



**HAL**  
open science

**Arthrose inflammatoire de l'articulation  
temporo-mandibulaire : place de la  
viscosupplémentation et comparaison avec le genou**  
Nadège Ribes

► **To cite this version:**

Nadège Ribes. Arthrose inflammatoire de l'articulation temporo-mandibulaire : place de la viscosupplémentation et comparaison avec le genou. Chirurgie. 2015. dumas-01250423

**HAL Id: dumas-01250423**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01250423>**

Submitted on 4 Jan 2016

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

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

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

Année 2015

N°90

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

Présentée et soutenue publiquement

Par Nadège Ribes

Née le 16/09/1990 à Cognac (16), France

Le 18/12/2015

**Arthrose inflammatoire de l'articulation temporo-  
mandibulaire : place de la viscosupplémentation et  
comparaison avec le genou.**

Directeur de thèse

Docteur Jean-Marie MARTEAU

Membres du Jury

Président	Mme Marie-Josée BOILEAU	Professeur des Universités
Directeur	M. Jean-Marie MARTEAU	Maître de Conférences des Universités
Rapporteur	Mme Alice LE NIR	Assistante Hospitalo-Universitaire
Assesseur	Mme Odile LAVIOLE	Maître de Conférences des Universités

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

<i>Président</i>	M.	Manuel TUNON de LARA
<i>Directeur de Collège des Sciences de la Santé</i>	M.	Jean-Luc PELLEGRIN

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

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

## **ENSEIGNANTS DE L'UFR**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES**

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-02
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-02
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02

### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

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

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

### **ASSISTANTS**

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

A notre Présidente de jury:

Madame le Professeur Marie-Josée BOILEAU

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous section Orthopédie dento-faciale 56-02

*Merci d'avoir accepté de présider mon jury de thèse. Je suis très honorée que vous partagiez avec moi la clôture de ces 6 années d'études. J'ai été externe pendant deux ans lorsque vous étiez à la tête du service d'odontologie, et ce furent deux années très agréables.*

*Vous avez été disponible et à l'écoute des étudiants, ce qui a rendu mes débuts beaucoup plus faciles.*

*Veillez trouver ici mes remerciements les plus sincères.*

A notre Directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Jean-Marie MARTEAU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous section Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique 57-02

*Merci d'avoir accepté de diriger ce travail, de m'avoir aiguillée et guidée tout au long de cette année de préparation.*

*Ce fut un plaisir de travailler à vos côtés durant les trois années que j'ai passées au PQR. Vous m'avez beaucoup appris, tant dans vos cours magistraux que dans votre pratique hospitalière. Vous êtes un modèle de pédagogie, de patience et de gentillesse.*

*Merci d'être si impliqué auprès des étudiants, surtout ne changez pas cela.*

*Je vous prie de trouver dans ce travail toute l'expression de ma gratitude.*

A notre Rapporteur de thèse :

Madame le Docteur Alice LE NIR

Assistant Hospitalo-Universitaire - Docteur d'état en Chirurgie dentaire

Sous section Sciences anatomiques et physiologiques 58-03

*Merci d'avoir accepté de travailler avec moi sur ce travail en tant que rapporteur.  
Je vous ai découverte lors de mon stage au PQR à Pellegrin et cela a toujours été un plaisir  
de travailler avec vous. J'ai appris à améliorer ma pratique clinique à vos côtés.  
Merci pour votre gentillesse et votre disponibilité lors de cette thèse : grâce à vous, la date  
limite aura été respectée !*

*Je vous prie de trouver dans cette thèse une marque profonde de respect et de  
reconnaissance.*

A notre Assesseur :

Madame le Docteur Odile LAVIOLE

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous section Prothèse dentaire 58-02

*Merci d'avoir accepté d'être l'assesseur de cette thèse. Merci pour votre disponibilité, et pour  
l'intérêt que vous avez porté à mon sujet.  
J'ai eu l'occasion de travailler avec vous au PQR lors de ma cinquième année, votre rigueur  
et vos connaissances m'ont beaucoup appris. Vos cours lors de tout mon cursus ont été très  
intéressants et m'ont apporté une grande part des connaissances cliniques que j'ai  
aujourd'hui.*

*Je vous prie de trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance.*

**Merci à ma famille,  
Mes oncles, tantes, cousins, et plus particulièrement, merci :**

**Papa et maman,** si je suis là aujourd'hui c'est bien grâce à vous. Vous m'avez toujours soutenue sans douter, merci pour cela. Merci d'être autant présents et investis pour Clément et moi. On a beaucoup de chance d'avoir des parents comme vous. Maintenant je vais enfin pouvoir payer mon loyer et mes courses comme une adulte !

**Clément,** d'aimer tant le genou, car c'est grâce à toi mais aussi un peu pour toi que j'ai choisis ce sujet. J'espère que j'ai réussi à t'apprendre un ou deux trucs aujourd'hui ! Au moins quand ça sera ton tour de passer ta thèse sur le genou, je comprendrais peut-être un ou deux trucs ! T'es trop cool comme frère, mais tu le sais déjà.

**Marie,** comme vous allez bientôt vous marier (déjà cette histoire ne vous lâchera jamais), tu fais définitivement partie de la famille ! Merci de faire le lien de communication avec Clément qui n'est pas toujours facile à joindre. Je suis contente de t'avoir dans la famille, si j'ai besoin d'un moulin à poivre, je saurais à qui faire appel !

**Bonne-maman et bon-papa,** pour tous ces supers souvenirs que l'on a à Graulhet ou à Roses depuis que l'on est tous petits. Bonne maman pour tous tes pulls qui te prennent tant de temps et te causent parfois bien du soucis, mais aussi pour ta cuisine ! Bon papa pour cette passion pour la photo qui se transmet de génération en génération.

**Pauline et Mickael,** de toujours m'accueillir avec autant de joie à Toulouse. C'est trop cool de vous avoir dans la famille, et surtout celle qui est trop cool c'est Lou ! On vous dit qu'elle vous ressemble mais moi ce que je vois, c'est qu'elle est presque aussi mignonne que moi à son âge. Pauline merci pour tes précieux conseils dans la rédaction de cette thèse.

**Kiki,** d'être la marraine rêvée. Tu as bien rempli ton rôle pendant 25 ans, maintenant c'est moi qui vais te faire des cadeaux pour ton anniversaire et pour Noël.

**Hélène,** pour tes cadeaux culinaires, dont je ne connaissais pas l'existence mais qui à chaque fois me sont utiles et me font très plaisir !

**Merci également aux Courson et plus particulièrement :**

**Monsieur et madame de Courson,** de toujours m'accueillir aussi gentiment chez vous, que cela soit dans les Landes et à Paris, c'est toujours un plaisir de passer du temps à vos côtés et d'entendre vos compliments sur nos talents culinaires. Je serai ravie de vous accueillir lorsque vous viendrez habiter à Bordeaux.

**Camille et Damien,** merci pour vos invitations à diner ! Vous n'habitez pas la porte à coté mais cela vaut toujours le déplacement.

**Merci Cyril Biesse,** qui me fait assez confiance pour m'offrir une place de collaboratrice dans son cabinet. J'ai hâte d'y voir sous microscope ! Aude, ce fut une super rencontre, on va bien rigoler à travailler tous ensemble.

### **Merci à mes amis :**

**Du lycée (Mel, Chloé, Jeremy, Popol, Guigui) :** depuis le groupe de la cantine, on a perdu en nombre, mais c'est rassurant de savoir que quand on se voit c'est comme si on était encore au lycée. On n'a pas pris une ride, mais maintenant on est des grands !  
*Samuel, nos déjeuners parisiens vont, je l'espère, devenir une habitude !*

**Les médecins : Giulia,** je garde des supers souvenirs de notre colloq, qui ne s'est pas du tout résumée à des bruits de pigeons dans les murs. J'espère que l'on arrivera à garder le lien, de toute façon il va te falloir un dentiste sur Bordeaux ! **Kim,** merci pour toi. C'est génial de t'avoir parmi mes plus proches amies, je sais que l'on pourra toujours compter l'une sur l'autre même si tu t'es enfuie au bout du monde. Ca me fera une excuse pour voyager sous les cocotiers.

### **De dentaire :**

**Anaïs,** on s'est vues évoluer depuis le stage infirmier en P2 à maintenant : tu es la seule que je connais depuis mon premier jour en dentaire et qui es là le dernier jour, et ça compte beaucoup pour moi. Ca a été six années rythmées par des diners, des apéros, des soirées, dans ton appartement qui en a vu passer (et qui en verra sûrement passer d'autres). Avec toi, il n'y a pas de petite soirée et c'est ça qui est trop cool : t'écouter raconter tes soirées improvisées me fait toujours rêver alors que moi je me couche toujours à 2h.

**Axelle,** pour ces séjours à Tignes et à Toulon. Entre mer et montagne on se met toujours aussi bien, avec tous tes petits plats cuisinés avec amour, quel régal ! Quand tu seras loin sur l'océan, j'espère que je pourrais venir te voir sur une de tes escales ensoleillées ! Même si tu ne peux pas être là aujourd'hui, le 18 décembre aura toujours une signification particulière pour nous maintenant !

**Boulé :** merci de me faire toujours rigoler, d'être tête en l'air, mais pas trop, juste comme il faut. C'est pour ça qu'on t'aime ! Je suis trop fière de toi, tu es une grande grande ! Merci de savoir quand il faut me mettre des coups de pieds pour que j'arrête de me prendre la tête, de me soutenir, de m'écouter, et tout et tout. C'est que le début d'une grande aventure, il faut bien que j'envoie à quelqu'un les enfants que je n'arriverais pas à soigner ! Et un jour on fera une course toutes les deux !

**Cossex :** Au début j'avais fait des remerciements bidons, et je me suis dit que tu méritais bien mieux que ça. Il y a eu la Réunion (c'était dingue) mais avant il y a eu le rallye de P2, les dîners à la colloq, Roses, Toulon, Tignes, Mareuil, Rougnac, Cognac, et surtout Bordeaux et nos nuits en duo ! J'espère que cette liste ne fera que s'allonger au fil des années, car il y a des choses que je ne peux faire qu'avec toi. T'es parfaite (presque autant que moi), et surtout, tu supportes mes questions incessantes pour savoir si tu boudes.

**Clara :** Pour tous ces séjours dans le petit studio des parents de Hugues pour l'ADF : c'est grâce à eux que l'on s'est rapprochées au tout début. Merci pour ces sessions shopping qui n'en finissent pas. Tu es l'accro au shopping du groupe mais c'est pour ça (entre autres) qu'on t'aime ! J'ai hâte que l'on mette en pratique le pacte que l'on a passé lors du voyage promo.

**Nono :** Dans cette thèse il y a beaucoup de toi : la première de couverture par exemple ! Il y a de tes conseils, de ton soutien, de tes avis, de tes corrections. Merci ! J'aime découvrir tous tes petits secrets, mais ce que j'aime surtout, c'est de les découvrir au hasard d'une soirée, d'une conversation, l'air de rien. C'est comme les couples : tu arrives toujours à me surprendre ! Tu es une découverte en cours de route, et je ne regrette pas !



*De façon générale, les filles, c'est compliqué de tout résumer comme ça. D'habitude je fais ça par texto en secret. Pour résumer : vous êtes parfaites avec vos imperfections !*

**Attard, enfin Alexandre :** *on a bien changé depuis nos brefs échanges en p1. Tu m'as supportée pendant toutes ces années, on a bien rigolé, on s'est bien disputés, mais aussi bien réconciliés. J'espère qu'il y aura d'autres soirées, et que tu continueras de m'inonder de snapshot inutiles !*

**Kéké,** *merci pour le 4L qui a définitivement soudé notre amitié, tu as vu toutes mes facettes, au moins je n'ai plus rien à cacher avec toi, on retourne dans le désert quand tu veux (au club med cette fois ? ☺). Dès que l'on se voit on a toujours 10 000 choses à se raconter, c'est génial quand on voit comment j'appréhendais les blancs avant le 4L !*

**Bubu,** *à chaque soirée c'est toujours un délice de parler des heures avec toi, et même si l'on arrive peu à se voir, je suis jamais très loin si tu as besoin.*

**Les réu, mes petits loustiques,** *ce fut une très bonne surprise de faire plus ample connaissance avec vous à la Run, et à chaque fois en soirée, je reviendrai visiter vos supers maisons héhé !*

**Les parisiens :**

**Gauthier** *ça fait déjà un petit moment que l'on se connaît, merci pour toutes tes cartes postales aux longues phrases aux 4 coins du monde. Je n'ai pas pu être là pour ton PACS mais j'espère que l'on aura pleins d'autres choses à fêter, à commencer par ma thèse. Tu es un ami, un vrai, et ça, c'est top.*

**Jules** *t'es pas classé dans les amis du lycée car en fait c'était depuis la troisième (on se fait vieux). Mon plus vieux pote ! C'est trop cool de vous avoir toi et **Camille** à Bordeaux, pourvu que vous restiez !! Vous me faites bien rire, et je sais bien que je finirai par vous battre au badminton, c'est qu'une question de temps.*

**Kévin colloc,** *c'est la première fois que je suis en colloc avec un garçon (Hugues ne compte pas), c'est top ! Il nous a fallu un petit temps d'adaptation, mais je ne voudrais pas que ta chambre soit occupée par quelqu'un d'autre.*

**Haldol :** *miaou miaou*

**Clémence,** *c'est une grosse erreur de ma part de pas t'avoir mise dès le début. Merci de toujours être si gentille avec moi, on commence juste à se connaître mais je pense qu'on a encore pas mal d'années devant nous ! Vivement qu'il y ait un immeuble bordelais avec toute la famille Cosset au complet !*

Et enfin, **Hugues,** *je t'ai pas oublié. En même temps je ne pourrais pas ! D'habiter ensemble ça aurait pu ne pas marcher, mais ça marche trop bien ! Juste merci. D'être là, de me supporter, de m'écouter, de me conseiller, de me faire rire, et surtout d'avoir lu la cinquantaine de versions de ma thèse que je t'ai envoyées depuis un petit moment, d'avoir pris le temps de les relire, rere relire, rererelire et d'être là pour écouter ma soutenance sur un sujet que tu maîtrises sûrement autant que moi !*

# TABLE DES MATIERES

<b>Table des abréviations</b> .....	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>12</b>
<b>I. BASES FONDAMENTALES CONNUES ET CONSENSUELLES</b> .....	<b>13</b>
<b>A. L'articulation temporo mandibulaire (ATM)</b> .....	<b>13</b>
1. Rappels sur l'articulation.....	13
2. L'arthrose de l'ATM.....	18
<b>B. L'articulation du genou</b> .....	<b>23</b>
1. L'articulation .....	23
2. L'arthrose du genou.....	29
3. La viscosupplémentation.....	33
<b>C. Synthèse des deux articulations</b> .....	<b>35</b>
<b>II. REVUE SYSTEMATIQUE DE LITTERATURE</b> .....	<b>36</b>
<b>A. Contexte</b> .....	<b>36</b>
<b>B. Objectif</b> .....	<b>36</b>
<b>C. Matériel</b> .....	<b>36</b>
<b>D. Méthode</b> .....	<b>38</b>
1. Mots clés et recherche .....	38
2. Critères d'inclusion .....	39
3. Critères d'exclusion.....	39
<b>E. Recherche bibliographique et résultats</b> .....	<b>40</b>
1. Quelles sont les analogies anatomiques et physiopathologiques que l'on peut faire entre l'ATM et le genou ? .....	40
2. Quelles sont les données actuelles sur la viscosupplémentation de l'ATM ? .....	46

3. Quel est l'apport de la viscosupplémentation par rapport aux autres techniques ?.....	65
<b>F. Résultats .....</b>	<b>69</b>
1. Quelles sont les analogies que l'on peut faire sur l'anatomie et sur les pathologies de l'ATM et du genou ? .....	69
2. Quelles sont les données actuelles sur la viscosupplémentation de l'ATM ? .....	70
3. Quel est l'apport de la viscosupplémentation par rapport aux autres techniques ?.....	71
<b>III. DISCUSSION .....</b>	<b>72</b>
<b>IV. CONCLUSION .....</b>	<b>75</b>
<b>V. TABLE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX.....</b>	<b>76</b>
<b>VI. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>78</b>

## **Table des abréviations**

AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens

AH : Acide hyaluronique

ANOVA : Analyse de la variance

ATM : Articulation temporo-mandibulaire

CBCT : Cone Beam Computed Radiography

EVA : Echelle Visuelle Analogique

GAG : Glycosaminoglycanes

GH : Glucosamine hydrochloride

IL : Interleukine

IGF : Insulin-like growth factor

MEC : Matrice Extra-cellulaire

MMPs : Métalloprotéinases Matricielles

NO : Monoxyde d'azote

PG : Protéoglycane

PGE2 : Prostaglandine E2

PRP : Plaquettes Riche en Plasma

RDC/TMD : Research Diagnostic Criteria of temporomandibular disorders

TGF- $\beta$  : Transforming growth factor  $\beta$

TNF : Tumor Necrosis Factor (Facteur de nécrose tumorale)

VEGF : Vascular endothelial growth factor (Facteur de croissance de l'endothélium vasculaire)

## INTRODUCTION

L'articulation temporo-mandibulaire (ATM), utile pour les fonctions masticatoires peut, comme d'autres articulations synoviales, souffrir d'arthrose.

On s'est demandé si l'ATM pouvait être comparée à une autre articulation. C'est-à-dire s'il existait une articulation dont l'anatomie et la physiopathologie de l'arthrose étaient comparables.

Ainsi, on s'est intéressé au genou, qui est aussi une articulation avec un disque/ménisque interposé.

Dans une première partie, les thérapeutiques de l'arthrose du genou et de l'ATM ont été comparées en étudiant séparément leur embryologie, leur anatomie, leur dynamique et leur arthrose.

Cette dernière pathologie, si elle a une origine mécanique, a une composante inflammatoire non négligeable. C'est cette composante qui est ciblée dans le genou lors des techniques bien connues de viscosupplémentation.

Dans une seconde partie, une revue systématique de littérature a été réalisée. On a d'abord cherché à savoir si ces articulations avaient déjà été comparées, puis à savoir quelles étaient les données actuelles concernant la viscosupplémentation de l'ATM, avant de nous intéresser à sa place parmi l'arsenal thérapeutique. Souvent, l'injection d'acide hyaluronique est associée à une arthrocentèse : il s'agit d'un lavement de l'articulation (avec une solution saline la plupart du temps).

L'objectif de cette thèse est de voir si la viscosupplémentation, répandue dans le genou, peut aussi l'être dans l'ATM. Cela passe par l'étude de la viscosupplémentation dans le genou, afin de voir si les mêmes résultats peuvent être attendus.

Puisque l'inflammation articulaire a une part prépondérante dans ce travail, il faut distinguer quelques notions :

- Nous allons nous intéresser à l'arthrose et plus particulièrement à sa composante inflammatoire. Ainsi, le mot ostéoarthrite, qui est un synonyme de l'arthrose dans le langage courant sera beaucoup utilisé.
- Il ne faut pas confondre l'ostéoarthrite qui est la part inflammatoire de l'arthrose, avec l'arthrite en elle-même qui est une autre pathologie pouvant être infectieuse mais que nous ne traiterons pas ici.
- Lorsque l'on parle d'ostéoarthrose, on parle de l'arthrose dans sa composante dégénérative non inflammatoire.

Ces confusions sont dues au fait qu'en anglais, il existe un seul et même terme, « osteoarthritis » pour l'arthrose et pour l'arthrite, tandis qu'en France, on distingue les deux.

# I. BASES FONDAMENTALES CONNUES ET CONSENSUELLES

## A. L'articulation temporo mandibulaire (ATM)

### 1. Rappels sur l'articulation

#### a. Embryologie

Le développement de l'ATM débute dès les 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> semaines de vie intra-utérine. Les os de l'ATM auraient pour origine les crêtes neurales (1).

Sa croissance débute avec le développement du processus condyalaire de la mandibule. D'abord cartilagineux, il se développe à partir d'une accumulation de cellules mésenchymateuses autour du cartilage de Meckel. La progression de cette ossification va se faire jusqu'à fusion avec le corps de la mandibule.

On va parler d'une ossification enchondrale pour le processus condyalaire (les cellules mésenchymateuses se différencient en ostéoblastes qui synthétisent la matrice osseuse puis se différencient en ostéocytes).

Le cartilage condyalaire est différent des autres cartilages enchondraux car il prend naissance au sein d'un os membraneux. Il s'agit d'un cartilage secondaire ayant la capacité de croître en réponse à une stimulation mécanique (2).

L'os temporal, et plus particulièrement sa fosse mandibulaire, évolue selon une ossification membranaire (3).

#### b. Anatomie (4)

L'articulation temporo-mandibulaire est une articulation synoviale de type diarthrose bicondylienne. Elle est paire, symétrique, et unit deux surfaces articulaires interposées par un disque : une surface temporale (tubercule articulaire et fosse mandibulaire) et une surface mandibulaire (le processus condyalaire).

Chacune des deux articulations possède une capsule, des ligaments, un disque interposé entre les deux surfaces articulaires et une zone bilaminaire (5).

Le disque articulaire a la forme d'une lentille biconcave et est fait de fibrocartilage. Il présente une zone centrale amincie, un bourrelet périphérique et possède un rôle clé dans le mécanisme de l'articulation. **Figure 1** (6)

On distingue deux compartiments dans chacune des articulations : un compartiment supérieur, temporo-discal et un compartiment inférieur, condylo-discal.

En coupe sagittale, différentes attaches sont mises en évidence :

- des attaches antérieures fibreuses
- des attaches postérieures : fibres conjonctives élastiques provenant de la zone bilaminaire

En coupe frontale, le disque est attaché par des fibres aux pôles externes et internes du condyle. L'attache latérale est la plus solide du fait d'ailerons fibreux adhérent à la face profonde de l'articulation.

La capsule articulaire, tapissée dans sa face profonde par la membrane synoviale, recouvre tout et permet d'assurer l'étanchéité de l'ensemble (6).

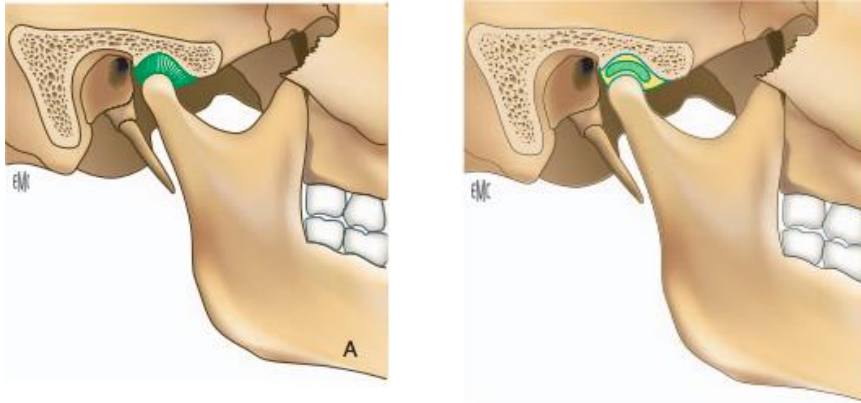


Figure 1 : coupes sagittales de l'articulation temporo-mandibulaire.

**Le processus condyalaire :** Il présente un versant antérieur articulaire recouvert de fibrocartilage et un versant postérieur lisse non articulaire (5).

**Surfaces articulaires du temporal :** Il s'agit du tubercule articulaire et de la fosse mandibulaire (appelée aussi cavité glénoïde). Le tubercule articulaire, situé en avant de la fosse mandibulaire, est recouvert de tissu fibreux articulaire (fibrocartilage) (7). Seule la partie antérieure de la fosse mandibulaire est articulaire et est également recouverte de fibrocartilage.

