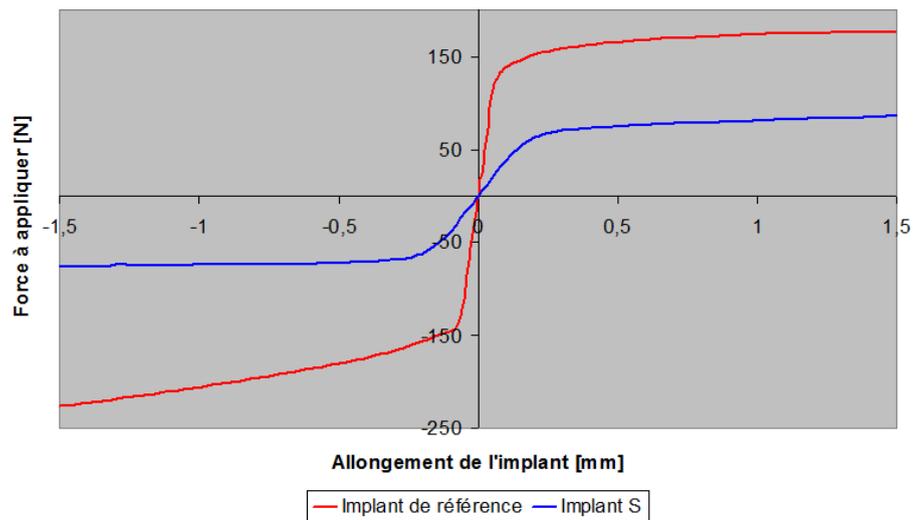


Figure 11 : Allongement des implants (en millimètre) en fonction des forces à appliquer avec la pince à conformer (en Newton). Courbe rouge : plaques losangiques ; courbe bleue : plaques en S (44).

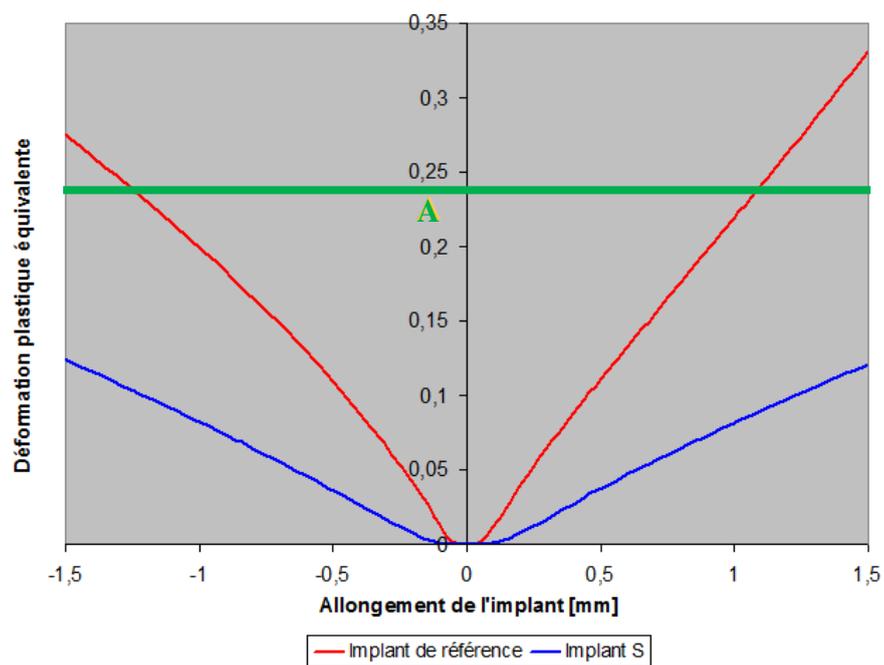


Figure 12 : Endommagement des implants selon le réglage (allongement/ raccourcissement).

A : seuil de rupture de l'allongement

Courbe rouge : plaque losangique

Courbe bleue : plaque en S (44).

### 7.3.2 Mouvements en torsion

Dans les mouvements extrêmes, la rigidité en torsion des plaques en S est meilleure dans les mouvements extrêmes que celle des plaques losangiques ou HND. La rigidité en flexion, superposable à celle des plaques en losange, est nettement meilleure à celle des plaques HND (figure 13 et 14).

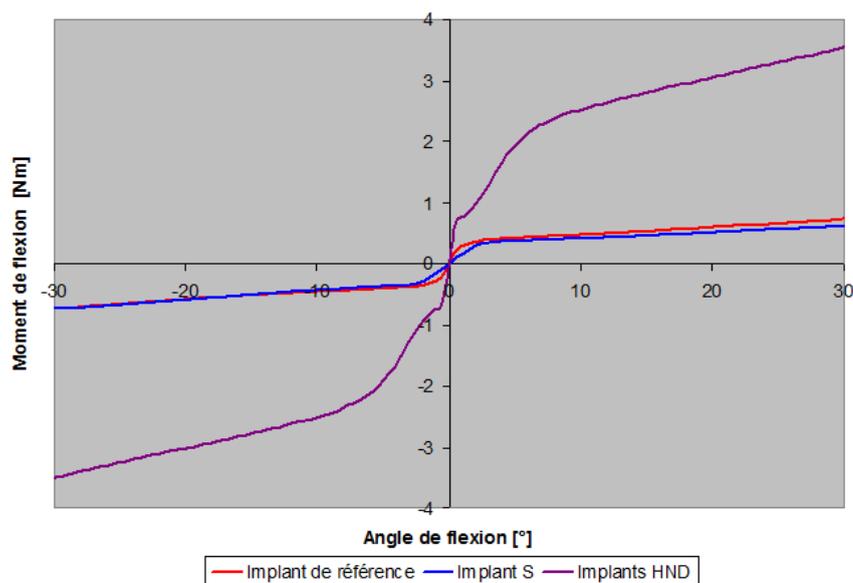


Figure 13 : Rigidité en flexion. Courbe rouge : plaque losangique ; courbe bleue : plaque en S ; courbe violette : plaque HND (droite) (44).

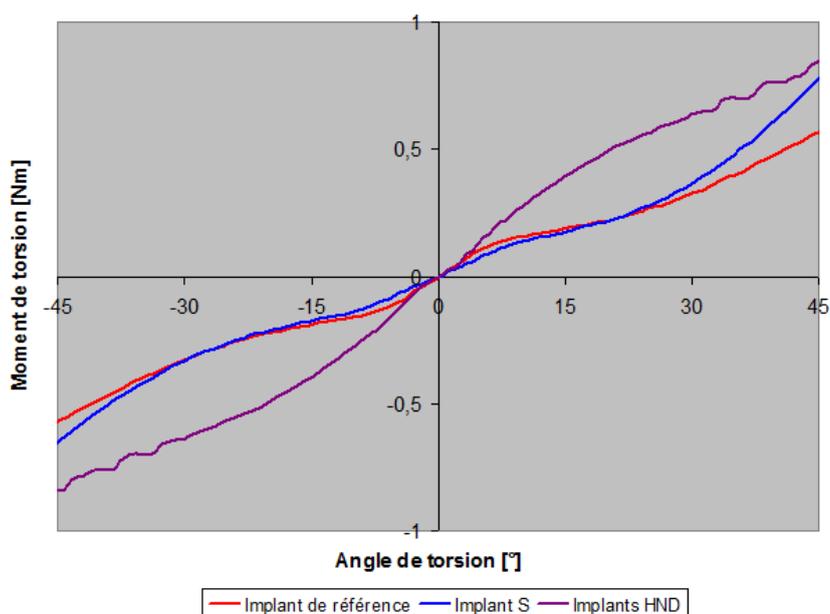


Figure 14 : Rigidité en torsion. Courbe rouge : plaque losangique ; courbe bleue : plaque en S ; courbe violette : plaque HND (droite) (44).

## **8 MATÉRIELS ET MÉTHODES :**

Il s'agit d'une étude rétrospective concernant les patients ayant bénéficié d'une chirurgie orthognathique dans le service de chirurgie maxillo-faciale du CHU de Caen entre janvier 2014 et décembre 2017. L'étude a été validée par le CLERS du CHU de Caen (Comité Local d'Ethique de la Recherche en Santé) (annexe 1).

### **8.1 Critères d'inclusion**

Cette étude a intéressé les patients ayant bénéficié d'une chirurgie orthognathique par ostéotomie sagittale des branches montantes ou d'une chirurgie maxillo-mandibulaire avec ou sans génioplastie, avec ostéosynthèse par les mini-plaques en S (MATERIALISE®) au niveau mandibulaire.

### **8.2 Critères d'exclusion**

Sont exclus de l'étude les patients :

- souffrant de dysmorphose dento-squelettique d'origine syndromique ;
- présentant un antécédent chirurgical de l'ATM ;
- ayant un antécédent de traumatisme facial ;
- ayant déjà bénéficié d'une chirurgie orthognathique avant la date de l'étude ;
- ostéosynthésés avec un autre matériel d'ostéosynthèse que les plaques en S pour la mandibule ;
- présentant une édentation totale ou partielle ;
- refusant de participer au suivi à plus d'un an et demi post-opératoire.
- avec dossiers incomplets (radios manquantes aux différents temps pré et post-opératoires précoces et tardifs).

