
Année : 2003

N° : 2751

**L'imagerie
des
articulations temporo-mandibulaires**

THÈSE POUR LE DIPLOME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*présentée
et soutenue publiquement par*

GLEMAS David

le 4 Février 2003 devant le jury ci-dessous

Président Monsieur le Professeur Bernard GIUMELLI
Assesseur Monsieur le Professeur Alain DANIEL
Assesseur Monsieur le Docteur Yann HUCHET
Assesseur Madame le Docteur Marie GAYET-DELACROIX

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Yves HIRIGOYEN

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	5
<u>1. RAPPELS SUR L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE</u>	7
<u>1.1. Anatomie descriptive de l'ATM</u>	7
1.1.1. L'os temporal	7
1.1.1.1. Le condyle temporal	7
1.1.1.2. La cavité glénoïde	8
1.1.2. Le condyle mandibulaire	10
1.1.3. L'appareil discal	12
1.1.3.1. La lame tendineuse pré-discale	12
1.1.3.2. Le disque proprement dit	13
1.1.3.3. La zone bilaminaire	14
1.1.4. Les moyens d'union capsulo-ligamentaires	17
1.1.4.1. La capsule articulaire	17
1.1.4.2. Les ligaments	18
1.1.5. La synoviale	21
1.1.6. Les rapports anatomiques	21
1.1.7. Vascularisation et innervation	22
1.1.7.1. Artères et veines	22
1.1.7.2. Les vaisseaux lymphatiques	22
1.1.7.3. Les nerfs	22
<u>1.2. Le système musculaire</u>	23
1.2.1. Le muscle ptérygoïdien latéral	23
1.2.1.1. Le faisceau supérieur ou sphéno-ptérygoïdien	23
1.2.1.2. Le faisceau inférieur ou ptérygoïdien	24
1.2.1.3. Vascularisation artérielle	24
1.2.1.4. Innervation	24
1.2.2. Les muscles élévateurs	26
1.2.2.1. Le muscle temporal	26
1.2.2.2. Le muscle masséter	28
1.2.2.3. Le muscle ptérygoïdien médial	29
1.2.3. Les muscles abaisseurs	31
1.2.3.1. Les muscles sus-hyoïdiens, abaisseurs directs	31
1.2.3.2. Les muscles sous-hyoïdiens, abaisseurs indirects	34
1.2.4. Les muscles cervicaux	37
1.2.4.1. Les muscles cervicaux superficiels	37
1.2.4.2. Les muscles cervicaux profonds	39

1.3. <u>Physiologie</u>	40
1.3.1. La cinématique mandibulaire	41
1.3.1.1. Position de référence	41
1.3.1.2. Mouvement d'ouverture	42
1.3.1.3. Mouvement de fermeture	43
1.3.1.4. Propulsion	47
1.3.1.5. Rétropulsion	47
1.3.1.6. Diduction	47
1.3.2. Neuro-physiologie	48
1.3.2.1. Les propriocepteurs	48
1.3.2.2. Les terminaisons libres	50
1.4. <u>Dysfonctionnements de l'appareil manducateur</u>	50
1.4.1. Les manifestations musculaires	50
1.4.1.1. Le spasme	51
1.4.1.2. Les douleurs	52
1.4.1.3. Limitation d'ouverture buccale	53
1.4.1.4. Hypertrophie musculaire	54
1.4.2. Les manifestations articulaires	54
1.4.2.1. Les douleurs	54
1.4.2.2. Atteintes de l'appareil discal	54
1.4.2.3. Atteintes osseuses	62
1.4.2.4. Atteintes synoviales et/ou ligamentaires	64
1.5. <u>Pathologies tumorales</u>	64
1.6. <u>Polyarthrite rhumatoïde</u>	65
2. <u>TECHNIQUES D'IMAGERIE IRRADIANTES</u>	67
2.1. <u>Panoramique dentaire ou orthopantomogramme</u>	67
2.1.1. Principe	68
2.1.1.1. Technique	68
2.1.1.2. Réalisation de l'examen	68
2.1.1.3. Inconvénients	69
2.1.2. Sémiologie radiographique	71
2.1.2.1. Les signes musculaires	71
2.1.2.2. Les signes articulaires	73
2.2. <u>Radiographies standards transcrâniennes et tomographie</u>	76
2.2.1. Radiographies standards transcrâniennes	77
2.2.1.1. Dans le plan sagittal : incidence de Schuller	77
2.2.1.2. Dans le plan axial : incidence de Hirtz modifiée	78
2.2.1.3. Dans le plan frontal : incidence de Worms-Bretton	80

2.2.2. Tomographie	80
2.2.2.1. Principe	80
2.2.2.2. Sémiologie radiographique	83
2.3. <u>Arthrographie</u>	88
2.3.1. Principe	88
2.3.1.1. Conduite de l'examen	88
2.3.1.2. Produits de contraste utilisés	90
2.3.1.3. Types d'arthrographie	90
2.3.1.4. Incidents et complications	90
2.3.1.5. Contre-indications et précautions	91
2.3.2. Sémiologie arthrographique d'une ATM normale	91
2.3.2.1. De profil	91
2.3.2.2. De face	93
2.3.3. Sémiologie arthrographique d'une ATM pathologique	93
2.3.3.1. Position du disque	94
2.3.3.2. Perforation discale	95
2.3.3.3. La capsule articulaire	95
2.3.3.4. Le contenu articulaire	97
2.4. <u>Tomodensitométrie</u>	98
2.4.1. Principes généraux	98
2.4.1.1. Principes physiques	99
2.4.1.2. Acquisition de l'image tomodensitométrique	100
2.4.1.3. Reconstruction de l'image tomodensitométrique	100
2.4.1.4. Facteurs de qualité de l'image tomodensitométrique	103
2.4.2. Tomodensitométrie spiralée	106
2.4.2.1. Principes	106
2.4.2.2. Reconstruction de l'image en tomodensitométrie spiralée	107
2.4.2.3. Facteurs de qualité de l'image en tomodensitométrie spiralée	108
2.4.3. Choix de l'incidence	108
2.4.3.1. Incidence axiale	108
2.4.3.2. Incidence sagittale et frontale	109
2.4.4. Reconstructions multiplanaires (2D) et volumiques (3D)	110
2.4.4.1. Reconstructions multiplanaires	110
2.4.4.2. Reconstructions volumiques	111
2.4.5. Arthroscanner	111
2.4.6. Sémiologie scanographique	111
2.4.6.1. ATM normale	112
2.4.6.2. ATM pathologique	114
3. <u>TECHNIQUE D'IMAGERIE NON IRRADIANTE</u>	118
3.1. <u>Principe</u>	118
3.1.1. Bases théoriques de la résonance magnétique nucléaire	118
3.1.1.1. Le noyau d'hydrogène	118
3.1.1.2. Action d'un champ magnétique sur les protons	119

3.1.1.3. La résonance	120
3.1.1.4. La relaxation	120
3.1.2. Imagerie par résonance magnétique	123
3.1.2.1. Appareillage IRM	123
3.1.2.2. Acquisition de l'image	125
3.1.2.3. Modes d'acquisition	125
3.1.2.4. Séquences d'acquisition	126
3.1.2.5. Image et contraste	127
3.1.3. Réalisation de l'examen IRM	128
3.1.3.1. Installation du patient	128
3.1.3.2. Incidences	129
3.1.3.3. Etude dynamique	130
3.1.3.4. Contre-indications d'un examen IRM	132
3.2. <u>Sémiologie en IRM</u>	133
3.2.1. ATM normale	134
3.2.1.1. Les éléments osseux	134
3.2.1.2. Le disque	135
3.2.1.3. La zone bilaminaire	139
3.2.1.4. Les muscles et les ligaments	139
3.2.2. ATM pathologique	141
3.2.2.1. Atteintes discales	141
3.2.2.2. Atteintes synoviales	150
3.2.2.3. Atteintes osseuses	152
3.2.2.4. Pathologies tumorales	154
3.2.2.5. Polyarthrite rhumatoïde	154
<u>CONCLUSION</u>	155
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	158

INTRODUCTION

L'articulation temporo-mandibulaire (ATM) se compose d'éléments radio-opaques, les tissus durs (os temporal et condyle mandibulaire), et d'éléments radio-transparents, les tissus mous (disque, capsule, synoviale, ligaments et muscles). Sa situation anatomique est complexe puisque l'ATM se trouve profondément enchâssée sous la base du crâne, ce qui rend son accès radiologique particulièrement délicat afin d'éviter les superpositions osseuses.

Si les moyens d'investigations radiographiques conventionnels tels que l'orthopantomogramme (OPT), les radiographies standards transcrâniennes, la tomographie et l'arthrographie permettent d'avoir une idée satisfaisante des structures osseuses, le disque (sauf pour l'arthrographie qui le visualise de façon indirecte grâce à l'injection intra-articulaire d'un produit de contraste) leur échappe ainsi que les autres tissus mous.

C'est avec l'arrivée de l'imagerie numérique assistée par ordinateur que l'exploration de l'ATM a connu ses plus grands bouleversements. La tomodensitométrie (TDM) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sont des techniques d'imagerie multi-coupes qui isolent parfaitement l'ATM lors de son exploration. Elles permettent également une étude détaillée des différents composants tissulaires visibles sur chacun des clichés, grâce à la finesse de leurs coupes et à la remarquable qualité d'image qui leur est associée. La tomodensitométrie, première de ces techniques, a permis de diminuer la dose de rayonnement X administrée au patient et de préciser la sémilogie de la trame osseuse, sans pour autant fournir une image exploitable du disque. En revanche, l'IRM permet non seulement de voir les structures osseuses mais aussi les tissus mous, et notamment le disque dont elle offre une image directe, claire et reproductible. C'est donc l'avènement de l'imagerie par résonance magnétique qui a véritablement révolutionné l'exploration radiologique de l'ATM. Avec elle, l'imagerie est libérée du rayon X. Le sujet devient son propre émetteur. Ainsi, dernière née des méthodes d'imagerie, l'IRM réalise-t-elle le rêve initial de la radiologie, une " évaluation anatomique atraumatique in vivo ".

A l'heure actuelle, le chirurgien dentiste dispose de toute une panoplie d'examens radiologiques lui permettant de documenter les anomalies anatomiques spécifiques à chaque dysfonctionnement de l'ATM dont les signes et les symptômes auront été, au préalable, suspectés cliniquement. Ayant la charge du traitement, c'est à lui qu'incombe la responsabilité de choisir parmi tout cet arsenal, la technique d'imagerie la plus appropriée à

lui procurer les renseignements illustrant au mieux la pathologie explorée. C'est pourquoi, la prise en compte du coût des examens, la connaissance de leur champ d'application et des informations qu'ils fournissent ainsi que la qualité des images offertes par chacun d'entre eux permet de définir leur rapport coût/efficacité et par conséquent leurs indications respectives.

Après avoir effectué des rappels précis sur l'anatomie, la physiologie et les différentes pathologies de l'articulation temporo-mandibulaire (nécessaires à la bonne interprétation et à la bonne compréhension des examens radiologiques), cette thèse se propose d'expliquer, pour chaque technique d'imagerie, son principe et son intérêt quant à la sémiologie radiographique d'une ATM normale et d'une ATM pathologique. Une partie sera consacrée aux techniques d'imagerie irradiantes et une autre à l'IRM ou technique d'imagerie non irradiante.

1. RAPPELS SUR L'ARTICULATION TEMPORO-MANDIBULAIRE

L'articulation temporo-mandibulaire (ATM) représente un des composants de l'appareil manducateur qui se compose d'un ensemble d'éléments passifs, articulaires (temporo-mandibulaire et occlusaux) et actif, le système musculaire. L'appareil manducateur doit toujours être considéré dans son ensemble, lui-même étroitement lié à la posture crânio-rachidienne. L'efficacité de cet appareil dépend de l'harmonie et de l'équilibre de ces différents composants qui ne peuvent être physiologiquement dissociés des uns des autres.

Paires et symétriques, les articulations temporo-mandibulaires relient la mandibule, seul os mobile de la face, à la base du crâne auquel elles sont suspendues. Leur physiologie est complexe car elles sont à la fois le siège de mouvements de rotation et de mouvements de translation ce qui n'a pas d'équivalent. Les articulations temporo-mandibulaires forment une unité fonctionnelle : elles travaillent de façon synchrone quels que soient les mouvements réalisés et toute atteinte de l'une retentira à terme sur l'autre, ce qui explique la prévalence des atteintes bilatérales.

1.1. Anatomie descriptive de l'ATM

Comme toute articulation, elle possède des surfaces articulaires, une capsule articulaire, des ligaments et une synoviale. Elle est également traversée par une structure fibreuse, le disque articulaire. L'articulation temporo-mandibulaire est classiquement définie comme une diarthrose bicondylienne à disque biconcave interposé.

1.1.1. L'os temporal (8, 27, 29, 47, 52, 90, 95, 101)

Les surfaces articulaires de l'os temporal sont portées par le segment horizontal de la partie squameuse de l'os temporal. Il s'agit de la cavité glénoïde en arrière et du condyle temporal en avant (fig. 1).

1.1.1.1. Le condyle temporal

Appelé aussi tubercule articulaire ou éminence temporale, il représente la surface articulaire principale. Il est recouvert de fibrocartilage avasculaire. Il est formé par la racine

transverse de l'apophyse zygomatique. C'est une saillie à peu près transversale dont le grand axe est légèrement oblique en arrière et en dedans ; les axes des deux condyles temporaux se coupent sur la ligne médiane, au niveau du bord antérieur du trou occipital. Convexe d'avant en arrière, il est légèrement concave de dehors en dedans, son épaisseur est plus grande en dehors qu'en dedans, de telle sorte qu'il forme à ce niveau le tubercule zygomatique antérieur. D'autre part chaque éminence regarde en bas et en dehors, autrement dit, son extrémité latérale est placée à un niveau sensiblement plus élevé que celui qu'occupe son extrémité médiale.

Cette surface articulaire est limitée (27) :

- en dehors : par le tubercule zygomatique antérieur,
- en avant : par le plan sous-temporal de la grande aile du sphénoïde,
- en dedans : par la suture pétro-sphénoïdale,
- en arrière : par la cavité glénoïde.

1.1.1.2. La cavité glénoïde

Appelée aussi fosse mandibulaire, elle n'est qu'une simple cavité de réception pour le condyle mandibulaire, et plus particulièrement pour le disque articulaire. Elle est située juste en arrière du condyle temporal, dans l'écartement des deux racines (transverse et longitudinale) de l'apophyse zygomatique. C'est une dépression large, profonde, ellipsoïde dont le grand axe présente la même direction que celui du condyle, c'est-à-dire oblique en dedans et en arrière.

La cavité glénoïde est limitée :

- en dehors : par la racine longitudinale de l'apophyse zygomatique qui présente le gros tubercule zygomatique postérieur ou heurtoir de Farabeuf,
- en avant : par le condyle temporal articulaire,
- en arrière : par l'apophyse vaginale du tympanal,
- en dedans : par l'épine du sphénoïde.

Le fond de la cavité glénoïde est divisé en deux segments d'importance inégale par la scissure de Glaser ou fissure tympano-squameuse :

- l'un antérieur, creusé à la face inférieure de l'écaille du temporal, en continuité avec le versant postérieur du condyle. Ce segment pré-glasérien est intra-articulaire et recouvert de fibrocartilage avasculaire ;

- l'autre postérieur, est représenté par la paroi antérieure du conduit auditif externe, partie qui dépend embryologiquement de l'os tympanal. Ce segment rétro-glasérien est extra-articulaire.

L'épaisseur osseuse, séparant le toit de la fosse mandibulaire de la boîte crânienne, est très mince (1 à 3 mm), ce qui entraîne la possibilité de pénétration intra-crânienne du condyle mandibulaire en traumatologie, de fausse route en arthroscopie. A l'inverse sa partie médiale est plus épaisse, ce qui lui permet de résister à des forces plus élevées, comme celles exercées par les muscles ptérygoïdiens médiaux (20).

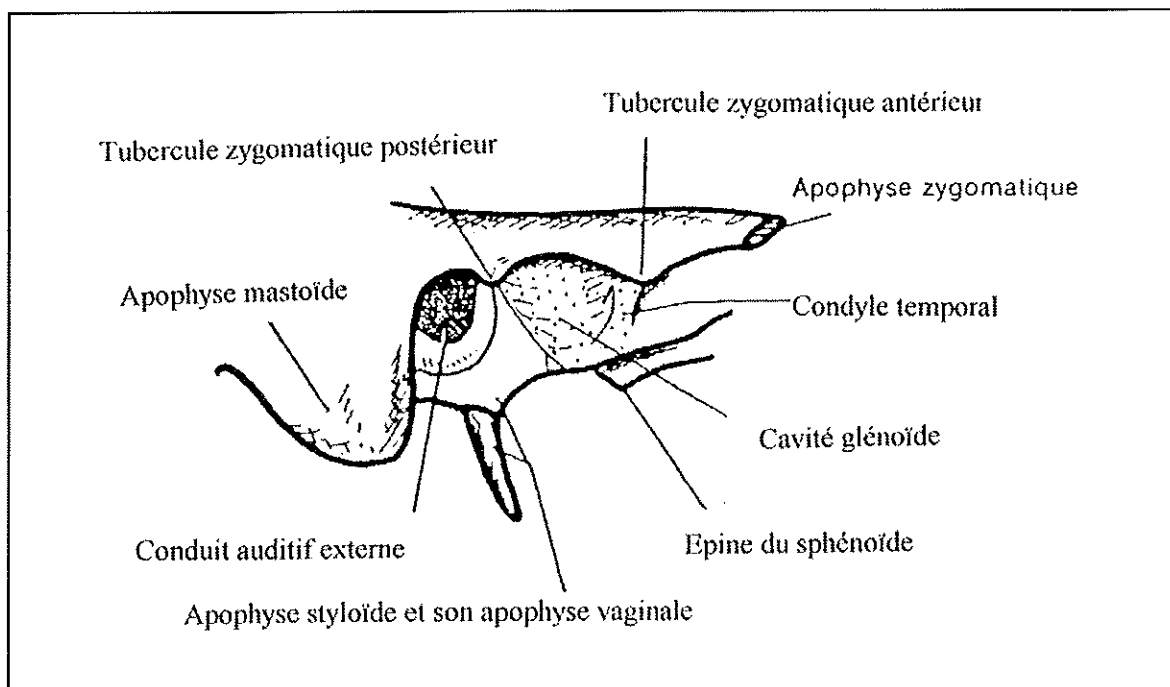


Figure 1. L'os temporal (vue latérale).

1.1.2. Le condyle mandibulaire (8, 29, 47, 52, 90, 101)

Situé à l'angle postéro-supérieur de la branche montante, le condyle forme une saillie oblongue, ellipsoïdale surmontant une partie rétrécie, le col (fig. 2).

Le condyle est plus proéminent en dedans qu'en dehors, et le quart seulement du condyle dépasse en dehors la face externe de la branche montante, si bien qu'il apparaît déjeté en dedans. Le grand axe du condyle mandibulaire est comme celui du condyle temporal : il est dirigé de dehors en dedans et un peu d'avant en arrière, de telle sorte que les axes des deux condyles se coupent sur la ligne médiane, à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs du trou occipital, en formant entre eux un angle de 130 à 140° environ (fig. 3).

Sa face supérieure est conformée en dos d'âne et présente deux versants, l'un antérieur, l'autre postérieur, séparés l'un de l'autre par une crête mousse parallèle au grand axe du condyle et d'une longueur d'environ 15 à 18 mm :

- le versant antérieur est convexe, regarde en haut et en avant. Seule portion véritablement articulaire, par l'intermédiaire du disque, avec son homologue temporal, il est recouvert de fibrocartilage avasculaire ;
- le versant postérieur est nettement aplati et lisse. Il se continue avec le bord postérieur du col, et regarde en arrière et en haut. Il correspond à la cavité glénoïde.

Le col du condyle est aplati d'avant en arrière ; il présente le tubercule condylien externe sur sa face latérale et le tubercule condylien interne sur sa face médiale, lieu d'insertion des ligaments latéraux de l'articulation ; sa portion antéro-interne est déprimée par la fossette ptérygoïde où s'insère le muscle ptérygoïdien latéral et l'aponévrose ptérygo-temporo-maxillaire.

REMARQUE : on notera que les surfaces articulaires du condyle mandibulaire, de la cavité glénoïde et du condyle du temporal sont recouvertes de tissu conjonctif dense, fibreux, non vascularisé et non innervé, ce qui traduit l'existence de pressions considérables à ces niveaux (32).

Ce tissu est formé de plusieurs couches qui sont de la périphérie à la profondeur (89) :

- la couche fibreuse (véritable périchondre),
- la couche proliférative (mésenchyme indifférencié),
- la couche de maturation (chondroblaste),
- la couche hypertrophique (chondrocyte), couche minéralisée dans sa partie profonde au contact de l'os sous-chondral.

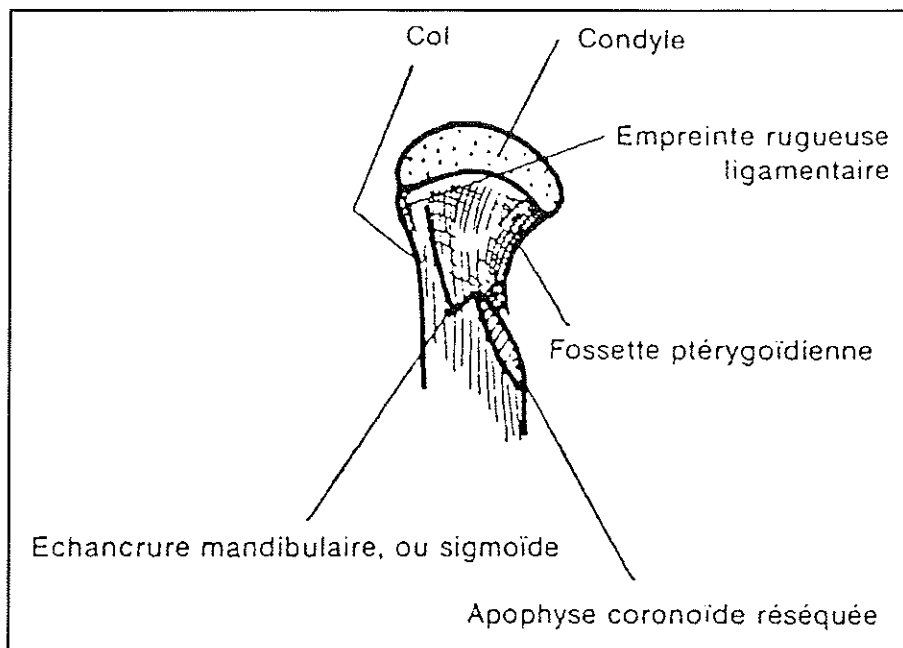


Figure 2. Le condyle mandibulaire (vue antérieure).

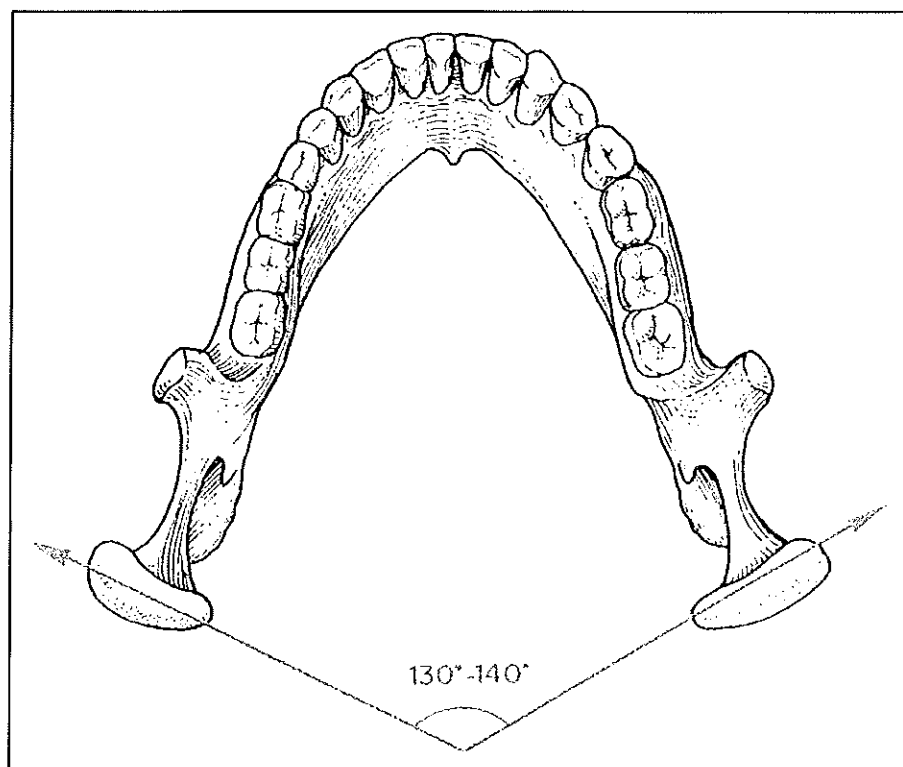


Figure 3. Grands axes des condyles (vue supérieure).

1.1.3. L'appareil discal

L'appareil discal divise l'ATM en deux compartiments aux rôles physiologiques différents : un supérieur ou disco-temporal de translation, un inférieur ou disco-condylien de rotation (34). Cet appareil se compose d'avant en arrière de la lame tendineuse pré-discale, du disque proprement dit, et de la zone bilaminaire rétro-discale. Le disque occupe, en OIM et lors de la dynamique articulaire, l'espace laissé libre entre les surfaces articulaires qui ne peuvent s'adapter spontanément du fait de leur convexité (52).

1.1.3.1. La lame tendineuse pré-discale (frein discal antérieur de Pétréquin)

GOLA et coll (52) qualifient cette zone d'attache antérieure du disque ou appareil tenseur du disque. Elle est constituée majoritairement par les fibres du faisceau supérieur (sphéno-ptérygoïdien) du muscle ptérygoïdien latéral qui viennent s'insérer sur la partie antéro-médiale du disque ; sur la partie antéro-latérale viennent s'insérer de la profondeur vers la superficie les fibres émanées des muscles temporal (faisceau postérieur) et masséter (faisceau profond) (fig. 4).

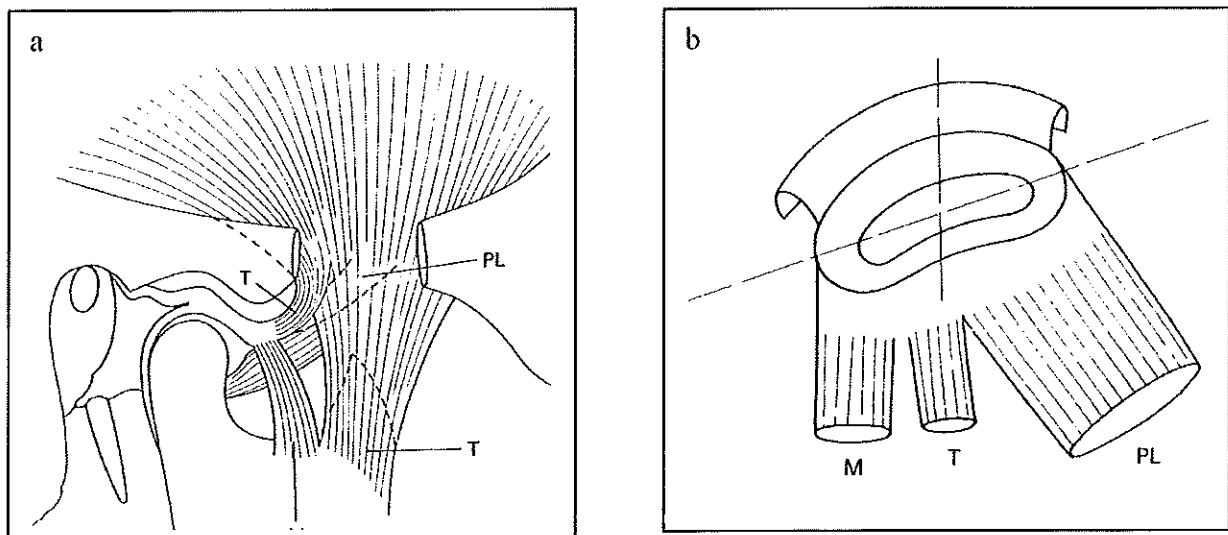


Figure 4. Appareil tenseur du disque (52).

PL = muscle ptérygoïdien latéral, T = muscle temporal, M = muscle masséter.

a) vue latérale ;

b) vue supérieure.

1.1.3.2. Le disque proprement dit

1.1.3.2.1. Morphologie du disque

L'étude macroscopique du disque articulaire le fait apparaître comme une formation blanche, nacréée, brillante, translucide plutôt rectangulaire aux angles arrondis qu'elliptique (30). Il possède la forme d'une lentille biconcave, au repos en coupe, plus mince à sa partie centrale qu'en périphérie (8) ; il est plan concave supérieur quand il est tendu (27). Son grand axe est transversal dirigé en dedans et en arrière comme ceux des condyles (90). Sa face supérieure présente une double courbure dans le sens sagittal : concave en avant, elle répond au condyle temporal, convexe en arrière, elle répond à la cavité glénoïde. Sa face inférieure est concave dans les deux sens, elle répond au versant antérieur et à la crête transversale du condyle mandibulaire, ainsi qu'à son versant postérieur en fin d'ouverture (8).

Le disque présente trois zones d'avant en arrière (100) :

- un bourrelet antérieur, peu épais (2 mm) faisant suite à la lame tendineuse pré-discale ; en OIM, il est situé à l'aplomb ou plus fréquemment légèrement en arrière de la partie la plus inférieure du condyle temporal. Des fibres disco-condyliennes issues du bord inférieur du bourrelet antérieur se réfléchissent pour venir s'insérer à la limite de la surface articulaire condylienne délimitant le récessus antéro-inférieur. Cette poche est destinée à recevoir le condyle en fin de rotation au cours du mouvement d'ouverture. Des fibres disco-temporales s'insèrent en avant du condyle temporal délimitant le récessus antéro-supérieur (89).
- une zone intermédiaire, partie la plus mince (1 mm) du disque, plus épaisse en dedans qu'en dehors. Elle est centrée entre les surfaces osseuses articulaires et subit la plupart des contraintes au cours de la fonction, d'où un risque de perforation notamment sur sa partie latérale la plus exposée.
- un bourrelet postérieur, très épais (4 mm). En OIM, il est situé à l'aplomb du vertex condylien mandibulaire et occupe le fond de la cavité glénoïde. A ce niveau le disque envoie par ses bords latéraux deux ailerons, qui se fixent sur les tubercules latéral et médial du condyle mandibulaire, assurant le centrage du disque sur la tête condylienne. Ces ailerons ne permettent que des mouvements sagittaux du disque. Les mouvements transversaux sont très limités (52).

La morphologie du disque peut-être altérée au cours de la vie par des pressions excessives en fréquence et en intensité. Il ne s'agit pas d'un processus adaptatif de remodelage mais d'une déformation irréversible (5).

1.1.3.2.2. Histologie du disque

Le disque apparaît comme une formation souple, plastique et inextensible (30). Il est composé de faisceaux conjonctifs denses, très serrés entre eux, de direction tourbillonnante, donnant un aspect tressé natté (29). Les fibres de collagène sont orientées sagittalement dans la zone centrale amincie et croisées perpendiculairement dans les deux bourrelets (122). Ces zones sont exclusivement fibreuses, avasculaires et non innervées, leur permettant de supporter de fortes contraintes mécaniques de pression et de friction. Selon une expérience " in vitro " le disque est capable de résister à des compressions de 180kg/cm^2 (30). Ce conjonctif enserme un gel composé d'eau et de protéoglycanes (88), les cellules conjonctives sont clairsemées et peuvent prendre l'aspect de cellules chondroïdes chez le sujet adulte ; c'est alors qu'il mérite seulement le qualificatif de fibrocartilage (33).

1.1.3.3. La zone bilaminaire

GOLA et coll (52) qualifient cette zone d'attache postérieure du disque. Elle est constituée, dans sa portion antérieure, d'une lame commune et dans sa portion postérieure de deux lames indépendantes, inférieure et supérieure.

- la lame commune (frein discal postérieur de Sappey) est formée par l'accolement de la lame inférieure et de la lame supérieure.
- la lame inférieure est mince mais solide. Ces fibres disco-condyliennes, de nature collagénique viennent s'insérer relativement bas sur le col du condyle (10 mm) (122). Elle limite la rotation antérieure du disque sur le condyle. De son intégrité et de celle des ailerons, dépend, toute la physiologie de l'appareil discal.

REMARQUE 1 : l'appareil discal, par cette lame inférieure et par ces ailerons, est intimement lié au condyle mandibulaire, avec lequel il forme une unité anatomique et fonctionnelle, le complexe condylo-discal, tel que le décrit W. BELL (5).

REMARQUE 2 : pour GOLA et coll, l'appareil discal correspond au tendon du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral différencié en un disque, en regard des surfaces temporo-mandibulaires. Le muscle ptérygoïdien latéral, le disque et le condyle sur lequel il s'insère (par la lame rétro-discale inférieure et par les ailerons), forment un complexe condylo-disco-musculaire, physiologiquement indissociable (50).

- la lame supérieure est épaisse. Elle est constituée de fibres disco-temporales qui viennent s'insérer au niveau de la fissure tympano-squameuse. Cette lame supérieure, élastique, a une

fonction de rappel du disque (" ligament " de rappel de Poirier) : au repos, elle est relâchée et n'exerce aucune traction sur le disque ; à l'ouverture buccale, son élasticité doit être suffisante, à la fois pour permettre la translation antérieure du complexe condylo-discal et pour favoriser le retour discal entre les surfaces articulaires à la fermeture.

Les lames supérieure et inférieure délimitent un espace triangulaire, la région interlaminaire. Cette région est constituée d'un tissu conjonctif très lâche, richement vascularisé et innervé, appelé " coussin vasculaire " de Zenker, qui fonctionne comme un amortisseur hydraulique sanguin. Les nombreux vaisseaux de ce plexus, par un système de shunt artérioveineux, se remplissent pour compenser l'espace laissé libre quand le condyle se déplace vers l'avant, et se vident quand il reprend sa position postérieure de repos (32) (fig. 5).