**Le disque articulaire :** Il n'est ni vascularisé, ni innervé. On distingue plusieurs zones :

- La zone centrale est biconcave en coupe sagittale. Elle a une faible épaisseur. Ses fibres de collagène sont orientées longitudinalement.
- Le bourrelet périphérique postérieur comble la fosse temporale. On trouve du collagène de type 3 uniquement à cet endroit. Il s'agit d'un collagène plus extensible que le collagène de type 1 retrouvé en majorité dans le reste des surfaces articulaires, mais plus sensible aux dysfonctions.
- Le bourrelet périphérique antérieur se situe en avant du condyle. Ses fibres de collagène sont orientées dans les trois directions de l'espace afin de résister aux cisaillements transversaux.

Par sa forme (décrite ci-dessus), on parle de disque articulaire et non de ménisque. Ce dernier a plus une forme de croissant. Dans une articulation à disque interposé, son altération modifie totalement sa fonction. Ce n'est pas le cas avec un ménisque (5).

**La zone bilaminaire :** elle possède deux feuilletts : un supérieur et un inférieur :

- Le feuillet supérieur se termine sur la lèvre antérieure de la fissure pétrotympanique. Il contient des fibres élastiques afin de provoquer le rappel postérieur du disque, comme vu précédemment. Ses fibres sont très plissées et parallèles entre elles. Il présente une vascularisation, mais pas de collagène.
- Le feuillet inférieur se fixe au niveau du col de la tête mandibulaire. Il est solide de par sa nature collagénique.

Les feuilletts supérieurs et inférieurs délimitent une zone que l'on appelle zone de Hencker (ou coussin vasculaire de Hencker). Il s'agit d'un tissu lâche fibrovasculaire et nerveux. Il permet de jouer le rôle d'amortisseur hydraulique notamment lors de l'ouverture et de la fermeture buccale.

**La capsule articulaire :** Absente dans la partie antérieure de l'articulation, elle est constituée des différentes insertions ligamentaires et musculaires de la région, complétée par des fibres supplémentaires dans les endroits laissés vacants. Sa partie profonde est tapissée par la membrane synoviale.

**La membrane synoviale :** elle tapisse la face interne des deux cavités articulaires de chaque ATM et fabrique le liquide synovial. Celui-ci est un transsudat plasmatique constitué de mucines et d'un dialysat du plasma. Elle est constituée d'une couche intime cellulaire et d'une couche sous intime vasculaire. Cette dernière est composée de tissu conjonctif lâche contenant des vaisseaux sanguins, des fibroblastes et des macrophages dispersés, de grosses cellules mâtes et quelques fibres élastiques.



### c. Dynamique

Les deux ATM fonctionnent en synergie l'une avec l'autre. Pour les mouvements d'ouverture/fermeture, de rétrusion ou de protrusion, les deux ATM fonctionnent de manière identique. Par contre, lors des mouvements de latéralité, elles se complètent.

Deux types de mouvements peuvent être observés :

- un mouvement de rotation pure au cours duquel le condyle tourne contre la face inférieure du disque. Ce mouvement a lieu dans le compartiment condylo-discal.
- un mouvement de translation entre le disque et la cavité glénoïde. Ce mouvement a lieu dans le compartiment temporo-discal.

Dans le plan horizontal, on observe les mouvements de latéralité ou diduction. Lors de ces mouvements, on distinguera le condyle du côté duquel le mouvement a lieu (condyle travaillant ou pivotant) et celui opposé (condyle non travaillant ou orbitant).

Dans le plan sagittal, on observe les mouvements de rotation et de translation. Comme énoncé précédemment, les rotations pures auront lieu dans le compartiment condylo-discal alors que les translations pures auront lieu dans le compartiment temporo-discal (6).

Lors du mouvement d'ouverture :

- Les condyles pivotent d'abord sous les disques,
- Puis le condyle et son disque, par l'action antérieure du muscle ptérygoïdien latéral, et retenus postérieurement par les ligaments rétro-discaux, basculent en avant afin d'arriver à l'ouverture complète.

Lors du mouvement de fermeture, l'opposé se produit : l'élasticité des fibres conjonctives de la zone bilaminaire provoque le rappel des disques en arrière. Ici aussi, le ptérygoïdien latéral est en action (8).

#### d. Histologie

A l'inverse des autres articulations synoviales, le cartilage recouvrant les surfaces articulaires de l'ATM (processus condyloïde, surfaces articulaires du temporal) est un **fibrocartilage**. Le disque articulaire est aussi un fibrocartilage (9).

Sur les surfaces articulaires, ce fibrocartilage est composé de plusieurs couches successives :

- une couche fibreuse vers la surface articulaire
- une couche prolifératrice (mésenchyme indifférencié)
- une couche de cartilage calcifié (10).

Le fibrocartilage est composé de :

- 2 à 5% de cellules par volume. Ces cellules sont des type-chondrocytes ou des type-fibroblastes qui sont responsables de la formation de matrice extracellulaire (MEC) et de son turn-over.
- Du collagène (en majorité du type 1 synthétisé par les fibroblastes (9)) : il confère au cartilage sa résistance aux forces (traction, cisaillement, compression) et donne au disque une grande part de sa rigidité. Il représente environ 90% des macromolécules présentes dans le fibrocartilage.
- Des protéoglycanes (PG) : ce sont des chaînes protéiques auxquelles sont rattachés des glycosaminoglycanes (GAG). Ils sont adaptés pour résister aux compressions. La fonction des PG serait d'augmenter le diamètre des fibres de collagènes pour créer une plus haute résistance à la traction. Ils représentent environ 10% des macromolécules présentes dans le fibrocartilage.
  - o Les PG peuvent être de petite taille comme les biglycanes ou la décorine (leurs GAG associés sont la chondroïtine ou la dermatane sulfate), ou de grande taille comme l'agrécan (fait de chondroïtine, de kératane ou de dermatane).
  - o L'acide hyaluronique est un GAG non attaché à la matrice protéique.
  - o Les PG, immobiles et entravés dans la matrice collagénique, permettent la rétention d'eau.
- Un liquide interstitiel (composé essentiellement d'eau) qui peut se déplacer aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la couche de surface du disque. Le collagène et les protéoglycanes sont dispersés dans ce fluide. Le tissu discal est rendu perméable par ce liquide et la réponse mécanique du disque en dépendrait.
- Fibres élastiques : l'élastine permet la restauration du disque après la charge notamment en redressant les fibres de collagène (11).

## **2. L'arthrose de l'ATM**

### **a. Signes cliniques d'une dysfonction temporo-mandibulaire**

Pour pouvoir parler de désordre temporo-mandibulaire, il faut une association de plusieurs symptômes parmi les suivants (12) :

- Douleurs musculaires statiques ou dynamiques des muscles de la sphère oro-faciale
- Troubles de la cinétique mandibulaire (déviations, limitations, ressauts)
- Douleurs articulaires d'origine musculaire ou capsulaire ; ces douleurs sont situées dans l'aire pré-auriculaire et peuvent parfois être associées à des douleurs auriculaires
- Bruits articulaires dynamiques (claquements ou craquements)
- Dysfonction occlusale en statique ou en dynamique
- Signes dentaires d'un bruxisme
- Migraines, céphalées
- Troubles de l'audition, acouphènes.

Dans la littérature, on retrouve souvent la classification « Research Diagnostic Criteria of temporomandibular disorders » (RDC/TMD) pour évaluer les atteintes de l'articulation. Il est divisé en deux axes (13) :

Axe 1 : Clinique des désordres temporo-mandibulaires

Groupe I : Désordres musculaires

a : douleur myofasciale

b : douleur myofasciale avec limitation de l'ouverture

Groupe II : Déplacement du disque

a : avec réduction

b : sans réduction

c : sans réduction et sans limitation de l'ouverture

Groupe III : Arthralgie, Arthrite, arthrose

a : Arthralgie

b : Ostéoarthrite de l'ATM

c : Ostéoarthrose de l'ATM

Axe II : Analyse des aspects psychosociaux (dépression, anxiété, mal-être) permettant d'expliquer l'impact de la douleur au quotidien.

Dans ce travail, la plupart des patients inclus dans les études souffrent d'ostéoarthrite selon cette classification.

## **b. Composante mécanique**

Au niveau osseux de l'ATM, on observe un remodelage actif à tous les âges. Selon la région et le type de remodelage, on peut observer des modifications de forme et de structure du condyle.

Le cartilage condylien subit un processus de remodelage, c'est à dire que l'on assiste à une multiplication des cellules de la couche prolifératrice qui deviennent hypertrophiques. Cela provoque une augmentation de la couche cartilagineuse qui va ensuite se minéraliser. Cela peut provoquer un remodelage de la forme de la surface articulaire.

Ainsi, certains remodelages condyliens sont plus fréquents lors de malocclusions. En effet, la position du condyle en position d'intercuspitation maximale est dictée par le schéma occlusal et peut donc induire une modification de forme du condyle.

Plusieurs causes mécaniques pourraient mener à une ostéoarthrite de l'ATM (14) :

- surcharge fonctionnelle
- parafonction (comme le bruxisme)
- occlusion instable
- micro- ou macro-trauma
- anomalie de développement
- déplacement discal

Cela pourrait aussi être dû à une dysfonction de la capacité d'adaptation de l'articulation.

Lors d'une augmentation des forces compressives on assiste à un remodelage régressif (la résorption prend le pas sur la formation d'os). Le remodelage de l'ATM de l'adulte est un processus qui s'adapte aux variations de charges fonctionnelles.

L'arthrose arrive lorsque les possibilités d'adaptation du système sont dépassées.

On distingue ainsi 3 types de charges différentes appliquées sur l'ATM : des charges de compression, de tension et de torsion.

Lors de la compression, le disque rétrécit dans la direction de la charge.

Lors de la tension, le disque s'étend en direction de la charge.

Lors du cisaillement, une surface du disque se déplace parallèlement à l'une des surfaces adjacentes (11).

Les propriétés élastiques du disque varient en fonction des charges qu'il subit. (Figure 2)

Ainsi, s'il ne subit pas une charge au delà de la zone élastique, il revient à sa forme initiale. Par contre au delà, dans la zone plastique, cela cause des dommages irréversibles.

Dans la région élastique on distingue deux zones : la « toe région » et la zone de transition, séparées par le point critique. Dans la « toe region », on peut considérer qu'il s'agit d'une zone de contrainte-déformation où le tissu fonctionne normalement. Lorsque l'on rentre dans la zone de transition, le tissu a encore une grande réserve de force avant qu'il ne rompe (11).

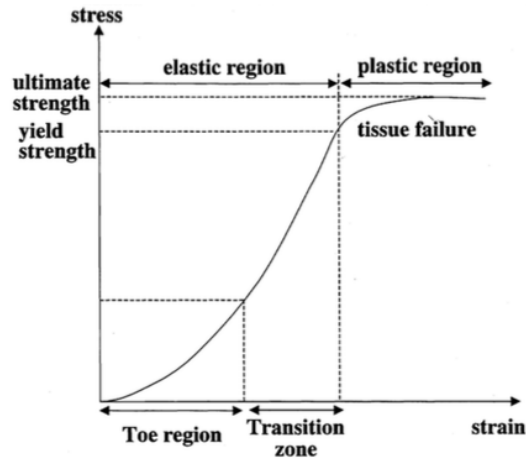


Figure 2 : courbe de contrainte-déformation du tissu conjonctif

Les propriétés viscoélastiques du disque sont le résultat de mouvements de fluides à travers le disque. Immédiatement après une charge, la faible perméabilité du réseau collagénique empêche l'écoulement du liquide interstitiel. Si la charge continue, alors le réseau collagénique se déforme et l'eau est expulsée. Ces changements sont réversibles jusqu'à ce que le disque soit déformé au delà de sa limite physiologique (11).

Lorsque les capacités du disque sont dépassées, que le stress mécanique dure trop longtemps, une hypoxie se déclenche et les lésions inflammatoires apparaissent (15).

### c. Composante inflammatoire

Il est à noter que les pathologies de l'ATM n'ont pas une origine inflammatoire mais une origine mécanique qui va provoquer des lésions inflammatoires par l'hypoxie engendrée.

Lors d'une surcharge prolongée de l'articulation, celle-ci subit un stress mécanique : ses capacités d'adaptation sont dépassées (15). Les vaisseaux sanguins subissent une augmentation de pression provoquant une hypoxie temporaire suivie d'une ré-oxygénation à l'arrêt de la surcharge. A partir de ce moment là, deux cascades de réaction se déclenchent (**Figure 3**) :

- Des radicaux libres sont créés ( $O_2^-$ ,  $OH^-$ ) ; ils entraînent soit (16) :
  - Une perte de tissus nette
  - Le déclenchement du métabolisme de l'acide arachidonique qui active les ostéoclastes et les enzymes responsables de la dégradation de la matrice : collagénases, gélatinases, et stromélysine (MMP-3). Ainsi, les collagénases (MMP-1 et MMP-13) permettent le clivage du collagène, en entraînant la formation de collagène dénaturé sous forme de gélatine (17), qui sera elle-même dégradée par des gélatinases (MMP-2 et MMP-9).
  
- De plus, quand l'homéostasie est brisée, et que la dégradation du cartilage domine sa réparation, beaucoup de neuropeptides sont formés dans le tissu rétro-discal (18) :
  - Des cytokines associées à la douleur comme la bradikinine
  - Des cytokines associées à l'inflammation telles IL-1 $\alpha$ , IL-6, TNF- $\alpha$  et IL-1 $\beta$  (produits par les macrophages), IL-8
  - Des cytokines inhibitrices de l'inflammation tels IL-1ra (récepteur antagoniste de IL-1 $\beta$ , produit par des monocytes, neutrophiles, macrophages et fibroblastes) (19) et IL-10 (prévient et empêche la dégradation articulaire)
    - Les cytokines pro-inflammatoires permettent la production de VEGF (facteur de croissance de l'endothélium vasculaire) qui permet le recrutement des ostéoclastes, des ostéoblastes, et de MMP-13.
    - Les synoviocytes sécrètent MMP-13, la prostaglandine E2 (20) (PGE2) qui active le métabolisme de l'acide arachidonique (21).

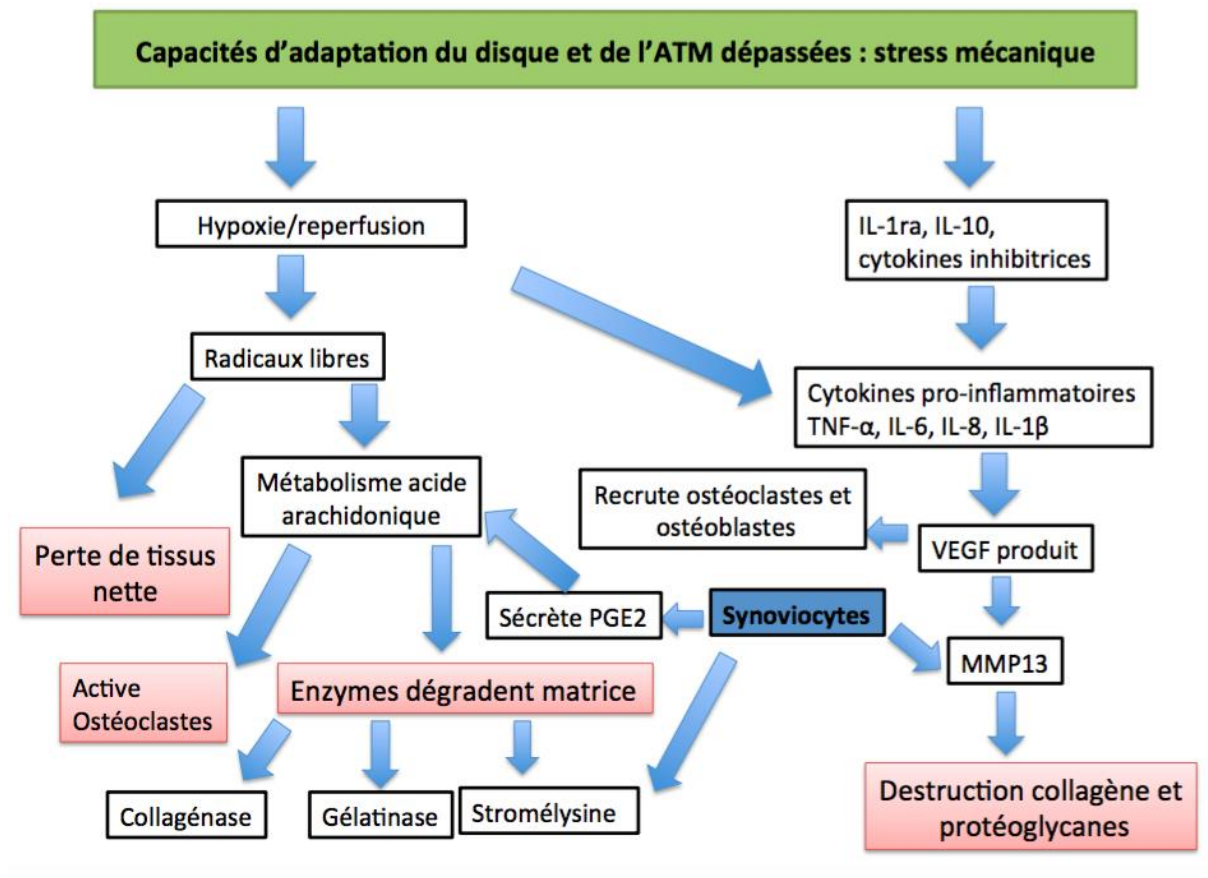


Figure 3 : Processus inflammatoire de l'ATM

## B. L'articulation du genou

### 1. L'articulation

#### a. Embryologie

Les os de l'articulation du genou ont pour origine le mésoblaste de la lame latérale. Le développement des membres a lieu de la 5<sup>ème</sup> à la 8<sup>ème</sup> semaine de gestation (22). Comme les autres os des membres, leur ossification est endochondrale. C'est à dire que leur développement débute par la condensation de cellules mésenchymateuses parmi lesquelles se différencient les chondrocytes qui sécrètent les molécules de la matrice extracellulaire cartilagineuse (collagène II et protéoglycanes) (2).

L'ossification se fait par colonisation de la matrice cartilagineuse par les ostéoblastes. La **figure 4** explique le développement des articulations synoviales des membres du squelette appendiculaire, et donc par analogie le développement de l'articulation du genou.

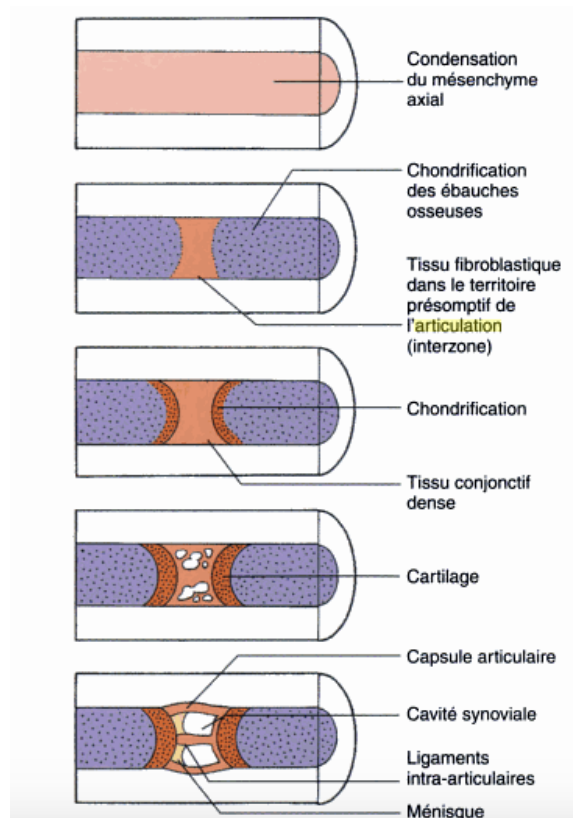


Figure 4 : Genèse des articulations synoviales du squelette appendiculaire



## b. Anatomie (23)

Le genou est constitué de deux articulations : l'articulation fémoro-tibiale et l'articulation fémoro-patellaire. La première est une articulation bicondyloïde et la seconde est une articulation trochléaire. Les deux articulations sont dans la même entité capsulo-synoviale. Les surfaces articulaires sont les suivantes (observables sur **la figure 5** (24)):

- L'extrémité distale du fémur
- La face supérieure de l'extrémité proximale du tibia
- La face postérieure de la patella
- Les 2 ménisques intra-articulaires (25)

*La figure 5 a été enlevée de la version numérique car les droits d'auteur n'ont pas été accordés.*

*Il s'agit de la planche anatomique 511 qui représente la coupe sagittale du genou, issue de l'Atlas d'anatomie humaine 4<sup>e</sup> édition de Frank Netter.*

**Figure 5 : coupe sagittale du genou**

Dans l'articulation fémoro-tibiale, les surfaces articulaires, peu congruentes, sont soumises à des contraintes très importantes. Elles sont stabilisées par le complexe ligamentaire et musculaire. On peut observer les différents ligaments sur la **figure 6** (24).

*La figure 6 a été enlevée de la version numérique car les droits d'auteur n'ont pas été accordés.*

*Il s'agit de la planche anatomique 509 qui représente le genou droit en flexion de face, issue de l'Atlas d'anatomie humaine 4<sup>e</sup> édition de Frank Netter.*

**Figure 6 : genou droit en flexion de face**

**Le fémur :** Il possède deux surfaces articulaires : la trochlée fémorale (qui s'articule avec la patella) et les deux condyles fémoraux qui vont, par l'intermédiaire des ménisques, s'articuler avec les glènes tibiales. L'externe est plus développée que l'interne. Les deux condyles fémoraux sont séparés par la fosse intercondyloïde. Seules leurs faces postérieures et inférieures sont recouvertes de cartilage articulaire.

**Le tibia :** Les surfaces articulaires sont appelées les glènes tibiales. Il s'agit de deux gouttières concaves séparées par une crête antéro-postérieure. On y trouve les épines tibiales dans sa partie antérieure.

**La patella :** Seule sa face postérieure s'articule avec le fémur.

**Les ménisques (figure 7) :** Ils permettent d'améliorer la congruence. Ce sont des fibrocartilages en forme de croissants ouverts vers les tubercules intercondyloïdes. Ils

possèdent 3 faces (inférieure, latérale et supérieure) et un bord libre. Ce sont les faces inférieures et supérieures qui sont en rapport avec les condyles. La face latérale est adhérente à la capsule articulaire dont les artères assurent la vascularisation du ménisque. Celle-ci est très riche dans le tiers périphérique du ménisque et faible dans les deux tiers centraux.

**La capsule :** Il s'agit d'un manchon fibreux tendu du fémur au tibia et adhérent latéralement aux ménisques. Elle est interrompue en avant par la patella.

**Les ligaments croisés :** Ils se trouvent dans la fosse intercondyloire. On les considère comme le pivot central de l'articulation. Ils sont recouverts de la synoviale ; on dit qu'ils sont intra-capsulaires et extra-synoviaux.

Le ligament croisé antérieur empêche la subluxation antérieure du tibia sous le fémur, alors que le croisé postérieur empêche la subluxation postérieure du tibia sous le fémur quand le genou est fléchi. Sur la **figure 7**, ils sont notés LCPI et LCAE.

**La membrane synoviale :** Elle tapisse la face profonde de la capsule sauf au niveau des ménisques. Elle tapisse les ligaments croisés.

*La figure 7 a été enlevée de la version numérique car les droits d'auteur n'ont pas été accordés.*

*Il s'agit de la planche anatomique 508 qui représente la vue supérieure des ménisques, issue de l'Atlas d'anatomie humaine 4<sup>e</sup> édition de Frank Netter.*

**Figure 7 : les ménisques : vue supérieure**

### c. Dynamique (26)

L'articulation du genou est une articulation à 2 degrés de liberté :

- 1 degré en flexion/extension
- 1 degré relatif de rotation interne ou externe lorsque le genou est en flexion.

Le genou est très instable du fait de la faible congruence des surfaces articulaires et du déverrouillage du genou en flexion.