### **8.3 Recueil des données**

Le recueil des données à la fois cliniques et radiologiques s'est fait en deux étapes. La première étape correspond à l'analyse des dossiers :

- cliniques, permettant de renseigner les caractéristiques des patients (âge au moment de l'intervention, sexe, type de pathologie ou de dysmorphose, type d'intervention chirurgicale) ;
- radiographiques (téléradiographies et/ou panoramiques) permettant de les classer en 3 périodes d'analyse : pré-opératoire, post-opératoire immédiate (de J1 à 2 mois post-opératoire) et post-opératoire intermédiaire (entre 3 et 6 mois post-opératoire).

La deuxième étape correspond à une consultation post-opératoire par un praticien hospitalier, sur convocation, uniquement des patients se situant après leur intervention entre 1,5 et 4 ans. Cette consultation a permis de collecter des renseignements cliniques, radiographiques et iconographiques, classés comme données tardives.

Sur le plan clinique, un interrogatoire et un examen standardisé selon un protocole prédéfini par nos soins (annexe 2) ont été réalisés par quatre chirurgiens. Cette consultation tardive avait pour but :

- de recenser les signes cliniques de DAM ;
- de mesurer les mobilités mandibulaires (ouverture buccale, diduction droite et/ou gauche, propulsion) ;
- de rechercher les signes cliniques pouvant évoquer une RC (béance antérieure, contact molaire prématuré droit et/ou gauche, recul mandibulaire).

#### **8.4 Analyse radiologique**

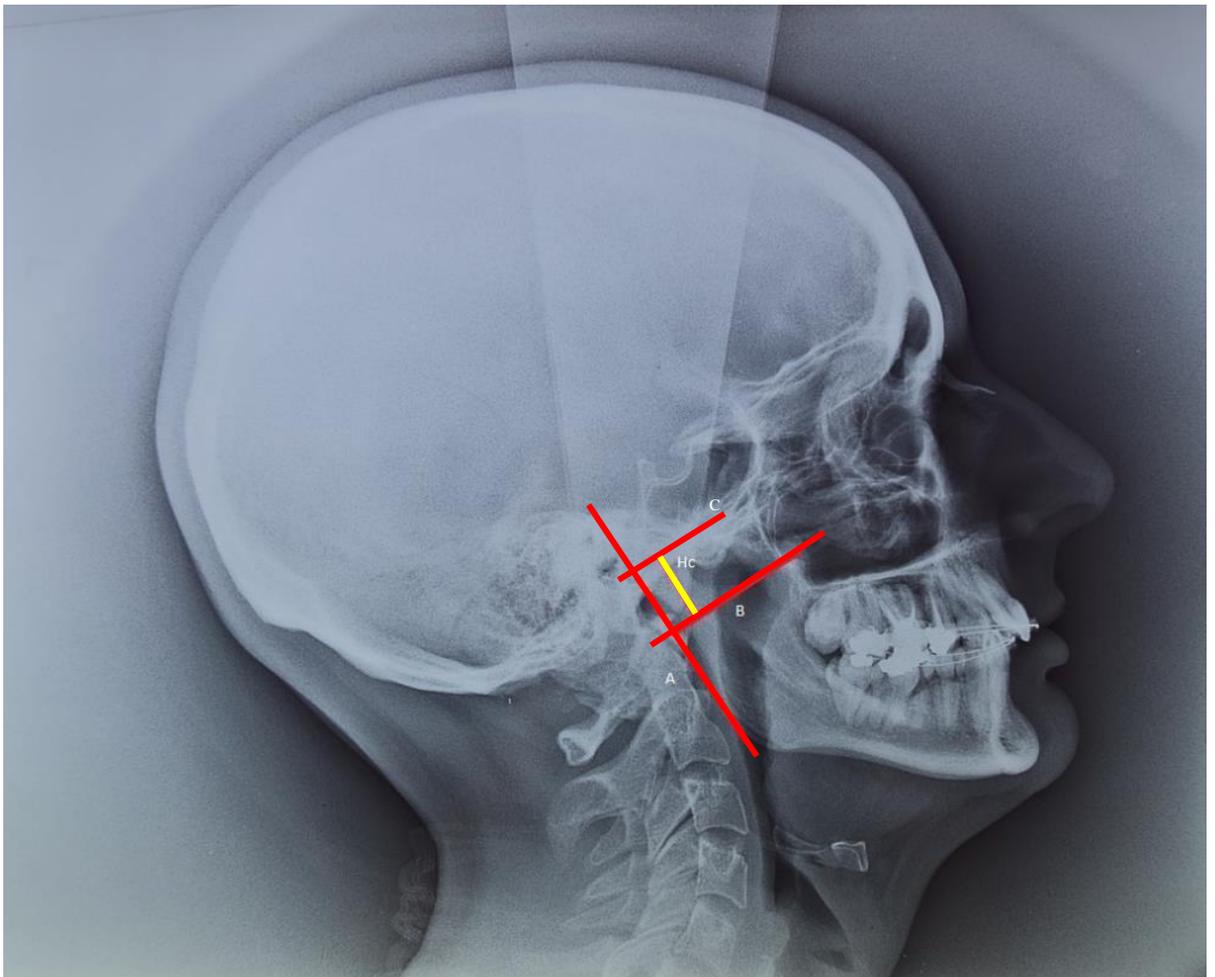
Toutes les téléradiographies, disponibles dans les dossiers des patients ainsi que celles effectuées à la consultation sur convocation ont été analysées par le logiciel DELAIRE EVOLUTION®.

Les panoramiques dentaires ainsi que des téléradiographies de profil ont été analysées. Les données ont été classées selon les différentes périodes, pour comparaison entre : T0 pré-opératoire, T1 post-opératoire immédiate et T2 post-opératoire tardive.

Sur les critères radiologiques définis par Borstlap et al (37), nous avons choisi de reproduire la même méthodologie de mesure. Une RC sera suspectée s'il existe une perte de hauteur condylienne > 2mm et/ou une réduction de la hauteur du ramus de plus de 6%.

La hauteur des condyles est mesurée de la manière suivante : A une ligne tangente entre le bord postérieur du condyle et le bord postérieur du ramus (droite A), deux perpendiculaires sont tracées. La première passe par l'échancrure sigmoïdienne et donne la base du condyle (droite B). La deuxième passe par le sommet du condyle (droite C). La hauteur condylienne Hc, correspond au segment entre les droites C et B.

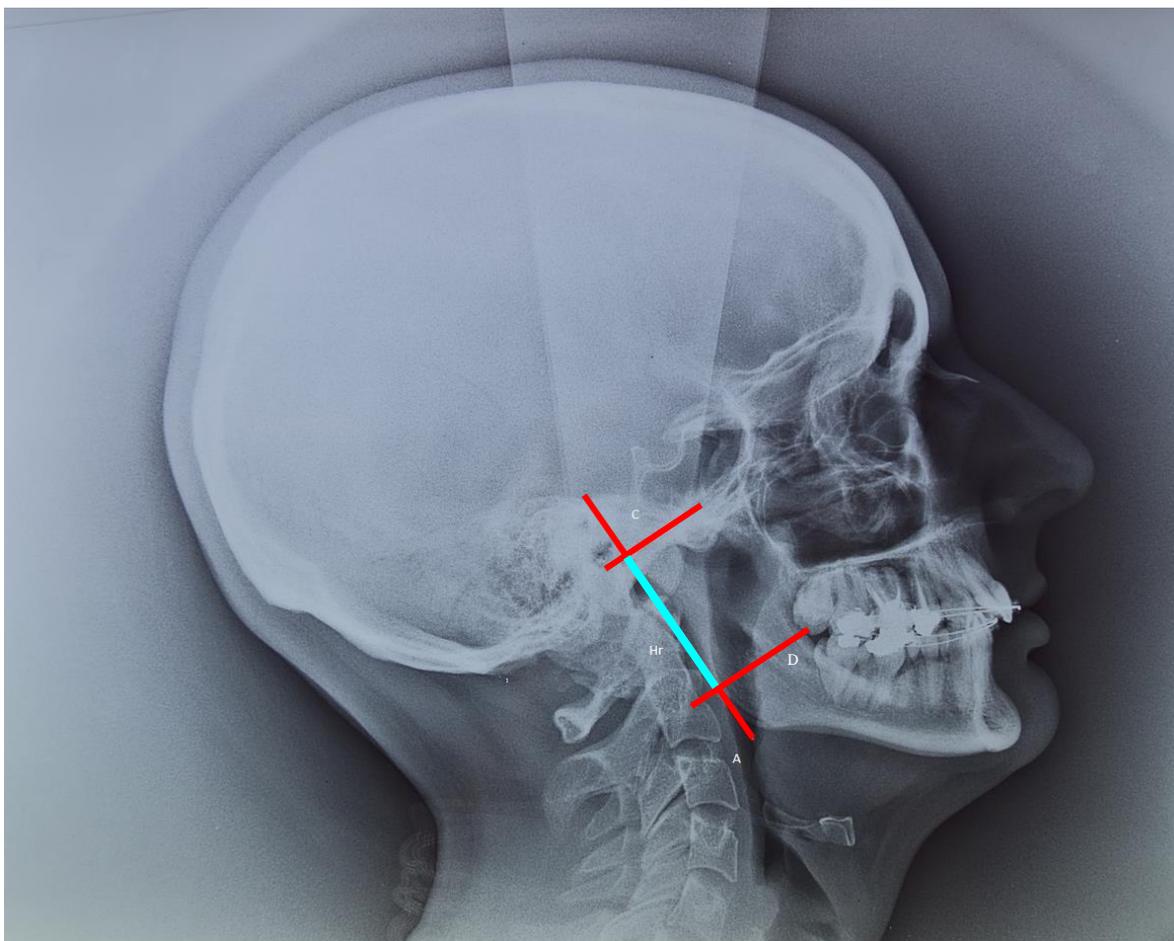
Pour la mesure de la hauteur des rami : la même tangente A est reprise ainsi que la droite C. Une autre perpendiculaire (droite D) est tracée à partir du point tangent entre A et le ramus. La mesure de la hauteur du ramus Hr, correspond au segment entre les droites A et D.