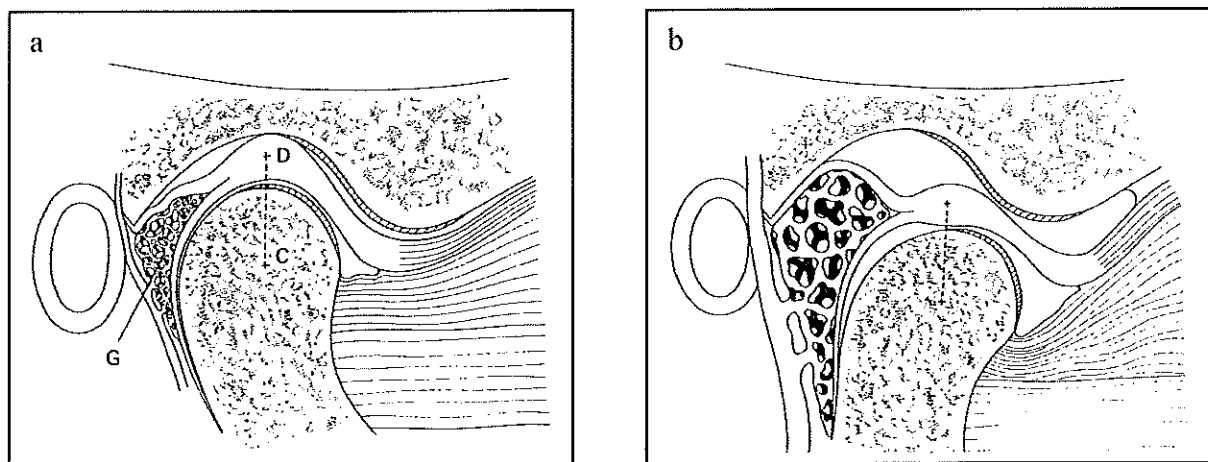


Figure 5. Coussin vasculaire de Zenker (52).

C = condyle mandibulaire, D = disque, G = genou vasculaire
(l'aileron discal est schématisé par une ligne pointillée)

- a) bouche fermée ;
- b) bouche ouverte.

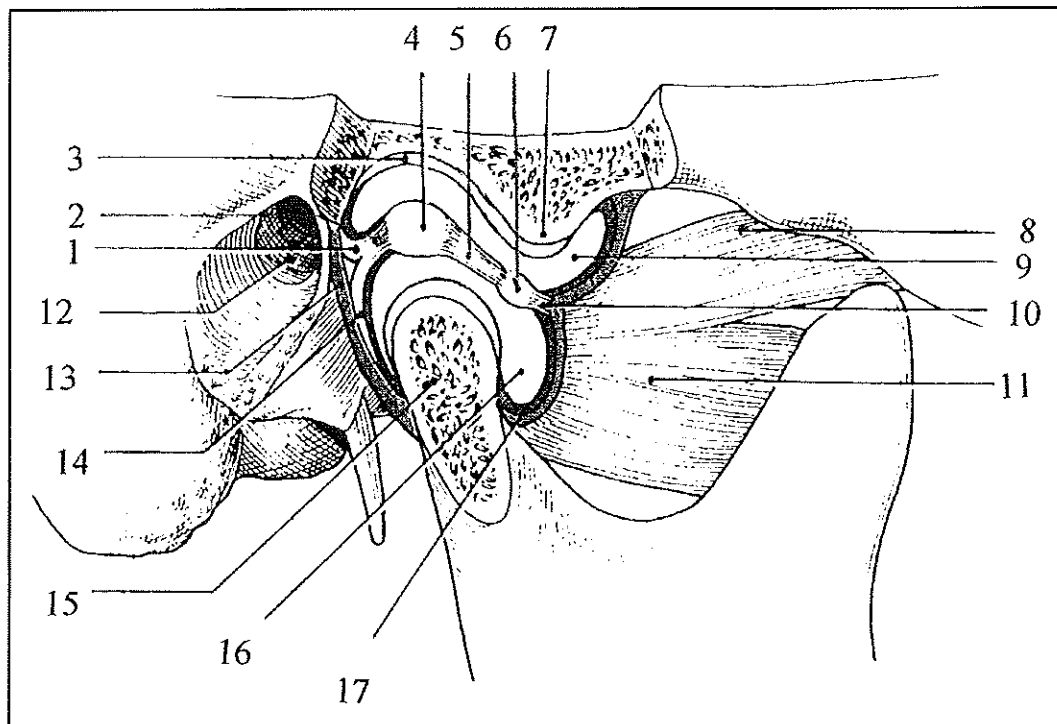


Figure 6. Articulation temporo-mandibulaire (coupe sagittale).

- 1- lame supérieure
- 2- lame commune
- 3- cavité glénoïde
- 4- bourrelet postérieur du disque
- 5- zone intermédiaire
- 6- bourrelet antérieur du disque
- 7- condyle temporal
- 8- faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral
- 9- compartiment disco-temporal
- 10- lame tendineuse pré-discale
- 11- faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral
- 12- conduit auditif externe
- 13- capsule articulaire
- 14- lame inférieure
- 15- condyle mandibulaire
- 16- compartiment disco-condylien
- 17- membrane synoviale

1.1.4. Les moyens d'union capsulo-ligamentaires (8, 27, 29, 47, 52, 90, 95, 101)

Les surfaces articulaires sont unies par un manchon capsulaire renforcé de deux ligaments propres ou intrinsèques, et maintenues par des ligaments à distance, dits ligaments accessoires ou extrinsèques (86).

1.1.4.1. La capsule articulaire

La capsule articulaire est mince (plus épaisse en arrière qu'en avant), assez lâche, fibreuse (de nature collagénique), en forme de tronc de cône à grande base temporale.

Elle présente :

- une circonférence d'insertion supérieure sur le temporal :
 - sur le bord antérieur de la racine transverse du zygoma en avant,
 - sur la base de l'épine du sphénoïde en dedans,
 - sur la lèvre antérieure de la scissure de Glaser en arrière,
 - sur le bord inférieur de la racine longitudinale du zygoma en dehors.
- une circonférence d'insertion inférieure mandibulaire : qui se fixe à la jonction col-condyle, sauf en arrière où elle descend sur le versant postérieur du condyle à 0,5 ou 1 cm au-dessous de la crête.

Il est important de noter que latéralement et médialement la capsule ne présente pas d'insertion en périphérie du disque, ce qui autorise la translation du complexe condylo-discal sans tension permanente (122).

La capsule articulaire est constituée de fibres exclusivement verticales de plusieurs types :

- les unes longues et superficielles sont basicrânio-mandibulaires,
- les autres courtes et profondes tapissent la face profonde de la capsule et entrent dans la composition des freins discaux postérieur et antérieur.

A sa partie antérieure et médiale, la capsule donne insertion aux fibres musculaires du muscle ptérygoïdien latéral (fig. 6).

1.1.4.2. Les ligaments

1.1.4.2.1. Les ligaments propres (fig. 7)

De nature collagénique, ils sont uniquement latéraux. Ils renforcent les faces latérale et médiale de la capsule.

1.1.4.2.1.1. Le ligament latéral

Ce ligament très puissant représente à lui seul le principal moyen d'union ligamentaire de l'ATM. Il est épais, triangulaire à base supérieure.

Il s'insère :

- en haut : sur la racine longitudinale et le tubercule antérieur du zygoma,
- en bas : sur la partie postéro-externe du col et sur le tubercule condylien externe.

On lui décrit deux faisceaux :

- postérieur : la corde zygomato-mandibulaire de Farabeuf constituée de fibres verticales qui limitent la propulsion ;
- antérieur : la bandelette zygomato-mandibulaire de Farabeuf constituée de fibres obliques en bas et en arrière qui limitent la rétropulsion (8).

1.1.4.2.1.2. Le ligament médial

Plus mince et moins résistant que le précédent, il est oblique en bas et en arrière.

Il s'insère :

- en haut : sur la face externe de l'épine du sphénoïde,
- en bas : sur la partie postéro-interne du col et sur le tubercule condylien interne.

1.1.4.2.2. Les ligaments accessoires (Fig. 8)

Ce sont des bandelettes fibreuses qui n'ont avec l'articulation que des rapports très éloignés.

1.1.4.2.2.1. Le ligament sphéno-mandibulaire

Situé en dedans de l'articulation, il est tendu de l'épine du sphénoïde à l'épine de Spix (pour son faisceau antérieur), et de la scissure de Glaser à la face interne de la branche montante (pour son faisceau postérieur). Il forme la partie postérieure, épaissie, de l'aponévrose inter-ptérygoïdienne et limite avec le col du condyle la " boutonnière rétro-condylienne de Juvara ". Il s'étire lors de l'ouverture buccale.

1.1.4.2.2.2. Le ligament stylo-mandibulaire

Situé en dedans de l'articulation, il est tendu de la pointe de l'apophyse styloïde au bord postérieur de la branche montante. Il s'étire lors de l'ouverture buccale.

1.1.4.2.2.3. Le ligament ptérygo-mandibulaire

Situé en dedans de l'articulation, il est tendu du crochet de l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde à l'extrémité postérieure de la ligne mylo-hyoïdienne. Il forme une simple intersection aponévrotique entre le muscle buccinateur en avant, et le muscle constricteur supérieur du pharynx en arrière. Il s'étire lors de l'ouverture buccale.

1.1.4.2.2.4. Le ligament tympano-mandibulaire

Mal individualisé, il est situé en dedans de l'articulation. Il représente la partie postéro-latérale de l'aponévrose inter-ptérygoïdienne. Il s'étire lors de l'ouverture buccale.

1.1.4.2.2.5. La bandelette sterno-mandibulaire de Charpy (31)

Située en dehors de l'articulation, c'est un reliquat fibreux tendu entre le gonion de la mandibule et le chef sterno-mastoïdien du muscle sterno-cléido-mastoïdien.

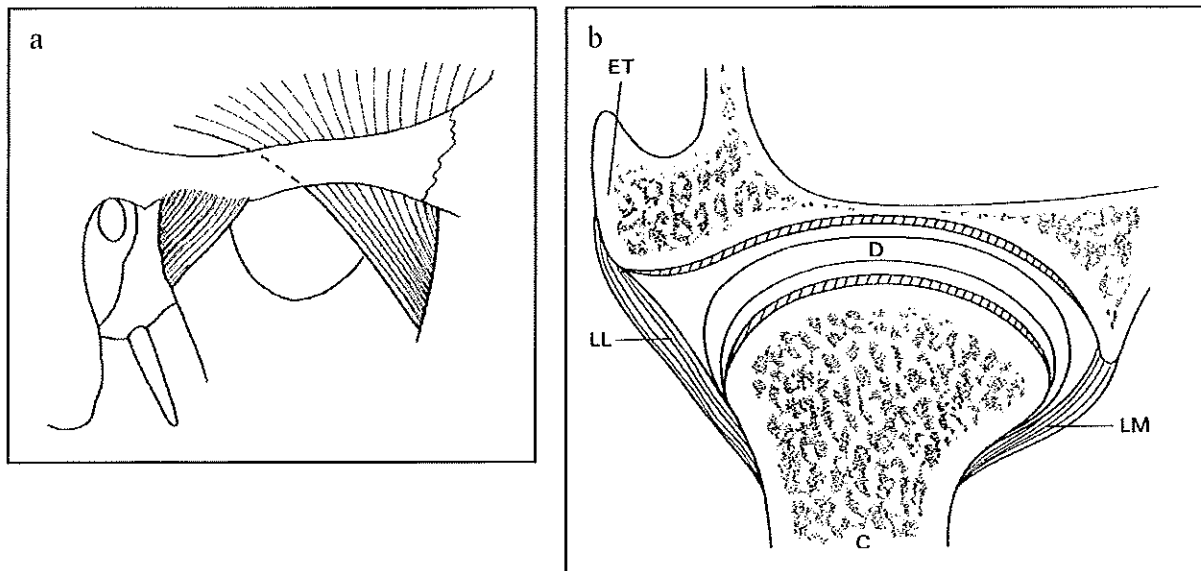


Figure 7. Les ligaments propres (52).

a) coupe sagittale : le ligament latéral et ses deux faisceaux ;

b) coupe frontale : LL (ligament latéral), LM (ligament médial), D (disque),
C (condyle), ET (éminence temporale).

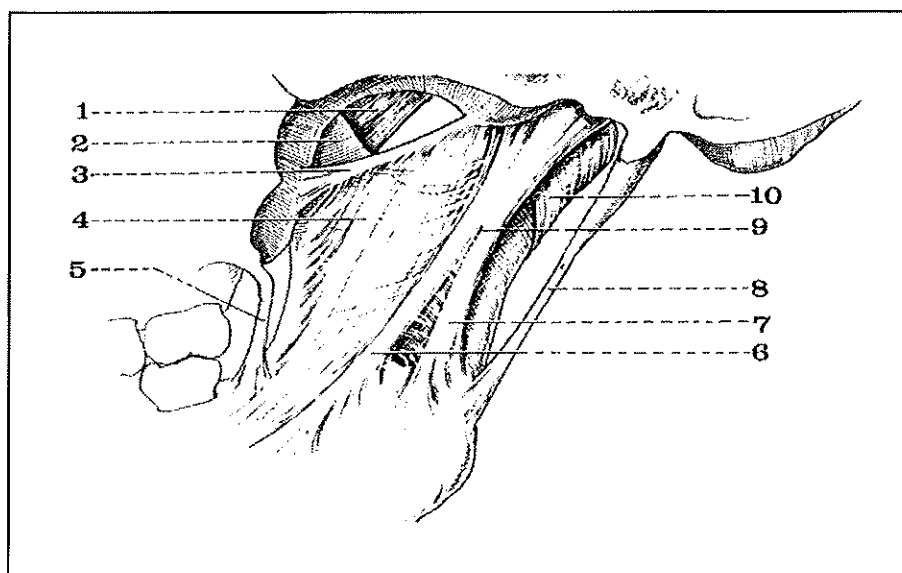


Figure 8. Vue interne des ligaments accessoires (8).

- 1- tendon du temporal
- 2- apophyse coronoïde
- 3- ligament ptérygo-épineux
- 4- aponévrose inter-ptérygoïdienne
- 5- ligament ptérygo-mandibulaire
- 6- faisceau antérieur du ligament sphéno-mandibulaire
- 7- faisceau postérieur du ligament sphéno-mandibulaire
- 8- ligament stylo-mandibulaire
- 9- ligament sphéno-mandibulaire
- 10- ligament médial

1.1.5. La synoviale

Par suite de la disposition de la capsule, et de l'interposition du disque, la synoviale est divisée en deux synovies distinctes, sus- et sous-discale. La synoviale est une membrane séreuse tapissant la face profonde de la capsule articulaire. Elle est plus abondante dans le compartiment supérieur, et principalement au niveau de la zone bilaminaire richement vascularisée. Le liquide synovial, sécrété par la synoviale, est présent en petite quantité. De couleur jaune pâle et d'aspect visqueux, il participe d'une part à la nutrition des surfaces articulaires avasculaires et du disque, et d'autre part il assure la lubrification de l'articulation indispensable au glissement (32). Ce liquide aurait par ailleurs une action bactéricide (Yung).

1.1.6. Les rapports anatomiques (52)

- latéralement : de la superficie vers la profondeur
 - la peau
 - le système musculo-aponévrotique superficiel, dans lequel on retrouve les vaisseaux temporaux superficiels et le nerf auriculo-temporal.
 - la branche temporo-faciale du nerf facial.
- postérieurement :
 - la parotide.
 - l'os tympanal, la face antérieure du conduit auditif externe.
- médialement :
 - le nerf auriculo-temporal, la veine et l'artère maxillaire interne qui passe dans la boutonnière rétro-condylienne de Juvara.
 - le nerf mandibulaire.
- antérieurement :
 - le masséter, le temporal, le ptérygoïdien latéral, et l'échancrure sigmoïde qui livre passage aux vaisseaux et au nerf masséterins.
- supérieurement :
 - la base du crâne, et par son intermédiaire aux méninges et au lobe temporal du cerveau.

1.1.7. Vascularisation et innervation (90)

1.1.7.1. Artères et veines

Les artères qui vascularisent l'ATM proviennent toutes de l'artère carotide externe :

- en dehors : l'artère temporale superficielle,
- en dedans : l'artère maxillaire interne, l'artère faciale, l'artère auriculaire postérieure et l'artère pharyngienne ascendante par leur branches, enfin dans un tiers des cas l'artère masséterine supérieure.

Les veines sont collatérales de ces artères et aboutissent au système jugulaire, soit par les plexus veineux de la maxillaire interne, soit par la veine temporale superficielle.

La vascularisation de l'ATM est une vascularisation terminale représentée par le coussin vasculaire de Zenker qui est situé dans la zone bilaminaire. Il n'y a pas de vascularisation au niveau antérieur de l'articulation. L'élimination des métabolites et des toxines situés dans les récessus antérieurs se fait donc grâce au mouvement disco-condylien. Lors de l'ouverture buccale, les récessus antérieurs se vident de leur liquide synovial qui s'écoule dans les récessus postérieurs de l'articulation. Les métabolites et les toxines sont alors absorbés au niveau des parois veineuses du coussin vasculaire de Zenker et sont ensuite éliminés, lors de la chasse sanguine, au cours du mouvement de fermeture buccale. Un dysfonctionnement de la dynamique articulaire entraînera donc une dégénérescence articulaire.

1.1.7.2. Les vaisseaux lymphatiques

Ils aboutissent au ganglion pré-tragial, aux ganglions intra-parotidiens et aux ganglions de la chaîne jugulo-carotidienne.

1.1.7.3. Les nerfs

La sensibilité de l'articulation temporo-mandibulaire est assurée par :

- le nerf auriculo-temporal pour la partie postérieure de l'articulation,
- par les branches du nerf masséterin pour la partie antérieure, et le nerf temporal profond postérieur pour la partie antéro-externe.

Ces trois nerfs sont issus du nerf mandibulaire (V3), 3^{ème} branche terminale du nerf trijumeau (V). Ce dernier est un nerf crânien mixte, dont le contingent sensitif véhicule tous les modes de la sensibilité de la face et de l'appareil manducateur, et dont le contingent moteur commande la plus grande partie des muscles masticateurs.

1.2. Le système musculaire (28, 29, 52, 90, 101, 122)

Le système musculaire manducateur se compose du muscle ptérygoïdien latéral, qui mérite d'être étudié à part, des muscles élévateurs, des muscles abaisseurs et des muscles cervicaux. Ces muscles, en particulier le ptérygoïdien latéral et les muscles élévateurs, sont des moyens d'union actifs qui permettent de maintenir les surfaces articulaires en contact étroit par leur activité et leur tonicité, à l'état statique et dynamique.

1.2.1. Le muscle ptérygoïdien latéral (fig. 9)

Il est le plus sollicité physiologiquement. Actif au cours de tous les mouvements mandibulaires, il est constamment sollicité dans la stabilisation mandibulaire, les mouvements d'évitement et la bruxomanie. Souvent spasmé et responsable de déplacement discal, il constitue, à ce titre, le muscle des DAM (dysfonctionnements de l'appareil manducateur).

Court et épais, il est tendu de la base du crâne à l'ATM. Il est formé de deux faisceaux distincts et antagonistes, l'un supérieur ou sphéno-ptérygoïdien, l'autre inférieur ou ptérygoïdien (plus volumineux). Ces deux faisceaux sont séparés à l'origine par un interstice cellulaire dans lequel passe l'artère maxillaire interne, puis ils se juxtaposent. Au cours de la cinématique mandibulaire ces deux faisceaux se contractent de façon asynchrone, excepté en cas de dysfonctionnement de l'articulation où ils perdent leur caractère antagoniste pour se contracter simultanément et conjointement.

1.2.1.1. Le faisceau supérieur ou sphéno-ptérygoïdien (122)

Il est horizontal, orienté en arrière et en dehors.

Il naît :

- de la partie horizontale de la face externe de la grande aile du sphénoïde,
- de la crête sphéno-temporale,

- du tiers supérieur de la face externe de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde.

Son insertion terminale est bifide (fig. 10):

- la majorité des fibres musculaires (80%) s'insèrent sur le tiers supérieur de la fossette située à la partie antéro-médiale du col du condyle ;
- une minorité des fibres musculaires (20%) s'insèrent, par l'intermédiaire de la lame tendineuse pré-discale, sur le bord antéro-médian du disque ; et par continuité, sur les tubercules condyliens et la face postérieure du col du condyle grâce aux ailerons discaux et à la lame rétro-discale inférieure (complexe condylo-disco-musculaire décrit par GOLLA).

Il se contracte lors du mouvement de fermeture, du mouvement de rétropulsion, et lors du mouvement de diduction du côté travaillant.

1.2.1.2. Le faisceau inférieur ou ptérygoïdien (122)

Son trajet est légèrement ascendant, orienté en arrière et en dehors.

Il naît :

- des deux tiers inférieurs de la face latérale de l'aile latérale de l'apophyse ptérygoïde,
- de la face latérale de l'apophyse pyramidale du palatin,
- de la partie adjacente à la tubérosité du maxillaire supérieur.

Il s'insère :

- sur les deux tiers inférieurs de la fossette du col du condyle.

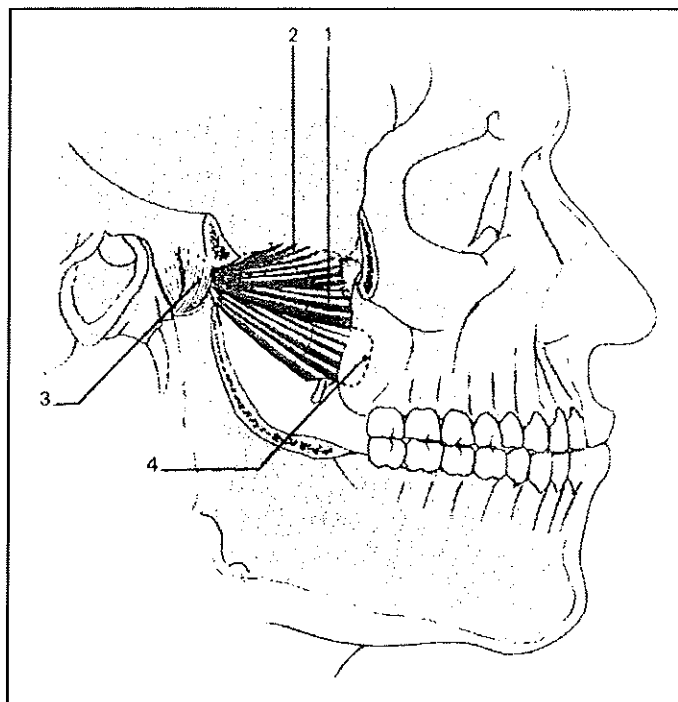
Il se contracte lors du mouvement d'ouverture, du mouvement de propulsion, et lors du mouvement de diduction du côté non travaillant.

1.2.1.3. Vascularisation artérielle

Elle est assurée par l'artère maxillaire interne.

1.2.1.4. Innervation

Les deux faisceaux du muscle ptérygoïdien latéral sont innervés par le nerf du ptérygoïdien latéral qui naît du nerf temporo-buccal.



- 1- processus ptérygoïde
- 2- grande aile du sphénoïde
- 3- articulation temporo-mandibulaire
- 4- tubérosité maxillaire

Figure 9. Le muscle ptérygoïdien latéral.

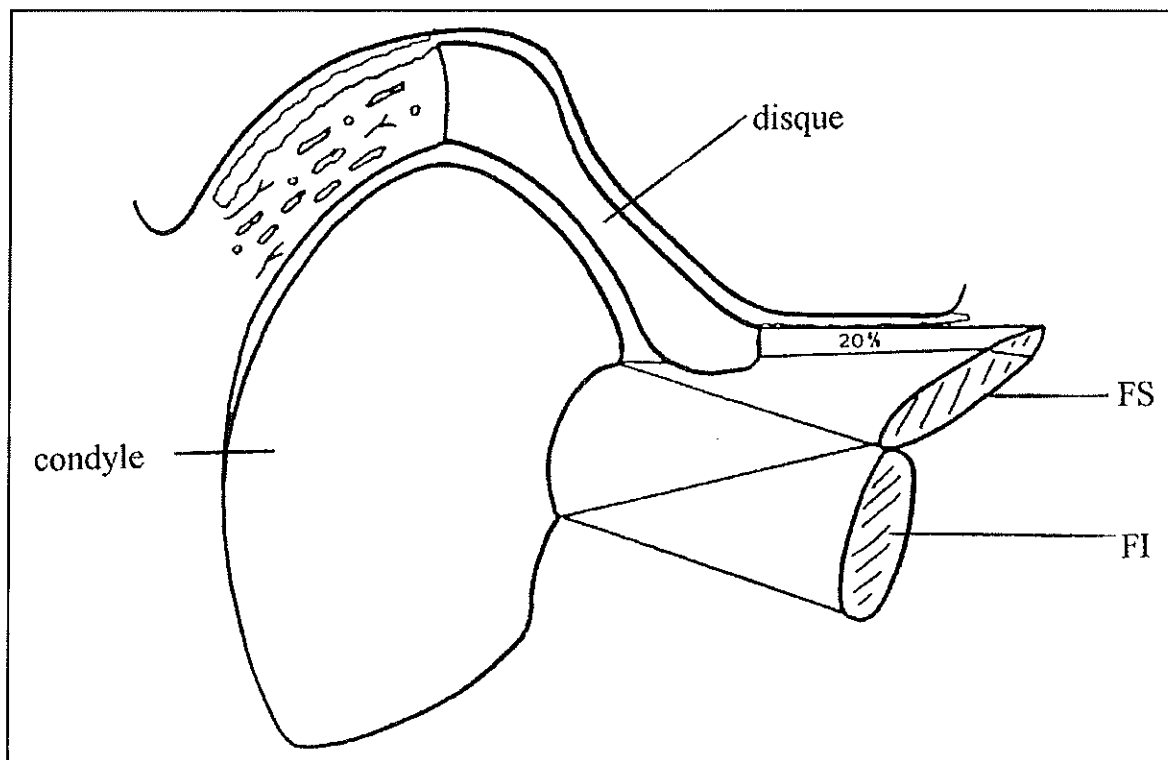


Figure 10. Insertions terminales du muscle ptérygoïdien latéral
FS (faisceau supérieur), FI (faisceau inférieur).

1.2.2. Les muscles élévateurs

Au nombre de trois, ils constituent, avec le muscle ptérygoïdien latéral, les muscles moteurs de la mastication.

1.2.2.1. Le muscle temporal (fig. 11)

Large, aplati, rayonnant en éventail, le temporal s'étend de la fosse temporale, sur la partie latérale du crâne, à l'apophyse coronoïde de la mandibule. Il est composé de trois faisceaux, antérieur, moyen et postérieur.

Il naît :

- de toute l'étendue de la fosse temporale, excepté la gouttière rétro-malaire où le bord antérieur du muscle est séparé de la paroi osseuse par du tissu graisseux,
- de la ligne courbe temporale inférieure et de la crête sphéno-temporale,
- de la moitié ou des deux tiers supérieurs de la face profonde de l'aponévrose temporale.

Le faisceau antérieur

Les fibres du faisceau antérieur ont un trajet vertical. Il est élévateur et propulseur. Il est accessoirement diducteur du côté non travaillant.

Le faisceau moyen

Les fibres du faisceau moyen ont un trajet oblique en bas et en avant. C'est un élévateur pur.

Le faisceau postérieur

Les fibres du faisceau postérieur glissent sur le segment basal de l'apophyse zygomatique, se réfléchissent à l'extrémité antérieure de ce segment et gagnent le bord postérieur du coroné par un trajet quasi horizontal, oblique en bas et en avant. Certaines de ces fibres après s'être réfléchies en avant de l'éminence, se dirigent vers l'arrière pour rejoindre la lame pré-discale.

Il est accessoirement élévateur, mais surtout rétropulseur. Il est diducteur du côté travaillant.

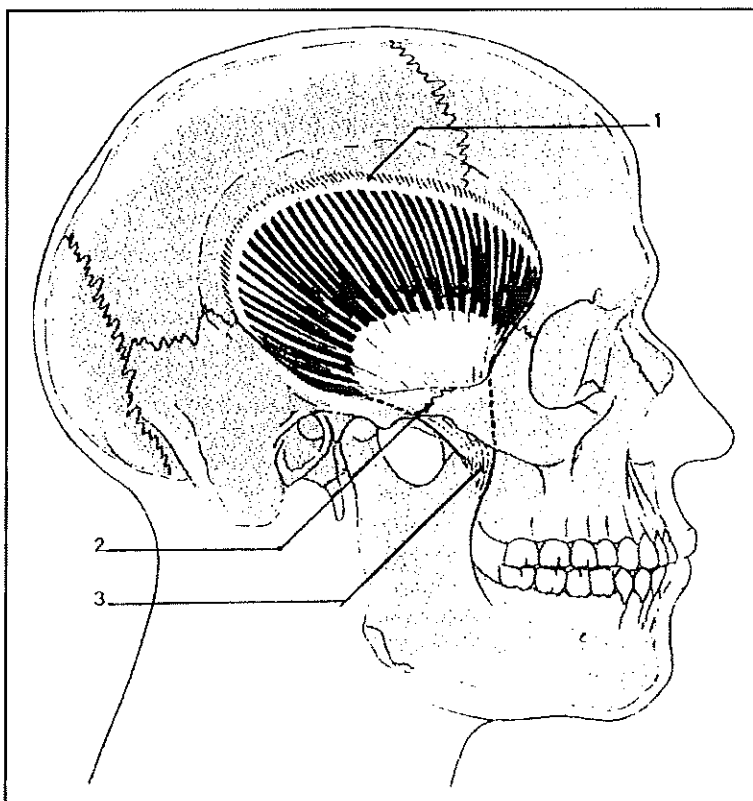
Vascularisation artérielle

Le muscle temporal reçoit trois artères par sa face profonde : les artères temporales profondes postérieure, moyenne et antérieure.

Innervation

Le muscle temporal est innervé par trois nerfs temporaux profonds :

- pour le faisceau antérieur : le nerf temporal profond antérieur, branche de division du nerf temporo-buccal ;
- pour le faisceau moyen : le nerf temporal profond moyen ;
- pour le faisceau postérieur : le nerf temporal profond postérieur, branche de division du nerf temporo-masséterin.



- 1- ligne temporale inférieure
- 2- arcade zygomatique
- 3- processus coronoïde

Figure 11. Le muscle temporal.

1.2.2.2. Le muscle masséter (fig. 12)

C'est un muscle court, épais, rectangulaire, qui est tendu entre l'arcade zygomatique et la face latérale de la mandibule. Il est formé de trois faisceaux d'action différente.

Le faisceau superficiel

Long, il s'insère en haut par une lame aponévrotique sur le bord inférieur de l'arcade zygomatique dans sa partie malaire. Il se dirige selon un trajet oblique en bas et en arrière, pour se terminer sur la partie inférieure de la face latérale de la branche montante et sur le bord inférieur de l'angle de la mandibule. Il est élévateur et propulseur. Il est accessoirement diducteur du côté non travaillant.

Le faisceau moyen

Court et vertical, il s'insère sur toute l'étendue du bord inférieur de l'arcade zygomatique et se termine sur la face latérale de la branche montante de la mandibule, au-dessus de l'insertion du précédent, allant jusqu'au voisinage de l'échancrure sigmoïde. C'est un élévateur pur.

Le faisceau profond

Plus mince que les précédents, il s'insère à la face médiale de l'arcade zygomatique et de la partie attenante de la face profonde de l'aponévrose temporale. Ses fibres se dirigent en bas et en dedans pour se terminer sur la face latérale de l'apophyse coronoïde, au-dessus de l'insertion du faisceau moyen du masséter et immédiatement au-dessous du tendon du temporal. Ce faisceau détache à sa partie postérieure, quelques fibres rétrogrades destinées à la lame pré-discale. Il est accessoirement élévateur et surtout rétropulseur. Il est diducteur du côté travaillant.

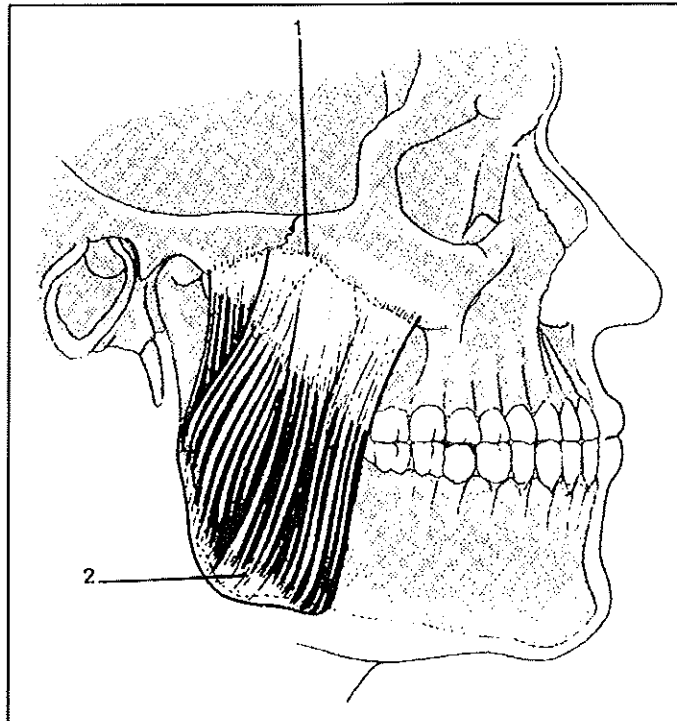
Vascularisation artérielle

Le faisceau superficiel est vascularisé par l'artère masséterine inférieure.

Le faisceau profond est vascularisé par l'artère masséterine supérieure.

Innervation

Le muscle masséter est innervé par le nerf masséterin, branche de division du nerf temporo-masséterin.



- 1- arcade zygomatique
2- angle de la mandibule

Figure 12. Le muscle masséter.

1.2.2.3. Le muscle ptérygoïdien médial (fig. 13)

Epais, quadrilatère, situé en dedans du muscle ptérygoïdien latéral, il est tendu de l'apophyse ptérygoïde à la face médiale de l'angle de la mandibule. Son trajet est orienté de façon oblique en bas, en dehors et en arrière.