**Extension** : L'extension active est de 0° et dépend de l'action du quadriceps ; l'extension passive peut aller jusqu'à 5°. Lors de ce mouvement, les condyles reposent largement sur les glènes et les ménisques, poussés en avant, transmettent les efforts de compression. La patella aura tendance à être chassée vers l'extérieur.

**Flexion** : Passive, elle peut aller entre 150 et 160° (il s'agit du « talon-fesse »). Active, elle est de 140° si l'articulation de la hanche est fléchie, et de 120° lorsque l'articulation de la hanche est en extension. Elle est soumise à l'action des muscles ischio-jambiers. En début de flexion, les condyles roulent sur les glènes (par l'intermédiaire des ménisques), alors qu'ensuite ils vont glisser. Ici, le ménisque est repoussé en arrière, et la patella subit une translation verticale le long de la trochlée.

**Rotation** : Elle a lieu autour de l'axe longitudinal, uniquement lorsque le genou est fléchi. Ainsi lors d'une flexion du genou de 90°, la rotation interne (pointe du pied portée en dedans) est de 30° alors que la rotation externe (pointe de pied portée en dehors) est de 40°.

Lors de la rotation interne, le condyle médial pivote et glisse vers l'avant alors que le latéral pivote et glisse vers l'arrière.

A l'inverse, lors de la rotation externe, le condyle latéral avance et glisse alors que le médial recule et glisse.

#### d. Histologie

Le cartilage articulaire est un tissu conjonctif translucide ; d'où son nom : cartilage hyalin. La fonction de ce cartilage est d'assurer le glissement des extrémités osseuses entre elles avec un bas coefficient de friction. Ce cartilage doit aussi permettre la transmission et l'amortissement des charges et des contraintes.

Il est exempt de vaisseaux sanguins et de terminaisons nerveuses.

**La matrice extracellulaire (MEC) de ce cartilage** correspond à 90% du volume total du cartilage. Elle est hydratée à plus de 80%.

Elle est formée :

- d'un réseau très serré de fibres de collagène de type II (qui permettent la résistance à la traction), et d'agrégats de protéoglycanes fixés sur un long filament d'acide hyaluronique (qui permet la résistance à la compression). Le tout forme une structure viscoélastique gérée par la mobilisation de molécules d'eau.
- De protéoglycanes : ce sont des molécules hydrophiles soit extracellulaires, soit intracellulaires soit membranaires. Elles sont constituées d'une protéine sur laquelle sont greffées les glycosaminoglycanes (GAG) (les plus fréquents étant les kératanes sulfates ou les sulfates de chondroïtine). La liaison à l'acide hyaluronique se fait par des protéines de liaison.
- D'agrécanes : il s'agit d'un agrégat de PG sulfatés de haut poids moléculaire qui donne au cartilage ses propriétés de résistance et de rétention hydrique.
- D'acide hyaluronique : Il appartient aux GAG et forme le squelette de base pour les agrégats de PG. Il permet la formation d'un film sur toute la surface interne de l'articulation. On parle de protection viscoélastique sur le cartilage articulaire et la synovie. Il est également un filtre contre les radicaux libres et d'autres facteurs inflammatoires (27).

Il n'y a qu'un seul type cellulaire : **les chondrocytes**. Ils correspondent à 10% du volume du cartilage et sont 1500 à 2000 par  $\text{mm}^3$ . Les chondrocytes sont responsables de la synthèse et de la dégradation de la MEC, ainsi que de la synthèse d'enzymes et de cytokines. Ils se déforment sous la pression (27).

**Le liquide synovial** : il permet l'apport de substances nutritionnelles au cartilage articulaire avasculaire. Il permet de lubrifier les surfaces articulaires. Il entre dans l'articulation par diffusion, et est diffusé lors de la compression/relaxation pendant des mouvements.

**La membrane synoviale** : elle contrôle l'environnement de l'articulation en jouant le rôle d'une membrane perméable qui filtre l'entrée et la sortie des nutriments et d'autres molécules dans l'articulation. Elle est constituée de 3 types de cellules différents :

- Cellules A : macrophages synoviaux
- Cellules B : fibroblastes synoviaux, qui sécrètent l'acide hyaluronique

- Cellules D : cellules dendritiques

Chacun de ces types cellulaires exprime des antigènes de surface différents (27).

Dans le fonctionnement de l'articulation, différentes cytokines interviennent :

- Cytokines anaboliques : elles agissent comme facteurs de croissance et de différenciation pour augmenter l'activité synthétique : IGF-1 (insulin-like growth factor 1), TGF- $\beta$  (transforming growth factor  $\beta$ ).
- Cytokines cataboliques : induisent des cellules cibles à produire plus de produits de dégradation de la matrice. Il s'agit de IL-1 $\alpha$ , IL-1  $\beta$ , IL-6, IL-8, IL-17, IL-18, TNF- $\alpha$
- Cytokines anti-cataboliques : inhibent l'activité des cytokines cataboliques : IL-4, IL-10, IL-13, IL-1ra
- Cytokines modulatrices : ont la capacité d'altérer l'activité des autres cytokines : IL-11, facteur inhibiteur de leucémie (27).

## 2. L'arthrose du genou

### a. Signes cliniques d'une arthrose du genou

Appelée aussi gonarthrose, l'arthrose du genou a un tableau clinique dominé par :

- la douleur mécanique qui s'intensifie et se prolonge selon un horaire inflammatoire (douleurs plus ou moins permanentes, non calmées par le repos, avec parfois des réveils nocturnes douloureux et une raideur matinale)
- la limitation passive de l'amplitude articulaire globale, handicapante par la perte complète de l'extension.
- la douleur augmentée au mouvement et plus ou moins soulagée au repos (28)

La qualité de vie peut être réduite du fait de ces douleurs et de cette réduction de mobilité.

Secondairement, surviennent progressivement une déformation, une perte soudaine de la force musculaire associée à un déroboement associé à une augmentation du risque de chutes (29).

On va observer différents stades cliniques :

- arthrose silencieuse dont la découverte est radiologique
- arthrose douloureuse non activée
- arthrose activée avec épanchement
- arthrose décompensée

### b. Composante mécanique

L'arthrose primaire est idiopathique (28).

On distingue un certain nombre de facteurs qui vont participer au déclenchement de l'arthrose secondaire : l'âge, le sexe (souvent féminin), le statut hormonal, le surpoids, les traumatismes de l'articulation, le surmenage articulaire et la part héréditaire.

Le cartilage est soumis à 3 forces différentes : la tension, le cisaillement, et la pression. La résistance aux forces de pression dépend de la teneur en protéoglycanes, qui va influencer directement les mouvements de fluide dans la MEC.

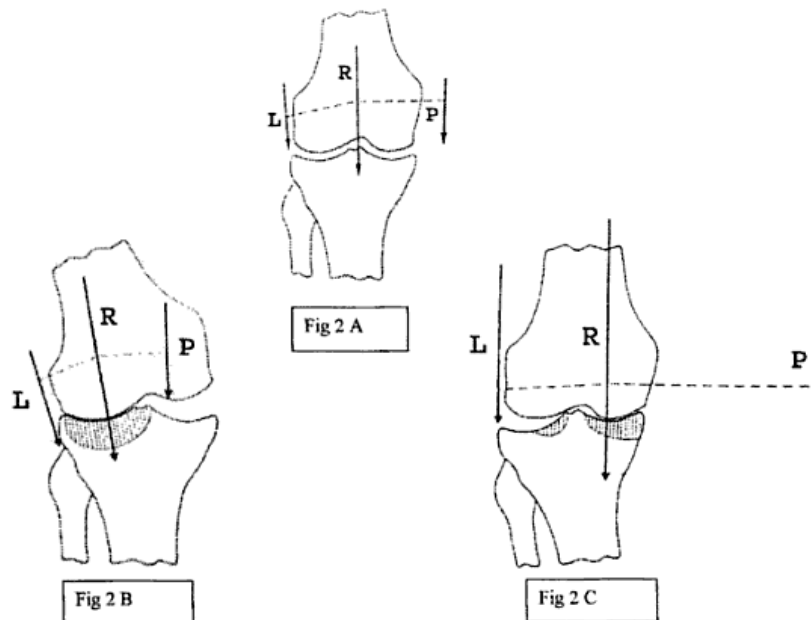
Lors des forces de cisaillement, la production de monoxyde d'azote (NO) augmente. Cela provoque la dégradation des principaux composants de la matrice voire la diminution de leur synthèse.

En pression, les propriétés mécaniques et rhéologiques de la MEC diminuent, ainsi que le métabolisme des chondrocytes (27).

En charge unipodale (lors de la marche par exemple), le masse supportée par le genou portant correspond au poids du corps total auquel on enlève le poids de cette jambe en charge. Les pressions exercées sur chaque genou correspondent à 5 à 6 fois le poids du corps.

La force P du poids du corps que subit le genou est stabilisée par la force L du hauban musculaire externe (muscles grand fessier, fascia lata, et bandelette ilio-tibiale).

La résultante des forces P et L est la force R qui est transmise au genou. **Figure 8** (30)



**Figure 8 : Répartition des forces P et L et leur résultante R sur le genou en appui unipodal. 2A : genou normal 2B : Déplacement de R en dedans 2C : déplacement de R en dehors**

Cette force R s'exerce au centre du genou et crée des contraintes en compression dans l'articulation. Cela se traduit par des scléroses sous-chondrales d'épaisseurs uniformes soulignant les plateaux tibiaux (distribution uniforme des contraintes en compression). Au cours de la marche, les surfaces portantes se déplacent d'avant en arrière sur ces plateaux.

Si R se déplace vers l'intérieur (dans le cas où P augmente et L diminue, ou si le centre de gravité se déplace), les contraintes sont réparties asymétriquement. Elles augmentent et se concentrent dans le compartiment fémoro-tibial interne. La sclérose sous-chondrale du plateau latéral diminue et se médialise ; le cartilage devient plus fin en médial, ce qui aggrave le déplacement de R.

Dans les cas extrêmes, cela peut évoluer en subluxation du fémur sur le tibia dont le plateau interne est aplati et érodé.

A l'inverse, si R se déplace en dehors (L augmente et P diminue ou le centre de gravité se déplace latéralement), alors il se transmet par la partie médiale du plateau latéral. On observerait alors une variation des contraintes au niveau du versant externe de l'articulation fémoro-patellaire (31).

Il est à noter que ceci est une des étiologies possibles de stress mécanique à l'origine de l'arthrose du genou.

La surcharge pondérale est liée au développement de la gonarthrose ainsi qu'à son aggravation.

Il en est de même pour une atteinte du ligament croisé antérieur et pour la présence de fissures méniscales.

Ainsi, une atteinte traumatique des ligaments, des tendons ou des muscles en relation avec l'articulation, mène à une instabilité de celle-ci pouvant être à l'origine d'une arthrose secondaire.

On parle d'une pathologie multifactorielle (32).

### c. Composante inflammatoire

Le processus inflammatoire de l'arthrose (**Figure 9**) passe par 3 stades successifs :

- **Stade initial d'œdème cartilagineux**: Le cartilage subit d'abord une hyperhydratation par la synthèse excessive de protéoglycanes dans une tentative d'auto-réparation. Cela provoque une déstructuration du réseau collagénique. A cette étape suit une étape de synthèse de collagène I (ayant des propriétés mécaniques moins efficaces) et de protéoglycanes de petite taille accentuant la déstructuration du réseau de collagène II (27).
- **Stade intermédiaire** :
  - Des fissures superficielles apparaissent, le cartilage devient fibrillaire et le nombre de cellules diminue. Il perd son aspect lisse (31).
  - Les chondrocytes deviennent hypercataboliques. Des enzymes protéolytiques (MMPs, agrécanases) et glycolytiques sont produites par les chondrocytes et par l'intermédiaire de cytokines pro-inflammatoires (IL-1 et TNF- $\alpha$  en majorité).
  - Les chondrocytes se différencient et évoluent soit vers un processus d'apoptose, soit en devenant des fibro-chondrocytes synthétisant une matrice anormale (notamment du collagène I).
  - La quantité d'eau présente dans la matrice diminue, à l'origine d'une perte des qualités amortissantes du cartilage (33).
  - Le monoxyde d'azote (NO) est un radical libre produit par les chondrocytes, ou dont la formation est stimulée par l'IL-1 $\beta$ . Il provoque l'inhibition de la synthèse des PG et du collagène II, stimule la production de MMPs et augmente le relargage d'agrécane dans le liquide synovial.
- **Stade final** : fissurations profondes et mise à nu de l'os sous-chondral. Les fissures importantes du cartilage finissent par détacher des lambeaux de cartilage qui vont dans la cavité articulaire. L'inflammation de la membrane synoviale apparaît souvent à ce stade (27).

Dans l'os sous-chondral arthrosique (34) :

- les ostéoblastes arthrosiques participent à la formation de collagène I (ce qui n'est pas le cas pour les ostéoblastes dans une articulation saine), de MMP-1, MMP-13, prostaglandine E2 (PGE2) et IL-6.
- la densité osseuse sous-chondrale augmente et précède les lésions histologiques arthrosiques : l'ostéoarthrite osseuse est retrouvée dès les premiers stades de la maladie. L'os perd ses capacités d'absorption des chocs.
- le remodelage osseux provoque une ostéoformation d'os moins minéralisé notamment sous la forme d'ostéophytes (33).
- Le stress mécanique provoque une augmentation des thromboses et des ischémies régionales, associées ou non à de l'athérosclérose.

Dans la membrane synoviale arthrosique (34) :

- Des cellules inflammatoires sont exprimées : lymphocytes T et B, et macrophages.
- On assiste à une néo-angiogenèse ainsi qu'à un dépôt de fibrine.



- Elle devient hyperplasique à cause des débris de dégradation du cartilage qui sont source d'auto-antigènes. Cela provoque une production de médiateurs pro-inflammatoires (IL-1, IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , NO, PGE2 et le médiateur pro-angiogénique VEGF)

En fait, le processus arthrosique résulte d'une série de déséquilibres perturbant l'homéostasie du cartilage :

- Synthèse marquée de protéases par rapport à leurs inhibiteurs
- Synthèse marquée de cytokines pro-inflammatoires par rapport à leurs antagonistes
- L'activité catabolique prend le pas sur l'activité anabolique.
- Mort cellulaire accrue sans compensation du nombre de cellules.

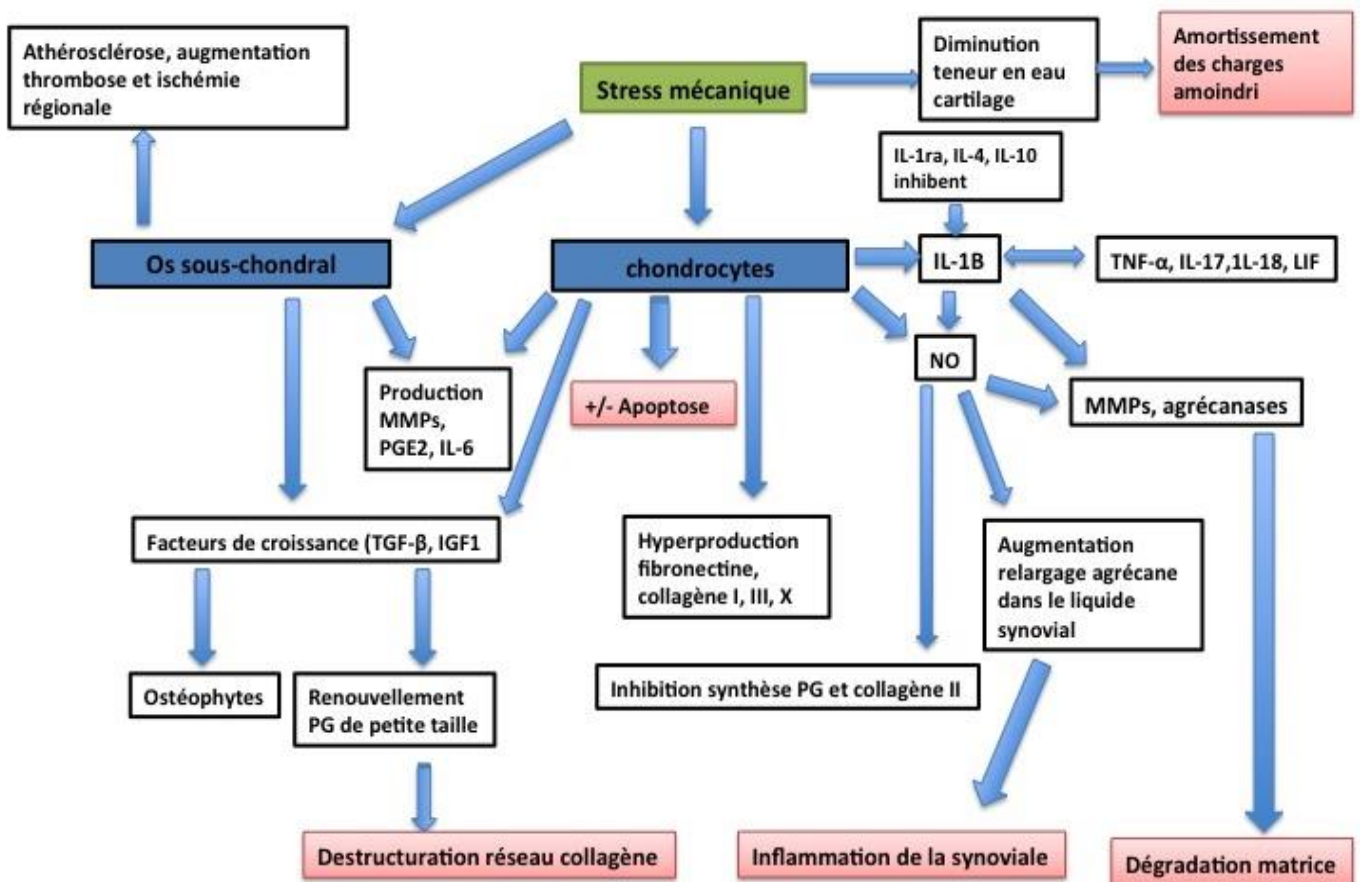


Figure 9 : Processus arthrosique de l'articulation synoviale du genou

### **3. La viscosupplémentation**

Synthétisé par les synoviocytes et les chondrocytes (et pouvant interagir avec eux), l'acide hyaluronique (AH) intervient dans la composition des protéoglycanes et du liquide synovial. Il possède aussi des interactions avec les leucocytes et des nocicepteurs.

Dans l'ostéoarthrite, les concentrations de l'AH ainsi que son poids moléculaire sont fortement diminués. En effet, chez le patient arthrosique, la concentration d'AH est divisée par 2, et son poids moléculaire peut passer de 4-5 MDa chez le patient sain à 2-4 MDa chez le patient arthrosique. Cela perturbe la viscoélasticité du liquide synovial et la synthèse des protéoglycanes. Ainsi, le cartilage devient plus sensible aux forces de compression et de friction.

La viscosupplémentation est utilisée pour essayer d'améliorer les propriétés rhéologiques du liquide synovial et pour améliorer l'agrégation des protéoglycanes. Il s'agit de l'injection d'acide hyaluronique exogène dans l'articulation souffrant de gonarthrose (35).

#### **a. Indications**

Selon différentes études, la viscosupplémentation s'avère plus ou moins efficace en fonction du degré d'atteinte du genou concerné et en fonction du stade de la pathologie.

Selon les auteurs, l'indication de la viscosupplémentation peut avoir lieu soit en cas d'échec ou d'intolérance des traitements dits médicaux (36) (antalgiques, AINS, traitements non pharmacologiques) soit en première intention (37).

L'indication de choix est l'arthrose modérée, mais la viscosupplémentation peut être choisie dans des cas plus sévères en attendant la chirurgie.

Dans les cas d'arthrose à évolution lente, lorsque le genou ne présente pas d'épanchement, la thérapeutique peut débuter par une perte de poids, le port de semelles absorbant les chocs, d'orthèses plantaires, d'une genouillère adaptée, de kinésithérapie voire la prise d'AINS ou d'antalgiques. Une fois que l'inflammation a diminué, l'injection d'AH est envisagée (35).

En revanche, en cas de poussée inflammatoire congestive (épanchement articulaire), la viscosupplémentation n'est pas indiquée, car la synovite est susceptible d'altérer l'efficacité de l'AH (par la présence des enzymes et oxydants présents dans l'articulation lors de cette phase). Dans ce cas ci, la viscosupplémentation peut être proposée une fois la phase congestive passée (36).

Dans les cas où l'IRM montre la présence d'un œdème osseux étendu, d'une fissure osseuse, ou d'une nécrose de contrainte, il est indiqué dans un premier temps de réaliser une mise en décharge de l'articulation avant d'envisager dans un second temps une injection d'AH.

## **b. Types d'acide hyaluroniques**

On distingue trois grandes familles d'AH exogènes :

- Les linéaires à poids moléculaire faible (entre 300 et 3000 kDa), comme le Hyalgan®, référence pour ce type d'AH (parmi les AH disponibles, c'est le seul répertorié comme un médicament et non pas comme un dispositif médical). Ces AH seront plutôt utilisés dans les cycles d'injections.
- Les réticulés à poids moléculaire plus élevé (supérieur à 3000 kDa), comme le Synvisc®, référence pour ce type d'AH. Ces AH sont recommandés pour les protocoles à mono-injection.
- Les combinés dans lequel l'AH est associé à du mannitol, du sorbitol, ou de la chondroïtine sulfate (36).

## **c. Techniques**

L'injection doit être strictement intra-articulaire, ce qui est difficile dans une articulation sèche (c'est à dire n'étant pas en poussée congestive).

L'abord préféré est la voie latéro-patellaire : les voies antérieures sont en général mal tolérées et associées à un haut taux d'échec.

On va distinguer deux techniques en fonction de l'AH utilisé :

- La technique à mono-injection : Monodose, l'AH est réticulé (son temps de résidence intra-articulaire est plus long). Cette technique limiterait le risque infectieux, et le risque hémorragique chez un patient sous anticoagulants.
- La technique à plusieurs injections : 1 à 5 injections sont faites avec 1 à 4 semaines d'intervalle entre chacune d'elle. Les doses varient selon le type d'AH utilisé. En général, le protocole le plus utilisé pour cette technique est la réalisation de 3 injections espacées d'une semaine (36).

## **d. Place de la viscosupplémentation parmi les autres thérapeutiques**

- Antalgiques : le paracétamol est le traitement de première intention de la douleur arthrosique. Bien toléré, il est de faible efficacité. Si les opioïdes sont plus efficaces ils sont en revanche moins bien tolérés.
- AINS : leur utilisation prolongée n'est pas recommandée du fait de leur toxicité digestive, cardio-vasculaire et rénale. Ils seraient aussi efficaces que les AH alors que la tolérance de ces derniers est meilleure. Les deux associés ne feraient pas augmenter l'efficacité.
- Infiltration de corticostéroïdes : leur effet sur la douleur serait rapide mais transitoire (de 1 à 3 semaines), alors que celui des AH serait plus lent mais durerait plus longtemps. L'association des corticostéroïdes avec les AH ne semble pas justifiée. Concernant ce point, plus d'études seraient nécessaires (36).