**Figure 15 : Mesure de la hauteur condylienne Hc.**

**A : tangente aux bords postérieurs du condyle et du ramus. B : perpendiculaire à A passant par l'échancrure sigmoïde. C : perpendiculaire à A passant par le sommet de la tête du condyle**

**Hc : hauteur condylienne segment jaune ente les droites B et C.**



**Figure 16 : Mesure de la hauteur ramique Hr.**

**A : tangente aux bords postérieurs du condyle et du ramus. C : perpendiculaire à A passant par le sommet de la tête du condyle. D : perpendiculaire entre droite A et le point le plus bas du ramus**

**Hr : hauteur du ramus : segment en bleu entre les droites C et D.**

## 8.5 Critères de jugement principal

Le critère de jugement principal est la recherche de l'apparition d'une résorption condylienne en post-opératoire tardif comparativement au pré-opératoire.

L'analyse de cette RC post-opératoire s'appuie sur les données radiographiques qui sont exposées dans le tableau 3.

Critères de récurrence radiographique sur le logiciel DELAIRE EVOLUTION®
Réduction de la hauteur du ramus (Hr)
Réduction de la hauteur des condyles (Hc)

**Tableau 3 : critères radiographiques correspondants d'analyse de résorption condylienne post-opératoire**

## 8.6 Analyse statistique

Les tests de comparaison entre les groupes ont été réalisés avec les tests suivants.

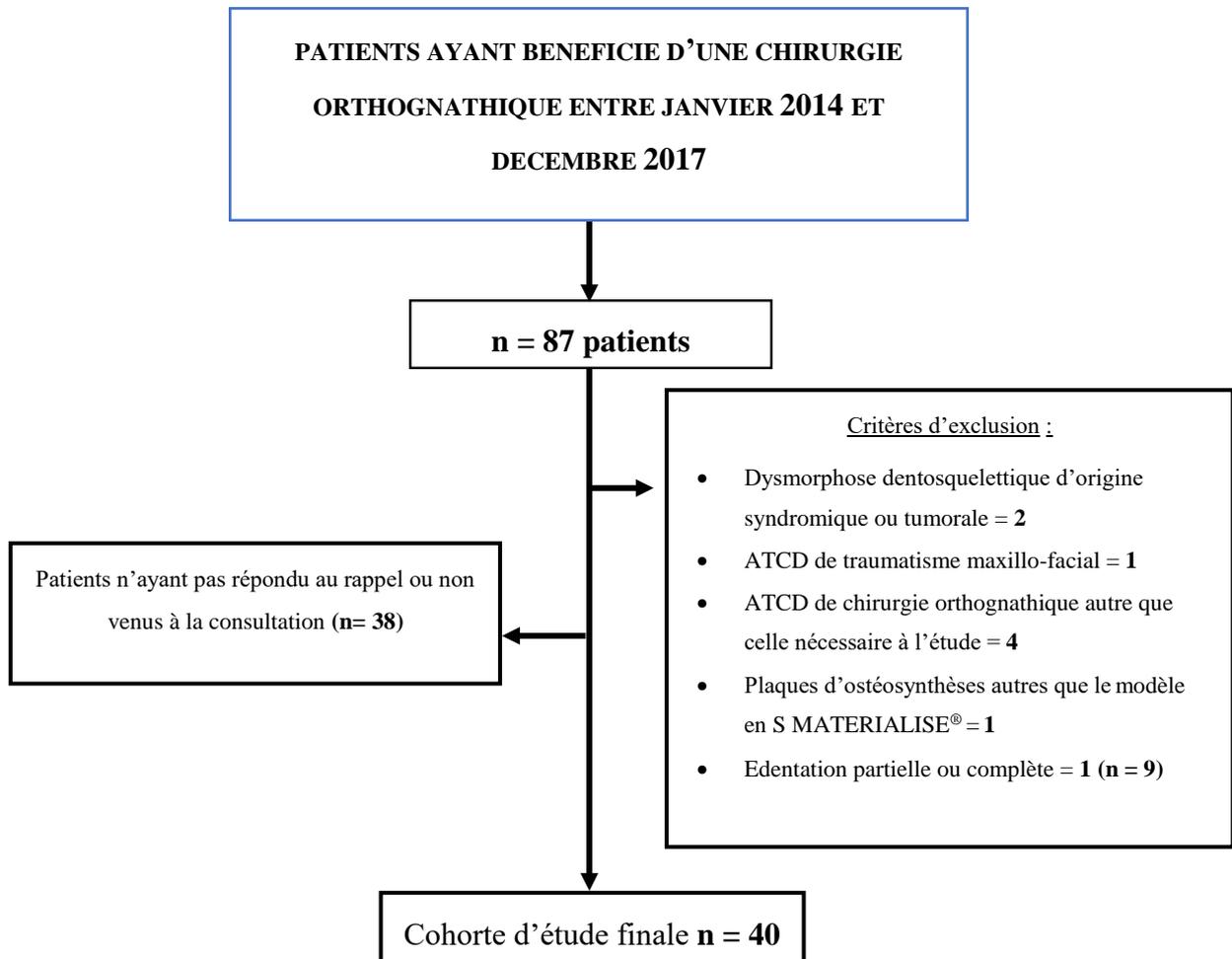
Pour les variables quantitatives, nous avons réalisé une analyse de variance ou le test de Man Whitney. Pour les données appariées, nous avons utilisé le test Anova pour les données répétées.

Pour les variables qualitatives, nous avons eu recours au test du khi-2 ou test exact de Fisher. Pour les données appariées, nous avons utilisé le test de Mac Nemar. Les tests de corrélation ont été réalisés avec le test non paramétrique de Spearman.

Toutes les analyses ont été réalisées de façon bilatérale avec une erreur  $\alpha = 5\%$ . Elles ont toutes été faites avec le logiciel IBM-SPSS version 22.0.

Parmi les patients venus en consultation, en dépit de la procédure de recueil des données, certaines variables radiographiques restent non renseignées. Néanmoins, nous avons pris le parti de maintenir les patients dans l'analyse et les variables non disponibles ont été considérées comme valeurs manquantes.

## Flow Chart : Description de la réalisation de l'étude



**NB :** Sur les 40 patients inclus, 38 présentaient un dossier radiographique incomplet.

Les analyses disponibles pour les différents temps sont au nombre de 16 pour les téléradiographies et de 23 pour les panoramiques.

## 9 **RESULTATS :**

Les patients étaient revus en moyenne à 32,85 mois en post-opératoire (15-50 mois).

### 9.1 **Caractéristiques des patients**

Quarante patients étaient retenus dans cette étude rétrospective, 25 femmes et 15 hommes. Au moment du recueil de leurs données cliniques respectives, leur âge variait entre 15 à 64 ans avec une moyenne de 25,5 ans. La moyenne d'âge féminine était de 26,2 ans (15-62) et masculine de 24,4 ans (16-64). Il n'a pas été constaté de différence statistiquement significative entre les groupes d'âge homme et femme ( $p=0,69$ ).

Au moment de leur intervention chirurgicale, la moyenne d'âge était de 24,4 ans. Il n'a pas été constaté non plus, de différence statistiquement significative ( $p=0,62$ ) entre ces mêmes groupes d'âge hommes versus femmes.