Il naît :

- de la face interne de l'aile externe de l'apophyse ptérygoïde,
- de la partie antérieure de l'aile interne,
- du fond de la fosse ptérygoïde, excepté la fossette scaphoïde, et de la face postérieure de l'apophyse pyramidale du palatin.

Il s'insère :

- sur la face médiale de l'angle de la mandibule où il forme une véritable sangle musculaire avec le masséter, et sur la branche montante attenante.

Il est élévateur lorsqu'il se contracte de façon bilatérale. Il participe accessoirement au mouvement de diduction par contraction unilatérale du côté non travaillant.

Vascularisation artérielle

Elle est assurée par l'artère maxillaire interne.

Innervation

Elle se fait par le nerf du ptérygoïdien interne.

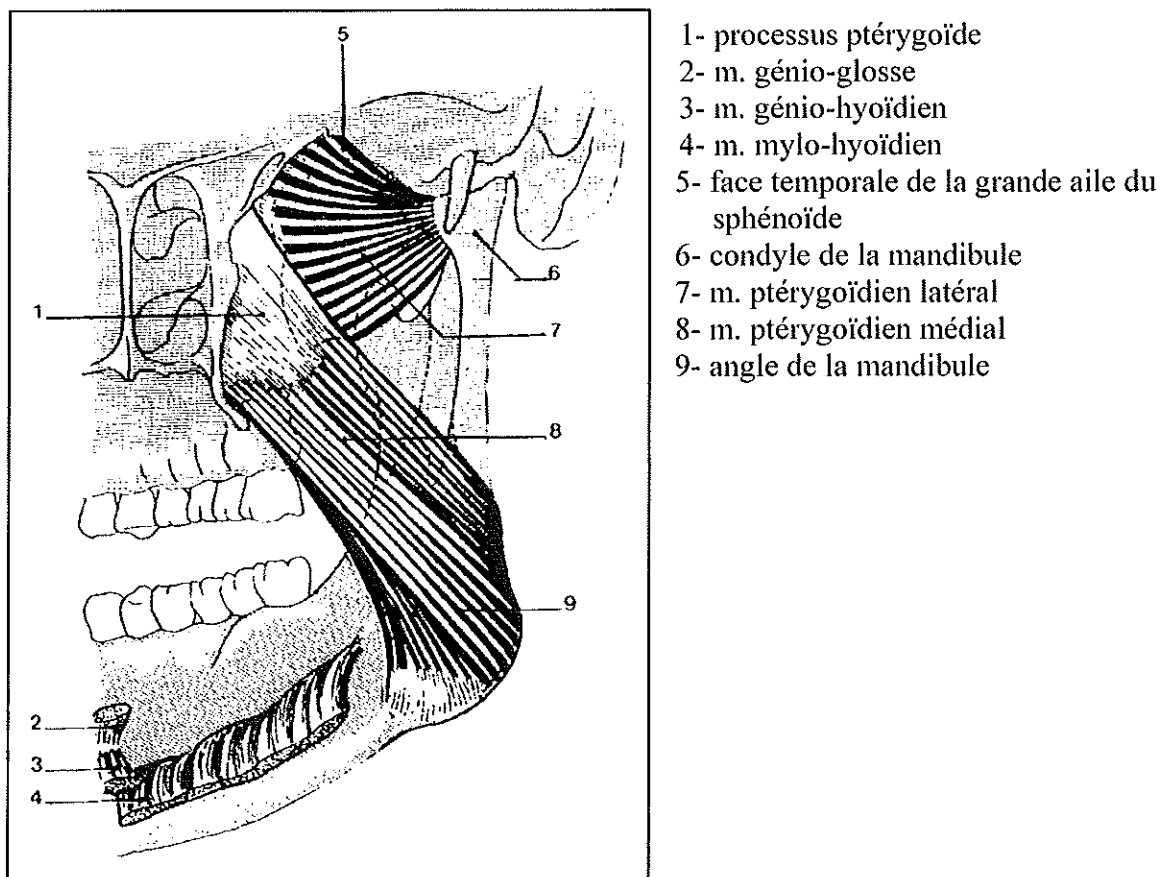


Figure 13. Les muscles ptérygoïdiens (vue interne).

1.2.3. Les muscles abaisseurs

Situés à distance de l'ATM, ils ont tous une insertion sur l'os hyoïde et participent à la cinématique mandibulaire : ils stabilisent l'os hyoïde et permettent ainsi l'action des muscles abaisseurs. On distingue deux catégories : les muscles sus-hyoïdiens et les muscles sous-hyoïdiens.

1.2.3.1. Les muscles sus-hyoïdiens, abaisseurs directs

1.2.3.1.1. Le muscle génio-hyoïdien

Il est court, épais, juxta-médian. Il s'étend de la partie médiane de la mandibule à l'os hyoïde.

Il est innervé par le nerf du génio-hyoïdien, branche collatérale de l'hypoglosse (XII).

Il abaisse la mandibule quand l'os hyoïde est fixé et élève l'os hyoïde quand le point fixe est mandibulaire.

1.2.3.1.2. Le muscle mylo-hyoïdien (fig. 14)

Il est aplati, large, tendu transversalement de la face médiale de la branche horizontale de la mandibule à l'os hyoïde et au raphé médian.

Il est innervé par le nerf du mylo-hyoïdien, branche du nerf mandibulaire (V-3).

Il abaisse la mandibule quand le point fixe est hyoïdien et élève l'os hyoïde quand le point fixe est mandibulaire.

1.2.3.1.3. Le muscle digastrique (74)

Il est situé à la partie supérieure et latérale du cou, formé de deux ventres antérieur et postérieur, réunis par un tendon intermédiaire. Il s'étend de la mastoïde à la mandibule en s'inscrivant au-dessus de l'os hyoïde (fig. 15).

Le ventre postérieur

Il prend son origine au niveau de la rainure digastrique qui se trouve située à la face médiale de l'apophyse mastoïde et se termine sur le tendon intermédiaire.

Il est innervé par un rameau collatéral du nerf facial (VII) (rameau du stylo-hyoïdien et du ventre postérieur du digastrique ; le rameau du digastrique est parfois anastomosé avec le glosso-pharyngien (IX)).

Il est élévateur de l'os hyoïde et rétropulseur de la mandibule.

Le tendon intermédiaire

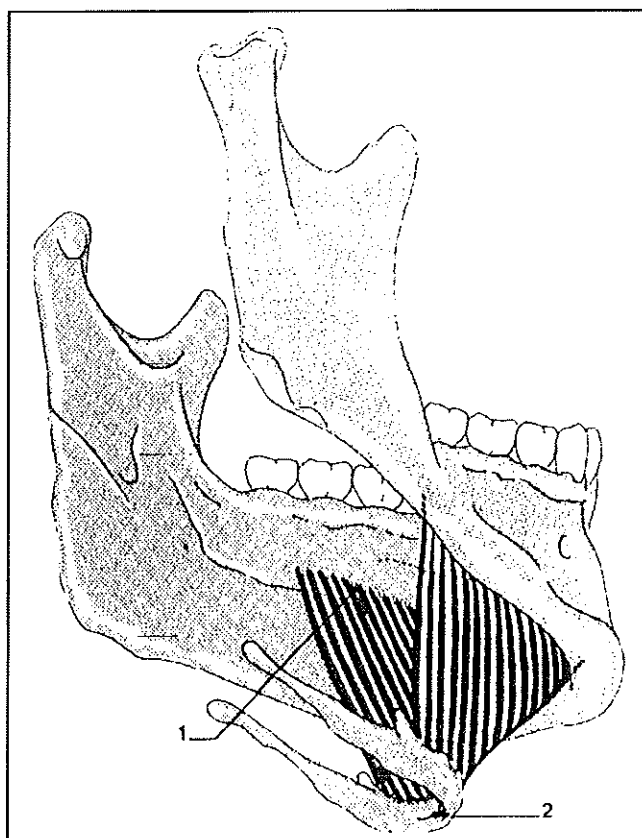
Il est situé au-dessus de l'os hyoïde et fait relais entre le ventre postérieur et le ventre antérieur du muscle digastrique. Ce tendon intermédiaire présente des expansions aponévrotiques. Une expansion antérieure est constituée de fibres qui recouvrent la partie inférieure du mylo-hyoïdien se dirigeant obliquement en dedans et en avant, quelques-unes se confondent avec celles du côté opposé, la plupart forment l'aponévrose inter-digastrique. D'autre part il existe une expansion hyoïdienne, le tendon intermédiaire envoyant des fibres qui se terminent sur le bord supérieur de la grande corne de l'os hyoïde et sur la base de la petite corne. Enfin, le feuillet profond de l'aponévrose cervicale superficielle passe en pont au-dessus du tendon intermédiaire du digastrique pour se fixer sur la grande corne de l'os hyoïde ; ce feuillet adhère intimement à l'expansion hyoïdienne et l'ensemble constitue la poulie de réflexion où glisse le tendon intermédiaire.

Le ventre antérieur

Issu du tendon intermédiaire, il se dirige obliquement en haut et en avant, formant avec le ventre postérieur un angle obtus, et se termine dans la fossette digastrique de la mandibule (dépression ovalaire située de chaque côté de la symphyse mentonnière, à la partie basse de la face médiale du corps de la mandibule).

Il est innervé par le nerf du mylo-hyoïdien, branche du nerf mandibulaire (V-3).

Le ventre antérieur est le principal abaisseur de la mandibule : il tracte la mandibule en bas et en arrière en prenant l'os hyoïde comme point fixe lorsque celui-ci est amarré par les muscles sous-hyoïdiens. Il élève l'os hyoïde dans le cas contraire.



- 1- ligne mylo-hyoïdienne
- 2- os hyoïde

Figure 14. Le muscle mylo-hyoïdien (vue inféro-latérale).

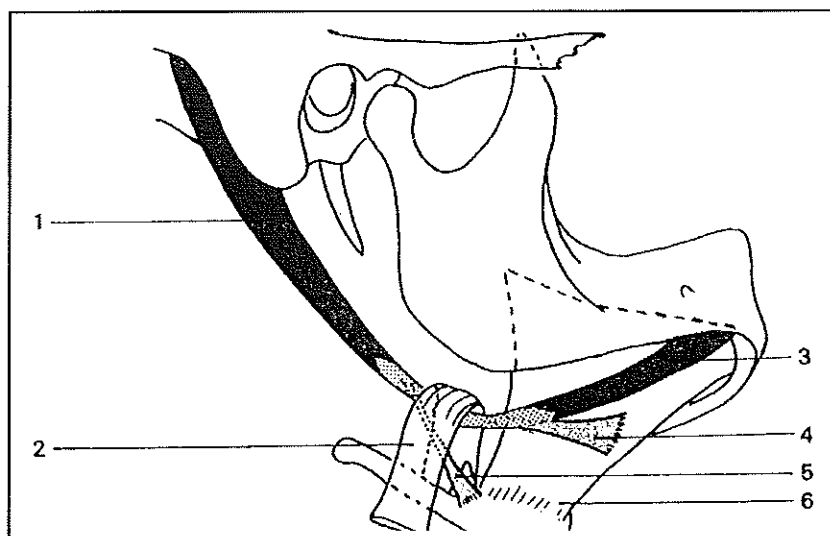


Figure 15. Le muscle digastrique et ses expansions (74).

- 1- ventre postérieur
- 2- poulie de réflexion (aponévrose cervicale superficielle)
- 3- ventre antérieur
- 4- expansion aponévrotique
- 5- expansion hyoïdienne
- 6- muscle mylo-hyoïdien

1.2.3.1.4. Le muscle stylo-hyoïdien (fig. 16)

Il est mince et grêle. Il est situé en avant et en dedans du ventre postérieur du muscle digastrique et descend obliquement de l'apophyse styloïde à l'os hyoïde.

Il est innervé par le nerf commun du digastrique et du stylo-hyoïdien par une collatérale du nerf facial.

Il est élévateur de l'os hyoïde et rétropulseur de la mandibule.

1.2.3.2. Les muscles sous-hyoïdiens, abaisseurs indirects (fig.16)

1.2.3.2.1. Le muscle sterno-thyroïdien

Il est long et aplati. Il s'étend en avant du larynx et du corps thyroïde, depuis le sternum jusqu'au cartilage thyroïde.

Il est innervé par des rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante de l'hypoglosse (XII) et la branche descendante du plexus cervical profond.

Il abaisse le larynx et fixe l'insertion du thyro-hyoïdien. En stabilisant l'os hyoïde, ce dernier permet l'action des muscles sus-hyoïdiens et contribue ainsi à l'abaissement de la mandibule.

1.2.3.2.2. Le muscle thyro-hyoïdien

Il est aplati et mince. Il est tendu du cartilage thyroïde à l'os hyoïde, continuant le trajet du sterno-thyroïdien.

Il est innervé par le nerf thyro-hyoïdien, branche de l'hypoglosse.

Il abaisse l'os hyoïde et secondairement la mandibule. Il est respirateur accessoire et élévateur du larynx quand l'os hyoïde et la mandibule sont fixés.

1.2.3.2.3. Le muscle sterno-cléido-hyoïdien

Il est mince et rubanné. Il s'étend en avant du sterno-thyroïdien et du thyro-hyoïdien.

Il est innervé par des rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante de l'hypoglosse et la branche descendante du plexus cervical profond. Il abaisse directement l'os hyoïde et secondairement la mandibule.

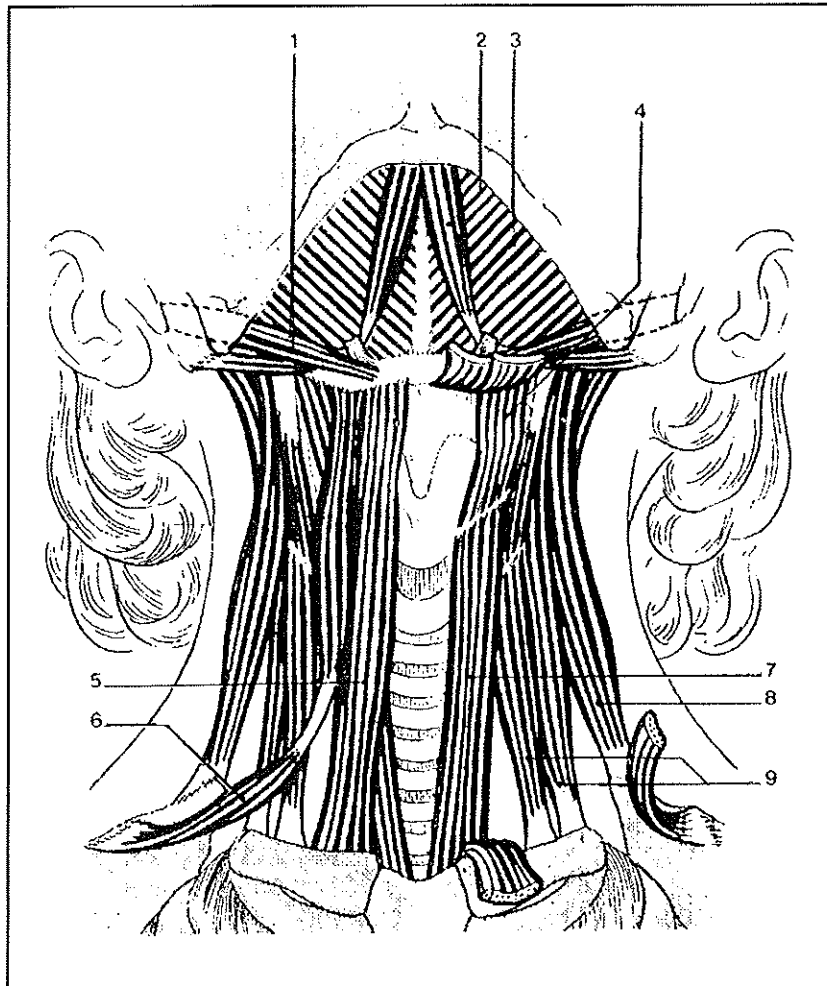


Figure 16. Muscles du cou (vue antérieure).

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1- m. stylo-hyoïdien | 6- m. omo-hyoïdien |
| 2- m. digastrique | 7- m. sterno-thyroïdien |
| 3- m. mylo-hyoïdien | 8- m. élévateur de la scapula |
| 4- m. thyro-hyoïdien | 9- mm. scalènes antérieur et moyen |
| 5- m. sterno-cléido-hyoïdien | |

1.2.3.2.4. Le muscle omo-hyoïdien (fig. 17)

Muscle digastrique, il est tendu obliquement à la face latérale du cou, de l'omoplate à l'os hyoïde.

Il est innervé par des rameaux issus de l'anse anastomotique entre la branche descendante de l'hypoglosse et la branche descendante du plexus cervical profond.

Il abaisse directement l'os hyoïde et secondairement la mandibule.

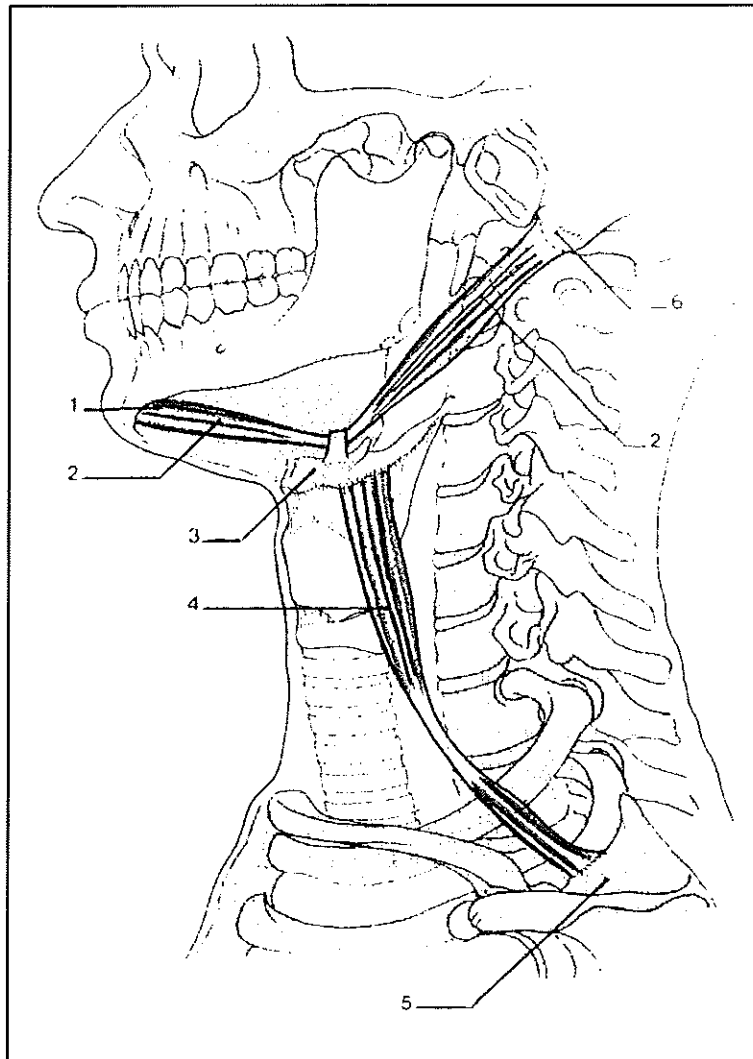


Figure 17. Les muscles digastrique et omo-hyoïdien (vue latérale).

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1- mandibule | 4- m. omo-hyoïdien |
| 2- m. digastrique | 5- scapula |
| 3- os hyoïde | 6- processus mastoïde |

1.2.4. Les muscles cervicaux (fig. 18)

Les muscles cervicaux, et plus particulièrement les muscles de la nuque, participent à l'équilibre postural de la tête. Les muscles extenseurs sont plus forts que les muscles fléchisseurs afin de compenser le centre de gravité de la tête qui passe en avant du rachis par les condyles occipitaux. Ces muscles sont toujours en contraction pour maintenir la rectitude de la tête et permettre les mouvements de la mandibule. En effet, les muscles cervicaux, en stabilisant la tête, accroissent l'efficacité des mouvements mandibulaires. La position de la mandibule et des contacts occlusaux varie également suivant la position de la tête. Ces muscles cervicaux se repartissent en muscles cervicaux superficiels et profonds.

1.2.4.1. Les muscles cervicaux superficiels

On retrouve :

- antérieurement : les muscles sus et sous-hyoïdiens,
- latéralement : le muscle peaucier, le sterno-cléido-mastoïdien,
- postérieurement : le trapèze.

1.2.4.1.1. Le muscle sterno-cléido-mastoïdien

Il est quadrilatère, épais, situé dans la région antéro-latérale du cou. Il est tendu obliquement entre, en bas le sternum et la clavicule et en haut l'apophyse mastoïde, et comprend trois chefs principaux, disposés en deux couches :

La couche superficielle

Elle est formée en avant par le chef sternal, en arrière, par le chef cléido-occipital :

- le chef sternal (ou sterno-mastoïdo-occipital) prend naissance, par un fort tendon, sur la face antérieure du manubrium sternal, au-dessous et en dedans de l'interligne sterno-claviculaire. Il passe en avant de l'articulation sterno-claviculaire, s'amincissant et se dirigeant vers le haut et l'arrière. Il se termine par un tendon sur le bord antérieur de la face latérale de la mastoïde et par une mince lame tendineuse sur le bord antérieur de la partie latérale de la ligne courbe occipitale supérieure ;

- le chef cléido-occipital prend naissance sur la face supérieure du tiers médial de la clavicule. Il a un trajet superficiel, oblique en haut et en arrière. Il se termine par une lame tendineuse, aux deux tiers externes de la ligne courbe occipitale supérieure, en arrière de l'origine du chef sternal.

La couche profonde

Elle est constituée par le chef cléido-mastoïdien qui prend naissance en arrière du chef cléido-occipital, sur la face supérieure de la clavicule. Son trajet, vertical et profond, se situe sous les chefs cléido-occipital en bas et sternal en haut. Il se termine sur le bord antérieur et sur la face latérale de la mastoïde.

Vascularisation artérielle

Le muscle sterno-cléido-mastoïdien est vascularisé par une branche de l'artère occipitale en haut, par une branche de l'artère thyroïdienne supérieure au milieu, par une branche de l'artère scapulaire supérieure en bas.

Innervation

Elle est assurée par la branche externe du nerf spinal (XI).

1.2.4.1.2. Le muscle trapèze

Large, aplati, mince, triangulaire, le trapèze est le plus superficiel des muscles de la région postérieure du cou et s'étend de la colonne cervico-dorsale à l'épaule. Il comprend trois groupes de fibres (supérieures, moyennes et inférieures) qui convergent de la ligne médiane vers l'épaule.

Les fibres superficielles

Elles ont pour origine le tiers interne de la ligne courbe occipitale supérieure et la protubérance occipitale latérale, toute la hauteur du ligament cervical postérieur, l'apophyse épineuse de C7.

Elles sont obliques en bas et en dehors et se terminent sur le tiers latéral du bord externe de la clavicule et sur sa face supérieure.

Les fibres moyennes et inférieures

Elles ont pour origine les apophyses épineuses des dix premières dorsales et les ligaments inter-épineux correspondants.

Les fibres moyennes sont transverses, les fibres inférieures sont obliques en haut et en dehors, elles se terminent toutes sur l'acromion et sur l'épine de l'omoplate.

Vascularisation artérielle

Le trapèze est vascularisé par des branches issues de l'artère cervicale transverse et de l'artère scapulaire postérieure.

Innervation

Elle est assurée par la branche externe du nerf spinal (XI).

1.2.4.2. Les muscles cervicaux profonds

On retrouve

- antérieurement : les prévertébraux (grand et petit droits antérieurs de la tête, long du cou),
- latéralement : droit latéral de la tête, angulaire de l'omoplate, scalènes.
- postérieurement : muscles de la nuque (splénius, grand et petit complexe, transversaire du cou et muscles profonds de la nuque).

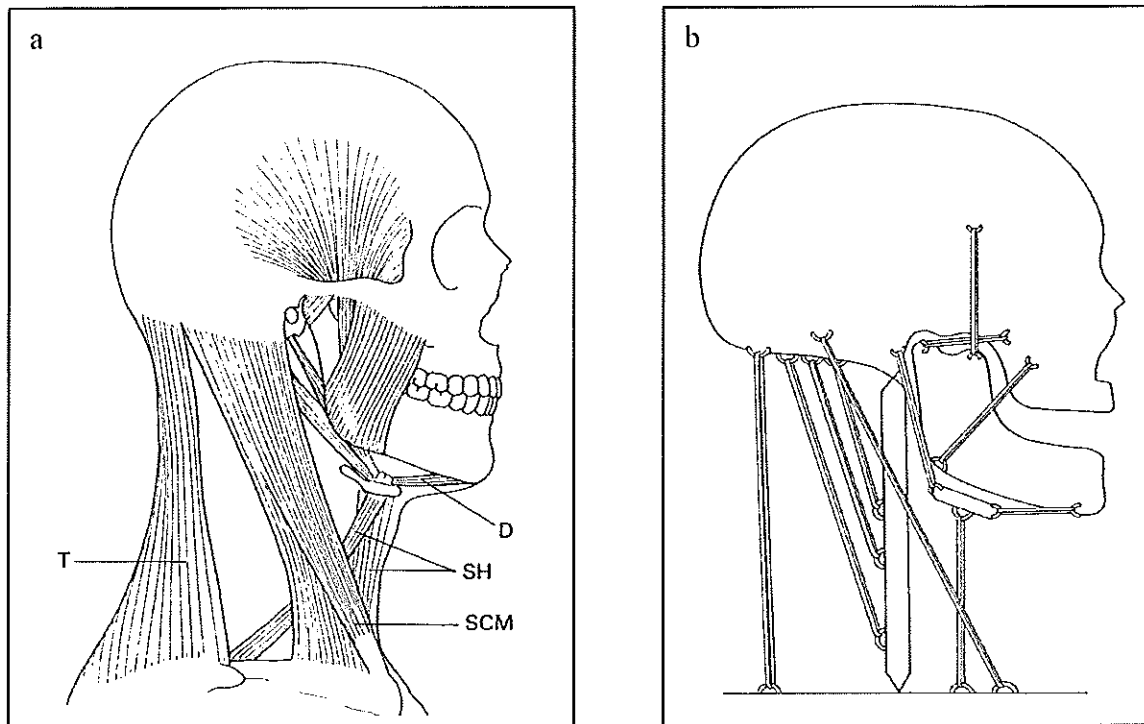


Figure 18. a) les muscles abaisseurs de la mandibule et les muscles cervicaux.
D (digastrique), SH (sous-hyoïdiens), SCM (sterno-cléido-mastoïdien)
T (trapèze).
b) équilibre musculaire crânio-cervical.

1.3. Physiologie

L'appareil manducateur présente une polyvalence fonctionnelle. Il participe aux mouvements liés à la mastication, la respiration, la déglutition, la phonation, la succion, la mimique et contribue également au contrôle de la posture. L'ATM est donc mobilisée de manière quasi permanente. Elle s'adapte à la fonction grâce au disque articulaire qui répond à l'absence de congruence des pièces osseuses, à l'état statique et dynamique, et grâce au liquide synovial qui assure la lubrification de l'articulation. Le disque joue ainsi un rôle protecteur de l'articulation face aux contraintes mécaniques engendrées par l'activité musculaire (17). Pour la coordination et la régulation de la cinématique mandibulaire, chaque muscle devient tour à tour agoniste du mouvement (activateur) et antagoniste du mouvement (régulateur). Un système neuro-sensoriel coordonne les mouvements fonctionnels mandibulaires.

1.3.1. La cinématique mandibulaire

L'ATM présente deux mouvements élémentaires :

- la rotation (articulation ginglymoïde) dans le compartiment inférieur ;
- la translation (articulation de type arthrodial) dans le compartiment supérieur.

Ces deux mouvements peuvent se réaliser dans les deux compartiments de façon synchrone ou asynchrone. Ils peuvent également s'associer entre eux pour réaliser les trois types de mouvements classiquement décrits :

- l'abaissement-élévation, qui provoquent l'ouverture et la fermeture buccale ;
- la propulsion et la rétropulsion, qui entraînent l'avancée et le recul de la mandibule ;
- la diduction, qui génère la latéralisation du menton.

La description de ces différents mouvements ne peut se faire qu'à partir d'une position de référence.

REMARQUE 1 : les mouvements réalisés dans une articulation peuvent être synergiques (ouverture, propulsion) ou, au contraire antagonistes (diduction) des mouvements de l'articulation controlatérale.

REMARQUE 2 : la mastication nécessite la combinaison de ces trois sortes de mouvements, et la circumduction, ainsi réalisée permet le broiement et la trituration des aliments.

1.3.1.1. Position de référence

La position de référence choisie pour étudier les différents mouvements de la cinématique mandibulaire est l'occlusion en intercuspitation maximale (OIM), qui représente le point de départ et d'arrivée du cycle masticateur (1). Elle est caractérisée par la multiplicité des contacts occlusaux simultanés, assurant la répartition des efforts sur l'ensemble de la denture et permettant une position mandibulaire précise et répétitive.

En OIM et dans le plan sagittal, le condyle mandibulaire n'occupe pas une position centrée au sein de la cavité glénoïde, mais plutôt une position contre le versant postérieur de l'éminence temporale du fait d'un léger déplacement antérieur (antéposition physiologique) (49). Le bourrelet postérieur du disque répond au vertex du condyle mandibulaire et au fond de la cavité glénoïde. La zone intermédiaire s'interpose entre le versant antérieur du condyle

mandibulaire et le versant postérieur du condyle temporal. Le bourrelet antérieur se situe, quant à lui, légèrement en arrière du sommet du condyle temporal (52).

Dans cette position, on enregistre une activité électro-myographique des muscles éleveurs et du chef supérieur du muscle ptérygoïdien latéral (122). Il s'agit d'une contraction isométrique qui participe à la stabilité du complexe condylo-discal.

1.3.1.2. Le mouvement d'ouverture (fig. 19)

Il correspond à l'abaissement de la mandibule et comprend deux phases :

1^{ère} phase (jusqu'à 20 mm d'ouverture environ)

Au début du mouvement, les condyles effectuent essentiellement, dans le compartiment inférieur, une rotation pure sous la face inférieure du disque, au sein de la cavité glénoïde. Cette rotation se fait autour d'un axe charnière, reliant les tubercules médiaux des condyles mandibulaires (hinge axis) (32). Le sommet condylien avance de 5 à 6 mm pour aller se placer au niveau de la zone intermédiaire du disque (122). Cette rotation est induite par la mise en action des muscles abaisseurs de la mandibule (ventre antérieur du digastrique, mylo-hyoïdien, génio-hyoïdien).

A la fin de cette 1^{ère} phase, le faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral commence à se contracter. Le disque est oblique en bas et en avant, la lame élastique rétro-discale supérieure est relâchée. Le faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral et l'appareil tenseur du disque restent relâchés durant tout le mouvement d'ouverture (fig. 20).

2^{ème} phase (de 20 à plus de 40 mm d'ouverture)

La mise en tension du ligament latéral provoque l'arrêt de l'abaissement de la mandibule par rotation pure (fig. 21) (32). Le mouvement d'ouverture va se poursuivre par un mouvement associant une rotation du condyle au sein du compartiment inférieur, dont l'axe de rotation se déplace vers l'épine de Spix, et, d'une translation du complexe condylo-discal au sein du compartiment supérieur (3). Cette translation est due à la contraction du faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral, qui va entraîner le condyle vers l'avant et le bas, le long du versant postérieur du condyle temporal. Dans un premier temps, le disque accompagne passivement le condyle mandibulaire ; le récessus antérieur se réduit en même

temps que se tend la lame élastique rétro-discale supérieure ; en fin d'ouverture cette dernière est tendue à son maximum provoquant l'arrêt du mouvement discal. Le condyle continue, quant à lui, de glisser sous la face inférieure du disque jusqu'à atteindre sa position terminale où son sommet est en relation avec le bourrelet antérieur du disque, lui même situé à l'aplomb ou légèrement en avant du vertex du condyle temporal (89). Le disque, oblique en bas et en avant au début du mouvement d'ouverture, prend une position opposée, oblique en bas et en arrière en contact avec le versant postérieur du condyle mandibulaire, en ouverture buccale maximale.

La fin du mouvement d'ouverture se fait par la mise en tension des ligaments capsulaires, extra-articulaires et des muscles élévateurs. On remarque que le condyle aura parcouru une distance d'environ 15 mm, alors que le disque ne s'est déplacé que de 7 à 8 mm (122).

1.3.1.3. Le mouvement de fermeture (fig. 19)

Il correspond à l'élévation de la mandibule. Ce mouvement s'accomplit suivant un mécanisme symétrique et inverse de celui du mouvement d'ouverture. La fermeture buccale se déroule en deux phases successives :

- la première phase est due au relâchement du faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral et à la contraction des muscles élévateurs : du faisceau antérieur et moyen du muscle temporal, du faisceau superficiel et moyen du muscle masséter, et du muscle ptérygoïdien médian ;
- la deuxième phase intervient avec la contraction des muscles rétropulseurs : les fibres postérieures du muscle temporal, les fibres profondes du masséter.

L'arrêt du mouvement s'obtient par le retour à la position d'intercuspidation maximale. Le mouvement de fermeture est régulé par l'action du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral et par le ventre postérieur du muscle digastrique.

Le condyle mandibulaire remonte le long du versant postérieur du condyle temporal, accompagné du disque articulaire. Entre la position de repos physiologique et la position d'OIM, le faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral se contracte et freine le recul du condyle d'une part, et s'oppose, d'autre part, à l'activité des fibres élastiques de la lame supérieure qui tend à ramener le disque en arrière (32). Il assure ainsi la coaptation du disque et du condyle mandibulaire, et permet au disque de retrouver sa position physiologique en OIM en ramenant le bourrelet postérieur sur le sommet du condyle (89). Il joue ainsi un rôle protecteur de l'articulation en contrôlant le recul, l'ascension, et le positionnement du

complexe condylo-discal au sein de la cavité glénoïde (fig. 22). Lors du mouvement de fermeture, le faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral agit en synergie avec les autres muscles de l'appareil tenseur du disque (faisceau postérieur du temporal et faisceau profond du masséter).