### C. Synthèse des deux articulations

	<b>ATM</b>	<b>Genou</b>
<b>Ossification</b>	Mixte : enchondrale pour une partie de la mandibule et membraneuse pour le reste des éléments osseux de l'articulation.	Enchondrale pour tous les éléments osseux en présence
<b>Origine embryologique</b>	Crêtes neurales	Mésoblaste para latéral (à l'origine du squelette appendiculaire)
<b>Anatomie : éléments osseux en présence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus condyloire mandibulaire</li> <li>- Os temporal : fosse mandibulaire et processus condyloire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glène tibiale</li> <li>- Condyle fémoral</li> </ul>
<b>Anatomie : éléments non osseux en présence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disque articulaire (1 par articulation)</li> <li>- Complexe musculo-ligamentaire</li> <li>- Membrane synoviale</li> <li>- Capsule articulaire</li> <li>- Zone bilaminaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ménisques articulaires (2 par articulation)</li> <li>- Complexe musculo-ligamentaire</li> <li>- Membrane synoviale</li> <li>- Capsule articulaire</li> </ul>
<b>Type d'articulation</b>	Synoviale de type bicondylienne	Synoviale de type bicondylienne
<b>Mouvements de l'articulation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotation</li> <li>- Translation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexion/extension</li> <li>- Rotation surtout lorsque le genou est en flexion</li> </ul>
<b>Cartilage surface articulaire</b>	Fibrocartilage	Cartilage hyalin
<b>Collagène majoritaire</b>	Collagène I	Collagène II
<b>Ménisque/disque</b>	Fibrocartilage	Fibrocartilage
<b>Forme du disque/ménisque</b>	Lentille biconcave	Croissants
<b>Cellules majoritaires</b>	Cellules type-chondrocyte	Chondrocytes
<b>Etiologie de l'arthrose</b>	Surcharge fonctionnelle à l'origine d'un stress mécanique	Surcharge fonctionnelle à l'origine d'un stress mécanique
<b>Principales cytokines pro-inflammatoires</b>	IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$	IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$
<b>Symptôme principal de son arthrose</b>	Douleur	Douleur

**Tableau 1 :** Comparaison des articulations du genou et de l'ATM selon les données précédentes

## II. REVUE SYSTEMATIQUE DE LITTERATURE

### A. Contexte

D'après ce qui a été exposé précédemment, les articulations du genou et de l'ATM sont deux articulations qui semblent globalement comparables.

Dans le traitement des cas modérés d'arthrose du genou, la viscosupplémentation est pour l'instant l'une des thérapeutique clé pour soulager la douleur des patients qui en souffrent.

En clinique, face à un patient souffrant de douleurs chroniques des ATM non soulagées par les thérapeutiques de base (gouttière occlusale, prise d'AINS), les praticiens sont souvent démunis et ne sont pas forcément conscients qu'ils ont d'autres thérapeutiques à leur disposition.

En effet, il n'y a pas de consensus concernant d'une part la place de la viscosupplémentation de l'ATM parmi les thérapeutiques actuelles et d'autre part, concernant une technique particulière.

### B. Objectif

L'objectif de cette revue de littérature était tout d'abord de savoir si deux articulations, à savoir l'ATM et le genou, similaires en théorie dans leur structure et dans la physiopathologie de leur arthrose, l'étaient réellement et si l'on pouvait les associer dans leur étude.

L'objectif second était d'étudier la viscosupplémentation de l'ATM, beaucoup moins répandue en pratique quotidienne que celle du genou et de savoir si une technique se distinguait parmi les différents protocoles étudiés.

Enfin, le troisième objectif était de placer la viscosupplémentation parmi les différentes thérapeutiques de traitement de l'ostéoarthrite de l'ATM.

La problématique de cette revue est donc la suivante :

***Si les articulations du genou et de l'ATM sont assimilables par leur anatomie et leur physiopathologie dans l'arthrose, peut-on assimiler l'injection de l'acide hyaluronique pour la prise en charge de la gonarthrose à la prise en charge de l'arthrose de l'ATM ?***

### C. Matériel

Pour répondre aux 3 objectifs de la revue, 3 questions ont été posées.

Pour la question a : « ***Quelles sont les analogies anatomiques et physiopathologiques entre l'ATM et le genou ?*** ».

A partir des mots clés sélectionnés, sur les 29 articles proposés, 3 furent sélectionnés selon les critères d'inclusion et d'exclusion exposés plus loin.

Pour la question b : « ***Quelles sont les données actuelles sur la viscosupplémentation de l'ATM ?*** »,

A partir des mots clés sélectionnés, sur les 20 articles proposés, 11 furent sélectionnés selon les critères d'inclusion et d'exclusion exposés plus loin. Lors de la recherche pour la question c, un article qui n'avait pas été proposé lors de la recherche pour cette question s'est avéré pertinent pour cette recherche, il a donc été également inclus.

Pour la question c : « ***Quel est l'apport de la viscosupplémentation par rapport aux autres techniques ?*** »

A partir des mots clés sélectionnés, sur les 12 articles proposés, 2 furent sélectionnés selon les critères d'inclusion et d'exclusion exposés plus loin.

## D. Méthode

### 1. Mots clés et recherche

		<b>Recherche Pubmed</b>	<b>Nombre de résultats</b>	<b>Articles retenus</b>
<b>a) Analogies entre les deux articulations</b>	1	((knee) AND TMJ) AND similitude	0	0
	2	(knee[Title/Abstract]) AND TMJ[Title/Abstract]	24	2
	3	((comparison[Title/Abstract]) AND synovial joint[Title/Abstract]) AND knee) AND TMJ	0	0
	4	((analogy) AND knee) AND TMJ	0	0
	5	((anatomy) AND knee) AND TMJ	16 (dont 11 avaient été proposés dans la recherche 2)	3 (dont 2 déjà sélectionnés dans la recherche 2)
	6	((knee[Title/Abstract]) AND TMJ[Title/Abstract]) AND Anatomy) NOT engineering	9 (tous déjà proposés)	2 (déjà sélectionnés dans les recherches précédentes)
<b>b) Viscosupplémentation de l'ATM</b>	1	(TMJ[Title/Abstract]) AND viscosupplémentation[Title/Abstract]	2	2
	2	(TMJ[Title/Abstract]) AND hyaluronic acid[Title/Abstract]	20	11 (dont 2 déjà retenus dans la précédente recherche)
	3	((osteoarthritis[Title/Abstract]) AND hyaluronate[Title/Abstract]) AND injection[Title/Abstract]) AND TMJ[Title/Abstract]	0	0
<b>c) Apport de la viscosupplémentation par rapport aux autres techniques</b>	1	((TMJ[Title/Abstract]) AND osteoarthritis[Title/Abstract]) AND therapy[Title/Abstract]) AND hyaluronic acid	4	1
	2	((contribution[Title/Abstract]) AND viscosupplémentation[Title/Abstract]) AND TMJ[Title/Abstract]	0	0
	3	((TMJ[Title]) AND osteoarthritis[Title/Abstract]) AND viscosupplémentation	0	0
	4	((temporomandibular disorders[Title/Abstract]) AND treatment[Title/Abstract]) AND hyaluronic acid injection	7 (dont 2 déjà traités pour la question b)	1 (nouveau pour la question b)
	5	((TMJ [Title/Abstract]) AND occlusal splints) AND hyaluronic acid	2	1 (déjà retenu dans la recherche 1)
	6	((osteoarthritis[Title/Abstract]) AND TMJ[Title/Abstract]) AND treatment[Title/Abstract]	22 (dont 7 traités dans la question b, et	1

			2 déjà jugés hors sujets dans la recherche 4)	
	7	((temporomandibular disorders[Title/Abstract] AND treatment[Title/Abstract] AND osteoarthritis) AND hyaluronic acid	7 (dont 6 avaient été proposés dans les recherches précédentes)	0

**Tableau 2 :** Mots clés et recherches utilisés pour la recherche bibliographique.

Seul le moteur de recherche Pubmed a été reporté ici, car sur les moteurs EMBASE et Cochrane Library, aucun article n'était trouvé avec les mots clés proposés ci dessus et les critères d'inclusion et d'exclusion décrits ci après.

## 2. Critères d'inclusion

- Articles publiés les 5 dernières années
- Articles traitant uniquement de l'ostéoarthrite et non des autres pathologies articulaires
- Etudes de cohorte, cas témoin, essais cliniques randomisés et revues systématiques de littérature
- Articles en français ou en anglais
- Articles portant sur l'étude des articulations chez les humains (sauf question a)
- Pour la question a :
  - Articles comparant le genou et l'ATM
  - Articles portant sur l'anatomie et la physiopathologie des articulations des humains ou des animaux

## 3. Critères d'exclusion

- Articles traitant de l'ingénierie tissulaire
- Articles traitant de l'ATM ou du genou sans les comparer (pour la question a)
- Articles publiés il y a plus de 5 ans
- Articles traitant de pathologies autres que l'ostéoarthrite/arthrose
- Reports de cas
- Articles dans une langue autre que le français ou l'anglais
- Articles traitant de l'aspect psychosocial de l'ostéoarthrite.
- Etudes portant sur les ostéoarthrites juvéniles



## E. Recherche bibliographique et résultats

### 1. Quelles sont les analogies anatomiques et physiopathologiques que l'on peut faire entre l'ATM et le genou ?

#### ARTICLE 1 : Lubricin protects the TMJ surfaces from degeneration (38)

**Généralités :** article de Hill et al, publié en septembre 2014 dans la revue Plos One (dont l'impact factor est de 3,534).

**Objectif :** Montrer l'intérêt de la lubricine dans la lubrification de l'ATM.

**Matériel :** Les spécimens étudiés étaient des souris. Le groupe expérimental était l'homozygote  $Prg4^{-/-}$  (n'exprimant pas la lubricine) et le groupe contrôle était l'hétérozygote  $Prg4^{+/-}$ . Les mâchoires des souris ont été prélevées et les ATM étudiées à différents stades :

- à 2 mois : n= 16  $Prg4^{-/-}$  et n=8  $Prg4^{+/-}$
- à 4 mois : n= 8  $Prg4^{-/-}$  et n=10  $Prg4^{+/-}$
- à 6 mois :  $Prg4^{-/-}$  et n=8  $Prg4^{+/-}$
- à 9 mois :  $Prg4^{-/-}$  et n=6  $Prg4^{+/-}$

#### **Résultats :**

- La perte de  $Prg4$  provoque une dégénérescence de l'ATM liée à l'âge. Les souris  $Prg4^{-/-}$  subissent en 9 mois une dégradation typique de l'ostéoarthrite, alors qu'à la naissance, leur ATM est similaire à celle des souris contrôle.
- $Prg4$  régule la croissance de la membrane synoviale. Aux différents stades de la croissance,  $Prg4$  est exprimé au niveau de la couche de cellules synoviales dans toute l'articulation. Cette couche de cellules est plus épaisse chez les souris  $Prg4^{-/-}$  que chez les souris contrôles. Avec le temps et au fur et à mesure que s'aggrave l'ostéoarthrite, cette hypertrophie synoviale augmente.
- Les ATM des souris  $Prg4^{-/-}$  montrent des changements de type ostéoarthrite. Chez ces souris mutées, on trouve une augmentation des produits de dégradation de la matrice extracellulaire liée à une diminution de la quantité de protéoglycanes du cartilage. Le nombre d'ostéoclastes activés était plus important chez les souris mutées que chez les contrôles au niveau de l'os sous-chondral. Tout cela montre que la lubricine joue un rôle dans la protection de la dégénérescence de l'ATM.
- La dégénérescence de l'ATM est plus sévère que celle du genou chez les souris  $Prg4^{-/-}$ . Le phénotype d'ostéoarthrite que l'on observe dans l'ATM semble être plus sévère que dans le genou.

	<b>Genou</b>	<b>ATM</b>
<b>Naissance</b>	Apparence normale	Apparence normale
<b>2 mois</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perte de chondrocytes superficiels notamment au niveau du plateau tibial (apparition de zones acellulaires)</li> <li>- Dépôts protéiques sur les surfaces articulaires du tibia et du fémur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perte plus importante de chondrocytes, plus marquée dans la fosse mandibulaire</li> <li>- Accumulation de dépôts protéiques sur les surfaces articulaires de la mandibule et du temporal.</li> </ul>
<b>9 mois</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte des chondrocytes superficiels</li> <li>- Augmentation du dépôt protéique</li> <li>- On observe encore du cartilage mais il présente des fentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte des chondrocytes superficiels</li> <li>- Augmentation du dépôt protéique</li> <li>- Disparition totale de la couche de cartilage superficielle qui a été remplacée par une infiltration de synoviocytes.</li> </ul>

**Tableau 3 :** Comparaison de l'ATM et du genou selon les résultats de l'article

### **Conclusion :**

- L'ATM est une articulation unique de par sa structure et les voies de développement qui gouvernent sa formation.
- Les surfaces articulaires du genou sont couvertes de cartilage hyalin alors que celles de l'ATM sont couvertes de fibrocartilage.
- L'ostéoarthrite de l'ATM peut être associée à des arthropathies sur d'autres articulations : certains patients présentant cette pathologie à l'ATM sont atteints d'ostéoarthrite généralisée.
- Le fait qu'aucune anomalie n'ait été trouvée chez les souris Prg4<sup>-/-</sup> à la naissance mais qu'elles apparaissent à l'âge adulte suggère que la lubricine n'est pas nécessaire au développement de l'ATM mais à sa maintenance.
- Chez les souris Prg4<sup>-/-</sup> un manque de lubricine induit une dégénérescence de l'ATM similaire à celle de l'ostéoarthrite de l'Homme.
- Dans le genou, il a été montré que la lubricine servait à réguler la prolifération des synoviocytes et à prévenir leur adhésion. Ainsi, la lubricine serait capable d'avoir une utilité dans différentes articulations.

### **ARTICLE 2 : Inflammation is more distinct in temporo-mandibular joint osteoarthritis compared to the knee joint (39)**

**Généralités :** Article de Vos et al, publié en 2014 dans la revue Oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1,565)

**Objectif :** Identifier les marqueurs de dégradation du cartilage (CTX-I, CTX-II, COMP, PGE2) de l'ATM et trouver les différences et similarités des cartilages du genou et de l'ATM.

**Matériel :** deux groupes : 31 patients pour les échantillons de liquide synovial du genou, 30 patients pour les échantillons de liquide synovial de l'ATM. Avant de sélectionner les patients, ils étaient traités pendant 2 semaines à l'ibuprofène (200mg 3 fois par jour). A la suite de ce traitement, si les douleurs persistaient, les critères suivants pouvaient être appliqués.

- Critères d'inclusion

<b>Genou</b>	<b>ATM</b>
Douleurs importantes	Diagnostic d'ostéoartrite selon les critères de diagnostic des dysfonctions temporo-mandibulaires de l'ATM (RDC/TMD)
Détérioration du fonctionnement de l'articulation concernée prouvée par des images de la destruction du cartilage en tomodensitométrie ou à l'IRM	Passer un orthopantomogramme, un enregistrement transpharyngien, et une radio transcranienne.

**Tableau 4 :** Critères d'inclusion dans l'étude des liquides synoviaux d'ATM et de genoux

- Critères d'exclusion :

- Utilisation de médicaments type AINS ou corticostéroïde (autres que ceux prescrits dans le cadre de l'étude)
- Maladie systémique (par exemple l'arthrite rhumatoïde)
- Historique de chirurgie sur l'articulation concernée
- Femmes enceintes

Les arthrocentèses ou les arthroscopies des patients inclus étaient effectuées au moins 4 semaines après le traitement aux AINS.

**Méthode :**

- Variables prédictibles :
  - Type d'articulation (genou ou ATM)
  - Concentrations de CTX-I, CTX-II, COMP, PGE<sub>2</sub>
- Variable démographique : âge, sexe
- Collecte des données : Les échantillons ont été collectés par ponction. Puis les érythrocytes et les larges protéines ont été éliminées par centrifugation.
- Analyse statistique : les concentrations relatives des marqueurs ont été calculées par normalisation, et les échantillons d'ATM comparés aux échantillons de genou par le test de Mann-Whitney.

**Résultats :**

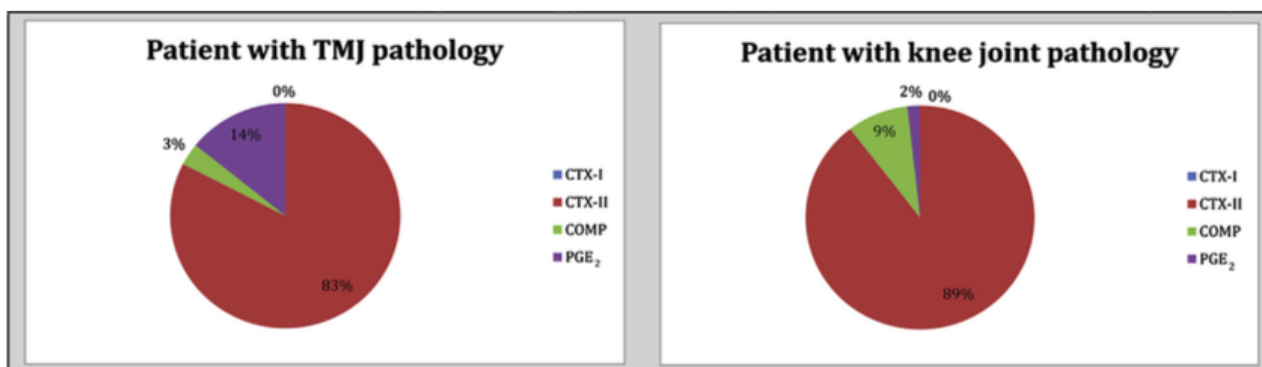


Figure 10 : Résultats des proportions des marqueurs dans les 2 articulations après normalisation.

**Conclusion :**

- Des différences significatives ont été trouvées entre l'ATM et le genou dans les concentrations relatives de COMP et PGE2. Cela laisse supposer que la physiopathologie des deux articulations est différente et que la composante inflammatoire serait plus marquée dans l'ATM que dans le genou.
- Les chercheurs s'attendaient à trouver plus de CTX-I dans l'ATM et plus de CTX-II dans le genou. Dans la plupart des échantillons des deux articulations, CTX-I n'a pu être détecté alors que CTX-II l'était dans la majorité.
- La présence de concentration élevée de CTX-II dans l'ATM pourrait laisser supposer que les parties superficielles du cartilage possèdent plus de collagène II que les parties plus profondes.
- La dilution des échantillons pourrait être la raison pour laquelle CTX-1 n'est quasiment pas détecté.

**ARTICLE 3 : The identification of CD163 expressing phagocytic chondrocytes in joint cartilage and its novel scavenger role in cartilage degradation. (40)**

**Généralités :** Article de Jiao et al publié en janvier 2013 dans la revue Plos one (dont l'impact factor est de 3,534).

**Objectif :** Evaluer l'expression du marqueur CD163 (spécifique des macrophages) par les chondrocytes phagocytaires et étudier leurs rôles dans la dégradation du cartilage.

**Matériel :** Deux groupes ont été formés : un groupe de rats et un groupe humain.

Dans le premier, ce sont les ATM qui ont été étudiées :

- un groupe expérimental subit des stimulations dentaires biomécaniques
- un groupe contrôle ne subit pas de stimulations

Dans le second groupe, ont été étudiées les articulations du genou :

- le cartilage de 5 patients souffrant d'ostéoarthrite a été prélevé
- le cartilage de 5 jambes de patients amputés avec un cartilage du genou sain, a été prélevé.

**Méthode :** différentes analyses ont été réalisées afin de répondre à l'objectif de l'étude

- Préparation des tissus pour pouvoir être analysés macroscopiquement, microscopiquement et par immunohistochimie. Le tout à l'aide d'un microscope électronique à transmission.
- Préparation des tissus des ATM et genoux pour une analyse par PCR en temps réel et Western Blot.
- Isolation des chondrocytes du cartilage.
- Mesure de la génération de radicaux libres.
- Mesure des concentrations d'oxyde nitrique (à partir des chondrocytes de l'ATM).
- Tri des cellules exprimant le collagène II.
- Tri magnétique des cellules CD163+
- Génération de débris cellulaires marqués Dio et essais de phagocytose

- Stimulation exogène de TNF- $\alpha$
- La cytométrie en flux a été utilisée pour détecter les niveaux d'expressions de CD163+ en surface ainsi que la phagocytose par les cellules collagène 2+.
- Analyse des échantillons au microscope confocal
- Essai de migration Transwell
- Analyse statistique : les données quantitatives des groupes contrôles et expérimentaux ont été analysées par un test ANOVA suivi d'un test post-hoc de Newman-Keuls. Les valeurs de  $P < 0,05$  ont été considérées comme statistiquement significatives.

### **Résultats :**

#### ➤ **Dans l'ATM des rats :**

On constate une augmentation du nombre de chondrocytes CD163+ ayant une activité phagocytaire dans le cartilage articulaire dont la dégradation a été induite.

Dans ce cartilage on constate également une augmentation de l'expression de l'ARNm de TNF- $\alpha$  mais pas de l'IL-1.

Il a été trouvé que les chondrocytes phagocytaires absorbaient les cellules apoptotiques et nécrotiques situées à proximité.

Les cellules CD163+ étaient près des cellules mortes TUNEL+ dans la zone moyenne du cartilage dégradé.

Le TNF- $\alpha$  permet l'augmentation de l'expression de CD163 dans les chondrocytes primaires et permet aussi leur migration et leur activité de phagocytose.

TNF- $\alpha$  est exprimée aux stades précoces de la dégradation du cartilage.

Les chondrocytes isolés stimulés par TNF- $\alpha$  montrent une augmentation de l'expression de l'ARNm de CD163. L'activité phagocytaire était plus élevée dans le groupe stimulé par TNF- $\alpha$  que dans le groupe qui ne l'était pas.

#### ➤ **Dans les genoux humains**

TNF- $\alpha$  et CD163 sont peu mis en évidence chez les amputés au genou sain. Cependant, on constate une augmentation des cellules CD163+ et TNF- $\alpha$ + et ce, dans la partie supérieure des genoux des patients souffrant d'ostéoartrite.

L'expression de l'ARNm de CD163 et TNF- $\alpha$  était plus élevée dans les chondrocytes collagène II+ chez les patients atteints d'ostéoartrite que chez les patients amputés aux genoux sains.

### **Conclusion :**

- Dans le cartilage dégradé, il y a des cellules en apoptose ou en nécrose et un pourcentage augmenté de chondrocytes CD163+ avec une activité accrue de migration et de phagocytose.
- La fonction de nettoyage des phagocytes CD163+ semble limitée dans le cartilage à cause du réseau dense de collagènes et de protéoglycanes qui empêchent la mobilité de ces cellules. Cette mobilité pourrait être améliorée par une destruction de la MEC par des métalloprotéinases (MMPs).
- TNF- $\alpha$  stimule l'auto-nettoyage de cartilage.

- En résumé, dans les stades précoces de dégradation du cartilage, certains chondrocytes phagocytaires se montrent capables de migrer et de nettoyer les débris tissulaires. Cela permet d'atténuer les dommages. Comme énoncé ci-dessus, pour pouvoir se déplacer les chondrocytes ont besoin d'une dégradation de la MEC. En revanche, ils ont aussi besoin de la MEC comme apport de nutriments. L'augmentation de la phagocytose s'oppose à la digestion limitée des chondrocytes ; les menant à terme à la mort cellulaire et provoquant la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires supplémentaires ce qui provoque la progression de dégradation du cartilage.
  - Dans le genou comme dans l'ATM, on constate une expression de TNF- $\alpha$  augmentée chez les articulations souffrant d'ostéoarthrite.
- 

### **CONCLUSION PREMIERE QUESTION**

**Anatomiquement**, comme le souligne l'article de Hill et al., l'ATM apparaîtrait comme une articulation unique de par sa structure et ses voies de formation. Ses surfaces articulaires sont recouvertes de fibrocartilage. Celles du genou sont recouvertes de cartilage hyalin. Malgré tout, la lubrification, est utile dans la maintenance des deux articulations ; laissant supposer qu'il existe des points communs entre elles.

**Physiopathologiquement**, les articles de Hill et al. et de Vos et al., montrent que le processus inflammatoire arthrosique est plus marqué dans l'ATM que dans le genou. Néanmoins, selon Jiao et al, TNF- $\alpha$  est une cytokine dont les concentrations se retrouvent augmentées dans les deux articulations ostéoarthritiques ; laissant supposer des points communs, comme pour l'anatomie.

---

## 2. Quelles sont les données actuelles sur la viscosupplémentation de l'ATM ?

**ARTICLE 1: Single- or multiple-session viscosupplementation protocols for temporomandibular joint degenerative disorders: a randomized clinical trial (41)**

**Généralités:** Article de Guarda-Nardini et al, publié en janvier 2015 dans la revue Journal of Oral rehabilitation ( dont l'impact factor est de 1,682).