Ces 40 patients ont été regroupés en 3 classes de dysmorphoses avant la chirurgie :

- 30 classe II squelettique, 13 hommes et 17 femmes, soit 75%
- 9 classe III squelettique, 2 hommes et 7 femmes, soit 22,5%
- 1 latérogénie mandibulaire, 1 femme, soit 2,5%

En outre, 21 patients sur 40 présentaient des signes de DAM en pré-opératoire, soit 52,5% (4 hommes et 17 femmes).

La répartition des patients selon le type de l'intervention indiquée est représentée au tableau 4.

Type d'intervention chirurgicale	Nombre de patients
OSBM	26
Maxillo-mandibulaire	7
OSBM + génioplastie	6
Maxillo-mandibulaire + génioplastie	1

**Tableau 4 : Répartition des interventions chirurgicales**

### 9.2 **Analyses téléradiographiques de profil**

Seize patients sur 40 (40%) avaient tous les données radiographiques disponibles pour être analysées. Les résultats complets sont répertoriés dans l'annexe 3. Les radiographies précoces sont systématiquement prescrites. Certaines étaient manquantes dans les dossiers car restituées à l'orthodontiste, ou rendues au patient et restées à domicile. Les radiographies tardives ne sont pas prescrites de façon systématique dans le service, mais seulement en cas de nécessité (dégradation du résultat occlusal, exposition de plaque en bouche). Par ailleurs, malgré les prescriptions, certains patients sont venus consulter pour bénéficier du contrôle à distance, mais souvent sans rapporter leurs radiographies. Cela explique un taux de dossier radiologique complet faible.

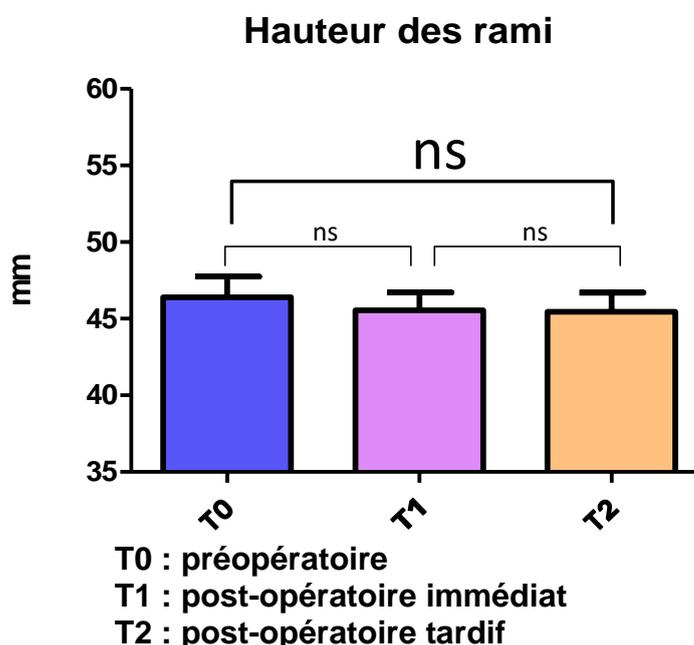
### 9.2.1 Analyse de la hauteur des rami mandibulaires

Un seul patient sur 16 (identifié 60) a présenté une diminution de la hauteur ramique de plus de 6 % entre T0-T2 (-6,09 %) et entre T1-T2 (-6,56%). Ainsi la prévalence de la RC dans notre échantillon s'élève à 6,25 %.

Excepté le patient identifié 60, les quinze autres patients n'ont présenté aucune mesure pouvant évoquer une RC post opératoire. Une analyse statistique entre les différents temps (T0, T1 et T2) n'a montré aucune diminution de façon significative de la hauteur des rami ( $p=0,85$ ). Ces résultats sont rassemblés dans le tableau 5.

Groupes comparés	Valeurs moyennes des pertes de hauteur en mm	Valeur de $p$
T0 versus T1	-0.38 (-6.12 ;3.39)	0.62
T1 versus T2	-0.37 (-6.62 ;3.98)	0.89
T0 versus T2	-0.75 (-3.49 ;2.16)	0.10

Tableau 5 : Hauteur des rami chez les patients ayant bénéficié d'une analyse céphalométrique aux trois temps T0-T1-T2.



Graphique 1 : Analyse statistique globale des hauteurs ramiques.

Toutefois, deux patients ont montré des valeurs comprises entre 5 et 6 % de diminution de la hauteur ramique (patient identifié 64 (-5,41 %) et patient identifié 18 (-5,58 %)).

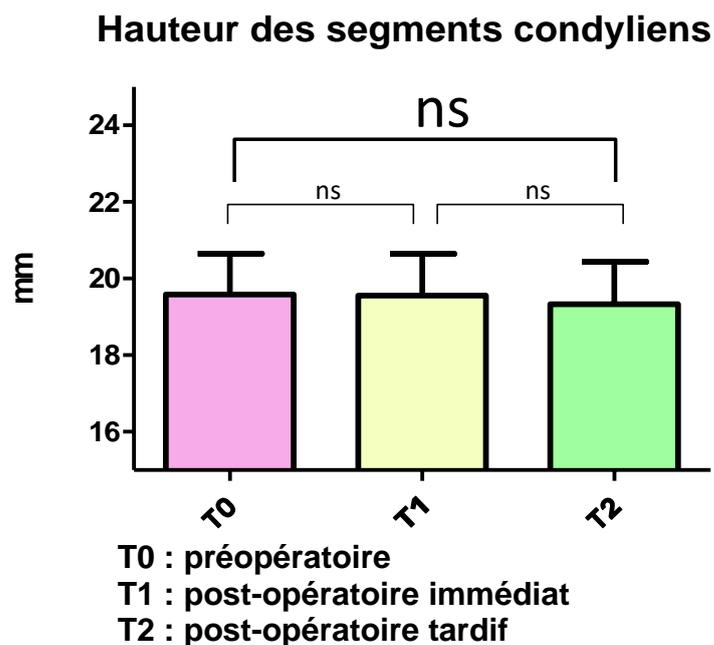
## 9.2.2 Analyse de la hauteur des condyles mandibulaires

Seul le patient (identifié 60) a présenté une diminution de plus de 2 mm (2,48 mm) entre T0 et T2, des condyles mandibulaires.

Pour les quinze autres patients, il n'a pas été retrouvé de diminution significative de la hauteur des condyles ( $p=0,98$ ). Les résultats sont exposés dans le tableau 6.

Groupes comparés	Valeurs moyennes des pertes de hauteur en mm	Valeur de $p$
T0 versus T1	-0.006 (-1.76 ;1.94)	0.89
T1 versus T2	-0.27 (-3.09 ;0.91)	0.58
T0 versus T2	-0.28 (-2.48 ;1.41)	0.21

Tableau 6 : Hauteur des condyles mandibulaires chez les patients ayant bénéficié d'une analyse céphalométrique aux trois temps T0-T1-T2.



Graphique 2 : Résultat statistique globale des hauteurs des segments condyliens.

## 9.3 Analyse des critères cliniques

### 9.3.1 Analyses des signes des RC

Concernant les critères de récurrence à l'examen clinique endobuccal, le patient identifié 60 avait un contact prématuré molaire droit, et un autre patient (identifié 3) un contact prématuré gauche. Aucune béance antérieure n'a été retrouvée. Chez 11 patients, un surplomb incisif d'une moyenne de 2,54 mm (5-1) a été noté. Aucun patient n'a montré de recouvrement incisif diminué en post-opératoire tardif.

### 9.3.2 Analyses de la mobilité mandibulaire

Concernant la mobilité mandibulaire en post-opératoire tardif, les patients avaient en moyenne une ouverture buccale à 41,41 mm (55-29), une diduction droite à 7,05 mm (12-0), une diduction gauche à 7,48 mm (17-0) et une propulsion à 4,11 mm (12-1).

Les analyses appariées ont montré une ouverture buccale significativement plus faible chez les femmes que chez les hommes (39,54 mm vs 44,53 mm,  $p=0,017$ ) (tableau 7).

Par ailleurs, les analyses appariées sur le type de chirurgie pratiquée n'ont pas montré de différence significative sur les mobilités mandibulaires en post-opératoire.

Mobilités mandibulaires post-opératoires	Valeur de $p$
OB (ouverture buccale)	0,017
DD (diduction droite)	0,115
DG (diduction gauche)	0,326
Propulsion (propulsion)	0,736

Tableau 7 : Analyse appariée des mobilités mandibulaires selon le genre (homme/femme)  
(Test ANOVA)

### 9.3.3 Les DAM

#### 9.3.3.1 Analyse des signes de DAM pré-opératoires

Les 21 patients souffrant de DAM avant la chirurgie avaient un ou plusieurs des signes cliniques représentés dans le tableau 8.

Caractéristiques	Fréquence
Douleurs	8
Craquements	15
Ressauts	7
Subluxations	5
Blocage BO	2
Blocage BF	3

Tableau 8 : Répartition des signes de DAM pré-opératoire des 21 patients.