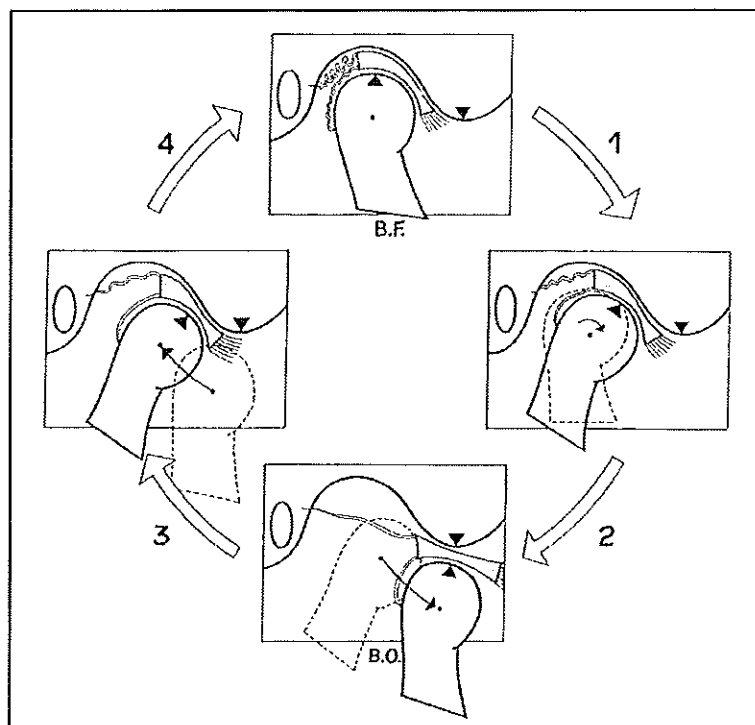
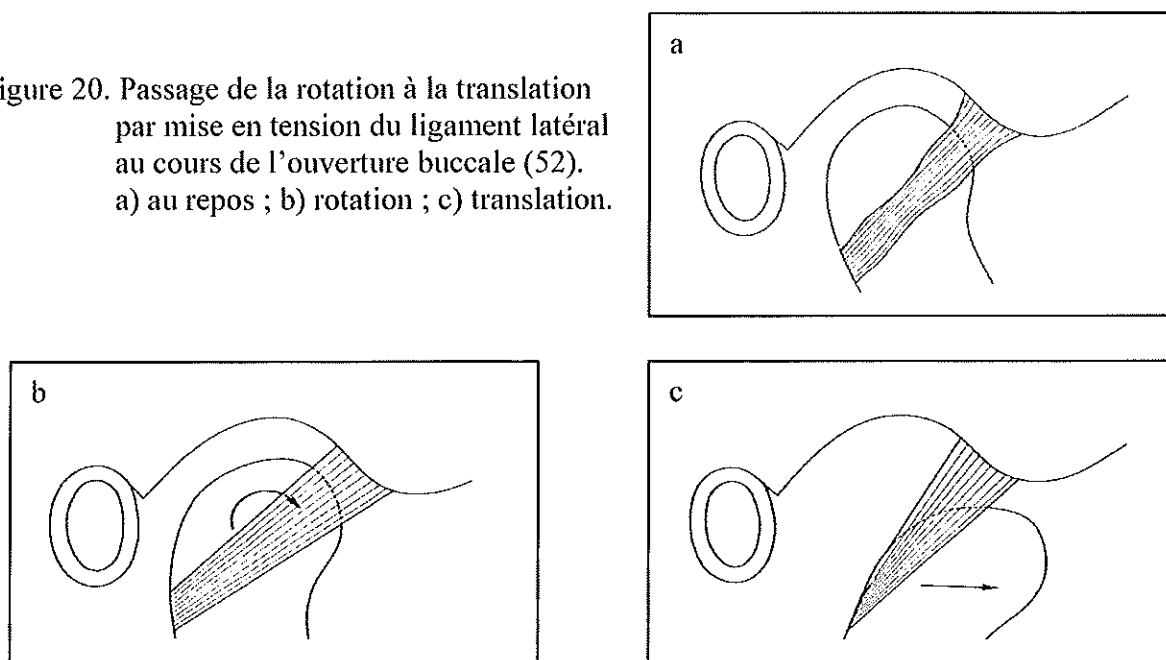


Figure 19. Mouvement d'ouverture et de fermeture d'une ATM normale (103).

Figure 20. Passage de la rotation à la translation par mise en tension du ligament latéral au cours de l'ouverture buccale (52).
a) au repos ; b) rotation ; c) translation.



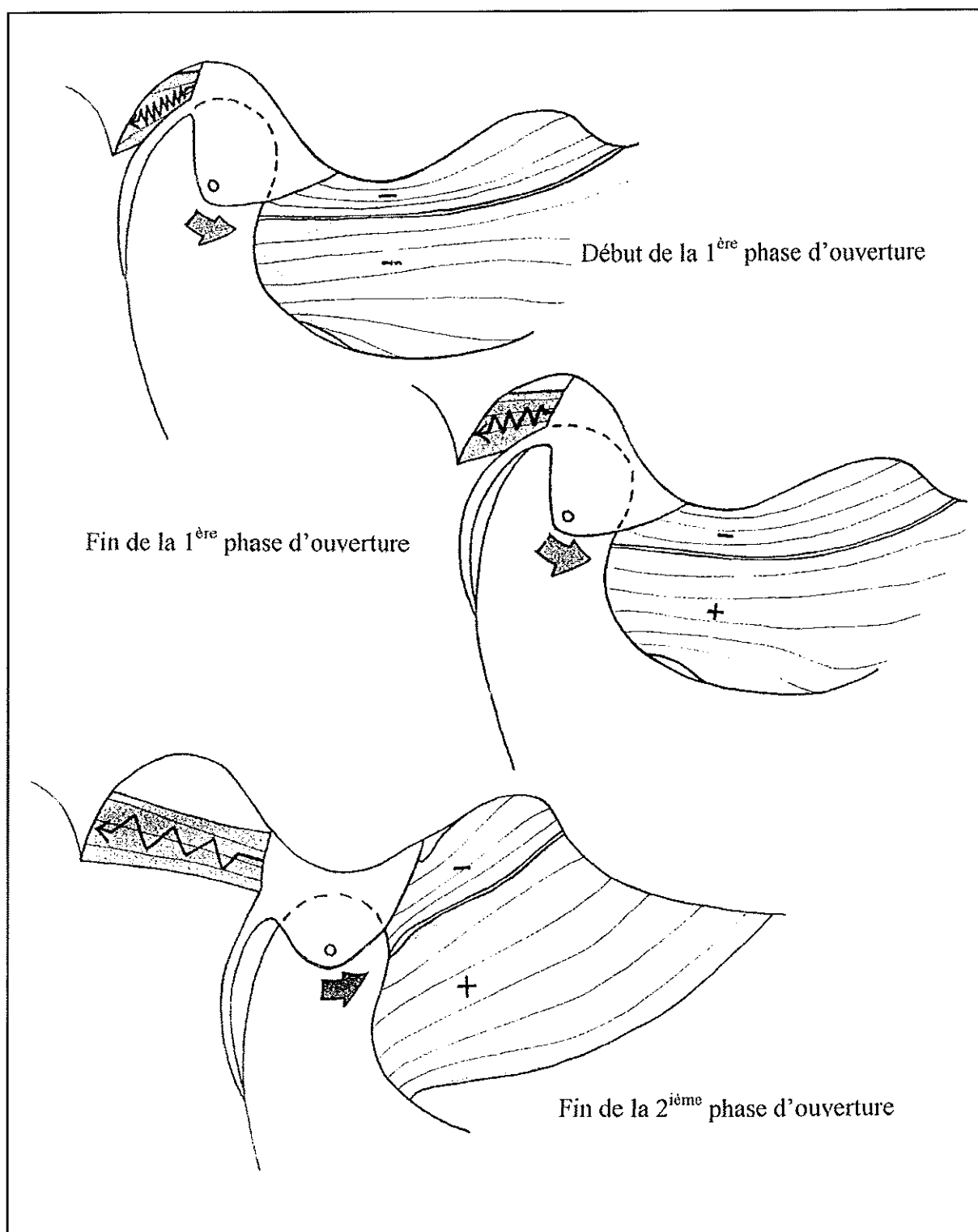


Figure 21. Action du muscle ptérygoïdien latéral au cours du mouvement d'ouverture (32).

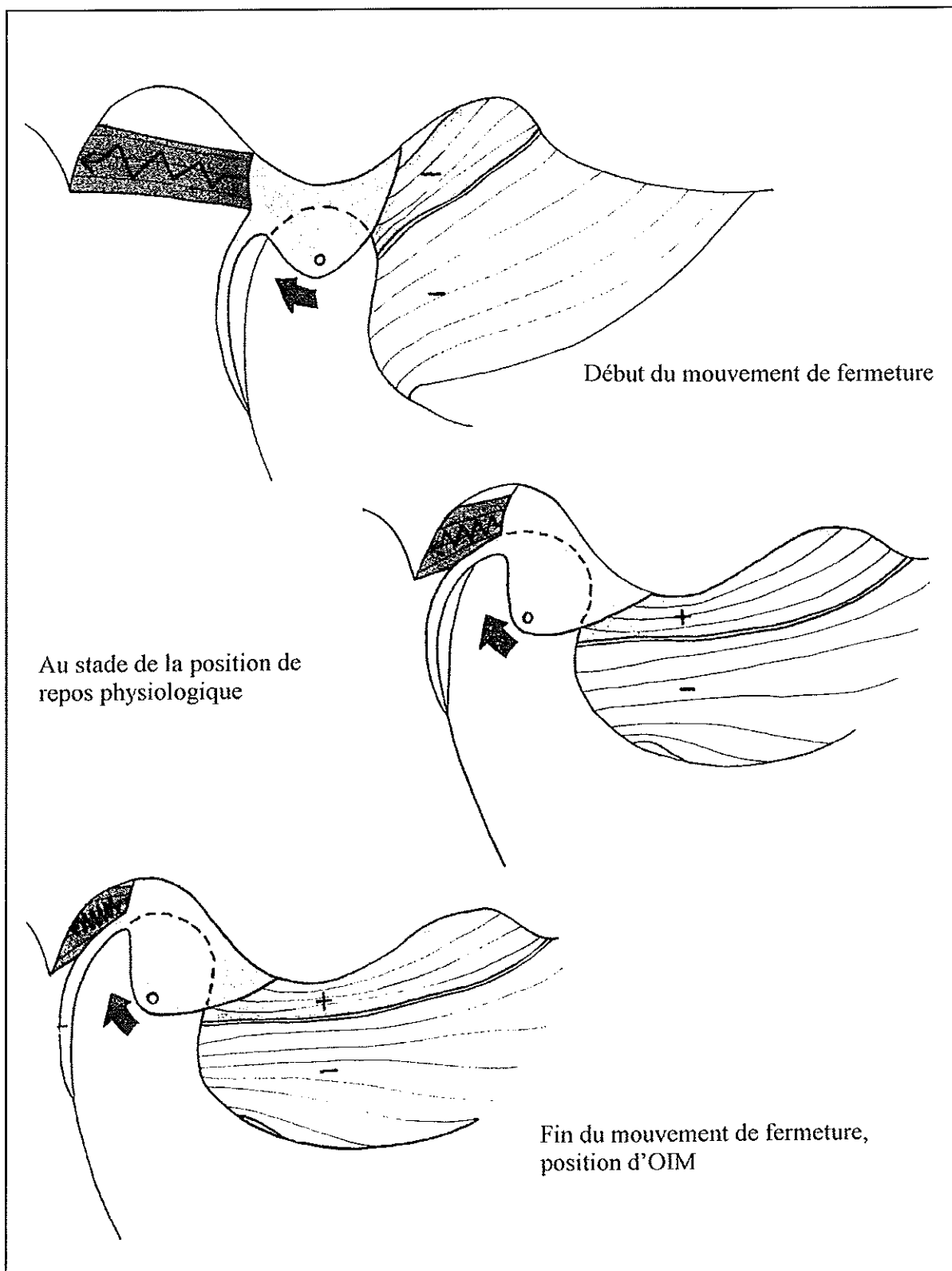


Figure 22. Action du muscle ptérygoïdien latéral au cours du mouvement de fermeture (32).

1.3.1.4. La propulsion

Ce mouvement correspond au proglissement mandibulaire, dont l'amplitude varie de 10 à 15 mm, entre la position d'OIM et la position de protrusion maximale. Il se produit principalement par une contraction symétrique des faisceaux inférieurs des muscles ptérygoïdiens latéraux, des faisceaux superficiels des masséters et accessoirement des faisceaux antérieurs des muscles temporaux. Le complexe condylo-discal glisse sous le plan temporal sans atteindre la position de l'ouverture buccale maximale, étant rapidement limité par la tension des ligaments capsulaires, la lame élastique rétro-discale supérieure et par les muscles antagonistes.

1.3.1.5. La rétropulsion

En partant de la position de propulsion maximale, il s'agit du mouvement inverse de la propulsion. En partant de la position d'OIM, le mouvement alors appelé rétrusion est très limité, son amplitude ne dépasse pas 1 à 2 mm, car les condyles sont très rapidement arrêtés par les tissus rétro-discaux et la contraction de l'appareil tenseur du disque. Le mouvement de rétropulsion sollicite la contraction combinée et simultanée des fibres horizontales postérieures du temporal, des muscles abaisseurs, du ventre postérieur du digastrique, ainsi, que du faisceau profond du masséter selon Ackermann.

1.3.1.6. La diduction

Il s'agit de mouvements restreints de latéralité, du fait que les deux articulations droite et gauche se font obstacle, qui éloignent la mandibule du plan sagittal médian.

Au niveau musculaire, ces mouvements complexes se traduisent par la contraction du faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral (accessoirement, du muscle ptérygoïdien médian, du muscle masséter superficiel et du faisceau antérieur du muscle temporal) du côté opposé au mouvement ; par la contraction des fibres postérieures horizontales du muscle temporal, du ventre postérieur du muscle digastrique, des fibres profondes du muscle masséter, du côté du déplacement. Le mouvement de diduction est rapidement limité par la tension ligamentaire et musculaire. Le faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral régule le mouvement du côté travaillant.

Au niveau articulaire, le condyle situé du côté opposé au déplacement (côté non travaillant), appelé condyle orbitant, se déplace en bas, en avant, et en dedans, décrivant (par rapport au plan sagittal médian et dans un plan horizontal) l'angle de Bennett. Le condyle situé du côté du déplacement (côté travaillant), appelé condyle pivotant, tourne sur lui-même autour d'un axe passant par le tubercule médial. Cette rotation se fait par le biais d'un léger mouvement condylien latéral (perpendiculaire au plan sagittal médian et dirigé du côté homolatéral), appelé mouvement de Bennett, qui permet à la tête condylienne de sortir de la cavité glénoïde. En effet, de part sa forme allongée, la tête condylienne ne peut effectuer une rotation sur elle-même au sein de la cavité glénoïde.

1.3.2. Neuro-physiologie

L'articulation est riche en éléments propriocepteurs situés principalement au niveau des tissus rétro-discaux (notamment dans la région postéro-latérale), mais aussi au niveau de la lame pré-discale et de la capsule articulaire. Ce complexe proprioceptif de l'appareil discal participe à la régulation neuro-motrice crânio-mandibulaire en informant en permanence le système nerveux central des contraintes imposées à l'ATM (étirement, pression). L'articulation contient aussi des terminaisons libres qui sont essentiellement des nocicepteurs. Ce système neuro-sensoriel va donc jouer un rôle dans le maintien de la posture mandibulaire et dans la régulation de la dynamique de l'appareil manducateur, en exerçant une influence sur les motoneurones qui commandent l'activité musculaire de cet appareil.

1.3.2.1. Les propriocepteurs

Ils transmettent des informations sur la position de l'ATM, sur l'état de tension et la vitesse de déplacement de l'appareil disco-ligamentaire lors des mouvements de l'appareil manducateur.

1.3.2.1.1. Les fuseaux neuro-musculaires

Sensibles à l'étirement musculaire, ils sont localisés dans la partie charnue du muscle et disposés parallèlement aux fibres musculaires. Ces fibres musculaires, différenciées en organes récepteurs, sont d'une grande complexité structurale et fonctionnelle et

comportent un élément moteur (les fibres fusoriales) et un élément sensitif (les récepteurs annulo-spiralés et en bouquet).

1.3.2.1.2. Les récepteurs de Ruffini

Ils sont innervés par des fibres de fort diamètre. Ce sont des récepteurs à adaptation lente qui sont actifs pour un angle d'ouverture buccale donné, mais cet angle varie d'un récepteur à l'autre : quel que soit l'angle d'ouverture, il existe alors toujours un échantillon de récepteurs en activité. Ces récepteurs transmettent donc des informations relatives à la position et joue un rôle dans le maintien de la posture mandibulaire.

1.3.2.1.3. Les récepteurs de Golgi

Ils sont innervés par des fibres de fort diamètre. Ce sont, comme les récepteurs de Ruffini, des mécano-récepteurs sensibles à la tension dont le rôle est la protection des structures ligamentaires de l'ATM. Ils sont situés dans les tendons musculaires.

1.3.2.1.4. Les récepteurs de Pacini

Ces récepteurs, en nombre très restreint, sont innervés par des fibres myélinisées de taille moyenne. Ce sont des mécano-récepteurs dynamiques, sensibles à la pression. Ils signalent le début ou la fin d'un mouvement. Ils sont activés ensemble et transitoirement à l'occasion de chaque mobilisation de la mandibule, quelle que soit la direction du mouvement ou la position initiale de la mandibule. Ils vont transmettre des informations sur l'accélération et la vitesse des déplacements articulaires. Ils jouent donc un rôle dans le contrôle du mouvement.

Ces récepteurs sont particulièrement présents dans la partie postérieure de l'articulation. Par contre, ils sont totalement absents au niveau des tissus synoviaux et du disque, excepté au niveau périphérique où celui-ci s'insère sur les pôles externe et interne, et au niveau de l'insertion du chef supérieur du muscle ptérygoïdien latéral. Les récepteurs, situés dans la partie postérieure de la capsule, sont à l'origine du réflexe d'ouverture, alors que les récepteurs de la partie antérieure régulent l'intensité des forces de fermeture.

1.3.2.2. Les terminaisons libres

Les plus nombreuses, elles sont présentes dans toutes les zones innervées, au niveau des fascias musculaires et des tissus péri-articulaires (en particulier dans la partie postérieure de l'ATM). Elles transmettent les stimuli par des fibres myélinisées de petit diamètre. Ce sont des récepteurs de la sensibilité douloureuse et à ce titre participent à la protection de l'articulation.

1.4. Les dysfonctionnements de l'appareil manducateur

Les désordres de l'appareil manducateur, tant musculaires qu'articulaires, sont responsables de l'altération de ses capacités fonctionnelles. Parmi les symptômes associés, les plus fréquents sont la douleur, la sensibilité à la palpation, la limitation ou la déviation des mouvements mandibulaires, les bruits articulaires ; ils caractérisent les dysfonctionnements crânio-mandibulaires, ou DCM, dénommés actuellement DAM ou dysfonctionnements de l'appareil manducateur.

Les dysfonctions neuro-musculaires et les troubles algo-dysfonctionnels de l'appareil manducateur présentent un caractère pluri-factoriel avec une dépendance entre les différents facteurs musculaires, occlusaux, neuro-musculaires, articulaires, algiques et psychiques.

De façon générale, la dysfonction musculaire se caractérise par une hyperactivité parfois douloureuse du ou des muscles concernés, tendus ou spasmes ; la dysfonction articulaire répond à un asynchronisme disco-condylien.

1.4.1. Les manifestations musculaires

Elles sont induites par des parafunctions (bruxomanie, crispation), des compensations musculaires de l'instabilité occlusale (malposition, édentation...) et des mouvements d'évitement (prématurités, interférences). Liées au spasme elles se traduisent par des douleurs (myalgies), une limitation de l'ouverture buccale (trismus) ainsi que des autres mouvements de la cinématique mandibulaire, une hypertrophie musculaire. Elles sont plus fréquentes que les manifestations articulaires et pour Laskin (Sarnat), elles les précèdent dans la majorité des cas. Ces manifestations musculaires peuvent être isolées ou associées aux manifestations articulaires (52).

1.4.1.1. Le spasme

Le spasme est une contraction involontaire d'un faisceau musculaire qui peut s'étendre par recrutement à l'ensemble du muscle voir à d'autres muscles. Il augmente avec le stress (les muscles manducateurs, notamment le masséter, canalisent la résultante des conflits psychiques). Le spasme peut durer quelques minutes (crampes très douloureuses) à plusieurs jours, et engendre rapidement une douleur, une diminution de l'amplitude des mouvements mandibulaires, voir une hypertrophie musculaire (75). Les contractions anormales en force, en intensité, en durée ou en chronologie des muscles manducateurs entraînent un retentissement sur les structures ligamento-capsulaires de l'articulation.

Le plus souvent, le spasme débute au niveau de l'appareil tenseur du disque, et notamment du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral qui est très sollicité lors de parafunctions proche le l'OIM (bruxomanie, mouvement d'évitement), ou en réponse à une hyperactivité musculaire de l'ensemble des muscles élévateurs (crispation des mâchoires), ou bien encore en cas de recul condylien (par défaut de calage molaire ou de guidage anti-rétrusion). Si ce spasme perdure, il favorise le relâchement progressif des structures rétro-discales, qui associé aux distensions ligamento-capsulaires, engendre une désunion condylo-discale (déplacement discal antéro-médian) et une rétro-position du condyle mandibulaire. Le recul du condyle mandibulaire favorise la compression des tissus rétro-discaux (très réflexogènes) ce qui aggrave, à son tour, le spasme du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral (premier cercle vicieux par " réflexe paradoxal ") (fig. 23). Ce spasme s'étend plus ou moins rapidement au faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral, par recrutement ou par suppléance lorsque la désunion condylo-discale rend le faisceau supérieur inefficent. Le spasme peut s'étendre ensuite aux muscles élévateurs, ce qui aggrave la compression des tissus rétro-discaux et réactive le spasme du muscle ptérygoïdien latéral (deuxième cercle vicieux). Enfin, les muscles abaisseurs puis les muscles cervicaux pourront également être impliqués (50). Si cet enchaînement physiopathologique en " tâche d'huile " est le plus fréquent, le spasme peut aussi intéresser n'importe quel muscle manducateur selon le type de parafunction ou d'anomalie posturale.

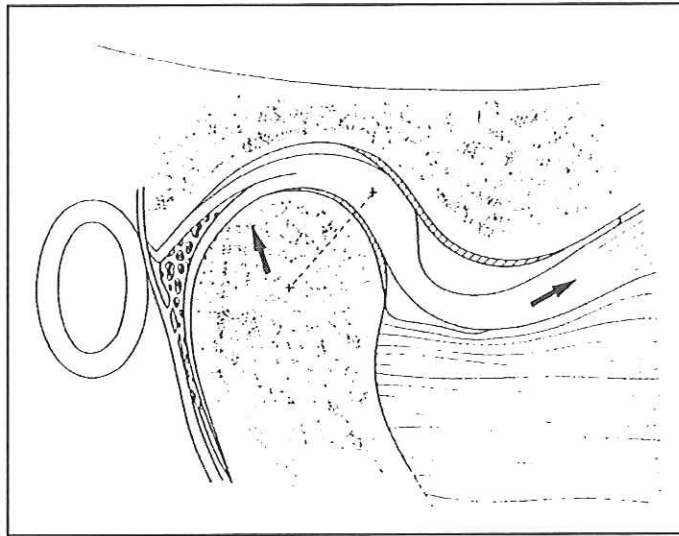


Figure 23. Réflexe paradoxal du muscle ptérygoïdien latéral : la compression des tissus rétro-discaux déclenche le spasme du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral qui déplace le disque vers l'avant, aggravant la compression (cercle vicieux) (50).

1.4.1.2. Les douleurs

Elles sont liées à une souffrance (spasme) du muscle, de ses fascias ou de ses tendons (syndrome myofacial). Les douleurs spontanées sont un des motifs principaux des consultations.

Leur topographie est variable :

- située en regard du muscle (douleur primitive ou localisée) ;
- irradiée à partir du muscle (douleur irradiée) ;
- située à distance du muscle (douleur projetée ou référée).

1.4.1.2.1. Douleurs primitives

Souvent inaugurales, ces douleurs sont parfois réduites à une simple tension, une fatigue. Diffuses et à prédominance matinale (contrairement aux algies articulaires), les myalgies, uni- ou bilatérales, intéressent un ou plusieurs muscles masticateurs (ptérygoïdien latéral et élévateurs), en partie ou en totalité.

Le patient montre lui-même, la zone douloureuse : doigt sur l'articulation temporo-mandibulaire (muscle ptérygoïdien latéral), sur la fosse temporale (muscle temporal), la joue (muscle masséter), à la face médiale de l'angle mandibulaire (muscle ptérygoïdien médial), enfin sous l'oreille (ventre postérieur du muscle digastrique).

Au début, ces douleurs se manifestent au cours des mouvements mandibulaires, puis au repos.

1.4.1.2.2. Douleurs irradiées

Elles prennent naissance au niveau de la douleur primitive et irradient le long du trajet musculaire. Par exemple, les douleurs primitives pré-auriculaires liées à un spasme du muscle ptérygoïdien latéral peuvent irradier en arrière de l'orbite, suivant le trajet des fibres musculaires.

1.4.1.2.3. Douleurs projetées ou référées

Les douleurs projetées sont des douleurs qui se surajoutent à la douleur primitive et siègent à distance d'elle dans des zones très caractéristiques (zones de référence), sans trajet douloureux intermédiaire. A la palpation, elles sont provoquées par la compression douloureuse d'un point musculaire " gâchette " situé au niveau de fibres musculaires, tendon ou fascia du muscle lésionnel examiné. Les douleurs projetées ont la particularité de disparaître après anesthésie locale du muscle pathologique. La topographie des douleurs projetées, en fonction de la localisation musculaire des points gâchettes situés au niveau du ptérygoïdien latéral, du masséter ou du temporal, a été parfaitement décrite par Travell et Simons (75).

1.4.1.3. Limitation d'ouverture buccale (ou trismus)

Le trismus est intermittent et témoigne d'une contracture musculaire des élévateurs. Une limitation de l'ouverture buccale, avec propulsion et diduction conservée, sera préférentiellement d'origine musculaire. Une limitation de l'ouverture buccale avec diduction altérée sera plus volontiers d'origine articulaire. La mandibule reste médiane dans les formes musculaires bilatérales ; elle dévie du côté atteint dans les formes unilatérales.

1.4.1.4. Hypertrophie musculaire

L'augmentation de volume des myofibrilles, unilatérale ou bilatérale, symétrique ou non, est souvent secondaire à une hyperactivité musculaire (bruxomanie, crispation, mastication unilatérale). Elle est particulièrement visible au niveau du masséter.

1.4.2. Les manifestations articulaires

Elles se traduisent par des douleurs, des bruits, une limitation ou une exagération de l'ouverture buccale (avec propulsion et diduction limitées), des atteintes synoviale ou ligamentaire, des anomalies de position ou de structure de l'appareil discal, et enfin des anomalies osseuses.

1.4.2.1. Les douleurs

Elles sont liées à l'excitation des récepteurs sensitifs (terminaisons libres) situés dans la zone pré-discale et surtout au niveau de la zone bilaminaire rétro-discale, et des ligaments capsulaires (compression des tissus rétro-discaux, rétro-discite, perforation rétro-discale...). Elles sont aggravées par la mastication d'aliments durs, le bâillement, la fatigue, les parafunctions...(52). La stimulation des récepteurs de l'appareil discal serait susceptible de déclencher à long terme une contraction du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral (rôle protecteur de l'ATM) et donc un déplacement discal antéro-médial.

1.4.2.2. Atteintes de l'appareil discal

1.4.2.2.1. Anomalies de position

Elles apparaissent par la contraction anormale des muscles de l'appareil tenseur du disque, et par l'élongation des différents éléments qui permettent le maintien de l'unité entre le disque et le condyle, ce qui provoque progressivement une désunion disco-condylienne. Le disque ne peut alors plus suivre l'ensemble des mouvements condyliens, soit de façon partielle lors d'un déplacement discal réductible, soit en totalité lors d'un déplacement discal irréductible. Ces

deux stades se succèdent habituellement dans l'évolution des malpositions disco-condyliennes.

1.4.2.2.1.1. Déplacement discal réductible (DDR) (19, 50, 51, 52, 75, 78)

Dans cette forme, le déplacement du disque est le plus souvent antéro-médial, rarement antéro-latéral, exceptionnellement postérieur (6). A ce stade de réductibilité, les lésions articulaires sont généralement réversibles après traitement étiologique.

Ce déplacement antéro-médial du disque se fait dans l'axe de traction du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral, et s'accompagne d'une distension voire d'une rupture des structures ligamento-capsulaires, en particulier celles de la lame rétro-discal inférieure et de l'aileron discal latéral. En OIM, le bourrelet postérieur du disque se trouve situé en avant de la tête condylienne qui a tendance à prendre une position opposée au déplacement du disque (postéro-latérale). Ce déplacement est générateur de claquements articulaires (principale symptomatologie) qui sont entendus uniquement à l'ouverture ou à la fermeture buccale, ou bien successivement à l'ouverture puis à la fermeture (fig. 24).

Le claquement qui survient lors de l'ouverture buccale, au moment de la translation, traduit le passage de la tête condylienne sous le bourrelet postérieur du disque, permettant au mouvement de se poursuivre dans des relations condylo-discales normales. Il peut se produire en début, en milieu ou en fin d'ouverture. Plus le déplacement discal est antérieur, plus le claquement sera tardif, ce qui constitue un signe de gravité d'atteinte ligamento-capsulaire. Ce claquement est généralement accompagné d'un ressaut articulaire, donnant au sujet l'impression de "décrochement de la mâchoire". L'ouverture buccale se fait avec une amplitude normale (sauf s'il existe des spasmes musculaires surajoutés), avec un chemin en baïonnette, d'abord déviée vers le côté atteint avant de retrouver une position médiane (78).

Le claquement de fermeture correspond au franchissement de ce même obstacle, le condyle retrouve alors une position postérieure par rapport au disque. De la même manière, ce claquement est variable dans le temps et, plus il intervient à distance de la position d'OIM, plus il s'agit d'un signe de gravité.

REMARQUE : lorsque les lésions sont bilatérales, il existe en général un asynchronisme entre les deux déplacements discaux réductibles et les bruits ne sont pas simultanés. Ceci traduit le fait qu'il est rare que les deux lésions soient totalement identiques en gravité. Le

trajet d'ouverture est ainsi dévié d'une manière un peu variable, éventuellement d'un côté puis de l'autre, avant de retrouver une position médiane.

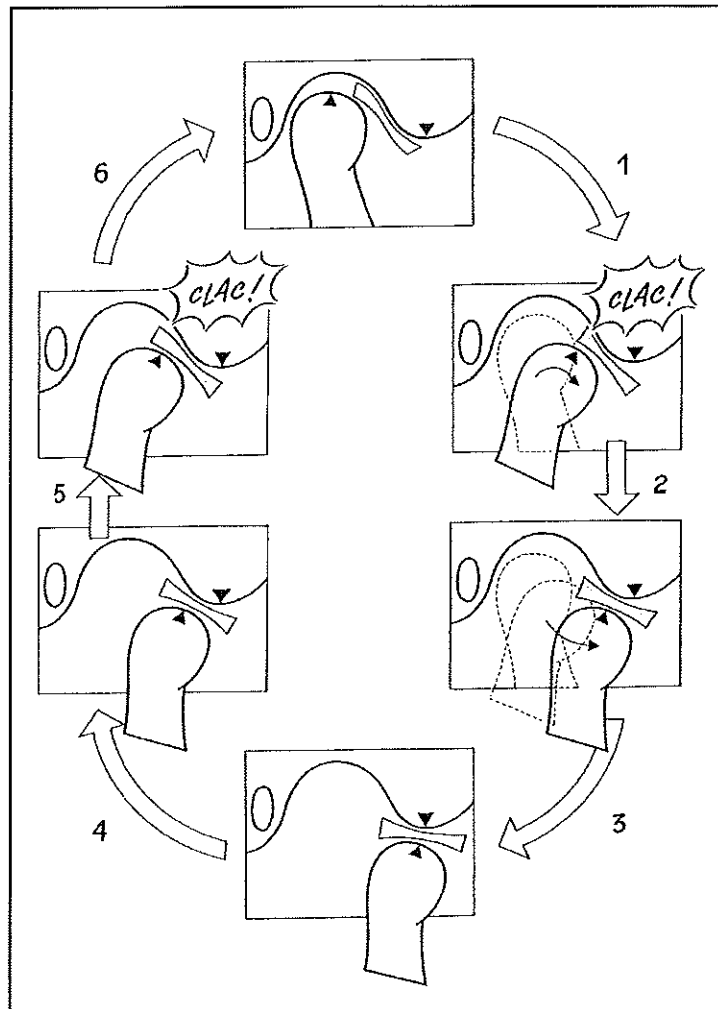


Figure 24. Déplacement discal réductible (DDR) (103).

1.4.2.2.1.2. Déplacement discal irréductible (DDI) (48)

Le disque déplacé en avant, souvent recroquevillé ou plicaturé (essentiellement lors des efforts d'ouverture buccale), n'est plus pris en charge par la tête condylienne au cours des mouvements de translation, d'où une limitation de l'ouverture buccale et la disparition, en règle générale, de claquement (fig. 25). La direction des DDI est la même que celle des DDR.

On distingue deux grands types de DDI :

- DDI progressif : il survient après un passé de DDR. A l'ouverture, comme à la protrusion, on note une déviation du point inter-incisif vers le côté atteint (dans les cas unilatéraux) ; la diduction est altérée dans les mouvements vers le côté sain. L'amplitude du mouvement d'ouverture est fortement diminuée, dans un premier temps, puis s'améliore pour atteindre 30 à 35 mm. Cette évolution est le résultat d'une augmentation de la rotation condylienne dans le compartiment inférieur, qui compense le manque de translation du compartiment supérieur et qui entraîne une élongation du ligament latéral. D'autre part, le déplacement du disque vers l'avant est de plus en plus important, ce qui accentue l'étirement des attaches rétro-discales et permet une récupération partielle de la translation. A terme, la discisation des tissus rétro-discaux peut entraîner une métaplasie adaptative du disque, formant un néodisque, ou sa perforation (le plus souvent latérale) (fig. 26).