**Objectif:** Evaluer si le fait d'augmenter le poids moléculaire de l'acide hyaluronique, permet de réduire le nombre de séances du protocole considéré comme la référence par l'auteur.

**Matériel:** 3 protocoles sont testés : 10 patients sont inclus par protocole

- **Protocole A :** unique lavage puis injection d'acide hyaluronique de haut poids moléculaire (7000kDa)
- **Protocole B :** unique lavage puis injection d'acide hyaluronique de moyen poids moléculaire (1200kDa)
- **Protocole C :** 5 séances hebdomadaires de lavages suivis d'injections d'acide hyaluronique de moyen poids moléculaire (1200kDa). *Protocole considéré comme référence.*

Les patients devaient avoir entre 45 et 65 ans, diagnostiqués ostéoarthritiques selon le RDC/TMD et avoir des douleurs unilatérales depuis au moins 6 mois. Ils devaient tous avoir des signes dégénératifs de l'ATM sur une IRM.

### **Méthode :**

Ce sont toujours les mêmes opérateurs qui font les lavages/injections.

Il s'agit d'un lavage avec une unique aiguille pour l'injection et l'éjection des 10 mL de solution saline. A la suite du lavage, 1mL d'acide hyaluronique est injecté.

Pour le protocole C, 5 séances de ce type sont réalisées.

A la suite de ces protocoles sont effectués 3 contrôles : le premier 1 semaine après l'injection, le second 3 mois après et le dernier 6 mois après.

Plusieurs variables sont enregistrées :

- Les variations de la douleur sur une échelle EVA de 0 à 10 (variable primaire). Pour être inclus les patients devaient avoir une douleur à 6/10 +/- 3/10. On pouvait parler d'amélioration si la baisse de douleur était au moins de 2/10, soit 50% des diminutions de douleurs avec le protocole de référence (protocole C).
- L'efficacité de mastication (subjectif), évaluée de 0 (efficacité la pire) à 10 (le plus efficace possible).
- La limitation fonctionnelle évaluée de 0 (la minimale limitation) à 4 (la limitation maximale).
- La fonction de la mâchoire (exprimée en mm)

Un test statistique non paramétrique a été effectué, pour déterminer d'éventuelles différences d'efficacité significatives entre les traitements. Si c'était le cas, les traitements étaient comparés. Pour toutes ces comparaisons, la valeur de p statistiquement significative était <0,05.

### **Résultats :**

	<b>Protocole A</b>	<b>Protocole B</b>	<b>Protocole C</b>
<b>+ 1 semaine</b>	Baisse des douleurs de 0,7	Baisse des douleurs de 2,1	Baisse des douleurs de 2,8
<b>Amélioration maximale</b>	Diminution maximale des douleurs de 2,3/10 (à 3 mois).	Diminution maximale des douleurs de 2,1/10 (à 1 semaine)	Diminution maximale des douleurs de 4,1 (à 6 mois)
<b>+ 6 mois</b>	70% des patients décrivaient toujours une baisse des douleurs	60% des patients décrivaient toujours une baisse des douleurs	100% des patients décrivaient toujours une baisse des douleurs

**Tableau 5 :** Résultats des scores EVA obtenus selon les protocoles A, B ou C

- Les protocoles à session unique (A et B), lorsqu'ils sont comparés, ne montrent pas de différence significative dans les résultats. Les différences existant entre ces deux protocoles sont considérées comme négligeables.
- A l'inverse, le protocole C, comparé aux autres, a obtenu des résultats supérieurs :
  - En terme d'amélioration des douleurs, les améliorations sont significatives à tous les temps du protocole.
  - au protocole B à 3 mois en ce qui concerne les variables secondaires
  - à 6 mois, les différences n'étaient plus significatives entre les groupes en ce qui concerne les variables secondaires

**Conclusion :**

- Le protocole de référence à 5 séances est celui ayant obtenu les meilleurs résultats en terme d'amélioration de la douleur à 6 mois. En ce qui concerne les autres variables, les différences n'étaient pas significatives.
- Cette étude essayait de trouver un protocole dont le ratio bénéfice/risque était meilleur que le traitement de référence. Cela n'a pas été le cas ici, appuyant le besoin d'essais supplémentaires.
- Ici la variable primaire étant subjective, l'auteur souligne les besoins de faire des essais avec des variables objectives comme par exemple des imageries qui prouveraient les améliorations obtenues.
- Dans le genou, le protocole le plus utilisé est de 3 séances d'injection ; cela devrait être essayé dans l'ATM.

**ARTICLE 2 : Osteoarthritic Changes After Superior and inferior joint space injection of hyaluronic acid for the treatment of temporomandibular joint osteoarthritis with anterior disc displacement without reduction: a cone-beam computed tomographic evaluation (42)**

**Généralités :** Article de Li et al publié en Aout 2014 dans la revue Journal of oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1,425)

**Objectif :** Comparer les effets d'injections d'acide hyaluronique soit dans les compartiments articulaires supérieur ou inférieur de l'ATM de patients souffrant de déplacement discal antérieur sans réduction associé à une ostéoarthrite de l'articulation.



**Matériel :** Au départ de l'étude, 141 patients ont été inclus.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- douleur subjective
- limitation de l'ouverture buccale
- limitation des mouvements mandibulaires
- preuves radiographiques (Cone beam computed tomography (CBCT), arthrographie, IRM)

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Présence de maladie systémique ou de maladie du tissu conjonctif
- Injection de corticostéroïdes (ou autre traitement avant l'étude)

Chaque patient était assigné à un des deux groupes (injection dans le compartiment supérieur ou dans le compartiment inférieur) de façon aléatoire. Ainsi, il y avait 73 patients dans le groupe pour les injections dans le compartiment supérieur, et 68 patients pour les injections dans le compartiment inférieur.

### **Méthode :**

- 1 injection de 1mL d'acide hyaluronique (AH) toutes les deux semaines (3 injections en tout). Le point d'entrée de l'aiguille se trouve 10mm en antérieur du tragus.
- 2 rendez-vous de suivi : un 6 mois après la dernière injection, l'autre 9 mois après la première injection.
- Les patients ont passé 3 CBCT : un avant les injections, l'autre 3 mois après et le dernier 9 mois après. Ils ont ensuite été évalués par deux médecins indépendants. En cas de désaccord d'interprétation entre les deux médecins, un troisième médecin était consulté.
- Deux échelles d'interprétation des CBCT ont été créées pour que cela soit fait le plus objectivement possible :
  - La première a été faite pour interpréter les dommages à partir du CBCT ; on parle de **score de dommages**. Il s'agissait de donner une note sur une échelle pour différents critères : sévérité de l'érosion, de la formation d'ostéophytes, de l'aplatissement, de la sclérose et des kystes. Le tout donnait un score sur 26 (deux scores sur 13 additionnés : en vue sagittale et coronale).
  - La seconde a été faite pour interpréter les remodelages sur les CBCT à 3 mois et 9 mois après les injections. On parle de **score de remodelage**. Il s'agissait ici aussi de donner une note sur une échelle pour différents critères : le profil condyalaire, la néoformation osseuse, la dissolution des ostéophytes, la diminution de la sclérose et la diminution des kystes. Le tout donnait un score compris entre -10 et 26 (ici aussi, deux scores additionnés). Si le patient obtenait un score négatif, cela supposait une progression des dommages dégénératifs, alors que si le score était positif, cela supposait un remodelage « réparatif ».
- Pour évaluer la fonction de l'ATM, l'indice d'Helkimo a été mesuré et enregistré chez les patients de l'étude. Celui-ci prend en compte le mouvement mandibulaire, l'ouverture buccale maximale, les mouvements de protrusion et de latéralité, les douleurs à la palpation des muscles masticateurs, les douleurs à la

palpation de l'ATM, et les bruits de l'ATM. Un traitement est validé si cet indice diminue.

- Les différences entre les deux groupes furent statistiquement analysées avec l'aide d'un test de covariance ou d'un  $\chi^2$ . Une valeur de  $P < 0,05$  était considérée comme statistiquement significative.

### **Résultats :**

- Au départ on comptait 141 patients pour les injections, à 3 mois, ils étaient 126 (63 pour les injections dans le compartiment supérieur, et 61 pour l'inférieur). A 9 mois, ils étaient 74 (44 pour le compartiment supérieur et 30 pour le compartiment inférieur).
- **Tableau 6 :** Résultats de l'étude à 3 mois et à 9 mois comparés aux données de départ :

	<b>A 3 mois (89,36% de patients)</b>		<b>A 9 mois (52,48% de patients)</b>	
	<b>Groupe Compartiment supérieur</b>	<b>Groupe Compartiment inférieur</b>	<b>Groupe Compartiment supérieur</b>	<b>Groupe Compartiment inférieur</b>
Remodelage réparateur du condyle	44	51	La plupart des patients	La plupart des patients
Score de remodelage	2,14 +/- 3,16	4,08 +/- 3,82	4,80 +/- 3,36	7,47 +/- 3,90
Amélioration de la fonction	Chez la plupart des patients			
Index Helkimo <b>avant</b> les injections, rapporté au nombre de patients	7,34 +/- 3,18	7,46 +/- 3,30	7,07 +/- 3,30	8,47 +/- 3,62
Index Helkimo <b>après</b> les injections	2,17 +/- 2,02	1,33 +/- 1,38	1,73 +/- 2,19	1,34 +/- 1,86

Il est à noter que les valeurs de l'index de Helkimo avant les injections varient entre 3 mois et 9 mois car elles ont été rapportées au nombre de patients qui restent au fur et à mesure des mois.

### **Conclusion :**

- Même si l'on constate une amélioration dans les deux groupes tout le long de l'essai, les résultats sont considérablement meilleurs dans le groupe « compartiment inférieur »
- L'injection d'AH exogène pourrait stimuler la production d'AH endogène, réguler les propriétés du liquide synovial, former une barrière de protection sur la surface articulaire et diminuer le coefficient de friction.
- L'AH atteindrait plus facilement les surfaces articulaires du cartilage inférieur, expliquant ces meilleurs résultats.
- Les patients avec un déplacement discal antérieur sans réduction seraient plus sujets au développement de changements dégénératifs.

- Le CBCT serait le meilleur compromis en terme d'imagerie entre la radiographie panoramique (manque de précision) le scanner (plus irradiant et plus cher) et l'IRM (permet de voir les tissus mous).

**ARTICLE 3 : Effectiveness of treatment with viscosupplementation in tmj with or without effusion (43)**

**Généralités :** Article de Guarda-Nardini et al, publié en mai 2014 dans la revue International Journal of oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1,565)

**Objectif :** Déterminer si l'efficacité des techniques de viscosupplémentation dans l'ATM est influencée par la présence d'un épanchement intra-articulaire.

**Matériel :** Il s'agissait d'une étude cas-témoin. Les patients inclus :

- avaient entre 40 et 60 ans
- devaient avoir eu un diagnostic clinique d'ostéoarthrite selon le RDC/TMD avec des douleurs articulaires durant depuis au moins 6 mois.
- devaient avoir des signes de dégénérescence de l'ATM visibles sur IRM

Les patients dont les douleurs étaient influencées par des facteurs psycho-sociaux étaient exclus de l'étude.

Pour avoir une valeur statistique suffisante, 50 patients étaient nécessaires. Ils ont été divisés de façon aléatoire dans deux groupes :

- un groupe de 25 patients dont l'IRM montrait un épanchement intra-articulaire
- un groupe de 25 patients dont l'IRM ne montrait pas d'épanchement intra-articulaire

**Méthode :**

- Plusieurs variables ont été enregistrées :
- la variable primaire était l'évaluation de la douleur sur une échelle visuelle analogique allant de 0 à 10.
- Les variables secondaires étaient l'efficacité masticatoire subjective, la limitation fonctionnelle, et les fonctions de la mâchoire.
- En parallèle étaient aussi enregistrées la tolérance et la perception subjective du traitement.
- Le protocole consistait en 5 injections par semaine : un lavement avec une seule aiguille pour l'injection et l'éjection de 10mL de solution saline suivi par l'injection d'1mL d'acide hyaluronique de moyen poids moléculaire (1200kDa).
- Toutes les variables ont été enregistrées avant le début des injections, à chaque rendez vous de traitement, à la fin du protocole, 3 mois après et 6 mois après.
- Les injections ont été réalisées par les mêmes opérateurs et les variables enregistrées par un autre opérateur ne connaissant pas le groupe auquel le patient appartenait (en aveugle).
- Pour l'analyse statistique, un test ANOVA a été effectué pour toutes les variables. Une valeur de  $P < 0,05$  était considérée comme statistiquement significative.

**Résultats :**

- Au départ, il n'y avait pas de différence dans les variables enregistrées entre les deux groupes.
- Il n'y a eu aucun abandon pendant le traitement et lors du suivi.

- Avec le temps, les deux groupes montrent une amélioration significative et maintenue à 6 mois de suivi.
- En comparant les résultats des deux groupes, aucune différence n'apparaît pour toutes les variables à tous les enregistrements. Le traitement a été aussi bien toléré pour les deux groupes.

**Conclusion :** Il n'y a pas d'influence de l'épanchement intra-articulaire sur l'efficacité des techniques de viscosupplémentation de l'ATM dans les 6 premiers mois suivant le protocole de référence (5 injections d'acide hyaluronique précédées de lavage). Cependant, il est impossible de conclure quant à l'absence de différence significative après 6 mois de traitement.

#### **ARTICLE 4 : Comparison of 2 Hyaluronic Acid Drugs for the Treatment of Temporomandibular Joint Osteoarthritis (44)**

**Généralités :** Article de Guarda-Nardini et al, publié en 2012 dans la revue Journal of oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1,333).

**Objectif :** Comparer l'efficacité d'un protocole de 5 séances de lavement suivi d'injection d'acide hyaluronique de moyen ou de faible poids moléculaire pour les patients souffrant d'une maladie dégénérative de l'ATM.

**Matériel :** Il s'agit d'un essai clinique randomisé concernant les patients diagnostiqués d'une ostéarthrite selon le RDC/TMD avec des douleurs articulaires depuis plus de 6 mois.

40 patients ont été inclus dans l'étude, puis assignés de façon aléatoire à l'un des deux groupes :

- **groupe A** (20 patients) : injection d'1mL d'acide hyaluronique de moyen poids moléculaire (1200kDa)
- **groupe B** (20 patients) : injection d'1mL d'acide hyaluronique de faible poids moléculaire (600kDa)

#### **Méthode :**

Plusieurs variables ont été enregistrées :

- une variable primaire était l'évaluation de la douleur à la mastication
- les variables secondaires étaient la douleur maximale au repos, l'efficacité masticatoire subjective, la limitation fonctionnelle, la tolérance au traitement et son efficacité perçue.

Ces variables ont été évaluées avant les injections, à la fin du traitement et 3 mois après la fin du traitement. Chaque injection était réalisée par les mêmes opérateurs et le recueil des données était réalisé à l'aveugle par un autre opérateur.

Les patients ont eu 5 séances en 1 semaine consistant en une arthrocentèse avec une aiguille unique pour l'injection et l'éjection des 10mL solution saline suivie de l'injection de 1mL d'acide hyaluronique.

Pour toutes les variables, un test ANOVA a été effectué, et  $p < 0,05$  était considéré comme statistiquement significatif.

## **Résultats :**

Au début de l'étude, les variables enregistrées ne présentaient pas de différences significatives entre les deux groupes.

A la fin des 3 mois, il restait 17 patients dans le groupe A et 18 dans le groupe B.

Il n'y avait pas de différence significative entre les variables enregistrées dans les deux groupes.

	<b>Groupe A (1200kDa)</b>	<b>Groupe B (600kDa)</b>
<b>Douleurs à la mastication</b>	Amélioration significative	Amélioration significative
<b>Ouverture buccale</b>	Amélioration significative	Amélioration <b>non</b> significative
<b>Efficacité masticatoire</b>	Amélioration significative	Amélioration significative
<b>Limitation fonctionnelle</b>	Amélioration significative	Amélioration <b>non</b> significative
<b>Douleur au repos</b>	Amélioration <b>non</b> significative	Amélioration significative

**Tableau 7 :** Résultats de l'étude en fonction du poids moléculaire de l'acide hyaluronique injecté.

## **Conclusion :**

- Ici le protocole de référence était aussi 5 injections d'AH précédées par une arthrocentèse.
- Pour la plupart des variables enregistrées, il y a eu une amélioration significative dans les deux groupes.
- Il n'y a pas eu de différence significative entre les deux groupes. Cela pourrait permettre, en utilisant plutôt un AH de moyen poids moléculaire, d'étudier si cela peut diminuer le nombre de séances. Le but de cette diminution étant d'être moins invasif et moins traumatique pour l'articulation.
- Les AH de haut poids moléculaire n'ont pas été testés du fait de leur haute viscosité rendant leur utilisation plus difficile : l'AH a plus de mal à atteindre la totalité du compartiment articulaire.

**ARTICLE 5 : Two-needle vs. single-needle technique for TMJ arthrocentesis plus hyaluronic acid injections: a comparative trial over a six-month follow up (45)**

**Généralités :** Article de Guarda-Nardini et al, publié en novembre 2011 dans la revue International journal of oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1, 506).

**Objectif :** Comparer l'efficacité de deux protocoles d'arthrocentèse puis d'injection d'acide hyaluronique (5 fois en une semaine) : avec une aiguille ou deux aiguilles.

**Matériel :** 80 patients ont été inclus dans l'étude. Ils devaient avoir eu un diagnostic d'ostéoarthrite selon le RDC/TMD et souffrir de douleurs à l'articulation depuis au moins 6 mois. Ils ont été assignés de façon aléatoire dans l'un des deux groupes :

- un groupe de 40 patients dont le protocole d'injection est avec une aiguille unique
- un groupe de 40 patients dont le protocole d'injection est avec deux aiguilles.

### **Méthode :**

Plusieurs variables ont été enregistrées au début du protocole d'injection, à la fin du protocole, 1 mois après la fin, 3 mois après et 6 mois après :

- la principale variable enregistrée est la douleur à la mastication
- les variables secondaires étaient : la douleur maximale au repos, l'efficacité subjective de la mastication, la limitation de la fonction et les mouvements de la mâchoire.
- En parallèle étaient aussi enregistrées la tolérance du traitement (à la fin du protocole d'injections) et son efficacité (à la fin des 6 mois de suivi).

Le protocole à 2 aiguilles était le suivant : une aiguille est dédiée à l'injection de 300mL de solution saline dans le compartiment supérieur de l'articulation. Une seconde aiguille est dédiée à l'éjection de la solution saline. Après le lavage, une aiguille est retirée et la restante est utilisée pour l'injection d'1mL d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire.

Les protocoles d'arthrocentèse sont réalisés par les mêmes opérateurs et le recueil des données est réalisé par un étudiant en dentaire formé pour cela et qui les pratique à l'aveugle.

Pour comparer les groupes au début de l'étude, étaient procédés soit un *t-test* soit un test de Mann-Whitney. Pour comparer la distribution de sexe entre les groupes, un *t-test* a été utilisé, alors qu'un test exact de Fisher était utilisé pour comparer les âges des patients. Pour détecter les différences au sein des groupes entre le début de l'étude et les suivis, étaient réalisés des *t-test* ou des tests de Wilcoxon. Pour comparer les groupes au cours du suivi, le *t-test* ou le test de Mann-Whitney étaient utilisés. Pour toutes les comparaisons, une valeur de  $p < 0,05$  était considérée comme statistiquement significative.

### **Résultats :**

A la fin, il reste 40 patients dans le groupe avec le protocole aux 2 aiguilles et 38 dans le groupe avec le protocole à une aiguille.

Dans les deux groupes on relève une amélioration significative dans toutes les variables relevées (sauf en protrusion dans le groupe avec une seule aiguille).

Il n'y a pas de différences significatives d'améliorations entre les deux groupes ni de différences dans la perception du traitement.

### **Conclusion :**

- A la fin de l'essai et des 6 mois de suivi, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes. Cela permettrait d'être moins traumatique lors de la réalisation de l'injection d'acide hyaluronique. Il faudrait néanmoins un suivi plus long pour évaluer si des différences n'apparaissent pas avec le temps.

- L'intérêt du protocole à une aiguille est d'augmenter la pression lors de l'injection, cela aide à casser les adhérences et est moins traumatique pour l'articulation.

- Avec le protocole à une aiguille, la quantité de liquide injectable/éjectable est plus petite, ce qui pourrait poser problème dans les cas où un lavage approfondi de l'articulation doit être réalisé.

**ARTICLE 6 : Arthrocentesis with or without additional drugs in temporomandibular joint inflammatory-degenerative disease: comparison of six treatment protocols (46)**

**Généralités :** Article de Manfredini et al, publié en septembre 2011 dans la revue Journal of rehabilitation (dont l'impact factor est de 1,529).

**Objectif :** Comparer l'efficacité de 6 protocoles de traitement des symptômes des maladies inflammatoires dégénératives de l'ATM par arthrocentèse avec ou sans adjonction de médicaments.

**Matériel :** 72 patients ont été inclus dans l'étude. Ils ont été diagnostiqués ostéoarthritiques selon le RDC/TMD et souffrent de douleurs articulaires depuis au moins 6 mois. Chacun a été assigné aléatoirement à l'un des protocoles suivant :

- **Protocole A :** Une session d'arthrocentèse avec deux aiguilles
- **Protocole B :** Une session d'arthrocentèse avec deux aiguilles associée à une injection de corticostéroïdes : 1mL de triamcinolone.
- **Protocole C :** Une session d'arthrocentèse avec deux aiguilles associée à une injection d'1mL d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire.
- **Protocole D :** une session d'arthrocentèse avec deux aiguilles associée à une injection d'1mL d'acide hyaluronique de haut poids moléculaire.
- **Protocole E :** 5 sessions en une semaine d'arthrocentèse avec deux aiguilles associée à une injection d'1mL d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire.
- **Protocole F :** 5 sessions en une semaine d'arthrocentèse avec une unique aiguille associée à une injection d'1mL d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire.

**Méthode :**

- Pour le protocole à 2 aiguilles, lors du lavage, une aiguille est utilisée pour l'injection de 300mL de solution saline dans le compartiment supérieur et une deuxième aiguille est utilisée pour l'éjection. Après le lavage articulaire, une aiguille est retirée et l'autre est utilisée pour l'injection du produit.
- Plusieurs paramètres sont enregistrés avant le début des protocoles, à la fin du traitement et 3 mois après : la douleur maximale au repos, la douleur maximale à la mastication, l'efficacité masticatoire subjective, les mouvements dynamiques de la mâchoire, la tolérance et l'efficacité perçue du traitement.
- Pour les injections, ce sont toujours les mêmes opérateurs qui les pratiquent et les paramètres sont relevés par un étudiant en dentaire formé à cela et qui les pratique en aveugle.
- L'existence d'une différence entre les groupes et le pourcentage de changement au cours du temps furent obtenus par un test ANOVA ou par un test de Kruskal-Wallis. Le pourcentage de personnes dans chaque groupe présentant une amélioration était comparé par un test exact de Fisher. Le test ANOVA et le test de Fisher furent réalisés pour analyser respectivement les différences d'âge moyen et de sexe. Pour toutes ces analyses, une valeur de  $p < 0,05$  était considérée comme statistiquement significative.

**Résultats :**

A la fin de l'étude, le nombre de patients restants dans l'étude est de 60. Le protocole D a été arrêté à cause de l'apparition d'effets secondaires.

	Protocole A	Protocole B	Protocole C	Protocole E	Protocole F
Nombre de patients à la fin	11	9	11	12	12

A 3 mois, on constate une amélioration dans tous les groupes par rapport aux valeurs de base. On ne constate pas de différence significative dans les paramètres enregistrés entre les différents protocoles testés.