De plus, 8 patients ont présenté d'autres troubles fonctionnels :

- gêne à la parole (10%, n=4) ;
- gêne à la mastication (2,5 % n=1) ;
- douleurs à la mobilité mandibulaire (7,5% n=3) ;
- diminution de la mobilité mandibulaire (17,5% n=7).

L'analyse appariée sur le genre (homme/femme) a permis de mettre en évidence une prédominance significative de la douleur (32 %,  $p = 0,016$ ) et de la diminution de la mobilité mandibulaire (17,5%,  $p=0,03$ ) dans la population féminine. L'étude concernant les autres caractéristiques n'a pas montré de différences significatives entre les deux sexes.

### 9.3.3.2 Analyses des signes de DAM post-opératoires

La répartition des différents signes de DAM chez les 11 patients retrouvés, en post-opératoire (n=8+3) sont récapitulés dans le tableau 9.

Signes cliniques	Nombre de patients
<b>Douleurs</b>	4
<b>Craquements</b>	2 <sup>a</sup> + 2 <sup>b</sup>
<b>Ressauts</b>	7
<b>Crépitations</b>	2

**Tableau 9 : Répartition des signes de DAM en post-opératoire**

<sup>a</sup> Signes préexistants en pré-opératoire, <sup>b</sup> Signes apparus en post-opératoire

Une analyse croisée de chacun de ces signes, avant et après la chirurgie, a mis en évidence une réduction des craquements articulaires de manière statistiquement significative ( $p=0,007$ ).

En effet, parmi les 15 patients présentant ces craquements articulaires en pré-opératoire, 13 ont vu ce trouble s'amender après la chirurgie et 2 ont vu leurs craquements persister (2<sup>a</sup>, tableau 6).

En revanche, deux patients qui ne manifestaient pas ce trouble en pré-opératoire, l'ont développé en post-opératoire (2<sup>b</sup>, tableau 6). Ainsi, le nombre de patients manifestant des craquements des ATM en post-opératoire s'élève à 4.

Il n'a pas été montré de différence significative des autres signes cliniques (douleur, ressaut, crépitation) entre le pré-opératoire et le post-opératoire tardif.

### **9.3.4 Les traitements orthodontiques pré-opératoires**

La durée totale de la prise en charge orthodontique était en moyenne de 30,18 mois (22 mois en pré-opératoire, 8,18 mois en post-opératoire) (Annexe 4)

Dans la population féminine, le temps de traitement orthodontique pré-opératoire et le temps total s'est révélé significativement plus court que dans la population masculine (respectivement  $p=0,036$  et  $p=0,047$ ).

## **10 DISCUSSION :**

La chirurgie orthognathique, quelle qu'elle soit, exerce des contraintes mécaniques sur le squelette facial et tout particulièrement sur les ATMs et risque d'engendrer des résorptions condyliennes. La RC, à un stade avancé, se caractérise par plusieurs signes radiologiques notamment des modifications morphologiques de la tête du condyle, une diminution de la hauteur du segment condylien et une diminution de la hauteur du ramus. Elle se caractérise aussi par des signes cliniques, tels que les DAMs (douleurs, craquements et ressauts) et des signes plus spécifiques de RC (contact molaire prématuré, béance antérieure, malocclusion de classe II, augmentation de l'ouverture de l'angle mandibulaire, diminution de la mobilité mandibulaire). Le remodelage condylien ne donne pas nécessairement lieu à un retentissement fonctionnel ou occlusal. Aussi, la différenciation entre le remodelage et la résorption après chirurgie orthognathique semble être importante.

Dans notre étude, la prévalence de cette RC après intervention est de 6,25%. Elle se situe entre celle décrite par Borstlap (4% sur un échantillon de 222 patients) et celle décrite par Scheerlinck (7% sur un échantillon de 130 patients) (37,45).

Selon Habets et al (1988), si il existe entre les deux condyles une différence supérieure à 6%, une pathologie dégénérative peut être retenue, tandis qu'une différence inférieure à 6% relèverait plutôt de l'erreur technique de mesure (36). Borstlap reprend cette valeur en tant que seuil à partir duquel une présomption de RC peut être corrélée avec d'autres signes. Nous avons choisi ce même seuil dans notre étude (37).

Sur les analyses téléradiographiques, seul un patient (identifié 60) a montré dans notre étude des signes radiologiques de RC du côté droit avec une perte de hauteur du segment condylien et une perte de hauteur du ramus. La perte de la hauteur condylienne a été mesurée entre T0 et T2 à -2,48mm et entre T1 et T2 à -2,09mm. La diminution de la hauteur ramique était au-delà de 6% [-6,09% entre T2 et T0 et de -6,56% entre T2 et T1].

Pour ce patient, nous avons approfondi l'analyse radiologique à la recherche d'une ouverture de l'angle mandibulaire. Elle a été mesurée à 2 degrés (135,2° à T0 versus 137,1° à T2). Cliniquement, le patient présentait en pré-opératoire une classe III squelettique et a bénéficié d'une OSBM de recul. Il n'avait aucune symptomatologie articulaire en pré-opératoire. En post-opératoire tardif, seul un contact molaire prématuré droit a été retrouvé, sans signe de DAM associé ni surplomb incisif. L'analyse morphologique des condyles sur les panoramiques dentaires ne semble pas montrer de modification entre T0, T1 et T2 (Figure 19).

<b>Pré-opératoire</b>	<b>Post-opératoire immédiat</b>	<b>Post-opératoire tardif</b>
Condyle droit	Condyle droit	Condyle droit
		
Condyle Gauche	Condyle Gauche	Condyle Gauche
		

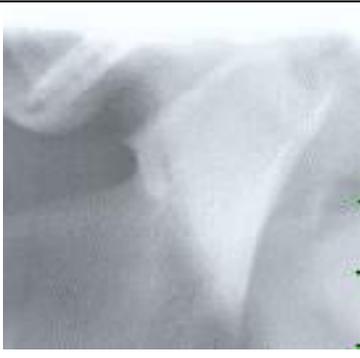
**Figure 17 : Patient identifié 60.**

Deux autres patients ont montré une réduction de leur hauteur ramique sans atteindre pour autant le seuil de 6% (patient 64 = 5,41 % et patient 18 = 5,5 8%).

Le premier patient (identifié 64) présentait cliniquement une classe II squelettique. Il a bénéficié d'une chirurgie maxillo-mandibulaire (impaction maxillaire globale à prédominance postérieure et avancée mandibulaire asymétrique) associée à une génioplastie d'avancée. Il n'a pas présenté de signe de DAM en pré-opératoire ni en post-opératoire tardif. Seul un surplomb incisif de 2 mm a été constaté en post-opératoire. La perte de hauteur ramique n'était pas associée à une perte de hauteur condylienne. Cependant, l'analyse radiologique approfondie a retrouvé une ouverture de l'angle mandibulaire de plus de 6° (126,1° à T0 pour 132,5° à T2). Cette constatation rejoint les données de la littérature rapportant une plus forte tendance à l'ouverture des angles mandibulaires et à l'apparition d'une RC pour les patients de classe II squelettique (1,5,14).

Enfin, on note une morphologie condylienne aplatie sur le versant antérieur du condyle gauche (pouvant s'apparenter à une forme de type B comme le décrit Hoppenreijns), et ce, depuis le pré-opératoire.

Ces résultats pourraient s'expliquer de la manière suivante : suite à la chirurgie mandibulaire, une légère rotation horaire du plan d'occlusion a pu s'effectuer en post-opératoire. La perte de hauteur condylienne et l'ouverture d'angle engendrent une autorotation mandibulaire, démasquant un remodelage condylien et pouvant expliquer l'apparition de ce surplomb incisif.

<b>Pré-opératoire</b>	<b>Post-opératoire immédiat</b>	<b>Post-opératoire tardif</b>
Condyle droit	Condyle droit	Condyle droit
		
Condyle Gauche	Condyle Gauche	Condyle Gauche
		

**Figure 18 : Patient identifié 64.**

Pour le second patient (identifié 18), une diminution de la hauteur ramique de 5,58 % a été retrouvée, associée à une perte de hauteur condylienne mesurée à 1,44 mm. A l'analyse des angles mandibulaires, une augmentation minime de 2° a été notée (133,1° à T0 et 135,1° à T2).

Cliniquement, il s'agissait d'un patient en classe II squelettique ayant bénéficié d'une OSBM d'avancée. Il présentait des craquements de l'ATM droite en pré-opératoire et est devenu asymptomatique au suivi au long cours. L'analyse radiologique des condyles mandibulaires ne semble pas montrer de modification morphologique. Ainsi, il pourrait s'agir seulement d'un remodelage condylien.

<b>Pré-opératoire</b>	<b>Post-opératoire tardif</b>
Condyle droit	Condyle droit
	
Condyle Gauche	Condyle Gauche
	

**Figure 19 : Patient identifié 18.**

Notre étude sur les mini-plaques en S du laboratoire MATERIALISE® montre des résultats encourageants puisqu'un seul patient sur 15 a montré des signes radiologiques de RC.