- DDI brutal : il est rare. La douleur intense est le signe prédominant. La limitation de l'ouverture buccale est sévère (10 à 20 mm) et associée à une limitation des autres mouvements mandibulaires.

REMARQUE 1 : lorsque les lésions sont bilatérales, l'ouverture buccale est plus limitée (20 à 25 mm), il n'existe pas de déviation du point inter-incisif.

REMARQUE 2 : en cas de DDI unilatéral, l'articulation temporo-mandibulaire du côté opposé développe une mobilité articulaire exagérée, compensant la limitation des mouvements de l'articulation atteinte, et pouvant à elle seule induire un dysfonctionnement articulaire de cette articulation primitivement saine.

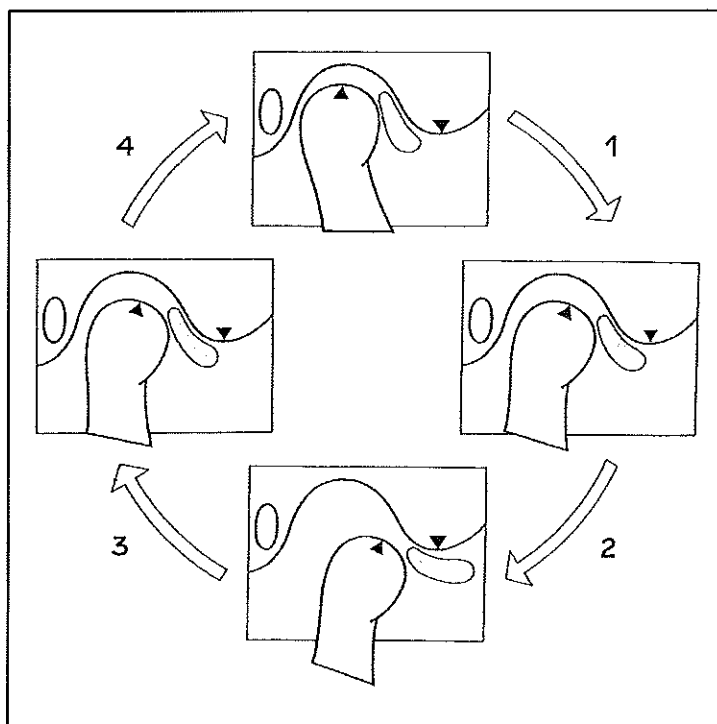


Figure 25. Déplacement discal irréductible (DDI) (103).

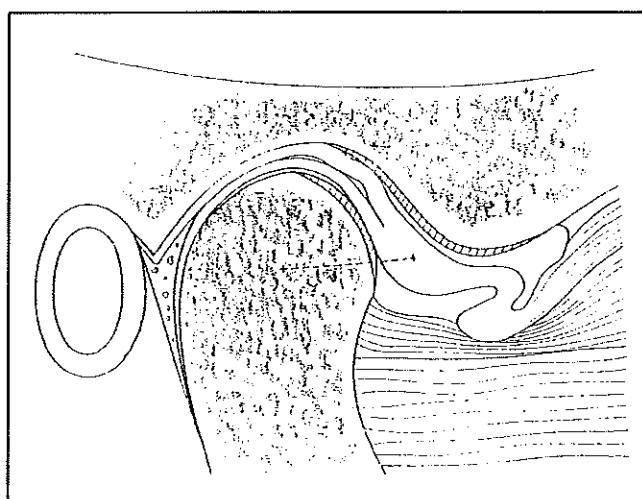


Figure 26. Déplacement discal irréductible (DDI), bouche fermée.
Adaptation des tissus rétro-discaux, néodiscisation (50).

1.4.2.2.1.3. Subluxation et luxation temporo-mandibulaire

Ces phénomènes se produisent en cas d'hyperlaxité capsulo-ligamentaire et relâchement de l'appareil discal (91) (fig. 27). Le disque initialement situé en avant de la tête condylienne se retrouve en arrière d'elle en fin d'ouverture buccale. On parlera de subluxation si le condyle se replace de façon spontanée sous le disque afin de permettre le mouvement de fermeture ; et de luxation temporo-mandibulaire si le patient se retrouve dans l'impossibilité de fermer la bouche. La tête condylienne est alors bloquée en avant du condyle temporal et le disque empêche son retour dans la cavité glénoïde (fig. 28). De telles luxations se produisent rarement chez les petits enfants et chez les personnes âgées, en raison de l'aplatissement de l'éminence articulaire qui peut à peine bloquer tout retour en arrière du condyle vers la cavité glénoïde (16). La réduction de la luxation temporo-mandibulaire ne pourra se faire que par l'intervention rapide du chirurgien dentiste grâce à la manœuvre de Nélaton.

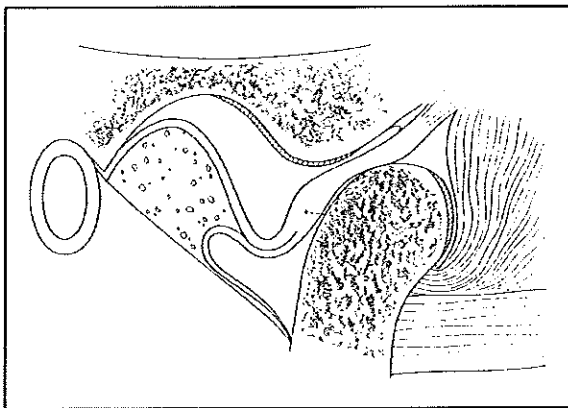


Figure 27. Hyperlaxité temporo-mandibulaire.
ATM en bouche ouverte (50).

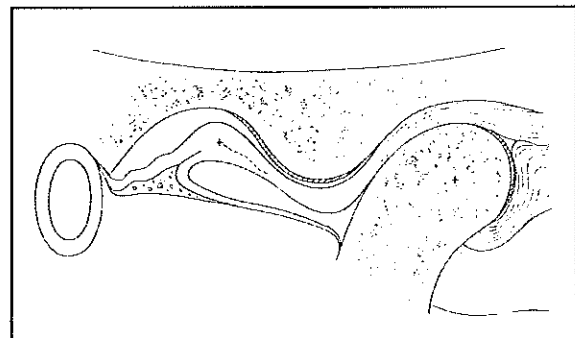


Figure 28. Luxation temporo-mandibulaire (50)

1.4.2.2.2. Anomalies de structure

Elles sont, le plus souvent, consécutives à la désunion disco-condylienne. Des changements morphologiques et histologiques interviennent dans le disque lui-même et dans les tissus rétro-discaux.

1.4.2.2.1. Dégénérescences mucoïdes

Elles correspondent à des remaniements discaux, susceptibles de donner des irrégularités de la surface discale, notamment au niveau de son bourrelet postérieur par dissociation des fibres de collagènes (fig. 29). Elles induisent des perturbations de la dynamique de l'appareil discal (tableau de DDR ou de DDI) avec bruits, parfois atypiques.

1.4.2.2.2. Perforations discales

Elles font suite, généralement, au déplacements discaux antéro-médiaux anciens et sont dues au dépassement des capacités de résistance de la zone bilaminaire rétro-discale (lame commune) qui ne peut assurer les mêmes fonctions que le disque et se perfore dans sa région latérale (fig. 30). Les perforations centro-discales sont beaucoup plus rares, elles nécessitent une adhérence préalable du disque sur les surfaces articulaires, essentiellement temporale.

Dans tous les cas, il en résulte des signes d'atteinte des surfaces articulaires par remodelage osseux, pouvant se transformer en arthrose, et témoignant de la perte de continuité de l'appareil discal qui ne peut plus assurer son rôle d'amortisseur visco-élastique.

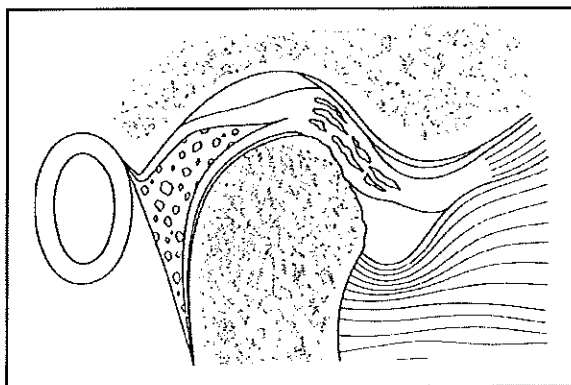


Figure 29. Dégénérescence mucoïde du disque. (52).

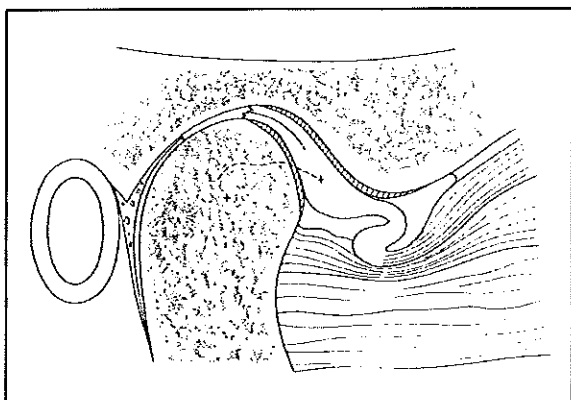


Figure 30. Perforation rétro-discale de l'appareil discal (52).

1.4.2.2.2.3. Adhérences discales

L'articulation peut présenter des adhérences intra-articulaires essentiellement de nature synoviale, qui unissent préférentiellement le disque à la surface articulaire temporale, ou plus rarement à la tête condylienne. Ces néoformations sont des processus de cicatrisation fibreuse qui succèdent à une inflammation (avec mise à nu des surfaces articulaires) à la suite d'un traumatisme. Elles sont essentiellement situées dans les zones riches en synoviale comme les récessus antérieur et postérieur.

GOLA et coll les divisent en deux types (52) :

- les adhérences mineures qui ne perturbent pas la fonction ;
- les adhérences majeures qui entravent la fonction en limitant les mouvements mandibulaires.

Lorsqu'elles siègent au niveau du compartiment supérieur temporo-discal, elles collent le disque à la partie antérieure de la fosse glénoïde, le plus souvent (parfois au versant antérieur de l'éminence), et gênent la translation ; au début, il en résulte une diminution de l'ouverture buccale, ensuite cette ouverture se réalise aux dépens d'une désunion condylo-discale (fig. 31).

Lorsqu'elles siègent au niveau du compartiment inférieur, il n'y a pas de mouvement de rotation du disque sur la tête condylienne ; les mouvements de translation du complexe condylo-discal deviennent rugueux, irréguliers et bruyants (fig. 32).

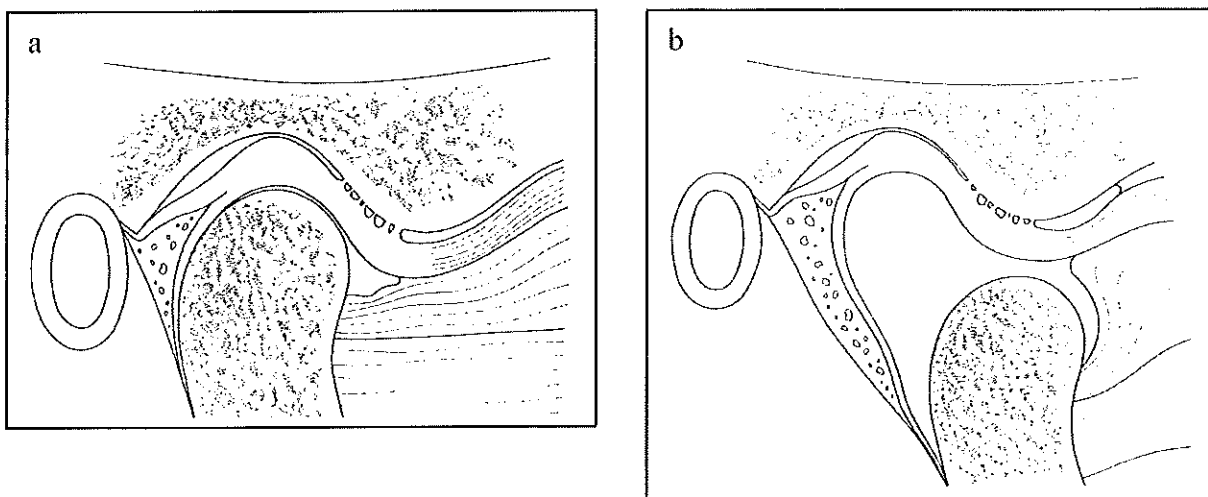


Figure 31. Adhérences du compartiment supérieur (52).
a) bouche fermée ; b) bouche ouverte.

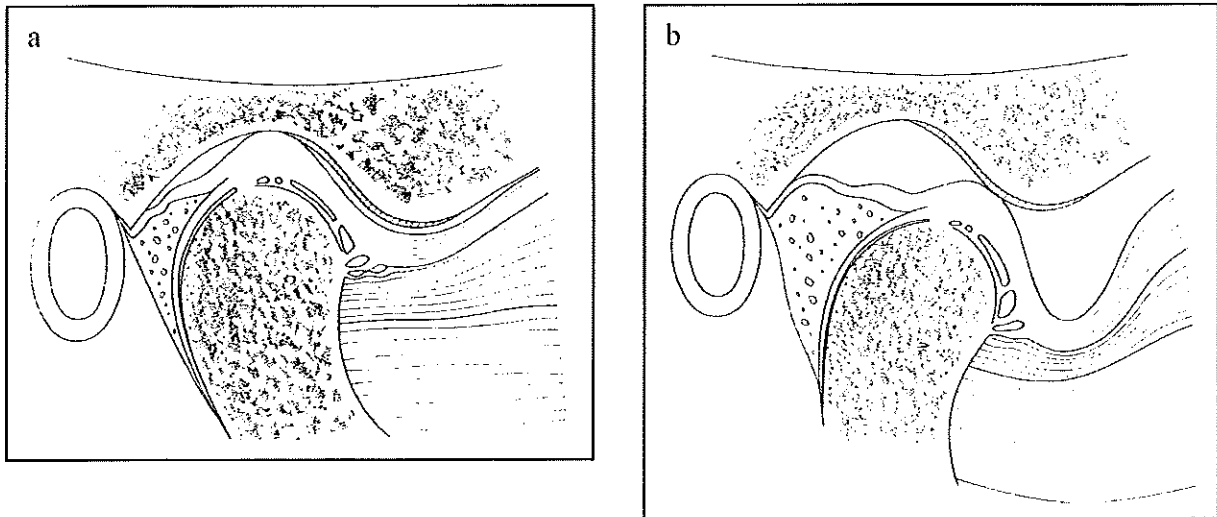


Figure 32. Adhérences du compartiment inférieur (52).
a) bouche fermée ; b) bouche ouverte.

1.4.2.3. Atteintes osseuses

Les déformations de la tête condylienne sont dues soit au remodelage adaptatif condylien (DELAIRE), soit dans les DAM au décentrage condylien, à la désunion condylo-discale. Ces déformations d'origine dysfonctionnelle doivent être distinguées des troubles dystrophiques entraînant une fragilité osseuse, des lésions congénitales, traumatiques, ou rhumatismales comme celles observées au cours de la polyarthrite rhumatoïde. Ces atteintes osseuses morphologiques seront analysées en terme d'anomalies de position, de forme et de structure osseuse. Il faut noter, qu'il n'existe pas de corrélation absolue entre anomalies discales et anomalies osseuses, que l'anomalie discale soit positionnelle ou structurelle. Des atteintes osseuses, parfois sévères, sont associées à des disques non déplacés, et à l'inverse, un disque très déplacé ne s'accompagne pas toujours de lésions osseuses. Même si l'influence réciproque des anomalies discales et osseuses a été scientifiquement démontrée, leur relative indépendance justifie une grande prudence dans l'interprétation des radiographies (21).

L'arthrose fait partie des atteintes osseuses les plus fréquemment rencontrées. Elle peut être primaire (idiopathique) ou secondaire, consécutive à un trauma, une infection, une maladie systémique ou à une anomalie du complexe condylo-discal (75). L'arthrose est définie comme une affection dégénérative, non inflammatoire de l'articulation (71). Elle peut être liée à une surcharge articulaire (micro- ou macrotraumatismes) ou à une diminution des capacités d'adaptation articulaire. On observe une érosion du revêtement

articulaire (chondrolyse) : des poches comprises entre celui-ci et l'os se forme, le revêtement se fissure, s'ulcère, puis disparaît en laissant la surface osseuse à nu ; puis l'os sous-jacent s'altère, on observe alors un remaniement des surfaces osseuses avec processus ostéolytiques (lacune, encoche, aplatissement des surfaces articulaires) et ostéoformateurs (ostéophytes) (fig. 33). Cette maladie dégénérative des ATM représente donc la perturbation de l'équilibre entre les processus dégénératifs et de réparation au niveau du cartilage, de l'os et du liquide synovial. Cette perturbation s'accompagne régulièrement de phénomènes inflammatoires secondaires.

L'arthrose faisant suite au DAM est plus douloureuse car d'installation plus rapide. La douleur est favorisée par l'effort et associée à un gonflement de l'articulation. Des bruits de crépitations intra-articulaires sont audibles, témoignant d'un frottement des surfaces osseuses articulaires, à tous les degrés d'ouverture et de fermeture. Ils sont d'intensité sonore moindre que les claquements et sont ressentis, par le patient, comme des "grains de sable" au niveau de l'articulation. L'ouverture buccale est limitée, et déviée vers le côté affecté. Dans les arthroses évoluées, la hauteur condylienne peut être diminuée, engendrant une béance antérieure dans les atteintes bilatérales ou une latéralité mandibulaire dans les atteintes unilatérales.

La frontière entre un remodelage adaptatif et une lésion dégénérative ne peut pas être définie que par une approche purement radiographique des phénomènes. L'examen clinique se révèle ici très important afin d'établir le bon diagnostic.

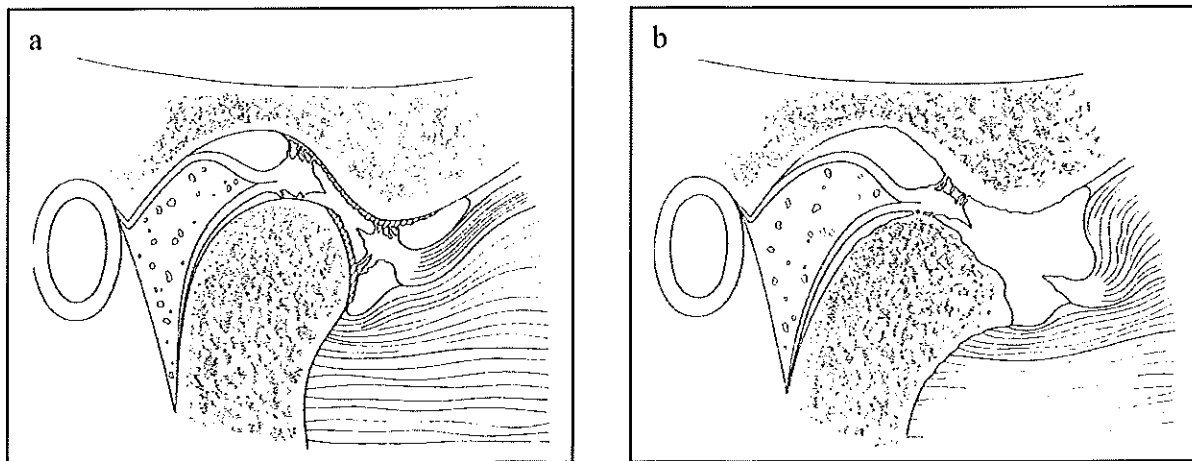


Figure 33. Arthrose de l'articulation temporo-mandibulaire (52).

- a) atteinte du revêtement articulaire avec perforation centro-discale ;
- b) forme plus évoluée avec atteinte des surfaces osseuses articulaires.

1.4.2.4. Atteintes synoviales et/ou ligamentaires

La synovite est l'inflammation du tissu synovial. Elle peut intéresser l'ensemble de la membrane synoviale, mais elle prédomine dans les régions riches en tissu synovial, comme la partie postérieure du compartiment supérieur de l'ATM (rétro-discite). Des réactions inflammatoires impliquant principalement la synoviale articulaire sont mises en jeu lors des atteintes biomécaniques articulaires, provoquant un étirement plus ou moins brutal des attaches du disque sur le condyle (enthésopathie), une compression ou un frottement prolongé des surfaces articulaires entre elles (fibromalgie). Elles peuvent s'accompagner d'un épanchement articulaire par hypersécrétion de liquide synovial, et parfois d'un œdème spongieux condylien (76). Au niveau de l'examen clinique, elle est associée à la fonction masticatrice. Des douleurs sont déclenchées par la compression de la partie postérieure de l'articulation lors de l'intercuspidation maximale, de la palpation externe postérieure ou endaurale, ou par pression mentonnière. Le patient se plaindra d'inconfort occlusal du côté de l'ATM symptomatique. On observera une limitation de l'ouverture buccale, avec un chemin d'ouverture dévié du côté pathologique (71).

La capsulite est l'inflammation de la capsule articulaire, secondaire à un traumatisme, à une entorse des ligaments capsulaires. L'ouverture buccale est limitée, du fait des douleurs provoquées par l'étirement de la capsule articulaire. Elle se rapproche cliniquement de la synovite.

1.5. Pathologies tumorales

Comme toute structure articulaire, l'articulation temporo-mandibulaire peut-être le siège de tumeurs d'origine osseuse, cartilagineuse ou synoviale. Quelles soient bénignes ou malignes, primitives ou secondaires, les tumeurs de l'ATM sont rares. Les manifestations cliniques intra-articulaires ne sont pas spécifiques : ces tumeurs peuvent entraîner des douleurs locales, une symptomatologie d'apparence dysfonctionnelle de l'articulation comme une limitation et/ou une latérodéviation à l'ouverture buccale. Plus tardivement, apparaît naturellement une tuméfaction dans la région articulaire en avant du tragus (19).

Si le diagnostic d'une lésion tumorale est avant tout histologique, la sémiologie radiologique permet de démontrer, parfois fortuitement, sa présence. Devant une symptomatologie évocatrice de lésions de la région temporo-mandibulaire (désunion disco-condylienne), dont

le traitement fonctionnel ne donne pas de résultat et où l'évolution clinique est discordante, il sera intéressant de pratiquer un bilan loco-régional radiologique afin de vérifier s'il n'existe pas une atteinte loco-régionale infiltrative ou expansive (les envahissements de voisinage sont plus fréquents que les lésions métastatiques dont l'origine est souvent une tumeur parotidienne). Cet examen comporte un bilan de débrouillage effectué à l'aide de l'orthopantomogramme, mais surtout une étude tomodensitométrique (pour les atteintes osseuses) et IRM (pour visualiser à la fois l'envahissement des tissus mous environnants et les atteintes osseuses), qui sont complémentaires dans la mise au point et dans le bilan d'extension loco-régionale.

Les tumeurs bénignes les plus fréquentes sont le chondrome, l'ostéochondrome, l'ostéome et les tumeurs à cellules géantes, ce qui s'explique par l'origine cartilagineuse du condyle. La chondromatose synoviale mérite une attention particulière car elle mime cliniquement une désunion disco-condylienne (douleurs, bruits, limitation de l'ouverture buccale).

Les tumeurs malignes comme le fibrosarcome, le chondrosarcome et le synoviosarcome sont exceptionnelles (16).

1.6. Polyarthrite rhumatoïde

La polyarthrite rhumatoïde (PR) est une pathologie inflammatoire, décrite comme une polysynovite à médiation immune. Elle affecterait 0,4 à 0,8 % de population, avec une très nette prédominance chez la femme, atteinte deux fois plus souvent que l'homme, le plus souvent entre 30 et 50 ans (19). Plus de 50 % des patients porteurs d'une PR développent une atteinte des ATM, qui peut être inaugurale (révélatrice de l'affection) mais dans la majorité des cas, elle survient en moyenne 3 ans après le début de la maladie (16). La synovite rhumatoïde s'accompagne d'une importante néo-vascularisation facilitant le recrutement local de nombreux éléments figurés du sang. Les lymphocytes B intra-synoviaux sont responsables de la production d'auto-anticorps, dont les facteurs rhumatoïdes. L'activation des autres contingents cellulaires, notamment macrophagiques et fibroblastiques, conduit alors à la production de cytokines pro-inflammatoires (IL1, TNF...), d'enzymes de types métalloprotéases, de monoxyde d'azote et de prostaglandines. De plus, une diminution des phénomènes apoptiques (mort cellulaire programmée) participe activement au caractère invasif et prolifératif du pannus synovial. Dans la polyarthrite rhumatoïde, la quantité de liquide synovial est augmentée, le liquide est plus fluide, et ses qualités de lubrification et de

nutrition sont également altérées. Ainsi la distension de l'articulation est due non seulement à l'exsudat inflammatoire, mais aussi à l'épaississement de la synoviale. Au fur et à mesure de l'évolution, le pannus synovial érode le cartilage et altère les surfaces osseuses adjacentes. Ce tissu entraîne des érosions osseuses, des géodes osseuses, qui vont confluer et éventuellement entraîner le collapsus du condyle (fig. 34). Des destructions ligamentaires vont ajouter au tableau une instabilité de l'articulation.

Cliniquement, on observe une douleur unilatérale, accompagnée de sensations de froissement à l'ouverture buccale. Les douleurs rhumatoïdes, lorsqu'elles sont présentes, sont de type inflammatoire et peu sévère (raideur au lever, "dérouillage" matinal). L'évolution de la maladie aboutit à l'ankylose de l'articulation.

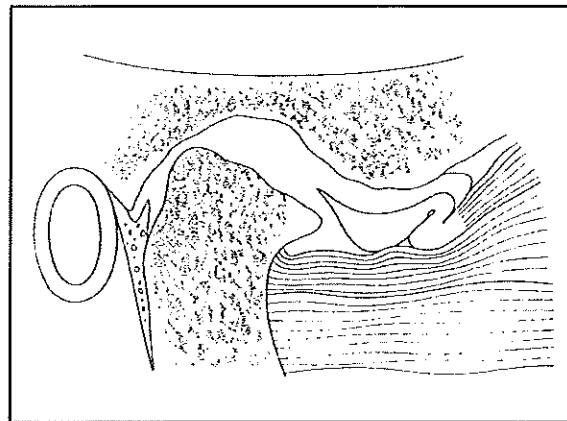


Figure 34. Polyarthrite rhumatoïde. Lyse de la tête condylienne (52).

Le diagnostic de pathologies tumorales ou autre comme la polyarthrite rhumatoïde revêt un caractère exceptionnel dans la pratique courante de l'odontologiste (moins de 2%), aussi leur visualisation ne sera-t-elle qu'exceptionnellement évoquée et seulement dans le cadre d'un diagnostic différentiel bien précis (97).

2. TECHNIQUES D'IMAGERIE IRRADIANTES

Les articulations temporo-mandibulaires, profondément encastrées sous la base du crâne, sont entourées de reliefs osseux (enchâssées entre les orbites et les sinus maxillaires en avant, les rochers en arrière) qui représentent autant de superpositions et d'obstacles à leur exploration directe, imposant l'utilisation d'artifices radiologiques.

L'imagerie par rayon X permet d'apprécier tout d'abord la forme et l'intégrité des corticales osseuses, mais aussi la position du condyle mandibulaire par rapport aux surfaces articulaires temporales, à l'état statique et dynamique.

Quelle que soit la technique, l'exploration doit être bilatérale, symétrique, reproductible de face et/ou de profil, effectuée bouche fermée puis bouche en ouverture maximale sur cale étalonnée. L'amplitude d'ouverture doit être spécifiée sur le compte-rendu afin d'éviter les erreurs d'interprétation (52).

2.1. Panoramique dentaire ou orthopantomogramme

Le panoramique dentaire ou orthopantomogramme (OPT) est l'examen de " débrouillage " par excellence. En pratique courante, devant un tableau de DAM, l'OPT est prescrit systématiquement en première intention. Il fournit une vision globale de l'ensemble des arcades dentaires, des structures osseuses adjacentes maxillaires et mandibulaires, et permet une étude rapide, simultanée et comparative de la morphologie des branches montantes (angles, coronés, échancrures sigmoïdes) et des articulations temporo-mandibulaires avant d'envisager la prescription d'examens radiologiques plus spécifiques comme la TDM ou l'IRM (54). L'OPT présente donc l'avantage de replacer la pathologie articulaire au sein de l'appareil manducateur et s'avère ainsi très utile dans le diagnostic différentiel des DAM en éliminant rapidement les autres causes non dysfonctionnelles de pathologie articulaire (tumorale, infectieuse, inflammatoire, traumatique, malformative) ; ou bien en explorant des lésions d'origine dentaire (carie, granulome, kyste apical, kyste résiduel, dent incluse) ou parodontale, qui peuvent expliquer certaines douleurs. Enfin, la commodité de la réalisation des clichés est particulièrement appréciable chez les anxieux, les nauséux, les traumatisés, etc. L'image obtenue facilite les explications au patient car elle est aisément compréhensible même pour un sujet non averti.

2.1.1. Principe

L'orthopantomogramme (OPT) est une tomographie à coupe épaisse, et plus précisément une zonographie courbe qui est une technique extra-orale, utilisant les rayons X et qui, par rotation autour de la tête du patient d'un ensemble source de rayonnement/film donne une image en coupe étalée. Cette technique étant dérivée de la tomographie, l'OPT ne permet d'explorer que les éléments situés dans l'épaisseur de la coupe : il peut arriver qu'une zone à explorer soit hors de l'épaisseur prise en compte et être invisible, faussement absente.

2.1.1.1. Technique

Le faisceau de rayons X est collimaté par un diaphragme à fente et son déplacement va permettre de balayer la structure à radiographier.

- soit l'OPT utilise trois centres de rotation et un film courbe. Le tube parcourt trois portions de trajectoire courbes successivement autour de trois centres de rotations O, O', O" (fig. 35).
- soit le mouvement n'est pas circulaire mais elliptique avec combinaison d'une rotation et d'une translation de l'ensemble source de rayonnement/film (fig. 36).

L'impression se fait, selon la méthode conventionnelle, directement sur un film argentique qui est ensuite traité et révélé chimiquement, ou bien en faisant appel à la méthode numérique, à l'aide de capteurs CCD ou par impression sur une plaque photostimulable qui est ensuite traitée par informatique. La méthode numérique offre certains avantages : une irradiation inférieure, un archivage informatique, la possibilité d'effectuer des tirages en plusieurs exemplaires sans nouvelle exposition, un contraste et une tonalité toujours optimaux grâce au post-traitement informatique ("fenêtrage"). Le cliché ne doit être ni trop "noir" ni trop "blanc".

2.1.1.2. Réalisation de l'examen

Tous les éléments métalliques au niveau du cou et de la tête doivent être enlevés (notamment les boucles d'oreilles) car ils créent des artefacts sous forme de lignes opaques pouvant masquer les structures à étudier.

Le patient est placé au centre de l'appareil et reste immobile moins de 30 secondes, en respirant, sans déglutir, la langue collée au palais osseux afin de limiter les projections

aériques (image noire). Le panoramique est habituellement réalisé en faisant mordre le patient sur une cale inter-incisive. Cette cale crée une position mandibulaire artificielle en écartant les arcades dentaires et en propulsant habituellement les condyles. En cas de suspicion de DAM, il est préférable de faire le panoramique en occlusion d'intercuspitation maximale (OIM), éventuellement complété par un deuxième cliché bouche ouverte qui permet d'évaluer le déplacement des condyles.

2.1.1.3. Inconvénients

Seuls les éléments au centre de la zone d'exploration seront nets et le moins déformés ; inversement plus on s'éloigne de la ligne centrale du champ d'exploration, plus le flou et la déformation sont importants. Les ATM se situant à la périphérie du cliché, l'angle entre le rayon incident et la courbe n'est plus de 90° (le rayon incident n'est plus orthogonal à l'article radiographié), et l'image est déformée. Pour mieux centrer l'examen sur la région des ATM, soit on retire l'appui mentonnier afin de décaler l'ensemble des zones radiographiées vers le bas, soit on relève légèrement la source pour obtenir une meilleure définition des ATM au détriment d'une partie de l'image mandibulaire. D'autre part, la trop faible distance source de rayonnement/film provoque un agrandissement systématique des structures ce qui empêche toute étude dimensionnelle mesurable (fig. 37). Enfin, le positionnement imprécis du patient interdit toute reproductibilité des clichés. En outre, une malposition de la tête du patient par rapport au plan médio-sagittal peut entraîner une déformation verticale, nuisible à l'interprétation des clichés (au-delà de 6% d'asymétrie des branches montantes, la différence morphologique est considérée comme réelle) (56, 57).

D'autres sources d'artefacts peuvent conduire à une interprétation erronée (105) :

- un pseudo-aplatissement antérieur du condyle et des pseudo-ostéophytes antérieurs peuvent apparaître en cas d'hyperextension céphalique ;
- un pseudo-pincement de l'interligne articulaire et une pseudo-ostéosclérose postérieure peuvent résulter d'une hyperflexion céphalique.

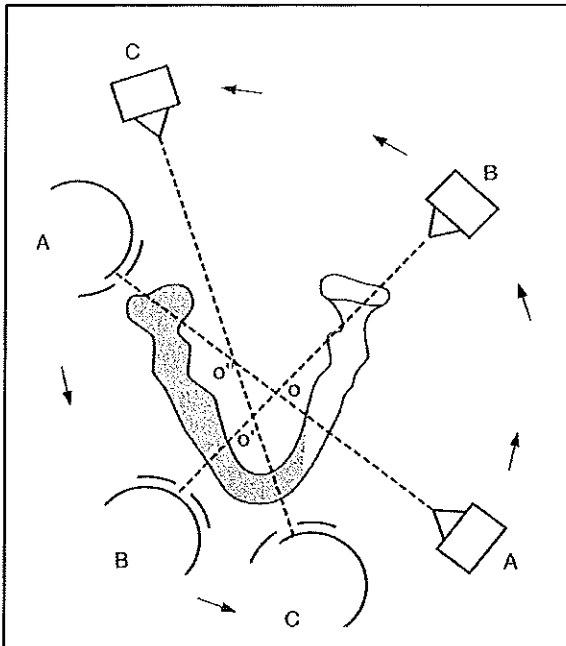


Figure 35. Système OPT à trois centres de rotations (104).