Par ailleurs, même si cela n'est pas statistiquement significatif, les patients du protocole E (5 sessions d'arthrocentèse avec 2 aiguilles + acide hyaluronique de bas poids moléculaire) ont la plus forte amélioration (amélioration de 64% en terme de perception de la douleur) dans la plupart des variables enregistrées. C'est aussi le protocole le mieux toléré.

Pourtant, c'est le protocole B qui est ressenti comme le plus efficace par les patients, probablement grâce à l'amélioration de l'ouverture buccale, qui est plus marquée dans ce groupe.

Dans les autres protocoles, on constate une amélioration de la douleur entre 11 et 41%.

### **Conclusion :**

- Le protocole avec 5 sessions d'arthrocentèses suivies d'injection d'AH de faible poids moléculaire (protocole à deux aiguilles) est celui ayant obtenu les meilleurs résultats. Pourtant ces résultats ne sont ni statistiquement, ni cliniquement significatifs. Il en est de même pour les autres protocoles : aucun protocole n'est significativement meilleur qu'un autre.
- Si les différences entre les groupes ne sont pas significatives c'est probablement car la taille des échantillons pour chaque protocole est trop petite et que le temps de suivi est trop faible. Il faudrait donc envisager une étude avec un échantillon de patients plus élevé et dont la durée de contrôle est plus grande.

### **ARTICLE 7 : Predictive factors of hyaluronic acid injections short-term effectiveness for TMJ degenerative joint disease (47)**

**Généralités :** Article de Guarda-Nardini et al, publié en septembre 2010 dans la revue Journal of oral rehabilitation (dont l'impact factor est de 1,462).

**Objectif :** Identifier des facteurs de prédiction de résultats positifs suite à un protocole de 5 sessions d'arthrocentèses suivies d'injection d'acide hyaluronique chez des patients atteints de maladie inflammatoire dégénérative de l'ATM.

**Matériel :** 90 patients ont été sélectionnés pour cette étude.

Ils devaient avoir été diagnostiqués d'ostéoarthrite d'après le RDC/TMD selon les critères suivants :

- Présence d'arthralgies, c'est à dire douleurs de l'ATM avec palpation positive latérale ou postérieure et douleurs à l'ouverture buccale volontaire ou forcée ou en latéralités.
- Présence de crépitations.
- Présence de signes radiologiques d'anomalies osseuses.

Ils ne devaient pas avoir de maladies systémiques rhumatismales.



### **Méthodes :**

5 sessions d'arthrocentèses étaient réalisées suivies d'injections d'1mL d'acide hyaluronique et ce, une fois par semaine pendant 5 semaines. Trois rendez-vous de contrôle ont été réalisés : 1 semaine après la fin du traitement, 1 mois après et 3 mois après.

La variable de base enregistrée pour pouvoir comparer les différentes variables était la **douleur maximale à la mastication**. Celle-ci était évaluée à l'aide d'une échelle visuelle analogique allant de 0 (pas de douleur possible) à 10 (pire douleur expérimentée par le patient). Il était considéré une amélioration significative dans les douleurs si elles diminuaient de 50% ou plus de la valeur initiale.

Les différents facteurs de prédiction étudiés étaient :

- **Le sexe** : 80 femmes et 10 hommes
- **L'âge** : 39 patients de moins de 56 ans, et 51 de plus ou égal à 56 ans.
- **La durée de la douleur** : 38 depuis moins de 12 mois, et 52 depuis 12 mois ou plus
- **La douleur à la mastication** : 45 patients avec moins de 7/10 d'EVA et 45 avec 7/10 ou plus.
- **La présence d'arthrite unilatérale** (27 patients) ou bilatérale (63 patients)
- **La présence de diagnostic multiple** d'ostéoarthrite selon l'axe I (groupe 1 ou 2) (52 patients) ou avec un diagnostic d'ostéoarthrite uniquement de groupe 3 (38 patients).
- **Le recours à un protocole à 2 aiguilles** (82 patients) ou à 1 aiguille (8 patients)
- **La tolérance subjective du traitement** : elle est considérée bonne si le score donné par le patient est de 3 ou 4 (52 patients) ou mauvaise si le score donné est de 0,1 ou 2 (38 patients).

Une analyse de corrélation a été réalisée avec le test de Spearman afin de tester l'existence d'une relation entre les variables enregistrées et les facteurs de prédiction.

Un modèle de régression logistique multiple a été utilisé pour identifier les associations significatives entre les facteurs de prédictions et les variables enregistrées.

Une valeur de p inférieure ou égale à 0,05 était statistiquement significative, alors qu'une valeur supérieure ou égale à 0,10 était non statistiquement significative.

### **Résultats :**

A la fin du protocole de traitement et de suivi :

- 77 patients (85,6%) présentaient une amélioration par rapport aux valeurs de base.
- 58 patients (64,4%) avaient une diminution d'au moins 50% des douleurs de départ.
- Une seule variable pouvait être significativement liée à une amélioration des résultats : il s'agissait de l'atteinte bi ou unilatérale. 22 des 27 sujets (81,4%) avec une atteinte unilatérale obtenaient une amélioration significative, contre 36 des 63 (57,1%) avec une atteinte bilatérale.

Cependant, comme le pourcentage total de patients ayant une diminution significative de la douleur à la mastication n'est que de 64%, cela peut être considéré comme trop faible pour en tirer des conclusions valables statistiquement.

En changeant la variable de base en « amélioration à la fin du suivi » (85,6% des patients) contre « pas d'amélioration à la fin du suivi » (14,4% des patients), les

résultats devenaient plus significatifs surtout par rapports aux diminutions des douleurs par rapport au douleurs au départ.

**Conclusion :**

- Les patients avec des scores de douleurs élevés au départ, seraient plus susceptibles d'avoir une diminution de celle ci. La seconde variable qui serait associée à des résultats positifs (de façon significative) serait le fait d'avoir des douleurs unilatérales.
- Cependant il est difficile à déterminer si les améliorations obtenues sont dues à une amélioration naturelle ou grâce au traitement utilisé.

**ARTICLE 8 : Platelet-Rich Plasma Injection as an Effective Treatment for Temporomandibular Joint Osteoarthritis (48)**

**Généralités :** Article de Hegab et al, publié en mars 2015 dans la revue Journal of oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1,425).

**Préambule :** il a été démontré que le plasma riche en plaquettes (PRP) :

- possédait des propriétés anti-inflammatoires, analgésiques, antibactériennes,
- pouvait restaurer l'acide hyaluronique intra-articulaire,
- pouvait augmenter la synthèse des GAG par les chondrocytes
- équilibrait l'angiogenèse articulaire
- permettait l'élaboration d'un « échafaudage » pour la migration des cellules souches
- stimulait la production cellulaire et la production de la matrice cartilagineuse par les chondrocytes
- stimulait la production de cellules stromales mésenchymateuses dérivées de la moelle osseuse
- augmentait la production d'acide hyaluronique par les synoviocytes.
- délivrait dans de fortes concentrations des facteurs de croissance.

**Objectif :** Comparer l'efficacité (soulagement de la douleur et augmentation de l'ouverture buccale) d'injections intra-articulaires soit de PRP soit d'acide hyaluronique dans le traitement de l'ostéoarthrite de l'ATM.

**Matériel :** Il s'agit d'un essai clinique randomisé, en simple aveugle.

Les critères d'inclusions dans l'étude étaient :

- un diagnostic d'ostéoarthrite de l'ATM confirmé par des preuves radiologiques démontrant une dégénération moyenne à sévère.
- Une absence de précédents traitements des dysfonctions de l'ATM.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Précédents traitements des dysfonctions de l'ATM
- Maladie systémique (polyarthrite rhumatoïde par exemple)
- Patients sous anticoagulants
- Patients peu motivés pour participer à l'étude et au suivi

50 patients furent inclus dans le protocole et divisés aléatoirement dans l'un des deux groupes suivants :

- **groupe I :** Après une arthrocentèse avec 50mL de lactate de Ringer, le patient reçoit 3 injections intra-articulaires d'1mL de PRP autologue 1 fois par semaine pendant 3 semaines.
- **Groupe II :** Après une arthrocentèse avec 50mL de lactate de Ringer, le patient reçoit 3 injections intra-articulaires d'1mL d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire 1 fois par semaine pendant 3 semaines.

### **Méthode :**

Obtention du PRP :

- 1 : Collecte de sang veineux périphérique autologue à la veine ulnaire
- 2 : Sang collecté dans un tube en verre contenant du citrate de sodium comme anticoagulant
- 3 : Sang mixé en mouvements rotationnels
- 4 : Sang placé dans une centrifugeuse à 3200 rotations par minute pendant 12 minutes
- 5 : Les érythrocytes sont ainsi séparés du plasma pauvre en plaquette lui-même séparé du PRP.
- 6 : Le PRP est aspiré à l'aide d'une seringue et est prêt à être injecté dans l'articulation.

Plusieurs variables ont été enregistrées :

- La principale était l'efficacité du traitement (déterminée par l'ouverture buccale volontaire maximale et l'indice de douleur évalué par une échelle visuelle analogique (EVA)).
- La variable secondaire était les bruits articulaires.

Toutes ces variables furent enregistrées avant le début des protocoles, 1 mois après la fin du traitement, 3 mois après, 6 mois après et 1 an après.

Pour les données numériques, un test de Mann-Whitney U a été réalisé pour comparer les groupes. Le test de Friedman a été utilisé pour étudier les changements au cours du temps dans chaque groupe. Le test des rangs signés de Wilcoxon a été utilisé pour des comparaisons par paire lorsque le test de Friedman était significatif.

Un test du  $\chi^2$  a été utilisé pour comparer la présence ou l'absence de bruits articulaires entre les deux groupes. Des tests Q de Cochran ont été utilisés pour étudier les changements au cours du temps de chaque groupe.

Lorsque p était inférieur à 0,05, les résultats étaient considérés comme statistiquement significatifs.

### **Résultats :**

- *Ouverture buccale :*

- ➔ de 1 à 6 mois, l'amélioration constatée dans le groupe I (injection de PRP) est inférieure à celle du groupe II (acide hyaluronique). Pourtant, durant toute la durée de l'étude, le groupe I s'améliore significativement.
- ➔ A partir de 6 mois et jusqu'à 12, l'amélioration est significativement plus élevée dans le groupe I que dans le II. Dans le groupe II, on constate une diminution de la valeur médiane, statistiquement significative.
- ➔ Les valeurs moyennes de l'ouverture buccale maximale sont plus élevées à 12 mois qu'à 1 mois dans les deux groupes : 41,56 +/- 2,311mm dans le groupe I et 39,28 +/- 2,807mm dans le groupe II.

- *Douleur évaluée selon l'EVA (valeurs médianes) :*

	<b>Avant protocole</b>	<b>1 Mois</b>	<b>3 mois</b>	<b>6 mois</b>	<b>12 mois</b>
<b>Groupe I</b>	7,36	7	4	1	0
<b>Groupe II</b>	6,96	<i>Non indiqué</i>	3	0	2

**Tableau 8 :** EVA des groupes I et II obtenus aux différents temps de l'étude

*- Bruits articulaires :*

On constate une plus grande prévalence de bruits articulaires dans le groupe I que dans le II jusqu'à 1 mois. Après on ne constate plus de différence significative entre les deux groupes.

Il est à noter que le groupe I (PRP) est plus sujet aux complications (même si celles ci sont peu fréquentes) et a donc une tolérance au traitement plus faible que le groupe II (acide hyaluronique).

**Conclusion :**

- A court terme, l'injection d'AH montre de meilleurs résultats que le PRP. A long terme (à partir de 6 mois et jusqu'à 1 an), le PRP montre de meilleurs résultats. En effet, à partir de 6 mois, on constate un retour des douleurs avec l'injection d'AH.
- Il serait intéressant de faire un nouvel essai avec un plus grand échantillon, pour comparer les deux thérapeutiques étudiées ici avec le simple lavage de l'articulation.

**ARTICLE 9 : A comparative study on the impact of intra-articular injections of hyaluronic acid, tenoxicam and betametazon on the relief of temporomandibular joint disorder complaints (49)**

**Généralités :** Article de Gencer et al, publié en janvier 2014 dans la revue Journal of cranio-maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 2,597).

**Objectif :** Comparer les effets d'injections intra-articulaires de 3 agents anti-inflammatoires (acide hyaluronique, bétaméthasone, et tenoxicam) comparés à un groupe contrôle.

**Matériel :** Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Présenter des douleurs à la mâchoire, des mouvements de la mâchoire douloureux ou limités, des bruits articulaires
- Le désordre de l'ATM devait être confirmé par des preuves de dégénérescence de l'articulation sur un scanner.
- Patients au stade tardif ou tardif intermédiaire à partir de la classification de Wilke (50). Les patients du groupe contrôle étaient au stade précoce.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Opération récente
- Syndrome fibromyalgique
- Antécédent d'ulcère gastro-duodéal
- Maladie systémique
- Hypersensibilité aux AINS
- Maux de tête/oreille autre que d'ATM

100 patients ont été inclus dans l'étude (45 hommes et 55 femmes) puis attribués aléatoirement à l'un des groupes suivant (25 patients par groupe) :

- **Groupe 1** : injection de 0,5mL d'acide hyaluronique (AH)
- **Groupe 2** : injection de 0,5mL de bétaméthasone (corticostéroïde)
- **Groupe 3** : injection de 0,5mL de tenoxicam (AINS)
- **Groupe 4** : injection de 0,5mL de solution saline

**Méthode :** Il s'agit d'un essai clinique randomisé, en double aveugle.

Chaque patient susceptible d'être inclus se voyait prescrire, comme traitement non invasif, pendant 1 semaine :

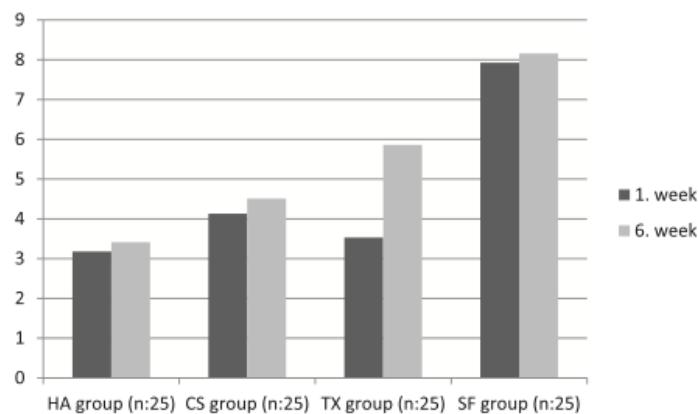
- 400mg d'etodolac (anti-inflammatoire non stéroïdien) deux fois par jour
- 8mg de Thiocolchicoside (myorelaxant) deux fois par jour

A la suite de ce traitement, si les douleurs persistaient, le patient était inclus dans l'étude.

Pour évaluer l'efficacité des différents produits injectés, la douleur était évaluée, ainsi que la sensation d'inconfort, 1 semaine après la fin du protocole et 6 semaines après.

L'analyse statistique a été réalisée en utilisant le test de Friedman et le test *t*. Une valeur de P inférieure à 0,05 était considérée comme statistiquement significative.

### **Résultats :**



**Figure 11 : Comparaison des scores de douleur (EVA) HA=acide hyaluronique CS=corticostéroïde TX=tenoxicam SF=solution saline**

Il n'y a qu'avec le Tenoxicam que le retour de la douleur est significatif entre la 1ère semaine et la 6ème.

### **Conclusion :**

- Le traitement injectant l'AH est celui ayant obtenu le meilleur score de façon significative par rapport aux autres groupes.
- La critique de l'AH que l'on peut faire concerne son coût : il est plus élevé que les corticostéroïdes ou les AINS.

**ARTICLE 10 : Evaluation of arthrocentesis with hyaluronic acid injection plus oral glucosamine hydrochloride for temporomandibular joint osteoarthritis in oral-health-related quality of life (51)**

**Généralités :** Article de Su et al, publié en décembre 2013 dans la revue Journal of Cranio-maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 2,597).

**Objectif :** Evaluer les changements de qualité de vie reliée à la santé bucco-dentaire chez des patients atteints d'ostéoarthrite de l'ATM et recevant des injections d'acide hyaluronique associées à une prise orale de glucosamine hydrochloride (GH).

**Matériel :** Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Patients entre 18 et 70 ans
- Diagnostic d'ostéoarthrite selon le « Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders » (RDC/TMD), axe I, groupe IIIb
- Consentement écrit

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- autre type de désordre temporo-mandibulaire
- allergie à l'acide hyaluronique (AH) ou au GH
- maladie rhumatismale
- prise de médicaments dans les 4 semaines précédant le protocole et qui pourraient avoir une influence sur les résultats
- participation à un autre essai clinique dans les 3 mois précédant celui-ci
- sévère maladie cardiovasculaire, hépatique, rénale, systémique
- pas de possibilité de suivi régulier

A la fin de cette sélection, 234 patients furent inclus dans l'étude.

**Méthode :**

Le protocole consistait en un cycle d'une semaine comprenant 5 séances d'arthrocentèse suivies d'injections d'1mL d'acide hyaluronique (0,5mL dans le compartiment supérieur de l'articulation et 0,5mL dans le compartiment inférieur). Le tout avec la technique à une aiguille unique. En supplément, le patient devait prendre 0,48g de GH par prise trois fois par jour après le repas pendant 3 mois.

La variable enregistrée pour juger du changement de la qualité de vie liée à la santé buccale était la version chinoise des 14 items du « Oral Health Impact Profile » (OHIP-14). Ce dernier est composé de 7 domaines comprenant chacun 2 items :

- Limitation fonctionnelle
- Douleur physique
- Inconfort psychologique
- Incapacité physique
- Incapacité psychologique
- Incapacité sociale
- Handicap

Il était demandé aux sujets à quelle fréquence leur santé buccale affectait chacun des items. Leur réponse était pondérée de 0 (jamais) à 4 (tous les jours). A la fin, ils obtenaient un score entre 0 et 56. Plus le score est élevé et plus la qualité de vie liée à la santé buccale est faible.

Dans le cadre de cette étude, le questionnaire était réalisé avant le début du protocole (T0), 1 mois après le début (T1), 3 mois après (T2) et 6 mois après (T3).

Une analyse non paramétrique a été utilisée pour explorer les changements de qualité de vie liés à la santé buccale après les injections car les données mesurées suivent une loi de Poisson.

Une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme statistiquement significative.

### **Résultats :**

A la fin du protocole et du suivi, il restait 211 patients.

On observe un changement significatif au cours du temps dans la qualité de vie liée à la santé buccale.

Dans les 7 domaines énoncés, on observe une réduction significative du score à l'OHIP-14 entre T0 et T3. Il y a une réduction significative entre T0 et T1, entre T1 et T2 mais pas entre T2 et T3.

Par rapport au score de base obtenu chez un panel de chinois, le score à T0 est significativement plus élevé, il n'est pas significativement différent à T1 et il est significativement plus bas à T2 et T3.

Tableau résumant les résultats :

	<b>Norme chinoise</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Score à l'OHIP-14</b>	11,98	19,18	12,38	10,76	10,61

### **Conclusion :**

- L'ostéoarthrite de l'ATM a un effet négatif sur la qualité de vie liée à la santé orale.
- Le traitement consistant en l'injection d'acide hyaluronique améliore significativement la qualité de vie liée à la santé orale.
- Les améliorations sont plus marquées chez les patients jeunes mais sont équivalentes entre hommes et femmes.

**ARTICLE 11 : Treatment effectiveness of arthrocentesis plus hyaluronic acid injections in different age groups of patients with temporomandibular joint osteoarthritis (52)**

**Généralités :** Article de Guarda-Nardini et al, publié en 2012 dans la revue Journal of oral and maxillofacial surgery (dont l'impact factor est de 1,333).

**Objectif :** Tester les effets dans le temps dans des groupes d'âges différents de patients souffrant de pathologie dégénérative de l'ATM et recevant un traitement de 5 arthrocentèses associées à des injections d'acide hyaluronique.

**Matériel :** 76 patients répartis en fonction de leur âge dans l'un des groupes suivant :

- Groupe 1 : 23 patients âgés de moins de 45 ans
- Groupe 2 : 28 sujets âgés entre 46 et 65 ans
- Groupe 3 : 25 patients âgés de plus de 65 ans.

**Méthode :** Les patients inclus dans l'étude devaient avoir eu :

- un diagnostic d'ostéoarthrite d'axe I groupe IIIb selon le RDC/TMD, en l'absence de désordre musculaire (groupe I) selon le RDC/TMD et de maladie rhumatismale.
- Des douleurs articulaires depuis au moins 6 mois ne s'améliorant pas (ou peu) à l'aide de techniques conservatrices (physiothérapie) ou des thérapies mises en place par leur praticien.
- Un diagnostic confirmé par des preuves radiologiques.

Chez les patients inclus, 5 arthrocentèses avec 50mL de Ringer lactate furent réalisées avec la technique à deux aiguilles. Ces arthrocentèses furent suivies par l'injection de 1mL d'acide hyaluronique de 600kDa de poids moléculaire.

Plusieurs variables furent enregistrées avant le début du protocole, à chaque rendez vous d'injection (1 fois par semaine sur 5 semaines), 1 mois après la fin du traitement, 3 mois après, 6 mois après et 1 an après :

- Douleurs au repos et à la mastication selon une échelle (EVA) de 0 à 10
- Efficacité masticatoire évaluée de 0 (nourriture liquide uniquement) à 10(nourriture solide).
- Enveloppe de mouvements de la mâchoire (en mm), dont l'ouverture volontaire ou forcée, les latéralités et la protrusion.
- Limitation fonctionnelle lors des mouvements de 0 (absente) à 4 (sévère)
- Efficacité subjective du traitement de 0 (pauvre) à 4 (excellente)

Pour l'analyse statistique, une valeur de P inférieure à 0,05 était considérée comme statistiquement significative.

### **Résultats :**

	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3	
	Valeur de base	1 an après le protocole	Valeur de base	1 an après le protocole	Valeur de base	1 an après le protocole
<b>Efficacité masticatoire</b>	6,53 +/- 2,1	7,5 +/- 2,68	5,1+/-1,77	7,53+/-2,13	6,24+/-2,24	8,32+/-1,71
<b>Douleur à la mastication</b>	3,8+/-3,8	2,82+/-3,09	6,36+/-2,53	2,69+/-2,77	6,67+/-2,81	1,55+/-2,14
<b>Douleur au repos</b>	1,8+/-2,83	≈ 1,5	4,48+/-3,15	≈ 2	4,33+/-3,65	≈ 1
<b>Limitation fonctionnelle</b>	2,17+/-1,16	≈ 1,25	2,58+/-0,74	≈ 1,25	2,45+/-0,89	≈ 1,25

**Tableau 9 :** Résultats obtenus en fonction des différentes variables dans les groupes de patients d'âges différents.

- L'efficacité subjective du traitement est en augmentation au cours du traitement. Elle est plus marquée dans les groupes de patients de plus de 45 ans que dans le groupe des patients de moins de 45 ans.



- L'ouverture buccale non assistée (volontaire) est en légère augmentation chez les patients de plus de 45 ans. Chez les patients de moins de 45 ans, on ne distingue pas de tendance : la valeur finale est la même que la valeur de départ avec des fluctuations entre les deux : on constate une augmentation jusqu'à un pic au second rendez-vous de contrôle (à 3 mois) puis une diminution.

- L'ouverture buccale forcée est la variable de l'étude dont on distingue le moins d'effets sur les patients.

**Conclusion :** Cette étude suggère que le recours à la viscosupplémentation de l'ATM serait plus approprié chez les patients de plus de 45 ans qui ont des symptômes plus marqués.

---

### **CONCLUSION DEUXIEME QUESTION**

Certains auteurs considèrent que le protocole avec 5 séances d'arthrocentèse suivi de l'injection d'acide hyaluronique est le plus efficace.

Le recours à 5 séances peut être traumatique pour l'articulation. Le but de certaines de ces études était de trouver des moyens pour augmenter le ratio bénéfice/risque :

- en diminuant le nombre d'aiguilles : on peut passer à un protocole à aiguille unique sans perdre en bénéfice.
- En testant des acides hyaluroniques de différents poids moléculaire. Les AH de faible et moyen poids moléculaires semblent aussi efficaces l'un que l'autre.
- L'injection dans le compartiment inférieur serait plus efficace.