Une première étude préliminaire rétrospective sur 15 patients a été réalisée par l'équipe du Pr Benateau en 2017. Elle s'est intéressée d'une part, à la fiabilité des plaques en S en peropératoire et, d'autre part, à la période de consolidation osseuse en post-opératoire sur 3 mois. Les auteurs retrouvent une bonne stabilité occlusale, une bonne mobilité mandibulaire ainsi qu'une réduction des DAM pour 7 patients sur 8 qui présentaient des troubles en pré-opératoire.

Par ailleurs, aucun désagrément lié à la chirurgie n'a été constaté, à savoir l'absence de fracture ou d'infection du site opératoire (46). Dans notre étude, nous avons retrouvé 13 patients sur 15 pour lesquels les craquements se sont amendés après la chirurgie. Le patient identifié 60 n'a pas présenté de signes de DAM malgré la présomption de RC, ce qui rejoint l'analyse de Wolford rappelant que dans 25 % des cas de RC, les signes de DAM sont absents (32). Concernant les désagréments liés à la chirurgie, un patient a présenté une fracture de plaque et un autre a nécessité l'ablation du matériel suite à une infection.

L'utilisation en routine d'autres techniques d'imageries permettrait d'améliorer nos analyses et leurs pertinences. L'analyse céphalométrique présente plusieurs limites, tant sur l'acquisition radiographique (39,47) que sur son interprétation (48). L'utilisation du logiciel DELAIRE EVOLUTION<sup>®</sup>, malgré quelques défauts de modélisation, a permis de réaliser une analyse plus sensible que celle faite à la main sur papier calque. Notre étude s'est néanmoins trouvée limitée par certains biais radiologiques, corrigés par un coefficient de pondération quant à l'échelle de ces examens radiologiques. La réalisation d'un tracé céphalométrique sur logiciels 3 D apporte une évaluation bien plus précise sur les mesures linéaires avec des marges d'erreurs beaucoup plus faibles, n'excédant pas 1 mm. De plus, le positionnement de la tête du patient dans l'appareil radiographique n'est pas un biais à l'analyse et seule la taille des voxels influe sur la précision des images (49).

L'utilité du cone beam (CBCT) et ses applications pour la sphère oro-faciale et dentaire est clairement établie à ce jour. L'étude morphologique (50) et volumétrique des ATM est d'ailleurs bien plus précise au CBCT qu'au panoramique dentaire. En effet, cette technique d'imagerie permet d'analyser de façon plus spécifique les déformations anatomiques ainsi que les degrés de sévérité des atteintes de RC (4). Honey et al montrent dans leurs travaux que les images acquises par CBCT apportent une meilleure précision que les projections des ATM sur panoramique dentaire pour déceler les érosions corticales condyliennes (CBCT 0,95 $\pm$  0,05 mm vs 0,64  $\pm$  0,11 mm) (49).

Xi et al (2015) ont réalisé une étude ciblée sur l'analyse volumétrique de condyles mandibulaires, et retrouvent en moyenne une perte volumétrique osseuse de 17% chez les patients atteints de RC (51). Les techniques de contrôle post-opératoire de notre étude n'étaient pas documentées par une imagerie volumétrique par manque de données initiales disponibles. De ce fait, aucun comparatif n'était réalisable pour permettre l'identification d'une éventuelle RC.

Ainsi, il serait judicieux, pour une prochaine étude, d'avoir à disposition des données volumétriques comparatives des condyles, afin d'analyser l'impact de la chirurgie orthognathique avec les mini-plaques en S et de déterminer ainsi, de façon précise, leurs effets à long terme sur le risque de remodelage ou de résorption condylienne. L'utilisation du CBCT devient indispensable de

nos jours afin de bénéficier de données radiographiques fines et de permettre une comparaison et des analyses plus précises concernant, notamment, les morphologies condyliennes.

Notre étude a par ailleurs mis en exergue d'autres biais au regard de la méthodologie (biais de mesure, biais de mémorisation) et plusieurs facteurs ont pu engendrer une perte de puissance (absence de calcul du nombre de sujets nécessaires à priori, 40% de perdus de vue). Il sera alors nécessaire à l'avenir, d'introduire au préalable, des bases de données standardisées dès la première consultation, avec un protocole prédéfini.

## **11 CONCLUSION :**

La RC correspond à un remodelage condylien dysfonctionnel secondaire à des contraintes mécaniques appliquées à l'ATM. Elle survient en post-opératoire d'une chirurgie orthognathique sur un terrain prédisposé, notamment celui la femme d'âge jeune entre 15 et 35 ans avec une classe dento-squelettique de type II. Ce risque est majoré en cas d'avancée mandibulaire importante, en cas de rotation anti-horaire du bloc maxillo-mandibulaire et d'un mauvais positionnement condylien imposé par les manœuvres peropératoires ou par le système d'ostéosynthèse.

Dans cette étude, les plaques en S ne se sont pas révélées être pourvoyeuses de DAM ou de RC en post-opératoire. Ainsi, leur capacité de déformation pourrait changer l'évolution des DAM en permettant une adaptation naturelle de la position du condyle en période post-opératoire sans compromettre la consolidation osseuse. Cette adaptation spontanée semble pouvoir diminuer l'incidence des RC à long terme. Leur caractère semi-rigide permet en effet une bonne consolidation osseuse tout en gardant un certain degré de flexibilité (ou adaptabilité), une correction spontanée des imperfections de positionnement condylien.

Dans l'optique de parfaire notre étude, il serait judicieux de pouvoir établir d'une part un protocole standardisé dès le début de la prise en charge orthognathique avec des critères identiques et, d'autre part, de proposer une radiographie de type CBCT dans le bilan initial et dans le suivi de ces patients. Les données volumétriques qui seraient à notre disposition permettraient d'établir des analyses plus précises pour juger de la supériorité des plaques en S dans l'absence de survenue de RC en post-opératoire tardif.

### **Déclaration d'intérêt**

L'auteur déclare ne pas avoir de conflits d'intérêt en relation avec ce travail.

## **12 BIBLIOGRAPHIE :**

1. Ferri J, Nicot R, Maes J-M, Raoul G, Lauwers L. Condylar resorptions and orthodontic-surgical treatment: State of the art. *Int Orthod.* déc 2016;14(4):503-27.
2. Hwang S-J, Haers PE, Seifert B, Sailer HF. Non-surgical risk factors for condylar resorption after orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillofac Surg.* avr 2004;32(2):103-11.
3. Ze H, Huanzhong J, Wen D, Chunwei X, En L. Management of condylar resorption before or after orthognathic surgery: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* juillet 2019; 47(7);1007-1014.
4. Valladares-neto J, Cevidanes LH, Rocha WC, Almeida G, Batista de Paiva J, Rino-Neto J. TMJ response to mandibular advancement surgery: an overview of risk factors. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(1):2-14
5. Catherine Z, Breton P, Bouletreau P. Condylar resorption after orthognathic surgery: A systematic review. *Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale.* févr 2016;117(1):3-10.
6. Arnett GW, Milam SB, Gottesman L. Progressive mandibular retrusion—idiopathic condylar resorption. Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* août 1996;110(2):117-27.
7. Kobayashi T, Izumi N, Kojima T, Sakagami N, Saito I, Saito C. Progressive condylar resorption after mandibular advancement. *Br J Oral Maxillofac Surg.* mars 2012;50(2):176-80.
8. Wolford LM, Cardenas L. Idiopathic condylar resorption: Diagnosis, treatment protocol, and outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* déc 1999;116(6):667-77.
9. Deeley K, Vieira AR, Burnheimer J, Kim S, Sciote JJ. ACTN3 and ENPP1 contribute to sagittal craniofacial differences in Humans. *J Dent Res* 2015;94(A):2114589.
10. Nicot R, Vieira AR, Raoul G, Delmotte C, Duhamel A, Ferri J, et al. ENPP1 and ESR1 genotypes influence temporomandibular disorders development and surgical treatment response in dentofacial deformities. *J Cranio-Maxillofac Surg.* sept 2016;44(9):1226-37.
11. Chung K, Richards T, Nicot R, Vieira AR, Cruz CV, Raoul G, et al. ENPP1 and ESR1 genotypes associated with subclassifications of craniofacial asymmetry and severity of temporomandibular disorders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* nov 2017;152(5):631-45.
12. Gunson MJ, Arnett GW, Milam SB. Pathophysiology and Pharmacologic Control of Osseous Mandibular Condylar Resorption. *J Oral Maxillofac Surg.* août 2012;70(8):1918-34.
13. Jung W-S, Kim H, Jeon D-M, Mah S-J, Ahn S-J. Magnetic resonance imaging-verified temporomandibular joint disk displacement in relation to sagittal and vertical jaw deformities. *Int J Oral Maxillofac Surg.* sept 2013;42(9):1108-15.
14. Wolford LM, Reiche-Fischel O, Mehra P. Changes in temporomandibular joint dysfunction after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* juin 2003;61(6):655-60.
15. Hwang S-J, Haers PE, Zimmermann A, Oechslin C, Seifert B, Sailer HF. Surgical risk factors for condylar resorption after orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* mai 2000;89(5):542-52.