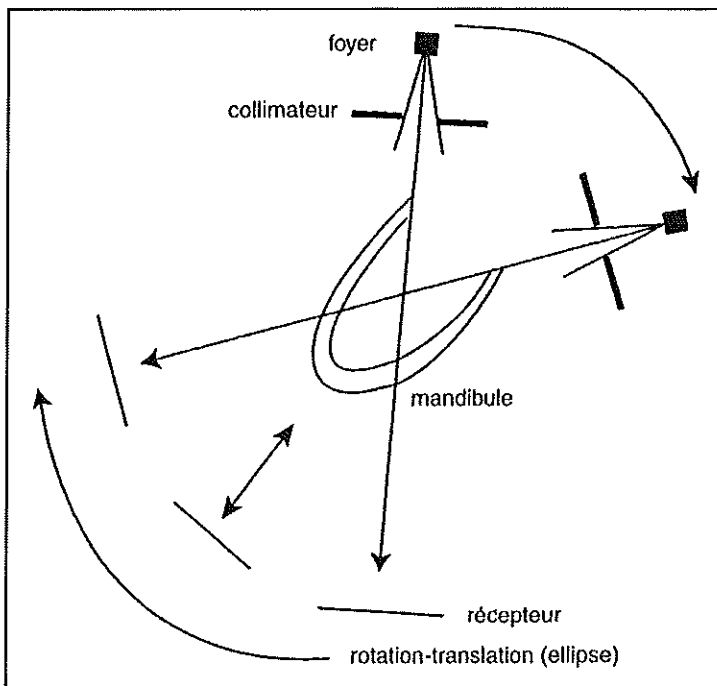


Figure 36. Système OPT elliptique.

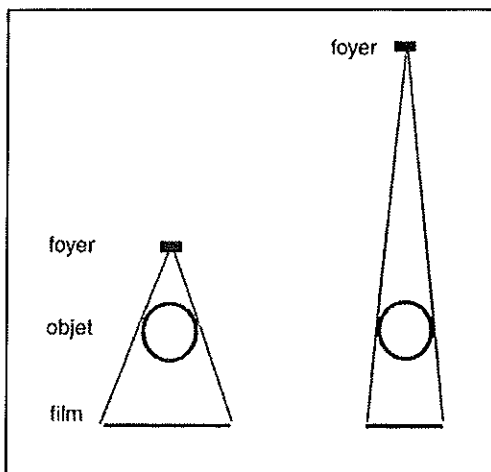


Figure 37. Influence de la distance foyer-film sur l'agrandissement (9).

2.1.2. Sémiologie radiographique

2.1.2.1. Les signes musculaires

2.1.2.1.1. Le muscle ptérygoïdien latéral

Au niveau du col condylien et surtout de la fovéa (zone centrale d'insertion musculaire), le remodelage est le reflet direct du fonctionnement des deux faisceaux du muscle ptérygoïdien latéral. Le spasme musculaire se traduit par une ostéolyse (résorption osseuse) au niveau de la fovéa, et par une ostéoformation d'allure ostéophytique (apposition osseuse) dans les zones périphériques d'insertion tendineuse qui siègent sur le pourtour de la fovéa (liseré d'ostéocondensation) qui prédomine soit à la partie supérieure du col (faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral), soit à la partie inférieure (faisceau inférieur du muscle ptérygoïdien latéral) (fig. 38 et fig. 39). Ces modifications peuvent s'associer ou se succéder (l'ostéoformation étant habituellement secondaire à l'ostéolyse) dans le temps chez un même patient.

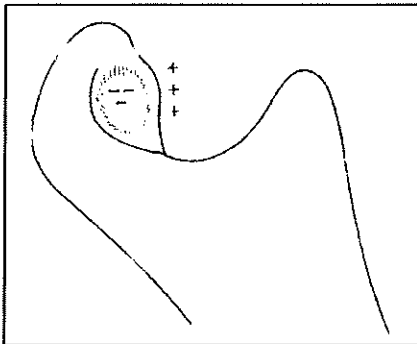


Figure 38. Zones d'apposition et de résorption (fovéa) (21).

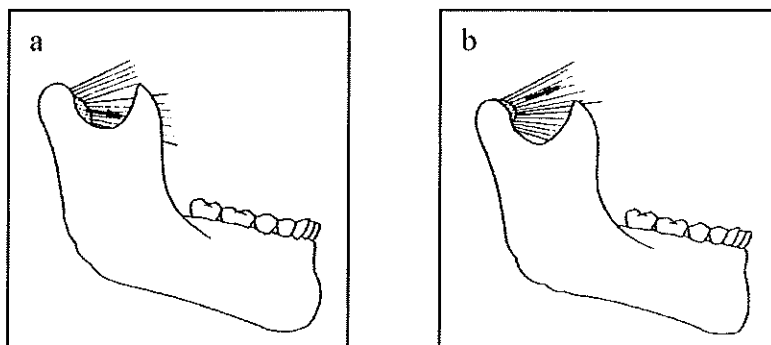


Figure 39. Calcifications des insertions du muscle ptérygoïdien latéral
a) faisceau inférieur ; b) faisceau supérieur (21).

2.1.2.1.2. Sangle musculaire ptérygo-masséterine

L'hypertrophie du faisceau superficiel du masséter (due à la crispation des mâchoires) induit une hypertrophie de l'angle mandibulaire qui se traduit sur le panoramique par un élargissement arrondi de l'angle avec des lignes d'apposition osseuse parallèles au contour de l'angle.

L'hypertrophie du faisceau profond du masséter (due à la bruxomanie) induit un comblement osseux de l'échancrure sigmoïde et donne sur le panoramique une impression de col condylien et de coroné courts.

Le spasme du muscle ptérygoïdien médial participe à l'hypertrophie de l'angle mandibulaire (fig. 40).

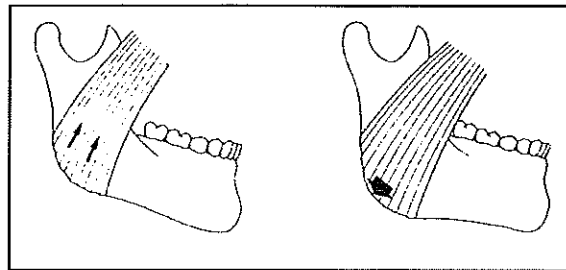


Figure 40. Hypertrophie de l'angle par hyperactivité du muscle masséter (50).

2.1.2.1.3. Le muscle temporal

Le spasme prolongé des faisceaux antérieur et moyen du muscle temporal induit l'allongement du coroné (fig. 41).

L'hyperactivité du faisceau postérieur du muscle temporal se traduit par un amincissement du coroné (aspect effilé) avec un creusement ou une encoche sur son bord postérieur.

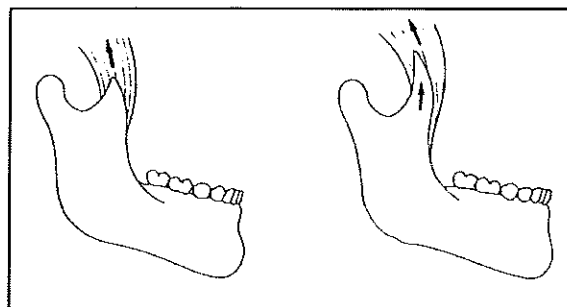


Figure 41. Hypertrophie du coroné par hyperactivité du muscle temporal (50).

2.1.2.2. Les signes articulaires

La synthèse des hypothèses modernes sur la physiopathologie temporo-mandibulaire et la confrontation des différentes méthodes d'imagerie (TDM, IRM, étude anatomique) éclairent d'un jour nouveau les renseignements fournis par les radiographies standards, et notamment l'OPT, permettant de faire des suppositions hasardeuses sur le contenu de l'interligne articulaire et d'évoquer indirectement les anomalies synoviales et discales, ainsi que les anomalies osseuses de petites tailles (21).

2.1.2.2.1. Les anomalies synoviales

Seuls les volumineux épanchements intra-articulaires peuvent être suspectés devant un condyle mandibulaire déplacé vers l'avant, bouche fermée. L'interligne articulaire est élargi soit de façon homogène, soit essentiellement au niveau de la région postéro-supérieure (rétro-discite). Dans ce dernier cas, le condyle est déplacé passivement vers le bas et l'avant, mais ce déplacement peut être parfois masqué par le recul de la tête condylienne, suite au déplacement antérieur du disque engendré par le spasme du muscle ptérygoïdien latéral en réponse à la rétro-discite. Une discrète béance occlusale homolatérale à l'épanchement est possible sur les clichés pris en OIM.

Dans les formes les plus évoluées et les plus graves, que l'on rencontre par exemple au cours de la polyarthrite rhumatoïde, des signes osseux condyliens peuvent témoigner d'hypertrophie synoviale et de synovite. Le condyle mandibulaire présente un aspect estompé, érodé voire même décapité, qui prédomine sur sa partie postéro-supérieure.

2.1.2.2.2. Les anomalies de position discale

Le panoramique dentaire ne permettant pas une étude fine et fiable de l'interligne articulaire, seuls les décentrages nets en OIM doivent être pris en compte. Il sera donc seulement utile dans les cas de désunions condylo-discales réductibles et évoluées car à ce stade le décentrage condylien est parfois net, sous la forme d'une rétroposition de la tête condylienne en OIM. Lorsqu'il est progressif, le déplacement condylien induit un phénomène de remodelage adaptatif par apposition-résorption qui peut masquer pendant longtemps le recul condylien.

En règle générale, la rétroposition condylienne induit, par compression, une résorption de la partie postéro-supéro-latérale de la tête condylienne aboutissant à son aplatissement, et une résorption de la paroi antérieure de l'os tympanal (fig. 42) (84, 85). De façon concomitante, une résorption osseuse (au niveau de la fovéa) et une apposition osseuse se développent sur le versant antérieur du condyle, à la jonction entre la tête et le col (fig. 43). Ceci se traduit, sur le panoramique, par la présence d'un " bec antérieur ", qui s'apparente en fait à un enthésophyte, c'est-à-dire à la calcification du tendon du muscle ptérygoïdien latéral. Celui-ci est la conséquence d'une hyperactivité réactionnelle de ce muscle, en réponse au recul condylien (fig. 44). L'ensemble de ces phénomènes provoque l'augmentation de l'inclinaison de la tête sur le col condylien, souvent désignée sous le terme d'antéversion du col.

Quant aux luxations condyliennes bien que facilement diagnostiquées cliniquement, elles font l'objet d'un bilan radiologique commencé par l'OPT en cas de blocage condylien.

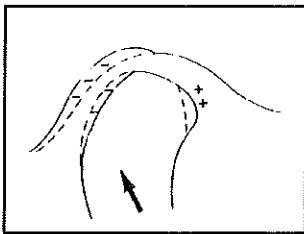
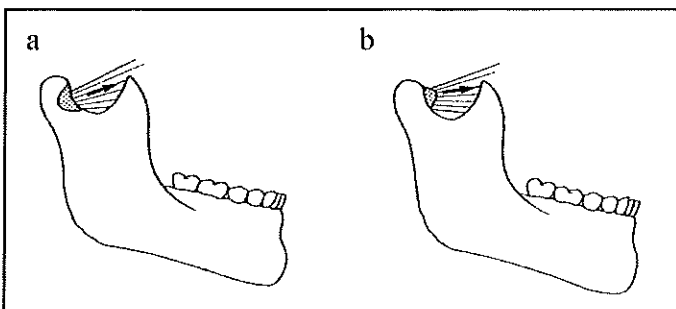


Figure 42. Remodelage sagittal du condyle en rétroposition.
Résorption postérieure et apposition antérieure (21).



a) ostéolyse initiale
b) calcification secondaire

Figure 43. Remodelage de la fovéa secondaire au spasme du muscle ptérygoïdien latéral (21).

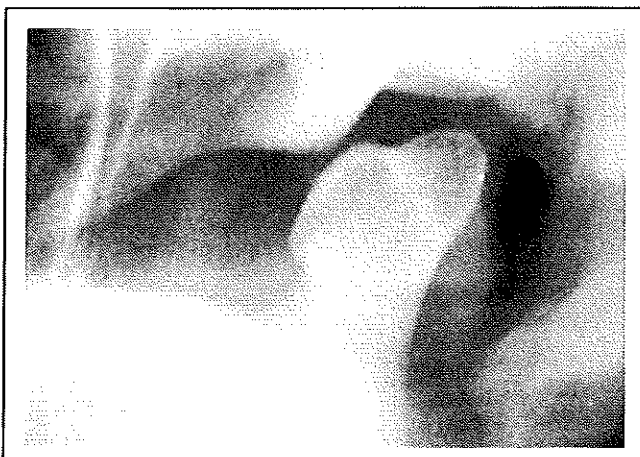


Figure 44. Calcification de toute l'insertion
du muscle ptérygoïdien latéral.
OPT du condyle gauche (21).

2.1.2.2.3. Les anomalies structurales du disque

Une perforation postéro-latérale du disque peut être suspectée devant des signes radiologiques d'arthrose.

Parmi les diverses modifications de structure du disque, seules les calcifications discales pourront être repérées. Des noyaux de calcification de faible tonalité, généralement situés en avant du condyle mandibulaire en OIM, migrent avec lui sur le cliché bouche ouverte.

2.1.2.2.4. Les anomalies osseuses

L'excès de contrainte postérieure par rétroposition condylienne est l'anomalie la plus fréquente (cf paragraphe sur les anomalies discales).

L'excès de contrainte antérieure va se traduire par un remodelage adaptatif différent à type d'aplatissement et de densification corticale témoignant de l'adaptation à la surcharge biomécanique de l'os situé sous le tissu fibreux articulaire. Sur le panoramique, on note un méplat du versant antérieur de la tête, souligné par un fin liseré d'ostéocondensation corticale et la parallélisation des contours condyliens et temporaux (fig. 45). Chez les sujets crispés ou bruxomanes existe souvent un aspect de " macrocondyles " carrés, évoquant l'adaptation des contraintes intenses.

Les lésions " classiques " de l'arthrose n'apparaissent qu'à un stade évolué de la maladie. On note la présence d'une irrégularité des surfaces articulaires, une densification sous-corticale extensive à l'os spongieux, une ostéophytose périphérique marginale, des géodes sous-corticales s'ouvrant parfois dans l'articulation et donnant des encoches corticales.

Les variations morphologiques de la région condylienne sont souvent très nettes : hypoplasie du condyle, hypertrophie du condyle, anomalie de développement (micro ou macrocondylie), asymétrie de développement, variation de l'angle du condyle.

L'ankylose temporo-mandibulaire concerne à la fois le condyle mandibulaire, le disque articulaire et la cavité glénoïde. Son aspect radiologique ne peut être significatif sur un OPT dont la coupe de profil n'est que de 15 mm environ alors que le bloc d'ankylose peut s'étendre sur une grande profondeur (le scanner viendra compléter ce premier cliché).

Les troubles d'origine traumatique sont mis en évidence par le(s) trait(s) de fracture radioclair(s) : les fractures du condyle ou du coroné lorsqu'elles sont orientées transversalement car un trait sagittal peut passer inaperçu ; les fractures du col du condyle où

des anomalies discales, ce ne sont que des signes indirects, du fait de la non visibilité des parties molles, et donc du disque, sur ces clichés (21).

2.2.1. Radiographies standards transcrâniennes

En fonction des déformations inévitables dues à l'obliquité du rayon incident et des superpositions des structures de voisinage, l'image obtenue procure des renseignements qui nécessitent une interprétation adaptée (104). Plusieurs incidences standards sont donc nécessaires pour dégager tous les aspects de l'articulation. Elles ont donc pour but de diminuer voire de supprimer les superpositions de la base du crâne sur les ATM dans le plan frontal, de les séparer dans les plans axial et sagittal. De très nombreuses incidences ont été décrites mais beaucoup ont l'inconvénient d'être difficilement reproductibles et parfois d'irradiation excessive (incidence de Parma). Aujourd'hui, seules trois incidences présentent encore un intérêt car elles sont de réalisation et de reproduction faciles et apportent chacune des informations sur les ATM. Elles intéressent les plans sagittal, axial et frontal.

2.2.1.1. Dans le plan sagittal : incidence de Schuller

Technique (103)

C'est une incidence de profil strict du condyle mandibulaire, dans le plan sagittal. Le patient est debout, côté à radiographier contre la table. Le tube est donc placé du côté opposé de l'ATM à radiographier. Le rayon incident traverse le crâne de haut en bas. Il pénètre par la bosse pariétale du côté opposé, forme un angle de 25 à 30° avec l'horizontale et ressort par le conduit auditif externe du côté à examiner. Dans le plan horizontal, il forme un angle de 15° avec l'axe charnière. Il existe des céphalostats destinés à faciliter la reproductibilité de l'examen (UPDEGRAVE, GRAF, WEINBERG, BUHNER, PRETTI...). On obtient une superposition des méats acoustiques interne et externe. Compte tenu de l'angulation du rayon incident et de la largeur des structures osseuses de l'articulation, l'incidence de Schuller visualise uniquement le tiers latéral de l'ATM (fig. 46). Deux clichés sont réalisés : le premier bouche fermée en occlusion, le second bouche ouverte.

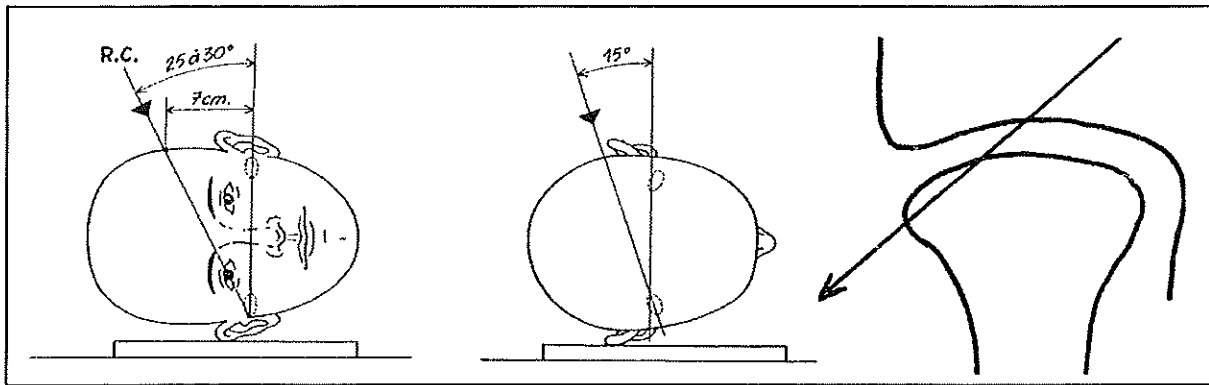


Figure 46. Technique de Schuller (58).

Intérêt (52,107)

Cette radiographie donne des résultats remarquables quant à la qualité de l'image. Toutefois, la superposition des cellules mastoïdiennes chez les patients très " pneumatisés " peut gêner considérablement la lecture des clichés. Cette incidence permet une étude statique des rapports des éléments osseux, en appréciant la position du condyle mandibulaire dans la cavité glénoïde (rétroposition, antéposition...), mais aussi elle objective la mobilité du condyle mandibulaire lors de l'ouverture buccale. Elle décèle les anomalies importantes des surfaces osseuses comme l'arthrose évoluée ou certaines fractures ; par contre, les anomalies mineures comme l'arthrose débutante ne sont pas vues.

2.2.1.2. Dans le plan axial : incidence de Hirtz modifiée

Technique (103, 104, 107)

C'est une téléradiographie à 4 m qui permet de dégager les structures antérieures et les parties latérales de l'étage moyen de la base du crâne. Le sujet est assis, rachis en hyperextension postérieure, tête en extension soutenue par une têtère, son vertex s'applique contre la table. Un céphalostat rend possible l'orientation de la tête. Le rayon incident est perpendiculaire au plan de Francfort.

Les condyles mandibulaires sont dégagés des projections antérieure et postérieure. Ils sont bien délimités vers le dedans et le dehors, ce qui permet de tracer leur grand axe et de calculer leur angulation par rapport au plan sagittal médian ou au plan frontal (plan bi-auriculaire). Cet angle guide la réalisation des coupes tomographiques sélectives (fig. 47).

La mesure de l'angulation des grands axes des condyles par rapport au plan frontal ou angle horizontal est normalement de 18° avec des variations droite-gauche ne dépassant pas $2,5^\circ$. En cas de DAM, la différence d'angulation entre les deux condyles atteint souvent 8° avec une orientation postéro-médiale plus importante du condyle le plus atteint. Ce dernier présente souvent un aspect en crochet du pôle latéral du condyle et une densification du tiers antérieur de sa tête.

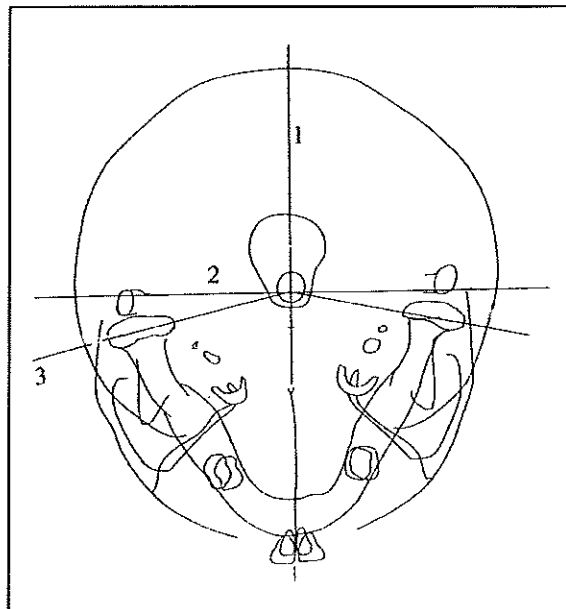


Figure 47. Incidence de Hirtz (97).

- 1- plan sagittal médian
- 2- plan frontal
- 3- grand axe du condyle

2.2.1.3. Dans le plan frontal : incidence de Worms-Bretton

Technique

Cette incidence fronto-sous-occipitale est réalisée sur un patient en décubitus, menton plaqué contre la poitrine, le rayon incident légèrement incliné vers les pieds.

Intérêt

Le cliché donne une excellente projection des portions verticales des condyles mandibulaire et de la partie postérieure des têtes condyliennes. Très utile en traumatologie, il permet de visualiser les fractures de la branche montante et du condyle mandibulaire en particulier.

2.2.2. Tomographie (52, 104, 107, 113)

La tomographie conventionnelle était à l'origine la seule technique capable d'éliminer la superposition des autres structures osseuses et de reproduire, de façon détaillée la totalité de la structure osseuse et de l'interligne articulaire de l'articulation temporo-mandibulaire. Cependant, l'arrivée du scanner (qui permet d'obtenir des images de meilleure qualité avec un taux d'irradiation inférieur) et de l'IRM a eu évidemment pour conséquence leur quasi disparition. Il persiste encore quelques indications de cet examen qui relèvent plus de contre-indications de la réalisation de TDM ou d'IRM, soit pour des raisons générales (claustrophobie), soit pour des raisons techniques (présence d'éléments métalliques en bouche ou bien difficulté du patient à tenir la position bouche ouverte), soit pour des raisons de sous-équipement (centre dépourvu d'installation IRM ou TDM).

2.2.2.1. Principe

2.2.2.1.1. Technique

C'est une technique extra-orale d'imagerie standard par rayon X donnant une étude en coupe ; elle ne peut étudier que les structures opaques aux rayons X.

Cependant, avec la tomographie, une nouvelle approche des examens radiographiques est née puisque le foyer et le film sont mobilisés de façon synchrone mais en sens inverse, alors que la zone à étudier reste immobile entre ces deux éléments. Ce dispositif permet de provoquer le brouillage de certaines structures gênantes et d'isoler une " tranche " particulière. Un plan de coupe est déterminé. Pour toutes les régions situées en dehors de ce plan, la mobilisation du tube radiogène et du film provoque un flou qui efface partiellement les structures de voisinage sus- et sous-jacentes du plan de coupe et, des traces de balayage qui rendent le fond d'image grisâtre. Au contraire, tous les points du plan choisi apparaissent avec netteté et sans déformation.

Foyer et film peuvent réaliser des trajectoires simples (linéaires) ou complexes (circulaire, elliptique, hypocycloïdale, spiroïdale, etc.) afin de ne laisser apparaître que des plans de coupe, plus ou moins épais et de résolution plus ou moins fine. La réalisation de clichés avec une trajectoire complexe (notamment hypocycloïdale ou spiroïdale) donne de meilleurs résultats, car elle permet d'éliminer, complètement, les traînées de balayage qui nuisent à la netteté des clichés.

Le patient est généralement placé dans un céphalostat permettant de réaliser des clichés reproductibles. Le temps d'exposition est de l'ordre de 3 à 4 secondes par image durant lesquelles le patient est totalement immobile, couché en décubitus, sur une table radiocommandée.

L'irradiation subie par les organes sensibles aux rayonnements ionisants (cristallin, thyroïde) n'est pas plus important que pour les clichés standards si l'on utilise un cône plombé de 5 cm de diamètre.

Les amalgames dentaires ou les éléments métalliques n'entraînent aucun artefact, pouvant gêner l'interprétation des images, contrairement à ce qui se produit au scanner.

Cette technique est réalisable par :

- méthode conventionnelle.
- méthode numérique : (CDD-table radiologique télécommandée numérique directe ou ERLM).

2.2.2.1.2. Conduite de l'examen

On utilise le procédé de tomographie sélective qui consiste, dans un premier temps, à réaliser une téléradiographie en incidence de Hirtz pour déterminer l'angulation de l'axe condylien par rapport à l'axe médian du crâne. L'opérateur peut ainsi positionner

correctement la tête du malade (en incidence dite de " faux profil ") afin de placer l'ATM strictement de profil (114) (fig. 48). Des coupes jointives de 2 mm en bouche fermée (OIM) puis en bouche en ouverture maximale (utilisation d'une cale), parfaitement orthogonales au condyle, sont réalisées pour les clichés en vue de profil ; et des coupes en bouche fermée et rigoureusement parallèles au condyle, pour la vue de face (fig. 49). Cette technique permet de visualiser, aussi bien à l'état statique que dynamique, les pièces osseuses et l'interligne articulaire dans des rapports proches de la réalité et dans les trois dimensions (18).

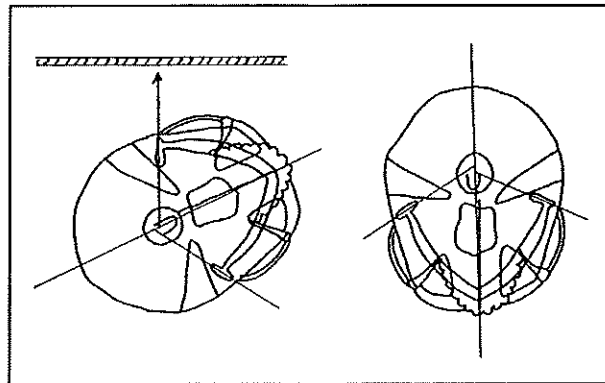


Figure 48. Le calcul de l'axe du condyle mandibulaire en incidence de Hirtz permet de l'orienter perpendiculairement à la table d'examen (58).

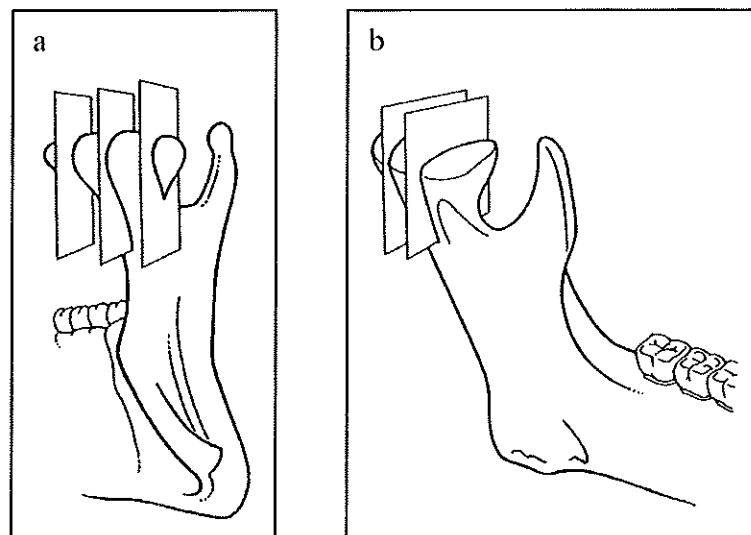


Figure 49. Coupes tomographiques.
a) coupes latérales ;
b) coupes frontales (103).

2.2.2.2. Sémiologie radiographique

2.2.2.2.1. Les structures osseuses (fig. 50)

La tomographie donne des images précises de :

- la morphologie du condyle mandibulaire : déformations, épaisseur de la corticale, altérations de surface et médullaire (une tête condylienne ronde est en faveur d'un disque en place).
- la morphologie de la cavité glénoïde et du processus temporal (en cas de déplacement discal antéro-médial, on assiste à une verticalisation du bord postérieur de la cavité glénoïde, principalement sur ses 2/3 médiaux et parfois d'un aplatissement du bord inférieur du processus temporal).
- la position du condyle mandibulaire dans la cavité glénoïde en situation bouche fermée : la concentricité du condyle au sein de la cavité glénoïde pourrait déjà signer un décentrage. Les décentrages condyliens peuvent se produire dans toutes les directions, une approche tridimensionnelle est donc justifiée. En général, le déplacement condylien se fait en sens inverse de celui du disque (21).
- la position du condyle mandibulaire par rapport au processus temporal en situation bouche ouverte, ce qui permet d'évaluer la course condylienne. Grâce à l'utilisation d'une cale, qui assure la même ouverture pour les clichés des deux côtés, il est possible de comparer avec exactitude les déplacements condyliens. Certains patients présentent, à l'examen clinique, une ouverture buccale normale alors que sur les clichés radiographiques la translation du condyle apparaît limitée (7 à 8 mm). Ceci est le fait d'une majoration de rotation condylienne permettant de compenser le manque de translation.

En cas de dégénérescence osseuse, l'image tomographique n'est ni suffisamment nette, ni suffisamment fine pour révéler précisément les remaniements sous-jacents aux surfaces articulaires, le flou ne permettant pas d'apprécier correctement les trabéculations osseuses. Le premier signe visible sera la sclérose de l'os situé sous le tissu fibreux articulaire (ostéosclérose). Les processus ostéolytiques (lacune, encoche, aplatissement) et ostéoformateurs (ostéophytes) des surfaces osseuses ne sont visibles que tardivement, à un stade plus évolué. Ces lésions sont plus fréquentes au niveau de la tête condylienne qu'au niveau de la surface temporale (52).

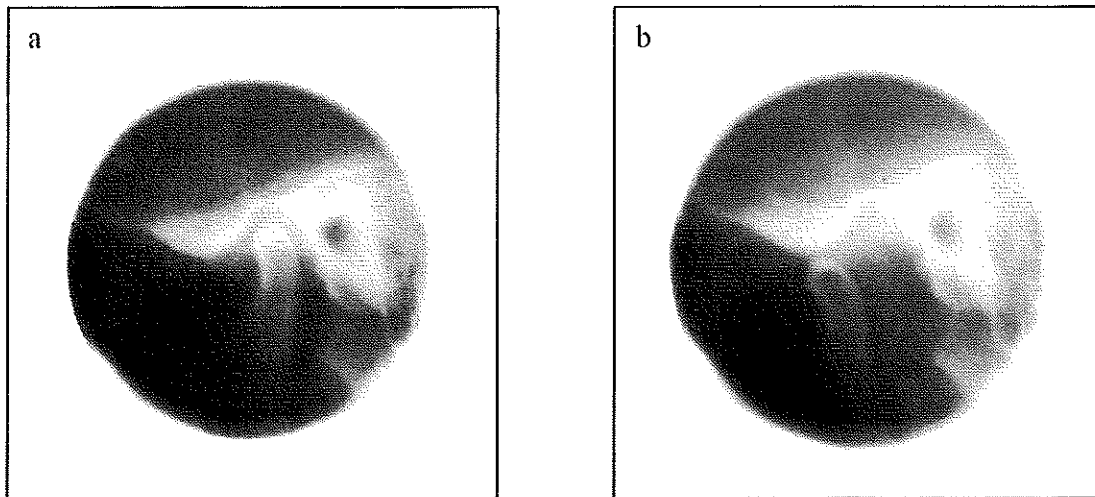


Figure 50. Tomographie sagittale en balayage complexe d'une ATM normale (18).
a) bouche fermée ;
b) bouche ouverte.

2.2.2.2.2. L'interligne articulaire

Délimité par les pièces osseuses, il est rempli par les surfaces cartilagineuses temporo-mandibulaires et le complexe disco-ligamentaire radio-transparents.

2.2.2.2.2.1. Critères de normalité

Il n'y a pas de critères de normalité véritable mais seulement des examens comparatifs (chaque articulation temporo-mandibulaire est comparée avec son homologue controlatérale et avec les moyennes standards).

- de profil bouche fermée : la tête condylienne occupe, physiologiquement, une position légèrement antérieure par rapport au centre de la cavité glénoïde, mais on peut considérer qu'un déplacement de 0,5 mm vers le haut ou l'arrière n'est pas pathologique en l'absence de symptomatologie clinique nette associée. L'interligne articulaire mesure en moyenne 2,4 mm en haut et en arrière, 2,2 mm en haut et 1,8 mm en avant de l'articulation, chiffres de valeur relative en raison des variations d'un individu à l'autre et chez un même individu entre les deux articulations. Chez le sujet de plus de cinquante ans, l'espace articulaire peut être légèrement diminué du fait de l'amincissement " physiologique " du disque (70).

- de profil bouche ouverte : la tête condylienne se situe à l'aplomb ou légèrement en avant de l'éminence temporale. Les condyles sont séparés par un interligne de 2 à 3 mm d'épaisseur. L'interprétation des résultats doit impérativement être accompagnée de la dimension de la cale utilisée pour maintenir l'ouverture buccale maximale (fig. 51).
- les clichés de face : visualisent l'interligne articulaire dans le plan frontal. L'interligne est régulier et souvent plus large en dedans qu'en dehors de 1 à 2 mm, ce qui traduit la plus grande épaisseur du disque dans sa moitié médiale que dans sa moitié latérale (55).