Contrairement au genou, la présence d'un épanchement intra-articulaire n'influencerait pas l'efficacité de la viscosupplémentation.

Seul l'essai clinique de Li et al (article 2) utilise des données radiologiques pour interpréter l'efficacité des techniques.

---

### 3. Quel est l'apport de la viscosupplémentation par rapport aux autres techniques ?

<b>ARTICLE 1 : Interventions for the management of temporomandibular joint osteoarthritis (Review) (53)</b>
---

**Généralités :** Article de De Souza et al, publié en 2012 dans The cochrane library (dont l'impact factor est 5,785).

**Objectif :** Enquêter sur les effets des thérapies chirurgicales ou non chirurgicales dans la prise en charge de l'ostéoarthrite de l'ATM chez les patients adultes.

**Matériel :** 676 références furent sélectionnées suite aux recherches sur les moteurs de recherche suivants :

- 42 références de Cochrane Oral Health Group Trials Registers
- 69 références de Central
- 396 références de Medline
- 81 références de Embase
- 88 références de PEDro
- 2 autres références d'une autre source

Parmi ces références, après suppressions des articles en double, il en restait 512 à analyser.

Après une analyse plus approfondie, 50 articles furent sélectionnés.

Après application des critères d'inclusion et d'exclusion, il restait 3 essais cliniques à étudier.

#### **Méthode :**

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- essais cliniques randomisés
- patients de plus de 18 ans
- signes cliniques ou radiologiques d'ostéoarthrite de l'ATM selon le RDC/TMD ou compatibles avec le RDC/TMD.
- Toutes les thérapies chirurgicales ou non chirurgicales étudiées et les comparaisons entre techniques avec ou sans adjonction de médicaments.

Les critères d'exclusions étaient :

- Patients atteints de polyarthrite
- Les études avec différents types de désordres temporo-mandibulaires étaient incluses uniquement si les données étaient séparées de celles des patients souffrant d'ostéoarthrite.

Les variables primaires acceptées étaient :

- douleur, inconforts évalués sur des échelles valables
- degrés de mouvements mandibulaires (ouverture buccale maximale, latéralités, protrusion)
- sons de l'articulation perçus par le patient (subjectifs)

Les variables secondaires acceptées étaient :

- qualité de vie des patients, évaluée selon des questionnaires validés (l'OHIP par exemple)
- changements dans la morphologie de l'ATM attestés par des images radiologiques
- sons à l'auscultation
- nombre de visites
- nombre de jours de travail manqués
- pour les patients subissant une chirurgie, le temps de celle-ci et la durée de l'admission.

Les deux auteurs ont étudié chacun les articles indépendamment (d'abord leurs abstracts puis les articles complets si besoin). Lorsqu'il y avait un désaccord, ils débattaient jusqu'à obtenir un consensus.

Etant donné les différences entre les études et le nombre trop petit d'études incluses, les auteurs n'ont pu réaliser une méta-analyse.

### **Résultats :**

	<b>ARTICLE 1</b>	<b>ARTICLE 2</b>	<b>ARTICLE 3</b>
<b>Auteur</b>	Bjørnland	Mejersjö	Thie
<b>Publication</b>	2007	2008	2001
<b>Thérapeutique testée</b>	Comparaison injection hyaluronate de sodium et corticostéroïde	Comparaison de la prise de diclofenac de sodium (AINS) avec les gouttières occlusales	Comparaison de la prise orale de sulfate de glucosamine avec la prise d'ibuprofène (AINS)
<b>RDC/TMD</b>	Oui	Oui	Non
<b>Scanner</b>	Oui	Oui	Oui
<b>Participants</b>	40	29	45
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 mois après les injections, les douleurs étaient plus faibles dans le groupe ayant reçu les injections de hyaluronate.</li> <li>- 14 jours après les injections, les bruits perçus étaient moins marqués chez les patients ayant reçu l'injection de hyaluronate.</li> <li>- Les douleurs à la palpation étaient similaires entre les deux groupes au cours du temps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A 1 mois, les symptômes étaient moins intenses pour les patients sous diclofenac.</li> <li>- Bénéfices similaires entre les deux groupes en terme de douleur et de complication à 3 mois.</li> </ul>	Le sulfate de glucosamine semble être aussi efficace que l'ibuprofène en terme de douleurs, d'inconfort et de mouvements mandibulaires

**Tableau 10 :** résumé des différents articles de la revue.

### **Conclusion :**

- Les rares données disponibles indiquent que les traitements non invasifs et peu invasifs sont aussi efficaces. Néanmoins ce sont des données à prendre avec prudence étant donné le peu d'études incluses dans cet article et l'hétérogénéité des thérapeutiques testées.

### **ARTICLE 2 : Therapy of the osteoarthritis of the temporomandibular joint (54)**

**Généralités :** Article de Machon et al, publié en avril 2010 dans la revue Journal of cranio maxillo facial surgery (dont l'impact factor est de 1,54).

**Objectif :** Comparer l'efficacité des thérapies de repos (restriction de l'ouverture buccale et prise d'analgésique) avec le port de gouttières, l'arthrocentèse et l'association du port d'une gouttière avec l'arthrocentèse.

**Matériel :** 80 patients furent inclus dans l'étude et attribués de façon aléatoire dans l'un des groupes suivants (20 patients dans chaque groupe) :

- **Groupe de la thérapie de repos :** Pendant 2 semaines, les patients sont sous ibuprofène (400mg 3 fois par jour), les mouvements de la mâchoire sont limités au minimum, et ils doivent s'alimenter de nourriture semi-solide. A partir de la 3<sup>e</sup> semaine, ils ne prennent plus que des analgésiques (arrêt des AINS) et peuvent se nourrir de nourriture molle.
- **Groupe avec un port de gouttière :** Celle ci était portée en continu durant la durée de l'épisode douloureux. En dehors de cette période, elle n'était portée que la nuit. Pendant les 10 premiers jours, les patients étaient sous anti-inflammatoires (400mg 3 fois par jour) et ensuite uniquement lors d'épisodes douloureux.
- **Groupe avec arthrocentèse :** Le protocole commençait par un lavage de l'articulation avec 120mL de solution d'irrigation, suivi par l'injection de 2mL d'acide hyaluronique. Après la procédure, les patients ne pouvaient prendre que des analgésiques, et se nourrir pendant les 3 premiers jours uniquement de nourriture semi solide puis de nourriture molle les jours suivants. Au début l'ouverture buccale est contrainte à une amplitude minimale avant de procéder à une ouverture progressive.
- **Groupe associant le port d'une gouttière avec l'arthrocentèse.**

**Méthode :** Les critères d'inclusion étaient :

- les patients avec des symptômes d'ostéoarthrite dans une seule de leur ATM,
- une dentition complète avec une bonne occlusion
- la signature d'un consentement.

Les patients exclus de l'étude souffraient de :

- polyarthrite rhumatoïde
- de bruxisme

Les variables enregistrées étaient l'ouverture buccale et le niveau de douleur sur une échelle allant de 0 à 5.

Une amélioration était considérée lorsque la douleur diminuait entre 0 et 1 et que l'ouverture était supérieure à 35mm.

Les données étaient relevées 2 semaines après le début des traitements, 1 mois après, 2 mois après et 3 mois après.

L'analyse statistique était fondée sur la méthode de régression logique et sur le test du  $\chi^2$ .

**Résultats :** Le nombre de patients ayant eu une amélioration des symptômes observée à 3 mois était plus important (80%) dans le groupe ayant associé le port de la gouttière avec l'arthrocentèse que dans les autres groupes. Le groupe de la thérapie de repos ne comptait que 20% de patients avec une amélioration à 3 mois.

Il est à noter que tous les groupes ont obtenu une amélioration statistiquement significative dès le début des traitements et sur toutes les variables.

Au début du protocole et au 14<sup>e</sup> jour, il n'y avait pas de différence significative entre les âges mais aux contrôles suivants on observe que les patients les plus âgés sont ceux dont l'état s'est le moins amélioré.

### **Conclusion :**

- La prise en charge de l'ostéoarthrite de l'ATM inclut de réduire les facteurs de prédisposition (facteurs provoquant une surcharge) et de traiter les symptômes. Ici les thérapeutiques étudiées ne s'occupent que de traiter les symptômes.
- Parmi les traitements étudiés, le plus efficace était la combinaison du port d'une gouttière avec l'arthrocentèse.
- La gouttière est considérée comme un traitement de première intention non invasif alors que l'arthrocentèse serait plutôt un traitement peu invasif et de seconde intention.

---

## **CONCLUSION TROISIEME QUESTION**

Pour soulager les symptômes de son patient, le chirurgien dentiste peut proposer 3 types de thérapies à son patient :

- **Thérapies non invasives :** thérapeutiques médicamenteuses (antalgiques ou anti-inflammatoires), réduction de l'ouverture buccale, thermothérapie, exercices musculaires et port de gouttières. Souvent utilisées en première intention ou combinéesb aux thérapies peu invasives, comme on peut le voir dans l'essai clinique de Machon et al.
- **Thérapies peu invasives :** lavage articulaire, injection d'acide hyaluronique ou de corticostéroïdes.
- **Thérapies chirurgicales.**

Selon la revue systématique de littérature de de Souza et al. , les traitements non invasifs et peu invasifs seraient aussi efficaces.

Comme on le voit dans l'essai clinique de Machon et al., la combinaison de la viscosupplémentation avec le port d'une gouttière est efficace.

---

## F. Résultats

La plupart des articles trouvés lors de ces revues de littérature étaient des essais cliniques randomisés contrôlés. Ils étaient pour la plupart de grade B, c'est à dire de l'ordre des présomptions scientifiques.

### 1. Quelles sont les analogies que l'on peut faire sur l'anatomie et sur les pathologies de l'ATM et du genou ?

	Article	Auteurs	Type d'article	Points communs	Différences
1	Lubricin protects the tmj surfaces from degeneration	Hill et al	Etude expérimentale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Articulations similaires à la naissance chez Prg4<sup>-/-</sup></li> <li>- Perte des chondrocytes superficiels à 9 mois</li> </ul>	- Chez Prg4 <sup>-/-</sup> : disparition totale du cartilage superficiel de l'ATM ; persistance d'une fine couche dans le genou.
2	Inflammation is more distinct in the TMJ osteoarthritis compared to the knee joint	Vos et al	Etude comparative transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produit de dégradation du collagène I non détecté dans la plupart des échantillons.</li> <li>- Produit de dégradation du collagène II dans la plupart des échantillons.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- physiopathologie des deux articulations différentes : inflammation plus marquée dans l'ATM.</li> <li>- PGE2 plus marqué dans l'ATM</li> <li>- COMP plus marqué dans le genou</li> </ul>
3	The identification of CD163 expressing phagocytic chondrocytes in joint cartilage and its novels scavenger role in cartilage degradation.	Jiao et al	Etude comparative transversale	- chez les articulations ostéoarthritiques, augmentation des chondrocytes CD163+, et augmentation de l'expression de TNF- $\alpha$	/

**Tableau 11 :** Points communs et différences entre le genou et l'ATM selon les articles sélectionnés.

## 2. Quelles sont les données actuelles sur la viscosupplémentation de l'ATM ?

	Article	Auteurs	Type d'étude	Meilleurs résultats
1	Single or multiple sessions viscosupplementation protocols for tmj degenerative disorders	Guarda-Nardini et al	Essai clinique randomisé	Protocole de 5 séances de lavage/injection d'AH de moyen poids moléculaire.
2	Osteoarthric changes after superior and inferior joint space injection of hyaluronic acid for the treatment of tmj OA with anterior disc displacement without reduction	Li et al	Essai clinique randomisé	3 séances d'injection d'AH dans le compartiment inférieur.
3	Effectiveness of treatment with viscosupplementation in tmj with or without effusion	Guarda-Nardini et al	Etude cas-témoin	Pas de différence 6 mois après avec ou sans épanchement
4	Comparison of 2 hyaluronic acids drugs for the treatment of tmj OA	Guarda-Nardini et al	Essai clinique randomisé	Pas de différence significative selon que le poids moléculaire de l'AH soit moyen ou faible.
5	Two needle vs single needle technique for tmj arthrocentesis plus hyaluronic acid injections	Guarda-Nardini et al	Essai clinique randomisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de différences significatives entre les 2 traitements</li> <li>- une seule aiguille : traitement moins traumatique pour l'articulation.</li> </ul>
6	Arthrocentesis with or without additional drugs in tmj inflammatory degenerative disease : a comparative study	Manfredini et al	Essai clinique randomisé	Groupe de 5 sessions d'arthrocentèse avec deux aiguilles associée à une injection d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire (mais différence non statistiquement significative)
7	Predictive factors of hyaluronic injections short term effectiveness for tmj degenerative joint disease	Guarda-Nardini et al	Essai clinique	Pas de résultats statistiquement significatifs.
8	Platelet-Rich Plasma Injection as an Effective Treatment for Temporomandibular Joint Osteoarthritis	Hegab et al	Essai clinique randomisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration de l'ouverture buccale dans les 2 groupes (injection de PRP ou d'AH)</li> <li>- Disparition totale de la douleur dans le groupe PRP à 1 an</li> <li>- Plus faible tolérance du traitement au PRP</li> </ul>
9	A comparative study on the impact of intra-articular injections of hyaluronic acid, tenoxicam and betametazon on the relief of temporomandibular joint disorder complaints	Gencer et al	Essai clinique randomisé	Le groupe avec injection d'AH : meilleure diminution de la douleur

10	Evaluation of arthrocentesis with hyaluronic acid injection plus oral glucosamine hydrochloride for temporomandibular joint osteoarthritis in oral-health-related quality of life	Su et al	Essai clinique	Amélioration significative de la qualité de vie.
11	Treatment Effectiveness of Arthrocentesis Plus Hyaluronic Acid Injections in Different Age Groups of Patients With Temporomandibular Joint Osteoarthritis	Guarda-Nardini et al	Essai clinique	Chez les patients de plus de 45 ans.

**Tableau 12 :** Différents résultats obtenus lors des études d'effets de l'acide hyaluronique.

### 3. Quel est l'apport de la viscosupplémentation par rapport aux autres techniques ?

	Article	Auteur	Type d'étude	Traitement privilégié
1	Interventions for the management of temporomandibular joint osteoarthritis	De Souza et al	Revue systématique de littérature	Traitements invasifs et peu invasifs aussi efficaces que thérapies chirurgicales
2	Therapy of the osteoarthritis of the temporomandibular joint	Machon et al	Essai clinique randomisé	Port d'une gouttière et arthrocentèse/injection d'AH.

**Tableau 13 :** Traitements privilégiés parmi ceux testés dans ces articles



### III. DISCUSSION

En étudiant séparément l'anatomie du genou et de l'ATM, on constate qu'elles présentent certains points communs :

- le type d'articulation dont il s'agit (synoviale bicondylienne),
- la présence d'un disque/ménisque fait de fibrocartilage interposé entre deux surfaces osseuses peu congruentes.

Elles présentent aussi des différences. Leur origine embryologique et leur ossification sont à l'origine de deux cartilages différents. Le cartilage hyalin du genou, surtout composé de collagène II résiste mieux aux contraintes que le collagène I qui constitue le fibrocartilage de l'ATM.

Néanmoins, comme on le voit dans la première revue de littérature, on trouve aussi du collagène II dans l'ATM. Cela rend peut-être le fibrocartilage plus résistant aux contraintes (mais moins que le cartilage hyalin). Cependant, la majorité étant du collagène I dans l'ATM, cela pourrait expliquer le processus inflammatoire arthrosique plus marqué que dans le genou.

A l'origine de l'arthrose de l'ATM et du genou, la même étiologie paraît ressortir : une surcharge fonctionnelle à l'origine d'un stress mécanique entraînant une cascade inflammatoire. Les cytokines majoritairement impliquées dans la part inflammatoire de l'arthrose semblent les mêmes : IL-1 $\beta$  et TNF- $\alpha$ .

Actuellement, la viscosupplémentation dans le traitement des symptômes de l'arthrose du genou est reconnue. Elle est d'ailleurs prise en charge par la sécurité sociale (uniquement dans le genou) à raison d'un traitement par an et par genou.

Pourtant on voit des critiques s'élever, argumentant le fait que la balance bénéfique/risque est trop faible et donc que le recours à la viscosupplémentation est inutile voire non recommandé. C'est le cas des Associations de chirurgiens orthopédistes américains (AAOS) (55) et britanniques (NICE).

Ces recommandations se basent sur certaines méta-analyses, notamment celle de Rutjes et al. (56) qui conclue que la balance bénéfique/risque lors des injections d'acide hyaluronique est défavorable. Selon le Dr Legré-Boyer (36), ces méta-analyses sont critiquables de par l'hétérogénéité des patients et des protocoles utilisés ; l'efficacité de la viscosupplémentation dans le genou resterait positive.

Dans la première revue de littérature, on peut retenir que les articulations du genou et de l'ATM, malgré quelques similitudes, ont des processus inflammatoires différents. On retrouve certaines cytokines pro-inflammatoires (IL-1 $\beta$  et TNF- $\alpha$ ), mais le processus arthrosique serait plus marqué dans l'ATM que dans le genou.

Le genou est une grande articulation par rapport à l'ATM. Elles sont peu comparées car on associe plus souvent les grandes articulations entre elles. De plus, la physiopathologie de l'arthrose du genou est plus connue que celle de l'arthrose de l'ATM. C'est peut-être la raison pour laquelle il y a si peu d'études ou d'essais cliniques les comparant.

Dans la seconde revue de littérature, on peut retenir qu'il n'y a pas de consensus concernant un protocole à suivre pour la viscosupplémentation de l'ATM.

La technique qui semblerait la plus efficace consiste en 5 séances d'arthrocentèse suivies d'injection d'acide hyaluronique (AH).

Plusieurs difficultés existent dans cette technique : la taille de l'articulation rend les manipulations plus difficiles, la présence d'éléments anatomiques comme le nerf facial peut exposer la viscosupplémentation à des comorbidités qu'il vaut mieux éviter.

De par la plus grande taille de l'articulation du genou, les risques seraient moins grands.

Cela pose ainsi le problème de l'opérateur : qui peut procéder à la viscosupplémentation de l'ATM ? Le chirurgien dentiste n'est pas formé pour cela, bien qu'il ait un rôle dans l'orientation du patient. Cela serait alors le rôle des rhumatologues qui maîtrisent la technique et l'articulation.

Que l'AH soit de moyen ou de faible poids moléculaire ne changerait pas l'efficacité du traitement. Utiliser un AH de moyen poids moléculaire permettrait d'essayer de réduire le nombre de séances.

Dans la même optique, les opérateurs ont comparé l'efficacité d'une technique à deux ou à une seule aiguille. Les résultats en terme d'efficacité étaient les mêmes : le recours au protocole à aiguille unique semblerait moins risqué car moins traumatique.

Dans la plupart des essais cliniques étudiés dans cette revue, l'efficacité de l'injection d'acide hyaluronique est présente : les douleurs diminuent, la fonction s'améliore.

Ce sont des variables subjectives : peu d'études analysent l'effet de l'acide hyaluronique exogène sur les différents marqueurs de l'inflammation chez l'Homme, ou sur les changements radiologiques qui ont lieu après les injections.

Ces essais cliniques ne comparent pas un protocole par rapport à un placebo.

On ne sait donc pas si les améliorations obtenues sont celles de l'évolution naturelle de la pathologie ou si elles sont liées au protocole testé.

Afin de définir un protocole précis en terme d'indication et de technique, il faudrait réaliser d'autres essais cliniques. Ceux ci devraient être faits sur des échantillons de plus grande taille, sur de plus longues durées, avec plus de variables objectives (analyse du liquide synovial avant et après injection de l'AH, étude de cone-beam,...), et en ayant recours à des contrôles par placebo.

Même si ce sont des essais cliniques difficiles à mettre en place, cela permettrait d'en savoir plus sur cette thérapeutique.

On pourrait alors savoir plus précisément quelle est la place de la viscosupplémentation parmi les thérapeutiques actuelles.

En première intention, le chirurgien dentiste se retrouvant face à un patient souffrant de douleurs articulaires chroniques, utilisera les thérapeutiques non invasives. Si celles-ci ne fonctionnent pas, il aura recours (par le biais d'un spécialiste) aux thérapeutiques peu invasives. Enfin, si ces dernières se soldent également par un échec, la thérapeutique chirurgicale pourra être envisagée.

Dans la dernière revue de littérature, on constate que l'association du port d'une gouttière avec l'injection d'AH serait plus efficace que l'injection d'AH seule ou que le seul port de la gouttière.

Il serait donc judicieux d'étudier l'emploi de la viscosupplémentation en première intention lorsque le praticien se retrouve face à des signes d'arthrose de l'ATM.

## IV. CONCLUSION

Non assimilables mais pourtant comparables, l'articulation du genou et l'articulation de l'ATM possèdent néanmoins certains points communs.

L'un d'eux est l'ostéoarthrite qui est une pathologie très handicapante pour les patients qui en souffrent.

Si le processus inflammatoire à l'origine de cette pathologie est similaire, il possède quelques différences que l'on a pu étudier et qui résident notamment dans le fait que l'ATM est faite de fibrocartilage alors que le genou est fait de cartilage hyalin.

Pourtant, alors que ce sont les seules articulations avec un disque/ménisque interposé, peu d'études se sont penchées sur leurs points communs et leurs différences.

Dans le traitement de leur arthrose, l'approche est similaire :

- on essaye dans les deux cas de soulager le patient d'un point de vue mécanique. Port de gouttière, équilibration occlusale pour l'ATM, et port de semelle ou perte de poids pour le genou.
- une approche médicamenteuse peut-être mise en place par la prise de paracétamol (en première intention) ou d'AINS.
- enfin, en cas d'échec de ces techniques, c'est souvent là que la viscosupplémentation est indiquée (surtout dans le genou car dans l'ATM cela n'est pas encore très répandu).

Si l'injection d'acide hyaluronique est une procédure maîtrisée et étudiée dans le genou, elle ne l'est pas encore assez dans l'ATM et ne permet pas de définir un protocole précis.

Pour remédier à cela, il serait nécessaire de procéder à plus d'essais cliniques randomisés contrôlés par placebo. En effet, les études parues sur le sujet ont des conclusions positives en terme d'efficacité de l'acide hyaluronique dans la prise en charge des douleurs associées à l'ostéoarthrite de l'ATM mais également dans la prise en charge fonctionnelle (limitation de l'ouverture buccale par exemple).

La place de la viscosupplémentation dans le traitement de l'arthrose de l'ATM et dans le traitement de l'arthrose du genou est également sujet à controverse : à quel moment proposer le traitement, peut-on le proposer en première intention ?

De plus, avec l'apparition de nouvelles thérapeutiques (comme l'emploi de Platelet Rich Plasma), quel est l'avenir de la viscosupplémentation dans l'arsenal thérapeutique que cela soit dans le genou ou dans l'ATM ?

Ce sont des problématiques auxquelles il faudra pouvoir répondre pour généraliser une technique encore trop peu connue en odontologie.