16. Hoppenreijts TJM, Stoelinga PJW, Grace KL, Robben CMG. Long-term evaluation of patients with progressive condylar resorption following orthognathic surgery. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1999;28: 411-418.
17. Hwang S-J, Haers PE, Sailer HF. The role of a posteriorly inclined condylar neck in condylar resorption after orthognathic surgery. *J Cranio-Maxillofac Surg.* avr 2000;28(2):85-90.
18. Nunes de Lima V, Faverani LP, Santiago JF, Palmieri C, Magro Filho O, Pellizzer EP. Evaluation of condylar resorption rates after orthognathic surgery in class II and III dentofacial deformities: A systematic review. *J Cranio-Maxillofac Surg.* avr 2018;46(4):668-73.
19. Harris D, Sickels EV. Factors Influencing Condylar Position After the Bilateral Sagittal Split Osteotomy Fixed With Bicortical Screws. *J Oral Maxillofac Surg* 57:650-654. 1999.
20. Scheerlinck JPO, Stoelinga PJW, Blijdorp PA., Brouns JA., Nijs MLL.: Sagittal split advancement osteotomies stabilized with miniplates. A 2-5- year follow-up. *Int. o r. Oral MaxiIIofac. Surg.* 1994; 23: 127-131.
21. Joss CU et Vassalli IM. Stability After Bilateral Sagittal Split Osteotomy Advancement Surgery With Rigid Internal Fixation: A Systematic Review.*J Oral Maxillofac Surg* 67:301-313, 2009
22. Bouletreau P. Articulations temporo-mandibulaires et chirurgie orthognathique. *Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale.* sept 2016;117(4):212-6.
23. Lee C-Y, Jang C-S, Kim J-W, Kim J-Y, Yang B-E. Condylar repositioning using centric relation bite in bimaxillary surgery. *Korean J Orthod.* 2013;43(2):74.
24. Costa F, Robiony M, Toro C, Sembronio S, Polini F, Politi M. Condylar positioning devices for orthognathic surgery: a literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* août 2008;106(2):179-90.
25. Bénateau H, Chatellier A, Leprovost N, Ghezal S, Compère JF, Veysseyère A. Positionnement condylien lors de la chirurgie orthognathique mandibulaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale* 2014;115:245-249.
26. Bouwman JPB and Dirk B. Condylar resorption in orthognathic surgery The role of intermaxillary fixation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*1994;78; 138-41.
27. Joos U. An adjustable bone fixation system for sagittal split ramus osteotomy: preliminary report. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* (1999) 37, 99–103.
28. Moon-Ho G, Hyung-Min K, Jun-Young Y, Byoung-Ho K, Jae-Pyong Ch, Soo-Ho K, Pill-Hoon C. Three-dimensional mandibular change after sagittal split ramus osteotomy with a semirigid sliding plate system for fixation of a mandibular setback surgery.*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013,115:157-166.
29. Peltola JS, Könönen M, Nyström M. A Follow-up Study of Radiographic Findings in the Mandibular Condyles of Orthodontically Treated Patients and Associations with TMD. *J Dent Res.* sept 1995;74(9):1571-6.
30. Shen YH., Chen YK. et Chuan SY. Condylar resorption during active orthodontic treatment and subsequent therapy: report of a special case dealing with iatrogenic TMD possibly related to orthodontic treatment. *Journal of Oral Rehabilitation* 2005 32; 332–336.

31. Iizuka T, Lindqvist C, Hallikainen D, Mikkonen P, Paukku P. Severe bone resorption and osteoarthritis after miniplate fixation of high condylar fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* oct 1991;72(4):400-7.
32. Wolford LM, Galiano A. Adolescent internal condylar resorption (AICR) of the temporomandibular joint, part 1: A review for diagnosis and treatment considerations. *Cranio®.* 2 janv 2019;37(1):35-44.
33. Wolford LM, Gonçalves JR. Condylar Resorption of the Temporomandibular Joint. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* févr 2015;27(1):47-67.
34. Galiano A, Wolford L, Gonçalves J, Gonçalves D. Adolescent internal condylar resorption (AICR) of the temporomandibular joint can be successfully treated by disc repositioning and orthognathic surgery, part 2: Treatment outcomes. *Cranio®.* 4 mars 2019;37(2):111-20.
35. Hoppenreijts TJM, Freihofer HPM, Stoelinga PJW, Tuinzing DB, Van't Hof" MA. Condylar remodelling and resorption after Le Fort I and bimaxillary osteotomies in patients with anterior open bite. A clinical and radiological study with anterior open bite. *Int. J. Oral Maxillofac Surg.* 1998; 27: 81-91.
36. Habets LLMH, Bezuur JN, Naeiji M and Hansson TL. The Orthopantomogram®, an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems.: II. The vertical symmetry. *Journal of Oral Rehabilitation* 1989;465-471.
37. Borstlap WA, Stoelinga PJW, Hoppenreijts TJM, Van't Hof MA. Stabilisation of sagittal split advancement osteotomies with miniplates: a prospective, multicentre study with two-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg.* oct 2004;33(7):649-55.
38. Koyama J, Nishiyama H, Hayashi T. Follow-up study of condylar bony changes using helical computed tomography in patients with temporomandibular disorder. *Dentomaxillofacial Radiol.* déc 2007;36(8):472-7.
39. Cevidanes LHS, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* mai 2006;129(5):611-8.
40. Park S-B, Yang Y-M, Kim Y-I, Cho B-H, Jung Y-H, Hwang D-S. Effect of Bimaxillary Surgery on Adaptive Condylar Head Remodeling: Metric Analysis and Image Interpretation Using Cone-Beam Computed Tomography Volume Superimposition. *J Oral Maxillofac Surg.* août 2012;70(8):1951-9.
41. An S-B, Park S-B, Kim Y-I, Son W-S. Effect of post-orthognathic surgery condylar axis changes on condylar morphology as determined by 3-dimensional surface reconstruction. *Angle Orthod.* mars 2014;84(2):316-21.
42. Jung J, Kim J-H, Lee J-W, Ohe J-Y, Choi B-J. Three-dimensional volumetric analysis of condylar head and glenoid cavity after mandibular advancement. *J Cranio-Maxillofac Surg.* sept 2018;46(9):1470-5.
43. Papadaki ME, Tayebaty F, Kaban LB, Troulis MJ. Condylar Resorption. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* mai 2007;19(2):223-34.

44. Dubois G, Novinyo A, Bonnet AS, Lipinski P. Présentation lors des Journées Technologiques de l'Association Titane, Nantes, Mai 2007.
45. Scheerlinck JPO, Stoelinga PJW, Blijdorp PA, Brouns JJA, Nijs MLL. Sagittal split advancement osteotomies stabilised with miniplates. A 2–5 year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1994 23:127–131.
46. Veysièrè A, Leprovost N, Ambroise B, Prévost R, Chatellier A, Bénateau H. Study of the mechanical reliability of an S-shaped adjustable osteosynthesis plate for bilateral sagittal split osteotomies. Study on 15 consecutive cases. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. févr 2018;119(1):19-24.
47. Berco M, Rigali PH, Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. juill 2009;136(1):17.
48. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. déc 2005;128(6):803-11.
49. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, et al. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: Comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. oct 2007;132(4):429-38.
50. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. oct 2004;126(4):397-409.
51. Xi T, Schreurs R, van Loon B, de Koning M, Bergé S, Hoppenreijts T, et al. 3D analysis of condylar remodelling and skeletal relapse following bilateral sagittal split advancement osteotomies. *J Cranio-Maxillofac Surg*. mai 2015;43(4):462-8.