2.2.2.2.2. Critères pathologiques

2.2.2.2.2.1. En cas de déplacement discal

L'interligne articulaire peut être considéré comme le reflet de l'état du complexe discoligamentaire. Toutefois, l'interprétation des différences observées au niveau des interlignes ne peut avoir de valeur diagnostic formelle. Seule, l'association avec l'examen clinique pourra nous faire penser à un éventuel déplacement discal.

Sur les clichés de profil

- en cas de DDR, l'interligne est pincé en arrière ou en haut en position bouche fermée puis augmente pour redevenir normal lorsque la tête condylienne charge le disque.
- en cas de DDI aigu, bouche fermée, l'interligne est pincé en arrière ; bouche ouverte, le déplacement en avant de la tête condylienne est limité et l'interligne est augmenté (fig. 51).
- en cas de DDI chronique ; bouche fermée, l'interligne est pincé en haut ; bouche ouverte, le déplacement en avant de la tête condylienne n'est plus limité mais l'interligne est pincé.

Sur les clichés de face

Ils introduisent la troisième dimension à ces tomographies, visualisant l'interligne dans le plan frontal. Un pincement latéral traduit un déplacement antéro-médial du disque, la tête condylienne est alors latéralisée sous la base du crâne (fig. 52).

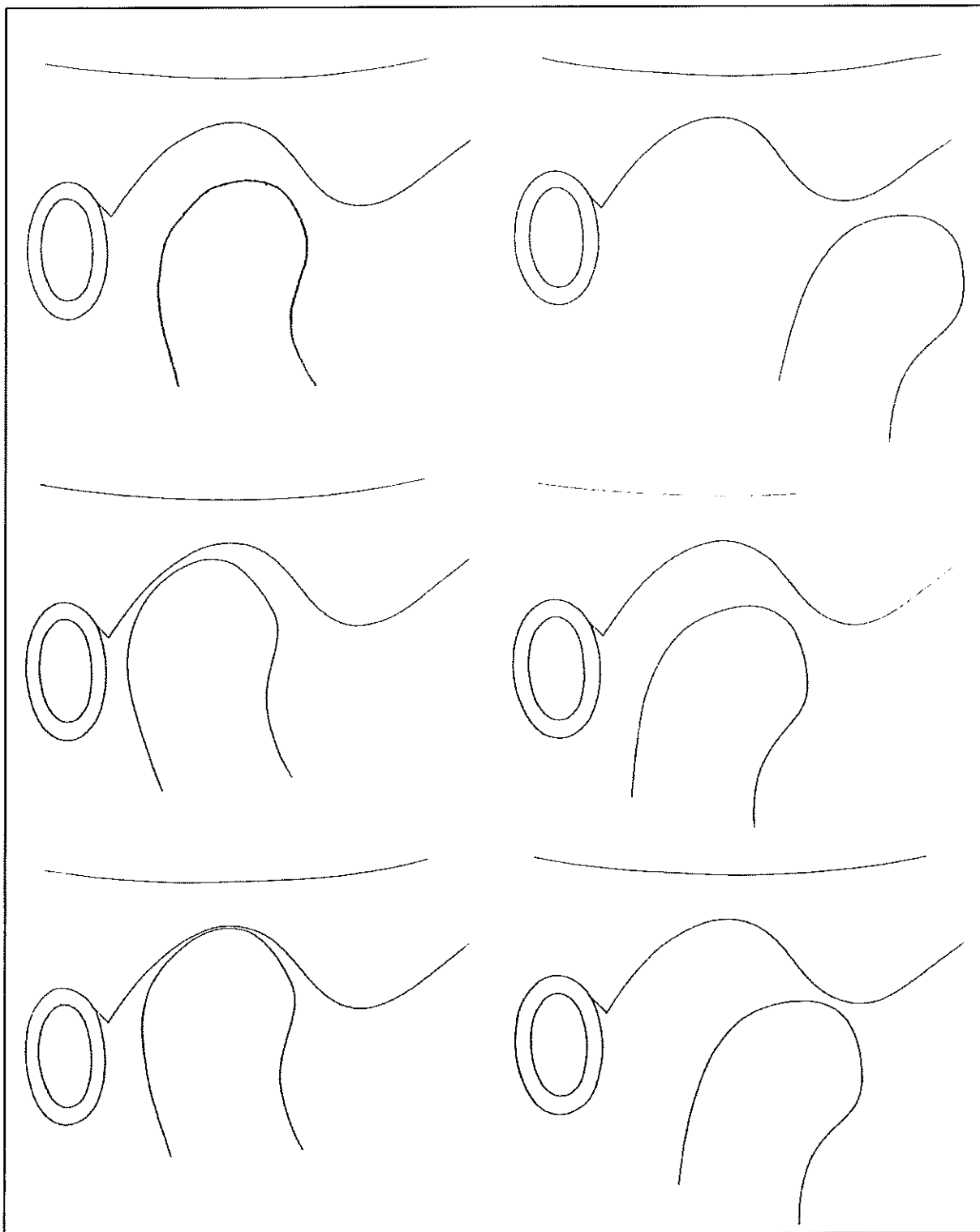


Figure 51. Tomographies sagittales de l'articulation temporo-mandibulaire (52).
 Aspect normal : a) bouche fermée ; b) bouche ouverte ;
 DDI aigu : a) bouche fermée ; b) bouche ouverte ;
 DDI chronique : a) bouche fermée b) bouche ouverte.

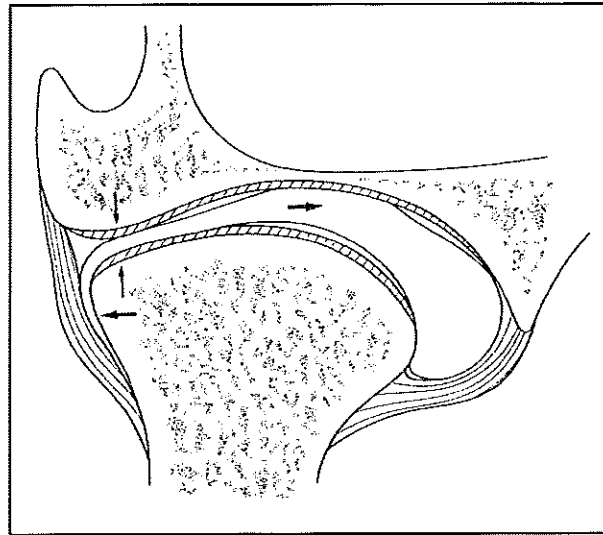


Figure 52. Latéralisation de la tête condylienne et médialisation du disque (50).

2.2.2.2.2.2. Autres pathologies

L'élargissement, essentiellement, postérieur de l'interligne en position bouche fermée (accompagné d'un léger abaissement de la tête) évoque un signe de rétro-discite (fig. 53).

L'absence d'interligne, en position bouche fermée et bouche ouverte, est souvent corrélée à des lésions arthrosiques évoluées avec perforation de l'appareil discal.

Il peut aussi disparaître complètement ou en partie, et être remplacé par une structure osseuse : c'est l'ankylose.

Enfin, il pourra être le siège d'une ou plusieurs opacité de tonalité calcique, en rapports avec des corps étrangers intra-articulaires ou des calcifications discales (fig. 54).

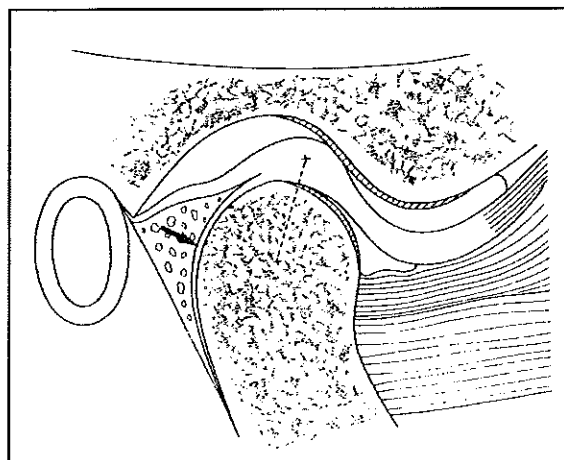


Figure 53. Rétro-discite. Déplacement de la tête condylienne en bas et en avant (52).

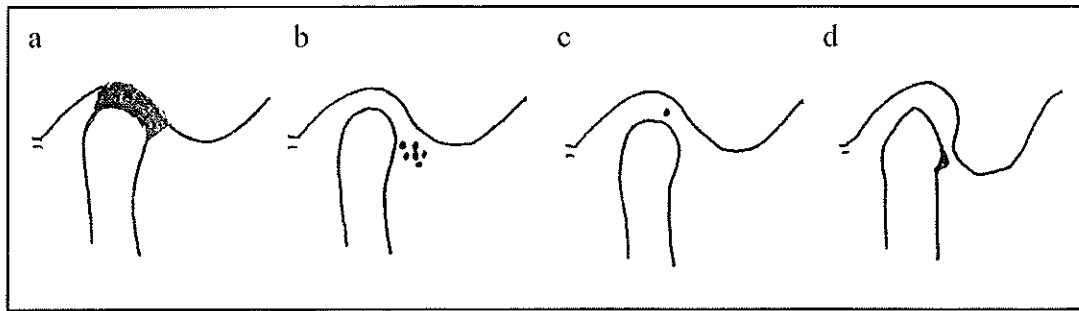


Figure 54. Pathologies de l'interligne articulaire (58).

- a) ankylose ;
- b) corps étrangers radio-opaques ;
- c) calcifications discales ;
- d) bec antérieur ostéophytique.

2.3. Arthrographie

L'arthrographie consiste à réaliser une série de tomographies, après avoir injecté, dans au moins un compartiment de l'articulation (disco-condylien ou disco-temporal) ou les deux, un produit de contraste opaque aux rayons X, permettant de visualiser indirectement les tissus mous articulaires en plus des structures osseuses. La position et la morphologie du disque sont étudiées, ainsi que sa dynamique en coupes (bouche ouverte, bouche fermée) ou en temps réel par vidéoscopie. Mais, malgré un taux de fiabilité de 75 à 80 %, cette méthode ionisante, invasive et douloureuse, donne des résultats nettement inférieurs à ceux obtenus en IRM.

Actuellement, les indications résiduelles de l'arthrographie ne concernent que les patients claustrophobes, ou la mise en évidence d'une perforation discale qu'il est pour l'instant impossible de visualiser directement en IRM (65,102).

2.3.1. Principe

2.3.1.1. Conduite de l'examen (41, 115, 121)

Un cliché en incidence de Hirtz est préalablement exécuté pour réaliser les arthrotomographies dans un plan perpendiculaire au grand axe du condyle. La réalisation des clichés se fait dans les 15 mn suivant l'injection du produit de contraste (délai de sa résorption). Les arthrotomographies sont réalisées avec une trajectoire préférentiellement hypocycloïdale, en bouche fermée et bouche ouverte, en " faux profil " et de face.

Après désinfection cutanée de la zone de ponction et mise en place de champs stériles, une anesthésie locale à la lidocaïne à 2% de la peau, des tissus sous-cutanés et péri-articulaires est réalisée. Il est indispensable de pratiquer une anesthésie jusqu'à la capsule articulaire qui est une zone richement innervée. En cas de contracture musculaire (ouverture buccale limitée) pouvant gêner l'examen, on réalise une infiltration anesthésique du muscle ptérygoïdien latéral.

Ponction du compartiment inférieur

Dans un premier temps, il s'agit de repérer le point d'entrée cutané de la ponction qui se situe à l'intersection de deux droites : l'une verticale passant 7 à 8 mm en avant du conduit auditif externe (CAE) et l'autre, horizontale passant à 5 mm du bord inférieur du CAE.

La ponction articulaire est réalisée grâce à une aiguille fine (23-G) dont la longueur est d'au moins 2,5 cm. Sous contrôle scopique, l'aiguille est introduite par le point d'entrée et dirigée en bas, en avant et en dedans jusqu'à percevoir la sensation caractéristique du franchissement capsulaire, immédiatement suivie, du contact osseux mandibulaire de la corticale postéro-supérieure du condyle. Le patient ouvre alors légèrement la bouche, ce qui augmente le volume de la partie postérieure, permettant à l'aiguille de glisser au niveau du récessus postérieur du compartiment inférieur. La situation adéquate de l'aiguille à l'intérieur de l'espace articulaire est contrôlée sous scopie. Elle est correcte si l'on observe des mouvements synchrones du condyle et de la pointe de l'aiguille lors des mouvements d'ouverture et de fermeture de la bouche.

L'injection du produit de contraste se fait alors que la bouche est partiellement ouverte ; au début de l'opacification, le contraste stagne dans le récessus postérieur du compartiment inférieur. Lorsque le patient ferme la bouche, le contraste peut couler librement sur la face antérieure du condyle dans le récessus antérieur. L'opacification du compartiment inférieur nécessite 0,5 à 0,7 ml de produit de contraste et elle suffit à déterminer la position discale.

Ponction du compartiment supérieur

Elle s'effectue bouche ouverte à la suite de la ponction du compartiment inférieur. L'aiguille est partiellement retirée (de 10 mm) et dirigée, toujours sous contrôle scopique, en haut et en arrière jusqu'à la corticale de la portion antérieure du bord inférieur de la cavité glénoïde. Le compartiment supérieur étant plus volumineux que l'inférieur, on injecte au

maximum 1 à 1,5 ml de produit de contraste, afin de ne pas masquer le compartiment inférieur par une réplétion trop importante des récessus latéraux.

2.3.1.2. Produits de contraste utilisés

- aérique : l'air n'est jamais utilisé seul.
- produits radio-opaques : ce sont des produits de contraste iodés hydrosolubles tels que l'Hexabrix 320, le Iopamiron 300 ou 370, ou l'Omnipaque. L'Hexabrix apparaît comme étant le produit le mieux toléré probablement en raison de sa faible osmolarité.

2.3.1.3. Types d'arthrographies (116)

- arthrographie opaque : c'est la méthode la plus utilisée car la plus simple, la plus rapide et d'une fiabilité excellente notamment lors de l'étude dynamique. L'opacification peut ne concerner qu'un seul compartiment. On choisira, le plus souvent, le compartiment inférieur car l'opacification du compartiment supérieur est moins informative, de petites lésions pouvant être méconnues (24). Si l'information ne paraît pas suffisante quant à la position et à la morphologie discale, les deux compartiments sont alors opacifiés, permettant de visualiser les deux faces du disque. En pratique courante l'opacification bicamérale est d'ailleurs de mise.

- arthrographie en double contraste : préconisée par WESTESSON, cette technique bicamérale associe l'injection de produit de contraste hydrosoluble et d'air. Elle permet une meilleure approche morphologique du disque, mais c'est une technique plus agressive que la précédente.

2.3.1.4. Incidents et complications (25)

- injection extra-articulaire notamment dans la zone bilaminaire par une ponction trop postérieure.

- extravasation de produit de contraste d'autant plus fréquente que l'examen a été difficile.
- la pénétration de produit de contraste dans le système vasculaire (riche dans la zone bilaminaire) augmente le risque d'intolérance aux produits de contraste. Ces accidents restent exceptionnels aux cours des arthrotomographies mais nécessitent les précautions habituelles chez le sujet à risque.

- une paralysie faciale transitoire toujours résolutive peut survenir après une anesthésie locale trop importante.

- des douleurs articulaires après l'injection seront traitées symptomatiquement (antalgiques). Elles seront d'autant plus marquées que l'examen a été difficile et que la quantité de produit de contraste a été importante. L'utilisation de produit de contraste hexaiodé de basse osmolarité a réduit de façon significative les douleurs.

- les arthrites septiques ne doivent pas se voir. Elles sont prévenues par une asepsie rigoureuse et l'abstention d'abord articulaire en cas de sepsis.

2.3.1.5. Contre-indications et précautions

- la seule contre-indication est l'infection cutanée de la région pré-tragienne qui pourrait contaminer l'articulation.

- les précautions à prendre sont une prémédication adaptée chez les sujets émotifs, hémophiles ou épileptiques ainsi qu'une couverture anti-allergique en cas d'intolérance à l'iode ou la lidocaïne.

2.3.2. Sémiologie arthrographique d'une ATM normale (63, 110)

Il est à noter que l'injection de produit de contraste, au sein des compartiments articulaires, induit deux inconvénients dont il faut tenir compte lors de l'étude de l'ATM par arthrographie. Premièrement, le jeu articulaire n'est pas examiné dans des conditions physiologiques en raison de la présence de ce liquide ; deuxièmement, l'étude cinétique des deux ATM ne peut être réalisée dans le même temps, de façon comparative, pour la même ouverture buccale.

2.3.2.1. De profil (fig.55)

2.3.2.1.1. Compartiment inférieur disco-condylien

L'aspect normal se juge bouche fermée sur l'aspect du récessus antéro-inférieur et bouche ouverte sur celui du bord supérieur du récessus postéro-inférieur. La modification progressive, régulière sans à-coup ou ressaut de ces récessus est un des meilleurs critères de normalité.

Bouche fermée

Le récessus antéro-inférieur qui dessine le bord inférieur de la bande discale antérieure est effilé en forme de goutte ou de larme, oblique en bas et en avant. La longueur du récessus antéro-inférieur ne doit pas dépasser de plus de 3 mm le bord antérieur du condyle. Son épaisseur est comprise entre 2 et 3 mm (52).

Le récessus postéro-inférieur présente un bord convexe postérieur (silhouettant la zone bilaminaire) et concave antérieur (moulant le bord postéro-supérieur du condyle). Il s'étend plus bas sur le condyle que le récessus antérieur. La largeur du récessus postérieur est égale ou inférieure à la portion la plus large du récessus antérieur.

Bouche ouverte

Lors de l'ouverture buccale, le récessus antéro-inférieur se vide sous la pression conjointe du condyle mandibulaire et du disque, et prend la forme d'un fin croissant qui souligne le versant antéro-supérieur du condyle.

Le produit de contraste s'écoule librement dans le récessus postéro-inférieur. Il s'élargit, son diamètre antéro-postérieur augmente et son bord supérieur convexe devient progressivement concave en raison de l'empreinte de la bande discale postérieure.

2.3.2.1.2. Le compartiment supérieur disco-temporal

Là encore les modifications sont progressives.

Bouche fermée

Le récessus antéro-supérieur s'étend sous l'éminence temporale, alors que le récessus postéro-supérieur moule le fond de la cavité glénoïde jusqu'à la scissure de Glaser, décrivant ainsi une courbe sigmoïde.

Bouche ouverte

Le récessus antéro-supérieur se vide quasi complètement et le récessus postéro-supérieur se distend, présentant un bord inférieur horizontal.

2.3.2.2. De face

Les compartiments inférieur et supérieur silhouettent la position et la morphologie du disque qui est parfaitement reconnaissable.

Lorsque la bouche est fermée, le compartiment inférieur se présente sous la forme d'un liseré de contraste moulant la face inférieure du disque et supérieure du condyle mandibulaire. Si on injecte une forte quantité de produit de contraste, le compartiment artriculaire supérieur plus volumineux, s'étend latéralement de part et d'autre de la silhouette discale vue en contraste négatif ; latéralement il déborde le versant externe du condyle, médialement il moule la surface articulaire temporale (44).

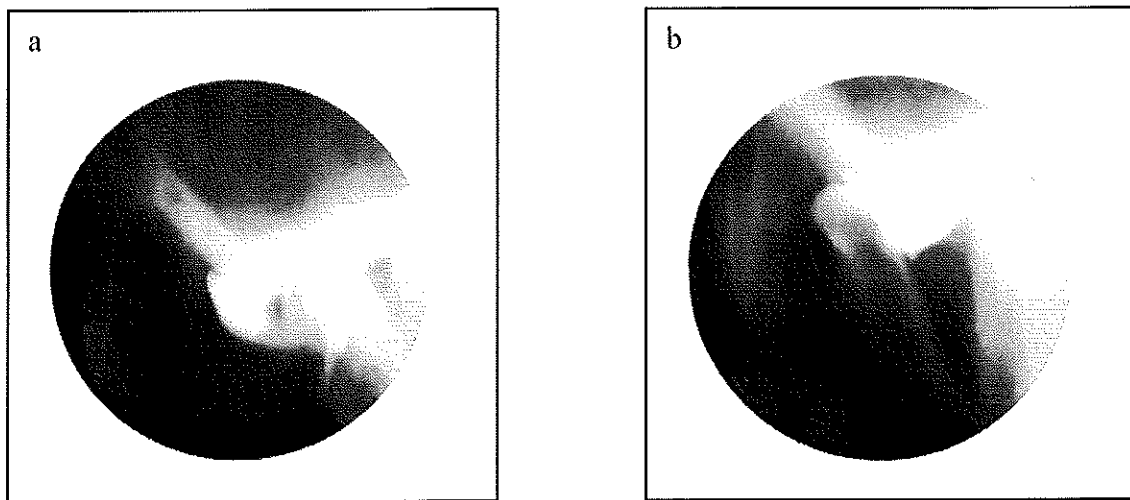


Figure 55. Arthrotomographie d'une ATM normale (18).
a) bouche fermée ; b) bouche ouverte.

2.3.3. Sémiologie arthrographique d'une ATM pathologique (46, 109, 111)

Tout déplacement du disque va entraîner une modification de la taille et de la forme des récessus articulaires (fig. 56). L'arthrographie apporte aussi des renseignements sur l'état de la capsule articulaire et le contenu articulaire.

2.3.3.1. Position du disque

2.3.3.1.1. Position antérieure du disque

Seule l'arthrographie bicompartimentale en permet le diagnostic : le récessus antéro-inférieur peut être normal ou légèrement allongé. En revanche la bande discale postérieure est déplacée vers l'avant et son maximum d'épaisseur est situé légèrement en avant de l'apex du condyle mandibulaire. On peut noter des positions antérieures partielles du disque par rotation : sa partie médiale est en situation antérieure, alors que sa partie latérale est en position normale, ou, au contraire, la partie médiale du disque est en position normale, alors que la partie latérale est déplacée vers l'avant. Bouche ouverte le disque retrouve sa position inter-condylienne normale.

2.3.3.1.2. Déplacement discal antérieur réductible

Bouche fermée

De profil, le récessus antéro-inférieur est plus allongé, dépassant de 6 à 10 mm le bord antérieur du condyle mandibulaire. La longueur de ce récessus serait un moyen d'évaluer la gravité de la lésion : " c'est le doigt qui montre la lésion " (52). De plus, le bord supérieur du récessus antéro-inférieur présente une concavité supérieure, représentant l'empreinte du bourrelet postérieur du disque qui témoigne du déplacement antérieur du disque. Classiquement, on décrit un aspect biconcave du récessus antéro-inférieur, le disque étant plus ou moins replié sur lui-même, la concavité antérieure étant, elle, due au bourrelet antérieur déplacé également vers l'avant. Quant au récessus antéro-supérieur, il est en général aplati dans sa moitié postérieure.

De face, le disque est soit centré par rapport au condyle mandibulaire, soit déplacé vers le dedans ce qui est le cas le plus fréquent.

Bouche ouverte

Lorsque le condyle réalise son mouvement de translation antérieure, on observe au moment du claquement de réduction, un changement brutal de la répartition du produit de contraste, qui retrouve l'aspect d'une articulation normale. Si le claquement est tardif, le

récessus antéro-inférieur va rester un peu allongé vers l'avant, témoignant d'une atteinte articulaire plus sévère.

2.3.3.1.3. Déplacement discal antérieur irréductible

Bouche fermée

De profil comme de face, on constate les mêmes signes radiologiques que lors d'un DDR.

Bouche ouverte

L'empreinte du bourrelet postérieur persiste et souvent s'accroît sur le bord supérieur du récessus antéro-inférieur, témoignant du caractère irréductible du déplacement, souvent associé à une translation condylienne antérieure limitée. Les récessus antérieurs persistent et le récessus postéro-inférieur est presque inexistant

Dans les DDI anciennes, le produit de contraste cerne un disque déformé, épaissi, fissuré, remanié. La translation condylienne apparaît subnormale, le condyle mandibulaire venant à l'aplomb du condyle temporal.

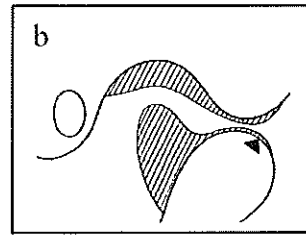
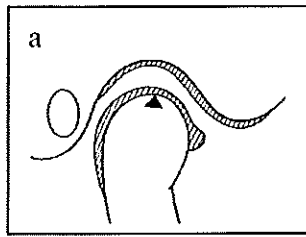
2.3.3.2. Perforation discale

Le diagnostic de perforation se fait sur la base d'une opacification simultanée des deux compartiments lors de l'injection sélective du compartiment inférieur ou supérieur (fig. 56).

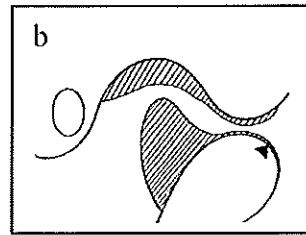
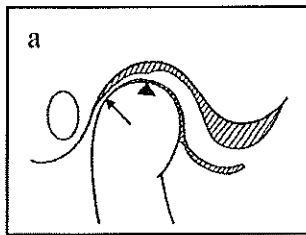
2.3.3.3. La capsule articulaire

La ponction permet de diagnostiquer une induration de la capsule : l'aiguille crisse à la ponction, qui est difficile. Parfois la capsule est ligneuse. Le volume articulaire est réduit.

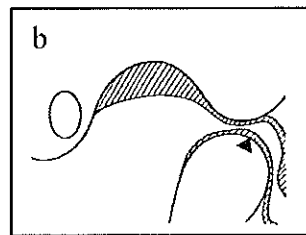
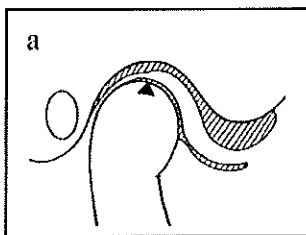
La partie antérieure de la capsule articulaire est une zone de faiblesse car soutenue par un tissu conjonctif lâche et pénétrée par le muscle ptérygoïdien latéral dans sa portion antérieure et médiale ; à ce niveau de discontinuité, la capsule est susceptible de se rompre et le produit de contraste diffuse en avant du disque. Ce diagnostic de rupture capsulaire est un diagnostic purement arthrographique (25).



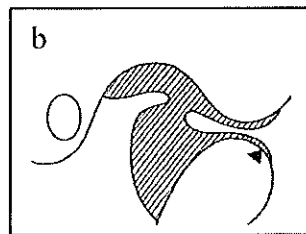
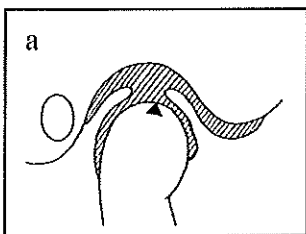
ATM normale : les rapports disco-condyliens sont normaux.
a) bouche fermée ; b) bouche ouverte.



DDR : a) bouche fermée, le condyle est reculé et le disque avancé ;
b) bouche ouverte, les rapports disco-condyliens sont normaux.



DDI : le disque est déplacé vers l'avant en permanence.
a) bouche fermée ; b) bouche ouverte.



Perforation discale : communication entre les deux compartiments
a) bouche fermée ; b) bouche ouverte.

Figure 56. Arthrographie de l'ATM (103).

2.3.3.4. Le contenu articulaire

2.3.3.4.1. L'épanchement intra-articulaire

Il se manifeste par la présence d'un liquide qualifié " eau de roche ".

2.3.3.4.2. Les adhérences intra-articulaires

Elles sont suspectées à l'injection du produit de contraste qui est difficile et qui provoque une petite douleur fugace, rapidement résolutive. Sur les premiers clichés, les adhérences apparaissent sous forme de lacunes aux multiples irrégularités, au sein d'un volume articulaire réduit. Les récessus articulaires présentent alors un aspect flou qui disparaît en fin de réplétion. Par la suite, les adhérences disparaissent, vraisemblablement à cause de la dilatation articulaire provoquée par l'injection de produit de contraste. Ce phénomène est certainement la conséquence d'une amélioration fréquente de l'ouverture buccale après les examens.

2.3.3.4.3. La présence de corps étrangers intra-articulaires (108)

Ils réalisent des lacunes peu contrastées dans le produit radio-opaque. Les corps étrangers cartilagineux sont radio-transparents et forment des lacunes régulières et souvent multiples dans les récessus articulaires opacifiés.

2.3.3.4.4. Les calcifications discales (108)

Elles sont extrêmement rares, leur siège intra-discal peut être prouvé par une opacification bicamérale.

2.4. Tomodensitométrie

Développée à partir de 1967, par Godfrey HOUNSFIELD, prix Nobel de médecine en 1979, la tomodensitométrie (TDM) à rayon X ou scanographie est une technique non invasive, qui a pris une place prépondérante dans l'exploration de l'articulation temporo-mandibulaire, notamment pour l'étude détaillée de la trame osseuse. L'apparition en 1989 du scanner à balayage spiralé ou hélicoïdal a permis de remplacer avantageusement les tomographies conventionnelles : la rapidité d'acquisition et la possibilité d'obtention de coupes chevauchées a amélioré la résolution spatiale de l'image et les reconstructions multiplanaires et tridimensionnelles, tout en conservant un taux d'irradiation identique pour le patient, et inférieur à celui émis lors de clichés tomographiques (la dose administrée au niveau du cristallin de l'œil ou de la thyroïde est très faible).

2.4.1. Principes généraux (26, 38, 39, 79)

La tomodensitométrie est un procédé de reconstruction informatique qui a pour but de mesurer, à l'intérieur d'une tranche (tomo) anatomique, les densités (densitométrie) d'absorption des rayons X. L'originalité du système est de remplacer le film radiologique par une couronne de détecteurs de photons X couplée à un ordinateur, permettant ainsi d'analyser et de traiter les informations avec une sensibilité 200 fois supérieure aux techniques conventionnelles.

C'est une technique extra-orale. Le patient est allongé sur une table au sein d'un statif comprenant un couple tube-détecteurs et un générateur haute tension (fig. 57). Le système informatique est composé d'une console d'acquisition qui contrôle les mouvements du statif et de la table, et de consoles de traitement de l'image permettant, en outre, la réalisation de reconstructions bidimensionnelles (2D) et tridimensionnelles (3D).

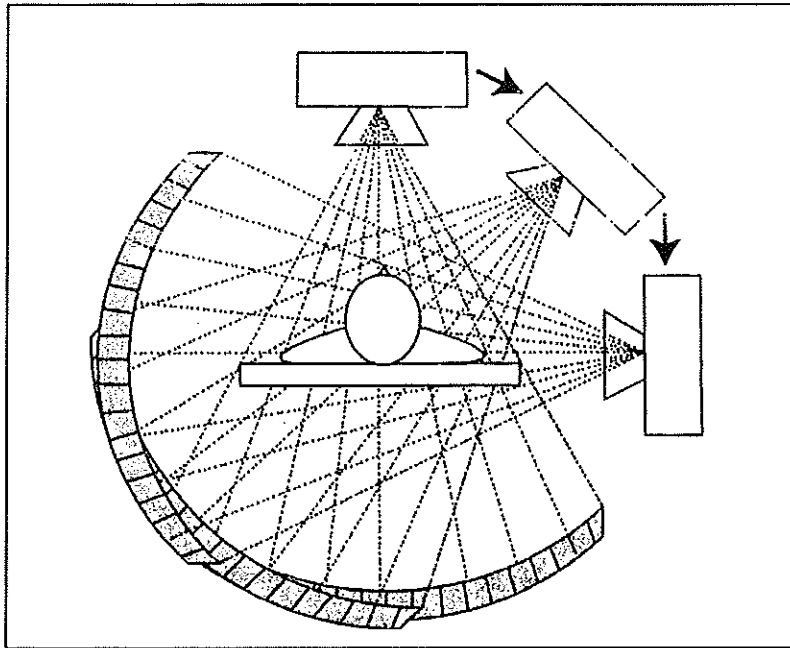


Figure 57. Principe du scanner. Mesure des profils d'atténuation à différentes positions angulaires du couple tube-détecteurs (38).

2.4.1.1. Principes physiques

Comme en radiologie conventionnelle, le faisceau de rayons X émis par le tube radiogène subit une atténuation à travers l'objet, dénommée " densité radiologique ", proportionnelle à un coefficient d'atténuation μ fonction du numéro atomique des différents composants de l'objet selon la formule : $I = I^0 \cdot e^{-\mu x}$

I : intensité du rayonnement émergent

I^0 : intensité du rayonnement incident

μ : coefficient d'absorption linéaire spécifique du corps traversé

x : épaisseur de l'objet traversé

Le rayonnement atténué est capté par une couronne de détecteurs (solides ou gazeux) qui transforment l'énergie photonique du faisceau du rayon X émergeant en un signal électrique dont l'intensité est proportionnelle à l'intensité du rayonnement X. Ce signal électrique est ensuite transformé en une information numérisée, par conversion analogique-digitale, qui est traitée et analysée, par ordinateur, à l'aide d'un algorithme mathématique afin de déterminer une valeur numérique pour chacune des densités d'un volume élémentaire ou voxel de l'objet. Chacune de ces valeurs numériques, exprimées en unités de densité TDM ou unités

Hounsfield (UH), se voient attribuer une valeur de densité sur l'échelle des gris afin de transformer ces données numériques en image. L'image TDM est donc une image numérique obtenue par reconstruction matricielle et mémorisée par l'ordinateur.

2.4.1.2. Acquisition de l'image tomodensitométrie

Avec les scanners dits séquentiels, une rotation de 360° est utilisée pour réaliser une acquisition complète. L'image est donc reconstruite à partir d'une multitude de projections angulaires de rayons X, en un temps variable. Le rayonnement X émis par le tube est filtré, puis, par l'intermédiaire d'une collimation, est ajusté à l'épaisseur de la coupe souhaitée qui varie de 1 à 10 mm, limitant ainsi les radiations. Une fois la rotation terminée, la table se déplace d'une courte distance avant de réaliser la coupe suivante.

2.4.1.3. Reconstruction de l'image tomodensitométrie

L'image TDM est une image reconstruite à partir des profils d'atténuation recueillis au cours des mesures effectuées pendant la rotation de l'ensemble tube-détecteurs. Le profil d'atténuation varie d'un point à l'autre, au sein d'une même coupe, en raison de l'absorption différentielle du rayonnement par les différentes structures traversées, et en fonction de l'angle de rotation du faisceau du rayon X. La reconstruction de l'image sera d'autant plus précise que le nombre de mesures est important (on avoisine, en général, les 1 000 000 de mesures). L'ensemble des profils recueillis ou sinogramme va subir un filtrage, puis une rétroprojection.