## V. TABLE DES ILLUSTRATIONS ET TABLEAUX

<b>Figure 1</b> : Surfaces articulaires (Dargaud).....	5
<b>Figure 2</b> : Courbe de contrainte-déformation du tissu conjonctif (Tanaka et al) .....	11
<b>Figure 3</b> : Processus inflammatoire de l'ATM (schéma personnel) .....	13
<b>Figure 4</b> : Genèse des articulations synoviales du squelette appendiculaire (Larsen)....	14
<b>Figure 5</b> : Coupe sagittale du genou (Netter) .....	15
<b>Figure 6</b> : Genou droit en flexion, de face (Netter) .....	15
<b>Figure 7</b> : Les ménisques : vue supérieure (Netter) .....	16
<b>Figure 8</b> : Répartition des forces P et L et leur résultante R sur le genou en appui unipodal. 2A : genou normal 2B : Déplacement de R en dedans 2C : déplacement de R en dehors. (Didelot).....	21
<b>Figure 9</b> : Processus inflammatoire du genou (schéma personnel) .....	23
<b>Figure 10</b> : Résultats des proportions des marqueurs dans les 2 articulations après normalisation. (Vos et al) .....	33
<b>Figure 11</b> : Comparaison des scores de douleur (EVA) HA=acide hyaluronique CS=corticostéroïde TX=tenoxicam SF=solution saline (Gencer et al.) .....	48
<b>Tableau 1</b> : Comparaison des articulations du genou et de l'ATM d'après les données précédente.....	26
<b>Tableau 2</b> : Mots clés et recherches utilisés pour la recherche bibliographique.....	29
<b>Tableau 3</b> : Comparaison de l'ATM et du genou selon les résultats de l'article.....	32
<b>Tableau 4</b> : Critères d'inclusion dans l'étude des liquides synoviaux d'ATM et de genoux.....	33
<b>Tableau 5</b> : Résultats des scores EVA obtenus selon les protocoles A, B ou C.....	37
<b>Tableau 6</b> : Résultats de l'étude à 3 mois et à 9 mois comparés aux données de départ.....	39
<b>Tableau 7</b> : Résultats de l'étude en fonction du poids moléculaire de l'acide hyaluronique injecté. ....	41
<b>Tableau 8</b> : EVA des groupes I et II obtenus aux différents temps de l'étude.....	46

<b>Tableau 9</b> : Résultats obtenus en fonction des différentes variables dans les groupes de patients d'âges différents. ....	51
<b>Tableau 10</b> : résumé des différents articles de la revue. ....	53
<b>Tableau 11</b> : Points communs et différences entre le genou et l'ATM selon les articles sélectionnés.....	55
<b>Tableau 12</b> : Différents résultats obtenus lors des études d'effets de l'acide hyaluronique.....	57
<b>Tableau 13</b> : Traitements privilégiés parmi ceux testés dans ces articles.....	57

## VI. BIBLIOGRAPHIE

1. M. Goldberg, S. Opsahl Vital, P. Barbet : Embryologie craniofaciale (II). Embryologie de la face et des structures squelettiques céphaliques : morphogenèse des maxillaires, de la mandibule et du crâne. EMC - Médecine buccale 2011:1-17 [Article 28-085-U-31].
2. Larsen WJ : Embryologie humaine. De Boeck ; 2011 708 p.
3. Aubeux Davy : Mémoire de master I : L'articulation temporo-mandibulaire et son disque articulaire. Nantes 2011.
4. Cazals G : Thèse : A propos de la cicatrisation crânio-mandibulaire. Bordeaux 2012
5. Gaudy J-F : Anatomie clinique. Éditions CdP ; 2007 224 p.
6. J. Dargaud, H. Vinkka-Puhakka, F. Cotton, M. Del Corso, J. Bruy, B. Vialle, P. Kahl. Étude de l'articulation temporomandibulaire. EMC - Médecine buccale 2008:1-21 [Article 28-025-P-10].
7. Schunke M : Anatomie tête et cou en odontostomatologie. Médecine sciences publications ; 2011 370 p.
8. Dupas P-H : Le dysfonctionnement crânio-mandibulaire: comment le diagnostiquer et le traiter. Editions CdP ; 2011 279 p.
9. C. L. Haskin, S. B. Milam, I. L. Cameron : Pathogenesis of Degenerative Joint Disease in the Human Temporomandibular Joint. Crit Rev Oral Biol Med. 1995;6(3):248-77.
10. Mongini F : Orthopédie crânio-mandibulaire et articulaire : (A.T.M.) Editions CdP; 1992 206 p.
11. Tanaka E, van Eijden T : Biomechanical Behavior of the Temporomandibular Joint Disc. Crit Rev Oral Biol Med. 2003 March ;14(2):138-50.
12. Le Gall MG : La fonction occlusale : implications cliniques. Éditions CdP ; 2007 300 p.
13. Goulet J-P : Axe Diagnostic I : désordre temporomandibulaire- RDC-French.pdf Edition de la traduction de 2002 disponible sur : <http://www.rdc-tmdinternational.org/>
14. Wang XD, Zhang JN, Gan YH, Zhou YH : Current understanding of pathogenesis and treatment of TMJ osteoarthritis. J Dent Res. 2015 May;94(5):666-73.
15. E. Tanaka, M.S. Detamore, L.G. Mercuri : Degenerative Disorders of the Temporomandibular Joint: Etiology, Diagnosis, and Treatment. J Dent Res. 2008;87(4):296-307.

16. Schmitz J.P, Milam S. B : Molecular Biology of Temporomandibular Joint Disorders: Mechanisms Proposed of Disease. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1995;52(12):1448-1454
17. David A. Protéomique fonctionnelle dédiée aux Métalloprotéases Matricielles (MMPs) : développement d'une méthode extrêmement sensible permettant la détection des formes actives des MMPs dans les protéomes complexes. Paris, Museum national d'histoire naturelle; 2007
18. Vos LM, Slater JJRH, Leijnsma MK, Stegenga B. Does Hypoxia-Reperfusion Injury Occur in Osteoarthritis of the Temporomandibular Joint? *J Orofac Pain*. 2012 Summer;26(3):233-9.
19. Kaneyama K, Segami N, Sun W, Sato J, Fujimura K : Analysis of tumor necrosis factor- $\alpha$ , interleukin-6, interleukin-1 $\beta$ , soluble tumor necrosis factor receptors I and II, interleukin-6 soluble receptor, interleukin-1 soluble receptor type II, interleukin-1 receptor antagonist, and protein in the synovial fluid of patients with temporomandibular joint disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2005 March;99(3):276-84.
20. Vos LM, Kuijer R, Huddleston Slater JJR, Stegenga B : Alteration of Cartilage Degeneration and Inflammation Markers in Temporomandibular Joint Osteoarthritis Occurs Proportionally. *J Oral Maxillofac Surg*. 2013 October;71(10):1659-64.
21. Kacena MA, Merrel GA, Konda SR, Wilson KM, Xi Y, Horowitz MC : Inflammation and bony changes at the temporomandibular joint. *Cells Tissues Organs*. 2001;169(3):257-64.
22. Dollé P, Cormier-Daire V : Malformations congénitales des membres : embryologie, étiologie. *EMC - Pédiatrie - Maladies infectieuses* 2003:1-8 [Article 4-005-B-20]
23. Dufour M : Anatomie du membre inférieur. *EMC - Podologie* 2012;8(2):1-12 [Article 27-005-A-10]
24. Netter FH : Atlas d'anatomie humaine. Masson; 2007 608 p.
25. Lavignolle B, Gille O, Gangnet N : Anatomie descriptive et topographique du membre pelvien. Université de Bordeaux II. Éd. Bergeret; 2008.
26. Guay M : Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur: os, articulations, muscles. PUM; 2005. 357 p.
27. Jaeger C de, Cherin P : L'arthrose: une nouvelle maladie inflammatoire? *Actualités fondamentales et thérapeutiques. Médecine et longévité*. 2011;3(3):116-136
28. Michael JW-P, Schlüter-Brust KU, Eysel P : The Epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Osteoarthritis of the Knee. *Dtsch Arzteblatt Int*. 2010



March;107(9):152–62.

29. Seitz M, So AK-L, Villiger P-M : Le livre de poche de rhumatologie. Flammarion Médecine-Sciences; 2008 265 p.
30. Didelot S, Buscuret F, Maury P. Physiopathologie de la gonarthrose : aspects biomécaniques. In: L'arthrose du genou. 2004. p. 8–14.
31. Hérisson C, Codine P, Brun V : L'arthrose du genou. Masson ; 2004 192 p.
32. Mazières B, Tressol-Verrouil E : Généralités sur l'arthrose. EMC - Appareil locomoteur 1997;1-0 [Article 14-003-C-10]
33. Laadhar L, Zitouni M, Kalle-Sellami M, Mahjoub M, Sellami S, Makni S : Physiopathologie de l'arthrose. Du cartilage normal au cartilage arthrosique : facteurs de prédisposition et mécanismes inflammatoires. Rev Médecine Interne. 2007 august;28(8):531–6.
34. Rannou F, Sellam J, Berenbaum F : Physiopathologie de l'arthrose : conceptions actuelles. Presse Médicale. 2010 November;39(11):1159–63.
35. Ayral X : Les traitements intra-articulaires de la gonarthrose. Rev Rhum. 2000 july;67, Supplement 3:180–5.
36. Legré-Boyer V : Viscosupplementation: techniques, indications, results. Orthopaedics & Traumatology : Surgery & Research supplement. 2015;101(1)S101-S108
37. Henrotin Y, Raman R, Richette P, Bard H, Jerosch J, Conrozier T, et al : Consensus statement on viscosupplementation with hyaluronic acid for the management of osteoarthritis. Semin Arthritis Rheum. 2015 October;45(2):140–9.
38. Hill A, Duran J, Purcell P : Lubricin Protects the Temporomandibular Joint Surfaces from Degeneration. PLoS ONE. 2014;9(9).
39. Vos LM, Kuijer R, Huddleston Slater JJR, Bulstra SK, Stegenga B : Inflammation Is More Distinct in Temporomandibular Joint Osteoarthritis Compared to the Knee Joint. J Oral Maxillofac Surg. 2014 January;72(1):35–40.
40. Jiao K, Zhang J, Zhang M, Wei Y, Wu Y, et al : The Identification of CD163 Expressing Phagocytic Chondrocytes in Joint Cartilage and Its Novel Scavenger Role in Cartilage Degradation. PLoS ONE. 2013;8(1).
41. Guarda-Nardini L, Rossi A, Arboretti R, Bonnini S, Stellini E, Manfredini D : Single- or multiple-session viscosupplementation protocols for temporomandibular joint degenerative disorders: a randomized clinical trial. J Oral Rehabil. 2015;42(7):521-528.
42. Li C, Long X, Deng M, Li J, Cai H, Meng Q : Osteoarthritic Changes After Superior and Inferior Joint Space Injection of Hyaluronic Acid for the Treatment of

Temporomandibular Joint Osteoarthritis With Anterior Disc Displacement Without Reduction: A Cone-Beam Computed Tomographic Evaluation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015 february;73(2):232–44.

43. Guarda-Nardini L, Rossi A, Ramonda R, Punzi L, Ferronato G, Manfredini D : Effectiveness of treatment with viscosupplementation in temporomandibular joints with or without effusion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 October;43(10):1218–23.

44. Guarda-Nardini L, Cadorin C, Frizziero A, Ferronato G, Manfredini D : Comparison of 2 Hyaluronic Acid Drugs for the Treatment of Temporomandibular Joint Osteoarthritis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012 November;70(11):2522–30.

45. Guarda-Nardini L, Ferronato G, Manfredini D : Two-needle vs. single-needle technique for TMJ arthrocentesis plus hyaluronic acid injections: a comparative trial over a six-month follow up. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012 April;41(4):506–13.

46. Manfredini D, Rancitelli D, Ferronato G, Guarda-Nardini L : Arthrocentesis with or without additional drugs in temporomandibular joint inflammatory-degenerative disease: comparison of six treatment protocols : comparison of six tratment protocols. *J Oral Rehabil.* 2012 April;39(4):245–51.

47. Guarda-Nardini L, Ferronato G, Favero L, Manfredini D : Predictive factors of hyaluronic acid injections short-term effectiveness for TMJ degenerative joint disease: predictive factors of hyaluronic acid injections. *J Oral Rehabil.* 2011 May;38(5):315–20.

48. Hegab AF, Ali HE, Elmasry M, Khallaf MG : Platelet-Rich Plasma Injection as an Effective Treatment for Temporomandibular Joint Osteoarthritis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015 September ;73(9):1706–13.

49. Gencer ZK, Özkiriş M, Okur A, Korkmaz M, Saydam L : A comparative study on the impact of intra-articular injections of hyaluronic acid, tenoxicam and betametazon on the relief of temporomandibular joint disorder complaints. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 2014;42(7):1117–21.

50. Wilkes CH : Internal derangements of the temporomandibular joint. Pathological variations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1989 April ;115(4):469–77.

51. Su N, Yang X, Liu Y, Huang Y, Shi Z : Evaluation of arthrocentesis with hyaluronic acid injection plus oral glucosamine hydrochloride for temporomandibular joint osteoarthritis in oral-health-related quality of life. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 2014 September ;42(6):846–51.

52. Guarda-Nardini L, Olivo M, Ferronato G, Salmaso L, Bonnini S, Manfredini D : Treatment Effectiveness of Arthrocentesis Plus Hyaluronic Acid Injections in Different Age Groups of Patients With Temporomandibular Joint Osteoarthritis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012 September ;70(9):2048–56.

53. de Souza RF, Lovato da Silva CH, Nasser M, Fedorowicz Z, Al-Muharraqi MA : Interventions for the management of temporomandibular joint osteoarthritis. *Cochrane*

*Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 4. Art. No.: CD007261.

54. Machon V, Hirjak D, Lukas J. Therapy of the osteoarthritis of the temporomandibular joint. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 2011 March ;39(2):127–30.

55. Pedowitz RA : Does Every Question Need a Level-I Answer? Pragmatic and Ethical Considerations of Clinical Practice Guidelines: Commentary on an article by Robert A. Pedowitz, MD, PhD, et al.: “American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guideline on Optimizing the Management of Rotator Cuff Problems.” *J Bone Jt Surg Am* 2012;94(2).

56. Rutjes AWS, Jüni P, da Costa BR, Trelle S, Nüesch E, Reichenbach S : Viscosupplementation for osteoarthritis of the knee: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2012 Aug 7;157(3):180–91.

## **Demandes d'autorisation de publication**

Une demande d'autorisation de publication des images a été effectuée pour l'ensemble des illustrations présentes dans ce travail auprès des éditeurs Français et internationaux.

- Mail envoyé le 12 Novembre 2015 :

Bonjour,

Je suis actuellement étudiante en odontologie à l'université de Bordeaux 2 en attente de soutenance de thèse, et qui traite de la viscosupplémentation de l'articulation temporo-mandibulaire. Pour traiter ce sujet, une illustration présente dans une de vos publications ont suscité mon intérêt : il s'agit de la figure 10, intitulée "surfaces articulaires" et qui est parue dans l'article "étude de l'articulation temporomandibulaire".

Cette illustration serait référencée avec les noms d'auteurs. Je me permet de vous écrire afin de vous demander votre autorisation. Cette thèse serait disponible dans la bibliothèque de la faculté et éventuellement sur internet.

Dans l'attente d'une réponse favorable de votre part, veuillez recevoir mes salutations distinguées.

**Référence concernée :** figure 1

Réponse reçue le 15 Novembre 2015-11-13

Bonjour,

aucun problème pour l'utilisation de ce document selon vos indications.

Merci de me faire parvenir les références de votre travail après soutenance et bon courage...

Je reste à votre disposition si besoin.

cordialement

Jacques Dargaud

- Mail envoyé le 29 octobre 2015 :

Dear Sir,

I am currently a student in odontology at the university of Bordeaux in France.

I am working on my doctoral dissertation to finish my studies. The subject compare two joints : the temporo-mandibular joint and the knee joint.

That is why I contact you. To illustrate my point, I would be grateful if you could accept that I use a graphic published in one of your articles.

The reference of this article is :Biomechanical behavior of the temporomanibular joint disc. It has been written by Eiji Tanaka and Theo van Eijden.

The graphic that I am referring to is the figure 2 named as :

"Typical stress-strain curve for connective tissue. The elastic and plastic regions of the curve are divided by the yield point, beyond which deformation causes tissue failure; the elastic region is further divided into a toe region and a transition zone."

The use of my doctoral dissertation could be on the internet and on the library of the university. It is not a commercial use.

Thank you for your attention, and please excuse me for my english.  
Yours sincerely

**Référence concernée** : figure 2

Réponse reçue le 30 octobre 2015 :

Dear Nadège RIBES,

Thank you for the e-mail with your interest to my research paper. Of course, you can use Figure 2 of my publication in Crit Rev Oral Biol Med 2003 for your doctoral dissertation.

If possible, please send me a PDF file of your doctoral dissertation with my graphic after finishing the course.

Best regards,  
Eiji Tanaka

- Mail envoyé le 29 octobre 2015 :

Dear sir or madam,

I am currently a student in odontology at the university of Bordeaux in France.  
I am working on my doctoral dissertation to finish my studies. The subject compare two joints : the temporo-mandibular joint and the knee joint.  
That is why I contact you. To illustrate my point, I would be grateful if you could accept that I use a picture of one of your books.  
The reference of this book is, in french : Embryologie humaine, 3è édition. The autors are Larsen, Schoenwolf, Bleyl, Brauer and Francis-West.  
The picture that I am refering to is the figure 8-17 named as : Genèse des articulations. It is page 237.

The use of my doctoral dissertation could be on the internet and on the library of the university. It is not a commercial use.

Thank you for your attention, and please excuse me for my english.  
Yours faithfully

**Référence concernée** : figure 4

Réponse reçue le 12 novembre 2015 :

Chère Madame Ribes,  
J'accuse la bonne réception de votre demande d'autorisation de reproduction.  
Etant donné qu'il ne s'agit que d'une illustration, cette demande d'autorisation vous est accordée à titre gracieux.

Nous vous demanderons juste de bien indiquer la référence de l'ouvrage dont cette illustration est issue.

Bien cordialement,

Bruno Debie

- Mail envoyé le 13 novembre 2015:

Dear sir or madam,

I am currently a french student in odontology at the university of Bordeaux in France. I am working on my doctoral dissertation to finish my studies. The subject compare two joints : the temporo-mandibular joint and the knee joint.

That is why I contact you. To illustrate my point, I would be grateful if you could accept that I use three pictures of the Netter book.

The reference of this book is, in french : "Atlas d'anatomie humaine, 4è édition" of Frank Netter.

I am referring to pictures about the knee joint : in the drawing board 509 and 511 : "le genou droit en flexion vue antérieure et coupe sagittale" and the drawing board 508 "vue supérieure".

The use of my doctoral dissertation could be on the internet and on the library of the university. It is not a commercial use, and I am referring to the book in the bibliography of my work and in the table of pictures.

Thank you for your attention, and please excuse me for my english.

Yours faithfully

**Références concernées** : figures 5, 6, 7

Réponse le 13 novembre 2015 :

Nadege, I will be more than happy to assist you with this request. There is a fee to license Netter Images for use in publications. The online pricing does not reflect the use in a thesis but does have a Use Option of Web Up to 1YR and the fee is \$282.00 each. Please review the website [www.netterimages.com](http://www.netterimages.com) and determine the most recent version of the images and I can send you the agreement for review and signature. You can make changes to the labels of the English version in order to change the language. Let me know if you would like to proceed or place the order on the website using a credit card.

Puis, le même jour :

Nadege, check with you University Library to see if they have a Professional Edition of the Netter Atlas of Human Anatomy 6ed where you can access the images.

**Bonita Allen**  
Account Specialist  
Clinical Solutions  
[b.allen.1@elsevier.com](mailto:b.allen.1@elsevier.com)

*Après contact avec l'université de Bordeaux, les images issues de l'atlas d'anatomie de Frank Netter seront laissées dans le cadre de la soutenance, mais en cas de diffusion de la thèse sur internet, elles seront retirées en mentionnant où les trouver.*

- Mail envoyé le 29 octobre 2015 :

Madame, monsieur,

Actuellement étudiante en odontologie à l'université de Bordeaux, je prépare actuellement une thèse qui traite de l'articulation temporo-mandibulaire et de l'articulation du genou ; et plus particulièrement des techniques de viscosupplémentation dans ces deux articulations.

Afin d'illustrer mes propos, notamment sur l'articulation du genou, l'illustration présente à la page 10 du livre "L'arthrose du genou" publié sous la direction de C. Hérisson, P. Codine, V. Brun serait appropriée.

Cette thèse pourrait être disponible sur internet et à la bibliothèque universitaire de Bordeaux.

Il s'agirait d'une utilisation non commerciale.

En vous remerciant de votre attention, et en espérant avoir bientôt de vos nouvelles, je vous prie, madame, monsieur, de recevoir mes salutations distinguées.

**Référence concernée :** figure 8

Réponse reçue le 13 novembre 2015 :

A l'attention de Mme Nadège Ribes

Madame,

Suite à votre demande, nous vous accordons l'autorisation de reproduire le contenu mentionné ci-dessous **dans votre thèse**, et ce gratuitement, sous réserve que les conditions suivantes soient remplies :

1. Si une partie du contenu (par exemple des figures) que vous souhaitez réutiliser est apparue dans notre publication comme issue ou adaptée d'une autre source, vous devez également obtenir une autorisation de cette source. Si l'autorisation n'est pas obtenue, le contenu ne doit pas être inclus dans votre publication.
2. Toute modification du contenu d'origine est susceptible de porter atteinte au droit moral du ou des auteur(s) et devra par conséquent faire l'objet de son (leur) autorisation préalable et écrite.

3. Les références bibliographiques de la source d'origine doivent être dûment mentionnées, soit sous forme de note de bas de page soit au niveau des références bibliographiques à la fin de votre publication, sur le modèle suivant:

«Extrait de : *Noms des auteurs. Titre de l'ouvrage. page. Copyright*  
© *année* Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés »

4. Votre thèse pourra être soumise auprès de votre établissement universitaire, soit sous forme papier soit sous forme électronique.
5. L'autorisation est donnée à titre non exclusif pour l'utilisation que vous avez décrite dans votre demande uniquement, en langue **française** uniquement, pour le monde entier. L'utilisation dans toute autre langue devra faire l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation. L'autorisation exclut l'utilisation en format électronique en dehors de la soumission à votre établissement universitaire. Toute autre utilisation électronique envisagée doit faire l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation.
6. Toute publication de votre thèse à des fins commerciales devra faire l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation.

Bien cordialement,

**Charlotte PECCIA-GALLETTO**  
**Service juridique**  
**ELSEVIER MASSON**

- Mail envoyé le 29 octobre 2015 :

Dear sir,

I am currently a student in odontology at the university of Bordeaux in France.  
I am working on my doctoral dissertation to finish my studies. The subject compare two joints : the temporo-mandibular joint and the knee joint.  
That is why I contact you. To illustrate my point, I would be grateful if you could accept that I use a graphic published in a particular article of you.  
The reference of this article is : Inflammation is more distinct in temporomandibular joint osteoarthritis compared to the knee joint.  
This article has been very helpful in my study.  
The graphic that I am referring to is the figure 1 that illustrates your results.

The use of my doctoral dissertation could be on the internet and on the library of the university. It is not a commercial use.

Thank you for your attention, and please excuse me for my english.  
Yours sincerely,

**Référence concernée : figure 10**

Réponse reçue le 30 octobre 2015 :



Dear Nadège,

I'm glad that my article has been useful for you. Of course you may use the graphics published in the article.

I would appreciate it if you could sent me a copy of your thesis when it is ready.

Yours sincerely,

Lukas Vos,

Oral and maxillofacial surgery resident.

- Mail envoyé le 29 octobre 2015 :

Doctor,

I am currently a student in odontology at the university of Bordeaux in France. I am working on my doctoral dissertation to finish my studies. The subject compare two joints : the temporo-mandibular joint and the knee joint. That is why I contact you. To illustrate my point, I would be grateful if you could accept that I use a graphic published in a particular article of you.

The reference of this article is : A comparative study on the impact of intra-articular injections of hyaluronic acid, tenoxicam and betametazon on the relief of temporomandibular joint disorder complaints.

This article has been very helpful in my study.

The graphic that I am referring to is the figure 1 that illustrates your results.

The use of my doctoral dissertation could be on the internet and on the library of the university. It is not a commercial use.

Thank you for your attention, and please excuse me for my english.

Yours sincerely,

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature:

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

Date, Signature:

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature:

## Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honorée à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