### **13 ANNEXES :**

**Annexe 1 : Avis favorable du Comité local d’Ethique de la recherche en Santé – CLERS du CHU de Caen reçu le 23 mai 2019**

**[Non disponible dans son intégralité pour préserver les données personnelles]**

## ANNEXE 2 : Protocole de consultation pour les suivis à 2 ans post chirurgie orthognathique

Interrogatoire	Recueil	
	Oui	Non
SADAM post op	Droit	Gauche
- Douleurs		
- Craquements		
- Ressaut		
- Subluxation		
- Blocage bouche O		
- Blocage bouche F		
Troubles fonctionnels		
- Douleur / gêne mastication		
- Diminution mobilité mandibulaire		
Temps de traitement orthodontique	(en mois)	
- pré opératoire		
- Post opératoire		
- Total		

Examen clinique :	Recueil	
SADAM	Oui	Non
- Craquement		
- Douleur à la palpation des <u>ATMs</u>		
- Ressaut		
- Crépitation		
Mobilité mandibulaire	(En millimètres)	
- OB		
- DD		
- DG		
- Propulsion		
Examen <u>endobuccal</u>	Oui	Non
- Découvrement gingival antérieur		
- Béance antérieure		
- Contact molaire prématuré Droit		
- Contact molaire prématuré Gauche		
- <u>Overjet</u>		
- <u>Overbite</u>		

**Annexe 3 : Hauteur des rami en mm et variation de Hr en %.**

N° Patient	Genre	Hauteur des rami (Hr mm)			variation de Hr en %		
		T0	T1	T2	T1/T0 en %	T2/T1 en %	T2/T0 en %
2	F	46,26	45,40	44,71	-1,86	-1,52	-3,35
7	F	47,09	47,21	47,57	0,25	0,75	1,00
10	H	57,71	54,88	55,45	-4,91	1,04	-3,92
14	H	43,94	46,11	44,04	4,94	-4,49	0,23
18	F	43,44	42,11	41,01	-3,05	-2,61	-5,58
21	F	37,26	36,26	38,19	-2,70	5,33	2,48
24	F	44,00	45,50	43,34	3,40	-4,75	-1,51
26	F	46,81	45,13	46,75	-3,59	3,58	-0,14
42	F	47,91	46,27	46,59	-3,43	0,69	-2,77
43	F	45,29	45,46	43,68	0,38	-3,91	-3,55
46	F	55,29	54,53	52,96	-1,38	-2,88	-4,22
59	H	50,54	48,61	50,56	-3,82	4,01	0,04
60	F	48,10	48,34	45,17	0,50	-6,56	-6,09
64	H	48,16	46,33	45,55	-3,79	-1,68	-5,41
71	F	44,07	43,45	46,03	-1,42	5,95	4,45
75	F	36,64	36,74	35,61	0,27	-3,06	-2,80

**Annexe 4 : Hauteur des condyles et variation des Hc en mm .**

N° Patient	Genre	Hauteur des condyles (Hc mm)			variation Hc mm		
		T0	T1	T2	T1-T0	T2-T1	T2-T0
2	F	18,24	17,4	17,83	-0,84	0,43	-0,41
7	F	16,32	16,24	16,18	-0,08	-0,06	-0,14
10	H	28,03	29,56	29,44	1,53	-0,12	1,41
14	H	17,55	16,898	17,62	-0,652	0,722	0,07
18	F	14,89	14,71	13,45	-0,18	-1,26	-1,44
21	F	16,44	16,95	17,05	0,51	0,1	0,61
24	F	17,97	17,4	17,78	-0,57	0,38	-0,19
26	F	18,62	18,72	18,87	0,1	0,15	0,25
42	F	27,01	26,13	26,76	-0,88	0,63	-0,25
43	F	16,58	16,94	15,86	0,36	-1,08	-0,72
46	F	19,4	19,15	18,98	-0,25	-0,17	-0,42
59	H	26,33	27,13	25,93	0,8	-1,2	-0,4
60	F	21,7	21,31	19,22	-0,39	-2,09	-2,48
64	H	15,56	17,5	15,69	1,94	-1,21	0,13
71	F	22,52	20,76	21,67	-1,76	0,91	-0,85
75	F	16,22	16,05	16,93	-0,17	0,88	0,71

### Annexe 5 : Classes squelettiques et mesures des angles mandibulaires

N° patient	Genre	Angles mandibulaires (degrès)			Classes squelettiques		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2
2	F	134,6	133,7	137	II	II	II
7	F	131,1	129,5	136,4	II	II	II
10	H	129,1	133,3	136,9	II	II	II
14	H	118,6	118,3	121,9	II	II	II
18	F	133,1	132,8	135,1	II	II	II
21	F	122,3	121	131	I	III	II
24	F	119,4	119	125	I	III	III
26	F	132,8	130,9	132,2	III	III	III
42	F	130,1	128	136,4	III	II	III
43	F	137,1	135,4	137	II	II	II
46	F	134,2	128,8	128,7	III	III	III
59	H	122,2	126,3	125,6	III	III	III
60	F	135,2	135,9	137,1	III	III	III
64	H	126,2	125,5	132,5	II	II	II
71	F	129,7	132	135,3	II	II	II
75	F	143	135,1	143	II	II	II

### Annexe 6 : Temps de traitement orthodontique en pré-opérateur (pré\_op\_tps\_ttt), post-opérateur (post\_op\_tps\_ttt), et temps total (total\_tps\_total)

		N	Moyenne	Ecart type	Erreur standard	Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne		Minimum	Maximum
						Borne inférieure	Borne supérieure		
						pré_op_tps_ttt	masculin		
	féminin	25	18,800	11,6619	2,3324	13,986	23,614	1,0	48,0
	Total	40	22,000	12,5678	1,9871	17,981	26,019	1,0	60,0
post_op_tps_ttt	masculin	15	9,333	8,5746	2,2140	4,585	14,082	2,0	38,0
	féminin	25	7,500	4,9117	,9823	5,473	9,527	,5	24,0
	Total	40	8,188	6,4844	1,0253	6,114	10,261	,5	38,0
total_tps_total	masculin	15	36,667	17,7227	4,5760	26,852	46,481	14,0	86,0
	féminin	25	26,300	14,0030	2,8006	20,520	32,080	1,5	66,0
	Total	40	30,188	16,1013	2,5458	25,038	35,337	1,5	86,0

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse



**Professeur Hervé BENATEAU**  
*Professeur des Universités*  
*Praticien Hospitalier*  
**Service de Chirurgie Maxillo-Faciale**  
**CHU - Côte de Nacre**  
**14033 CAEN Cedex 9**

VU, le Doyen de l'UFR Santé

VU et permis d'imprimer  
en référence à la délibération  
du Conseil d'Université  
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président  
de l'Université de CAEN-NORMANDIE et P.O

Le Doyen

ANNEE DE SOUTENANCE : 2019

NOM ET PRENOM DE L'AUTEUR : KIMAKHE Jihane

**TITRE DE LA THESE : Résorption condylienne après chirurgie orthognathique : étude rétrospective sur 40 patients au CHU de Caen**

**RESUME DE LA THESE EN FRANÇAIS :**

La résorption condylienne (RC) correspond à une altération progressive de la forme et du volume du condyle mandibulaire. Elle se rencontre après une chirurgie orthognathique, suite aux contraintes exercées sur le condyle lors de l'intervention. Afin de limiter des dernières, tout en facilitant la correction de l'occlusion en per-opératoire, plusieurs mini-plaques d'ostéosynthèse ajustables ont été développées.

**Matériel et méthode** : Une étude rétrospective, entre janvier 2014 et décembre 2017, a été réalisée dans le service de chirurgie maxillofaciale du CHU de Caen, sur des patients ayant bénéficié en chirurgie orthognathique d'une ostéosynthèse mandibulaire à l'aide de mini-plaques en forme de S (OBL®). Le critère de jugement principal était l'évaluation d'une RC en post-opératoire tardif.

**Résultats** : Chez les 40 patients inclus, il est retrouvé une baisse significative des craquements mandibulaires en post-opératoire. Seul un patient a montré des signes radiographiques de RC avec une baisse de la hauteur des condyles de plus de 2 mm et une diminution de la hauteur ramique de plus de 6 %. Morphologiquement, les condyles n'ont pas montré de modification notable sur l'analyse du panoramique dentaire.

**Conclusion** : Les plaques en S, pratiques et simples d'utilisation, ne semblent pas pourvoyeuses de RC. Une étude plus approfondie avec des données scanographiques serait nécessaire pour parfaire la précision de ce travail.

**MOTS CLES** : Résorption condylienne, Chirurgie orthognathique, mini-plaque en S.

**TITRE DE LA THESE EN ANGLAIS : Condylar resorption after orthognathic surgery : a retrospective study on 40 patients at the CHU of Caen**

**RESUME DE LA THESE EN ANGLAIS :**

Condylar resorption is a progressive alteration of the shape and volume of the mandibular condyle. It happens after orthognathic surgery, following the constraints exercised on the condyle during the intervention. In order to limit the latter, while facilitating the correction of occlusion intraoperatively, several adjustable mini-plates of osteosynthesis have been developed.

**Material and method**: A retrospective study, between January 2014 and December 2017, was performed in the Maxillofacial Surgery Department of the University Hospital of Caen, on patients who underwent mandibular osteosynthesis in orthognathic surgery using mini-plates S-shaped (MATERIALISE®). The primary endpoint was evaluation of late-postoperative CR.

**Results**: Among the 40 patients included, there was a significant decrease in mandibular crunches postoperatively. Only one patient showed radiographic signs of CR with a decrease in the height of the condyles more than 2 mm and a decrease in the ram height more than 6%. Morphologically, the condyles did not show any significant change in the dental panoramic analysis.

**Conclusion**: The S-shaped plates, practical and easy to use, do not seem to provide RC. Further study with CT data would be necessary to complete the accuracy of this work.

**KEY WORDS** : Condylar resorption, orthognathic surgery, mini-plate S-shaped.