2.4.1.3.1. Filtrage

L'image obtenue à partir des profils de reconstructions est une image imparfaite, floue en périphérie, nette au centre. Il est donc nécessaire de filtrer cette image.

Les algorithmes de filtrage ou de convolution dits " durs " renforcent les contours des structures anatomiques au détriment du rapport signal/bruit et sont utilisés pour l'exploration de structures à haut contraste, pour lesquels une excellente définition est nécessaire (os, dents...). A l'inverse, les algorithmes " mous " augmentent le rapport signal/bruit et permettent une meilleure discrimination des tissus mous qui ont une faible différence de densité entre eux. En contrepartie, ils lissent les contours et réduisent la définition de l'image.

2.4.1.3.2. Rétroprojection

Dans la deuxième étape de la reconstruction, les données brutes et filtrées des profils d'atténuation sont rétroprojetées sur un système géométrique : la matrice. De résolution variable, elle est caractérisée par le nombre de lignes et de colonnes qui vont définir sa taille (512 x 512, ou 1024 x 1024). L'unité élémentaire de la surface de la matrice est le pixel. La taille du pixel est liée à la taille de la matrice mais aussi à celle du champ de reconstruction. Le voxel ou volume élémentaire correspond à la surface du pixel multipliée par l'épaisseur de coupe. La définition ou résolution spatiale dépendra directement de la taille du voxel (fig. 58).

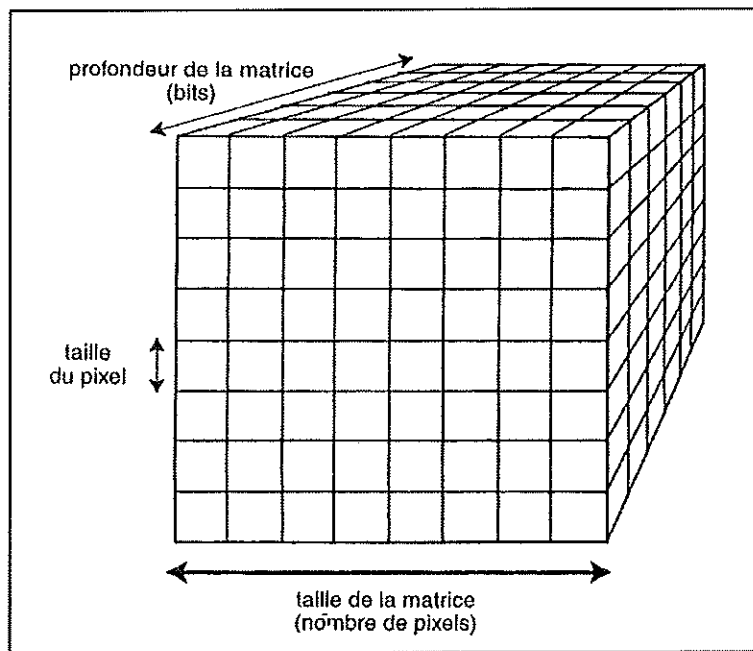


Figure 58. Représentation du stockage matriciel (9).

2.4.1.3.3. Visualisation de l'image - Notion de fenêtrage

Les nombreuses mesures de densité, effectuées à chaque rotation de 360°, permettent de calculer une densité moyenne (exprimée en unité Hounsfield) qui est attribuée à chaque voxel, puis à chaque pixel. L'échelle de densité de Hounsfield se répartit de - 1000 UH pour l'air à + 1000 UH pour le calcium, et par convention, le niveau de densité de l'eau a été fixé à 0 UH (fig. 59). Selon leur densité, les pixels sont représentés par différentes valeurs de gris, allant du blanc au noir. Les structures denses (os) apparaissent blanches car elles atténuent beaucoup

les rayons X. Celles qui sont noires sont peu denses, et atténuent peu le rayonnement (air). L'image sur l'écran s'exprime en 256 niveaux de gris, alors que l'œil humain n'est sensible qu'à 15 à 20 niveaux de gris. En conséquence, si toutes les valeurs d'atténuation de l'échelle de Hounsfield étaient représentées sur l'image reconstruite, l'examineur ne pourrait distinguer qu'une nuance de gris pour les tissus dont la densité en UH est voisine. L'étude scanographique de l'ATM nécessitant la signalisation de structures osseuses et de tissus non calcifiés environnants, soit des éléments de densités très différentes, impose la mise en place d'une " fenêtre " d'exploration, permettant de limiter notre étude, sur l'échelle des densités, à certaines structures.

Le concept de fenêtrage consiste donc à déployer l'ensemble de l'échelle des 256 niveaux de gris sur une portion de l'échelle de Hounsfield arbitrairement sélectionnée, augmentant ainsi le contraste entre des structures présentant des densités voisines.

La fenêtre se caractérise par deux paramètres :

- le niveau qui situe le milieu de la fenêtre explorée, et qui détermine les structures dont les valeurs d'atténuation seront représentées dans le niveau moyen de l'échelle des gris ;
- la largeur qui constitue l'intervalle de l'échelle des densités explorées. Elle est déterminée en fonction des structures examinées (fig. 60).

Toutes les structures dont la densité se situe sous la limite de la fenêtre apparaîtront noires, celles au-dessus seront blanches.

On distingue deux types de fenêtre :

- une fenêtre large ou fenêtre osseuse qui souligne spécifiquement la corticale et la médullaire osseuse mais efface les tissus mous voisins ;
- une fenêtre étroite ou fenêtre de parties molles qui en augmentant le contraste entre des structures de densités voisines permet d'appréhender les éléments intra-capsulaires (disque) et musculaires (muscle ptérygoïdien latéral, coussinet graisseux inter-ptérygoïdien). Dans cette fenêtre il est possible de déterminer une " sous-fenêtre " de densités, centrées sur une valeur moyenne ; généralement, on choisit une valeur approchant celle de la densité du disque (95 UH). Par ce procédé, dit de " surbrillance " ou " Blink mode ", tous les éléments de cette sous-fenêtre apparaissent en gris très clair bordés de blanc, alors que l'os est entièrement blanc avec des contours flous.

Noir -1000	0	30	gris	80	100
Air	Grasse	Eau	Tissu	Hématome	
100	300	500	800	1000	Blanc
Os peu dense	Os moyennement dense	Os dense		Calcifications compactes	
				corps étrangers métalliques	
				pâte dentaire	

Figure 59. Valeur des mesures de densité (en unité Hounsfield) (113).

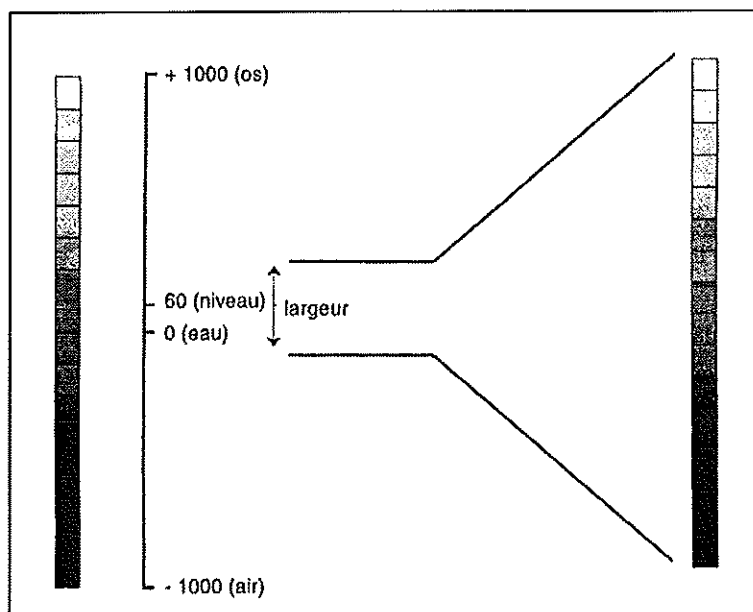


Figure 60. Notion de fenêtrage (38).

2.4.1.4. Facteurs de qualité de l'image tomodensitométrique (40, 73)

2.4.1.4.1. Résolution spatiale

Il s'agit du niveau de définition de l'image. Elle indique le plus petit détail visible à fort contraste. De nombreux facteurs interviennent sur la résolution spatiale :

- des facteurs intrinsèques inhérents à l'appareillage qui sont la taille du foyer du tube, la qualité de la collimation, le nombre et l'espacement des détecteurs. Ils s'expriment en paire de lignes par centimètres ;
- des facteurs extrinsèques choisis par l'opérateur ;
- le temps de pose ou la vitesse de rotation par tour : l'augmentation du temps de pose permet d'augmenter le nombre de projections qui conditionne la résolution spatiale, influence d'autant plus grande que le contraste est faible ;
- la taille du pixel et du voxel : on conçoit aisément que plus leur taille est petite, plus la résolution spatiale est élevée. Elle dépend du choix de la matrice, de la taille du champ d'exploration qui représente la surface de la coupe, de l'épaisseur de coupe. Pour un nombre de pixels déterminés dans la matrice (par exemple 512 x 512), il faudra diminuer la taille du champ et l'épaisseur de coupe si l'on veut augmenter la résolution spatiale. A l'inverse, plus la taille du champ est grande, plus l'agrandissement de la surface de la coupe est grand et plus l'image est " floue ". L'exploration de l'ATM nécessite des coupes de 1 mm et des petits champs de vue afin d'obtenir une excellente résolution spatiale.

2.4.1.4.2. Résolution en densité

C'est la plus petite variation de contraste décelable par l'appareil. Elle dépend directement du rapport signal sur bruit (S/B).

Le rapport S/B augmente avec :

- le temps de pose et la dose : celle-ci est fonction de l'intensité du courant appliquée au tube exprimée en milliampères (mA) et de la durée de l'exposition exprimée en secondes (mAs). Quand la dose est doublée le rapport S/B est multiplié par $\sqrt{2}$;
- le filtrage : l'utilisation de filtres " mous " permet d'augmenter la résolution en densité mais là encore, au détriment de la résolution spatiale.

Le rapport S/B diminue avec :

- l'épaisseur du patient : le faisceau est atténué au cours de la traversée du patient de près de 50% tous les 4 cm obligeant à une augmentation de dose pour une qualité d'image identique. Au niveau de l'ATM, ce paramètre joue peu car l'épaisseur des régions traversées est faible ;

- l'épaisseur de coupe : si la réduction de l'épaisseur de coupe augmente la résolution spatiale, elle diminue le rapport S/B d'un facteur $\sqrt{2}$. Un compromis est donc nécessaire.

2.4.1.4.3. Artefacts

Ils regroupent les altérations de l'image qui rendent leur interprétation plus difficile.

2.4.1.4.3.1. Artefacts de mouvements

Le temps d'examen est le premier responsable des artefacts engendrés par les mouvements involontaires ou volontaires du patient, tels que la déglutition ou la respiration. Ces mouvements affectent la qualité de la coupe axiale, mais également la qualité des reconstructions si le mouvement se produit entre deux coupes, il y aura en effet une erreur dans la localisation des structures anatomiques et cette erreur entraînera lors des reconstructions des artefacts en raies. La réduction des temps d'acquisition grâce au balayage spiralé permet de diminuer ces artefacts et introduit une nouvelle notion de résolution temporelle.

2.4.1.4.3.2. Artefacts de volume partiel

La densité du voxel correspond à la valeur moyenne des densités des constituants du voxel. Si ces constituants ont des densités différentes, la valeur de densité exprimée sur l'image sera faussée. Pour pallier à cet artefact, il faut diminuer l'épaisseur de coupe.

2.4.1.4.3.3. Artefacts métalliques

La présence d'éléments très denses dans le plan de coupe (prothèses dentaires), génère des stries radiaires dégradant fortement la qualité de l'image, en raison de coefficients d'absorption très élevés dépassant les capacités de reconstructions de l'ordinateur. Il est donc impératif de demander au patient de retirer tous les éléments métalliques amovibles au niveau de la tête et du cou.

2.4.1.4.3.4. Durcissement du faisceau

Au cours de la traversée de l'objet, le rayonnement X polychromatique subit une atténuation qui va être plus importante sur les composantes de basse énergie, entraînant un durcissement du faisceau en profondeur responsable de pseudo-hypodensités d'autant plus importantes que les objets traversés sont denses (os).

2.4.2. Tomodensitométrie spiralée (7, 10, 62)

2.4.2.1. Principes

La TDM à balayage spiralé ou hélicoïdal a modifié les protocoles d'exploration. Elle présente de nombreux avantages. Contrairement au scanner conventionnel à balayage séquentiel, le scanner spiralé explore un volume grâce à la rotation continue du couple tube-détecteurs autour de la table en déplacement (fig. 61).

La projection des données rend compte d'une distribution hélicoïdale de forme sinusoïdale autour de l'axe de déplacement de la table et donc du patient.

Les avantages du scanner spiralé sont nombreux :

- rapidité de l'exploration : elle permet d'obtenir plus facilement l'immobilité du patient et de s'affranchir des artefacts de mouvements, facteurs de dégradation de la qualité de l'image, et d'exploiter au mieux l'injection de produit de contraste avec un rehaussement maximal et homogène des vaisseaux ou des parenchymes ;
- acquisition volumique continue : elle permet lors de la reconstruction des coupes, de choisir a posteriori l'incrément ou espacement inter-coupes et de réaliser si besoin, sans augmenter le temps d'examen ou l'irradiation du patient, des coupes chevauchées indispensables à des reconstructions 2D et 3D de qualité.

Les limites du scanner spiralé sont liées à la capacité de dissipation calorique du tube, conditionnant la durée de l'exploration. Les scanners les plus récents proposent des explorations spiralées continues allant jusqu'à la minute.

L'opérateur devra choisir un paramètre additionnel qui est la vitesse de déplacement de la table exprimée en millimètres par tour. Le rapport de la vitesse de déplacement de la table sur l'épaisseur de coupe est appelé le pitch.

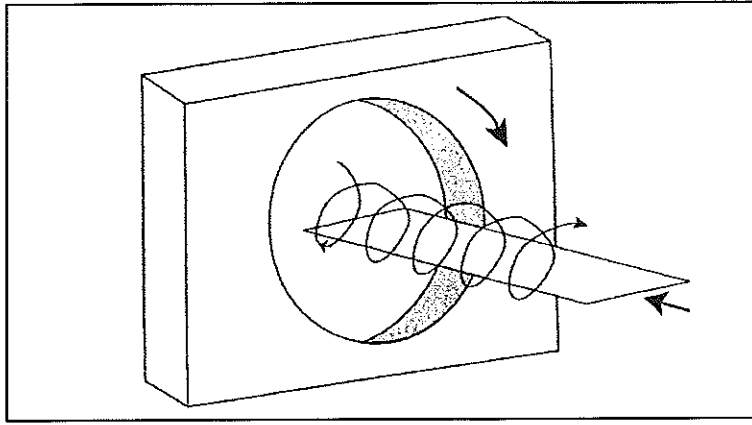


Figure 61. Tomodensitométrie spiralée (38).

2.4.2.2. Reconstruction de l'image en tomodensitométrie spiralée

La reconstruction de l'image, en TDM spiralée, repose sur les mêmes principes que pour le scanner conventionnel et les algorithmes de filtrage sont les mêmes, cependant une étape supplémentaire d'interpolation de la coupe est nécessaire avant la reconstruction.

En effet, une reconstruction directe des données conduirait à obtenir des coupes artefactées par le déplacement de la table. Pour corriger l'effet négatif de ce mouvement, il est nécessaire de calculer d'abord des données brutes planes à partir des données volumiques pour chaque image reconstruite.

Cette correction s'effectue par des algorithmes d'interpolations linéaires de 360° (calcul à partir de données recueillies sur deux rotations de 360°) ou 180° (calcul des données recueillies sur deux fois 180° , soit une rotation de 360°).

Avec l'algorithme 360° , les données brutes pour chaque position angulaire sont interpolées à partir de deux projections mesurées dans la même position angulaire juste avant et juste après la position Z de la table choisie pour être le centre de la coupe. Cette position Z est arbitraire et les images peuvent être reconstruites pour n'importe quelle position dans le volume, ce qui permet la réalisation de coupes chevauchées.

Avec l'algorithme d'interpolation linéaire de 180° , les données de deux positions angulaires opposées de 180° sont interpolées en partant du principe que les profils d'atténuation de deux positions angulaires opposées sont identiques.

2.4.2.3. Facteurs de qualité en tomodensitométrie spiralée (45)

En TDM spiralée, le déplacement simultané de la table pendant l'acquisition entraîne un étalement de la courbe du profil d'atténuation ce qui a pour conséquence l'obtention d'une coupe d'épaisseur réelle plus importante que l'épaisseur nominale et donc une diminution de la résolution spatiale dans l'axe des " Z " et une augmentation de l'effet de volume partiel.

Le facteur de majoration de l'épaisseur réelle de coupe est plus important avec l'algorithme d'interpolation linéaire de 360° que pour l'algorithme 180° (respectivement de 1,3 et 1 pour un pitch de 1). Cependant à paramètres d'acquisition identiques, le rapport S/B est plus élevé avec l'algorithme d'interpolation 360°.

Le choix des algorithmes d'interpolation sera donc fait en fonction du résultat souhaité. Un compromis est nécessaire avec un pitch supérieur à 1 : soit on veut favoriser la résolution spatiale et l'algorithme 180° sera choisi, soit on choisit la résolution en densité et ce sera l'algorithme 360°. Un pitch inférieur ou égal à 1 limite le volume exploré mais permet un meilleur compromis en terme de qualité d'image, la faible vitesse de déplacement permettant de conserver une bonne résolution spatiale et autorisant l'utilisation de l'algorithme 360° qui fournit le rapport S/B optimal.

2.4.3. Choix de l'incidence de coupe

2.4.3.1. Incidence axiale

Les coupes parallèles au plan de référence axio-orbital sont les plus courantes et les plus simples à réaliser. Ces acquisitions axiales, d'une extrême précision, servent de données brutes pour réaliser les reconstructions bidimensionnelles ou tridimensionnelles. Elles permettent aussi de déterminer l'orientation du grand axe des condyles par rapport au plan frontal (cf. incidence transcrânienne de Hirtz).

Le patient est allongé en décubitus dorsal sur la table du scanner, la tête posée dans une têtère afin d'éviter tout mouvement. Une série de 20 à 30 coupes de 1 mm d'épaisseur tous les 0,5 mm (coupes chevauchées) est effectuée, en position bouche fermée puis en ouverture buccale maximale à l'aide d'une cale.

2.4.3.2. Incidences sagittale et frontale

L'obtention des coupes sagitto-condyliennes et fronto-condyliennes en incidence directe (plan sagittal ou frontal oblique), c'est-à-dire perpendiculaire ou parallèle au grand axe du condyle, est de réalisation plus complexe (fig. 62). L'acquisition des coupes sagittales directes nécessite que le patient soit en procubitus, tête déjetée sur le côté avec un maximum de flexion (fig. 63); l'acquisition des coupes frontales impose que le patient soit en décubitus dorsal, le cou en hyperextension. Ces positions sont très inconfortables et même douloureuses pour certains patients qui manquent de souplesse. De plus, le fait de devoir rester immobile et de maintenir cette position durant toute la durée de l'examen rend l'acquisition de ces coupes avec une parfaite orientation très délicate voire impossible dans le cas de coupes sagittales directes.

Actuellement, les appareils de dernière génération dotés d'un programme d'acquisition spiralée fournissent des images frontales et sagittales, par reconstruction, de qualité suffisante, pour ne plus avoir recours à ce type d'incidences. Toutefois, l'acquisition de coupes frontales en incidence directe, quand cela est possible, permet d'obtenir des images de meilleure qualité en terme de résolution spatiale et de contraste.

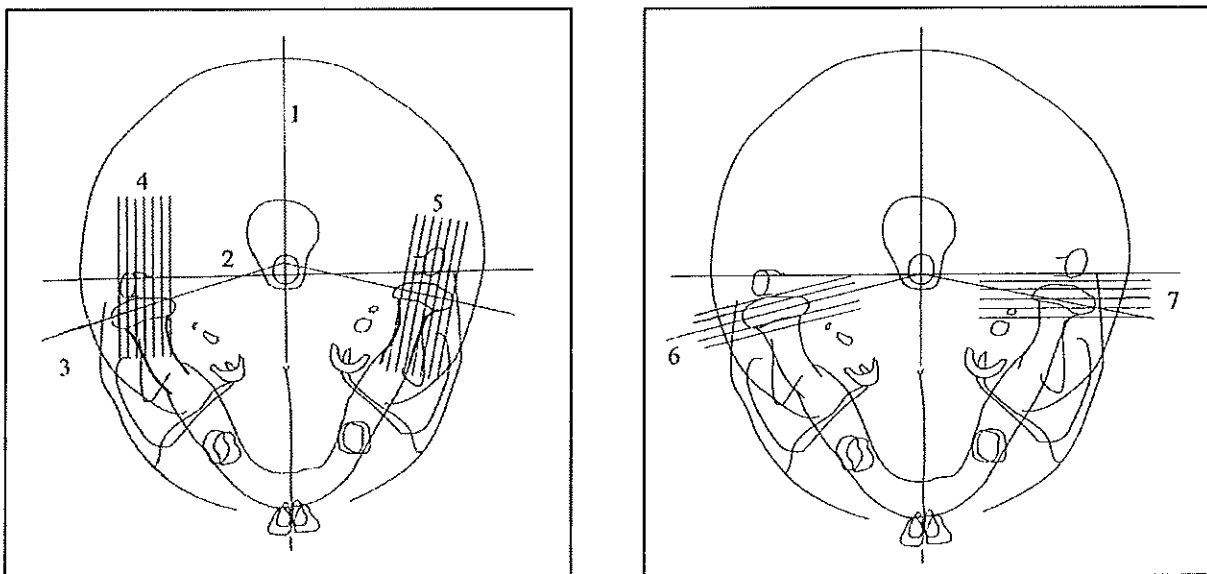


Figure 62. Les incidences sagittales et frontales (97).

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1) plan sagittal médian | 5) incidence sagitto-condylienne directe |
| 2) plan frontal | 6) incidence fronto-condylienne directe |
| 3) grand axe du condyle | 7) incidence parallèle au plan frontal |
| 4) incidence para-sagittale | |

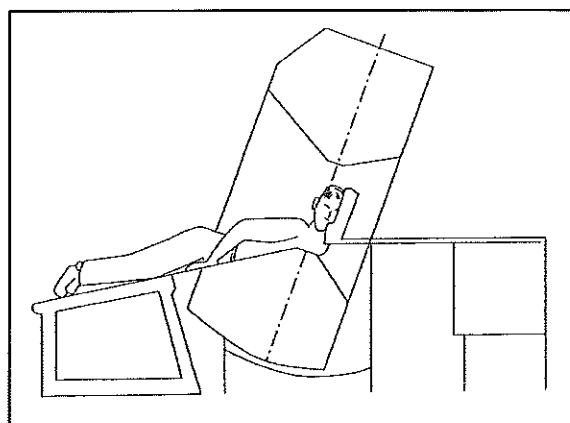


Figure 63. Position du patient pour l'obtention de coupes sagitto-condyliennes directes (104).

2.4.4. Reconstructions multiplanaires (2D) et volumiques (3D) (2, 42)

2.4.4.1. Reconstructions multiplanaires

L'empilement des coupes axiales, acquises en mode séquentiel ou en mode spiralé avec chevauchement, crée un volume dans lequel il est possible de reconstruire des coupes dans n'importe quel plan de l'espace, chaque pixel ayant des coordonnées tridimensionnelles. L'opérateur, grâce aux consoles de traitement, peut donc reconstruire une image dans n'importe quel plan de coupe (frontal, sagittal, oblique), et en particulier des coupes fronto- et sagitto-condyliennes en incidence directe. L'épaisseur de coupe pourra être modifiée, et on choisira un champ de vue et un format de reproduction adaptés, afin de réaliser des images à l'échelle 1.

Ce procédé évite ainsi les éventuels artefacts engendrés par les prothèses dentaires lors d'acquisitions frontale ou sagittale. D'autre part, la reconstruction est intéressante en dosimétrie car les coupes effectuées en incidences axiales n'irradient pas le cristallin et la thyroïde qui sont des organes critiques ; de plus, en évitant la multiplication des incidences, elle diminue la dose délivrée au patient.

2.4.4.2. Reconstructions volumiques

Elle montre la surface des structures en créant une impression de relief. Pour ce faire, une source lumineuse virtuelle éclaire l'objet. Le premier voxel rencontré dont la densité est supérieure à une valeur seuil définie par l'opérateur est retenu. En fonction de la distance du voxel à la source virtuelle, un niveau de gris lui est attribué, les voxels les plus proches seront les plus blancs réalisant ainsi un ombrage en fonction de la distance à la source. Une fonction de lissage complète la visualisation de l'image. La rotation autour de l'objet accentue l'impression de relief.

La reconstruction 3D nécessite donc un seuil de densité choisi en fonction des structures examinées ; les structures dont la densité est inférieure à la densité seuil apparaîtront en noir.

La réalisation d'une segmentation de l'image permet d'éliminer les structures parasites. Cette segmentation est manuelle, réalisée coupe à coupe à l'aide d'un curseur en tenant compte des contours des structures ou de leur densité. Notons que ces segmentations manuelles nécessitent un temps important.

La reconstruction 3D est un procédé très intéressant pour voir la charnière crânio-mandibulaire et étudier les malformations osseuses. On l'utilise dans certaines indications lors d'un bilan post-traumatique ou avant une reconstruction faciale (53).

2.4.5. Arthroscanner

C'est une technique invasive qui offre les mêmes avantages et inconvénients que l'arthrographie avec une qualité d'image nettement supérieure, du fait de la haute résolution de l'image tomодensitométrique. Cependant, il est rarement pratiqué car l'IRM a complètement supplanté ce type d'examen, de réalisation très lourde (combinant la technique de l'arthrographie et de la tomодensitométrie), dans la mise en évidence de l'appareil discal.

2.4.6. Sémiologie scanographique (19, 52, 82, 97, 103, 104, 107)

La tomодensitométrie est le meilleur examen pour la mise en évidence d'anomalies osseuses ou de corps étrangers, cependant le système disco-ligamentaire n'est jamais visible spontanément. L'étude discale par technique de surbrillance n'a plus d'intérêt depuis le développement de l'IRM (60). L'étude dynamique articulaire n'est pas réalisée car le taux

d'irradiation serait trop important s'il fallait effectuer une série de coupes pour chaque incrémentation du trajet d'ouverture buccale. Seule des coupes en position bouche fermée et en ouverture buccale maximale sont réalisées.

2.4.6.1. ATM normale

Les structures observées en TDM sont qualifiées d'hypodense (noir), d'isodense (gris) ou d'hyperdense (blanc). Le choix de la fenêtre d'exploration est primordial afin de favoriser le type de structures que l'on veut visualiser. Du fait de la trop grande différence de densité radiologique entre le disque et l'os corticale d'une part, et trop faible entre le disque et les structures molles articulaires d'autre part, la fenêtre permettant de faire apparaître à la fois le condyle et les structures molles est trop large pour permettre de différencier le disque de ces structures.

2.4.6.1.1. Lecture en fenêtre osseuse

- les tissus mous, isodenses, sont ininterprétables.
- l'os : la corticale est hyperdense avec des contours nets ; la médullaire est isodense.
- les cavités que sont le méat acoustique externe, la caisse du tympan, les cellules de la mastoïde sont remplies d'air et donc hypodenses.

Les critères de normalité concernant l'interligne articulaire, l'état des surfaces osseuses, la position du condyle mandibulaire au sein de la cavité glénoïde ou bien l'amplitude de la translation condylienne lors de l'ouverture buccale maximale, sont identiques à ceux déjà décrits dans ce chapitre ou celui traitant de l'IRM (fig. 64).

2.4.6.1.2. Lecture en fenêtre parties molles

- l'os devient entièrement blanc. Il est ininterprétable.
- les tissus mous, isodenses, s'expriment dans différentes nuances de gris.

Cependant, il n'est pas toujours possible de discriminer le disque des tissus environnants, qui ont une densité légèrement plus faible, et dont la différence est trop peu importante pour être significative (en particulier la zone bilaminaire postérieure). Les perforations discales ne sont donc pas détectables. Idem pour la position du disque, même si pour certains, le coussinet graisseux situé entre les deux chefs du muscle ptérygoïdien latéral à l'angle

antérieur de l'articulation (constitué par le bord antérieur du processus condylien et le bord postéro-inférieur du tubercule articulaire) sert de repère anatomique. Sa disparition leur faisait déduire qu'il était occupé par une structure tissulaire, nécessairement représenté par le disque déplacé en avant. Cette technique s'est révélée trop aléatoire à l'usage, d'autant que le triangle graisseux pré-articulaire n'apparaissait pas systématiquement sur tous les examens normaux.

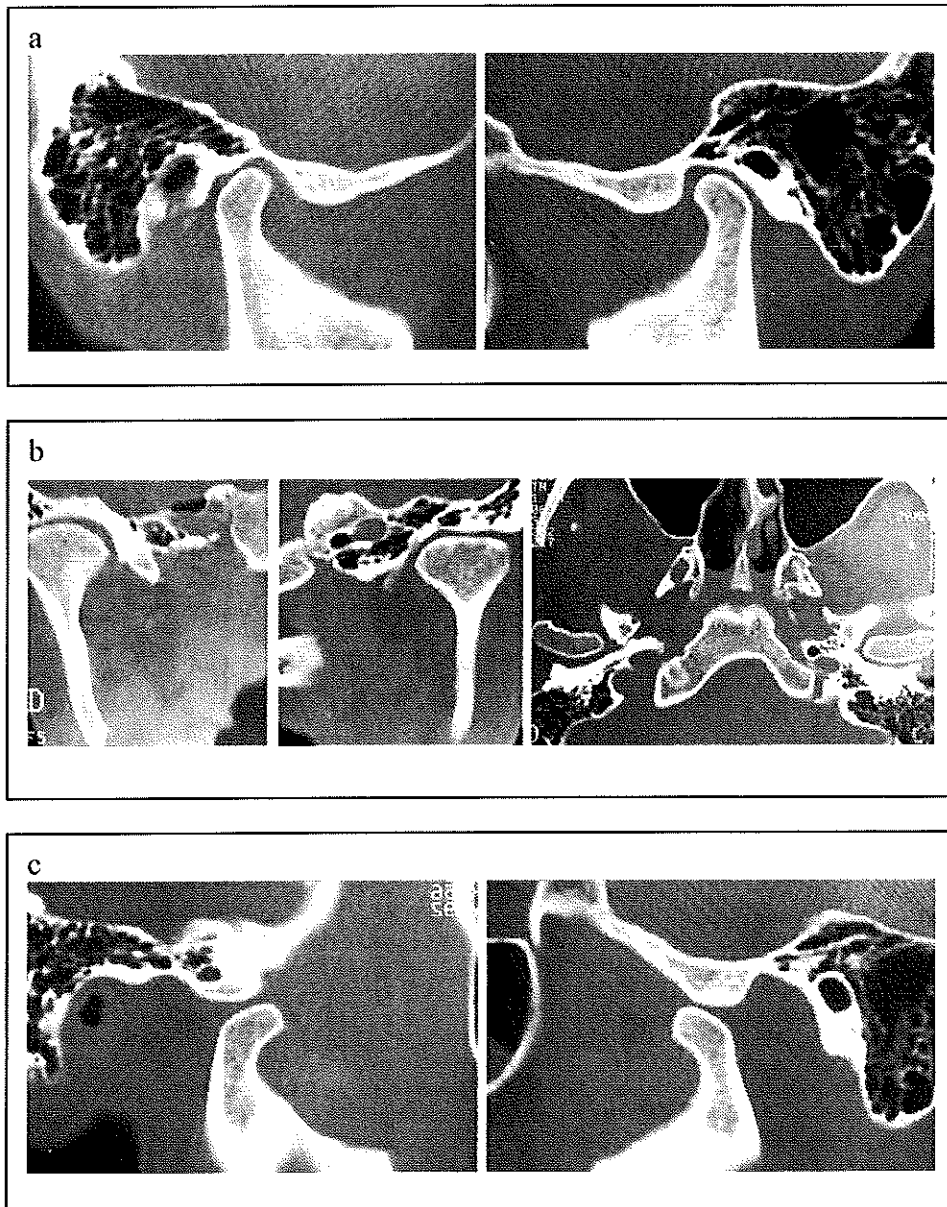


Figure 64. Examen tomodensitométrique complet chez un patient sain (97).
a) coupes sagittales en OIM au niveau de chaque condyle ;
b) coupes frontales et axiale en OIM au niveau de chaque condyle ;
c) coupes sagittales en ouverture maximale au niveau de chaque condyle.

2.4.6.2. ATM pathologique

2.4.6.2.1. Les atteintes osseuses

La qualité des images tomодensitométriques donne à cet examen une place inégalee dans le diagnostic des lésions osseuses.

La TDM met en évidence :

- les lésions traumatiques : fractures du condyle, du col, de la cavité glénoïde ;
- les anomalies condyliennes isolées telles que l'hypercondylie qui donne l'image d'un condyle hypertrophié et parfois très déformé, et l'hypoplasie condylienne ;
- les malformations congénitales (agénésies condyliennes uni- ou bilatérales, etc.) ;
- les dysmorphoses, et en particulier les latérogathies, dont la reconstruction tridimensionnelle facilite grandement l'évaluation de l'asymétrie ;
- les altérations de type arthrosique (pincement de l'espace articulaire, géodes sous-chondrales aplatissement des surfaces osseuses, érosions corticales, ostéophytes) et notamment les lésions débutantes, sont bien visibles grâce à la haute résolution des imageurs (fig. 65 et fig. 66);
- les phénomènes de remodelage adaptatif ;
- l'ankylose temporo-mandibulaire, dont la tomодensitométrie permet la visualisation du bloc d'ankylose (fig. 67).

2.4.6.2.2. L'interligne articulaire

- son pincement postérieur sera le témoin d'un déplacement discal antérieur ;
- son pincement latéral sera le témoin d'une latéralisation de la tête condylienne ;
- son élargissement sera secondaire à une rétro-discite ;
- les corps étrangers intra-articulaires, les calcifications discales se voient très bien au scanner.

2.4.6.2.3. La polyarthrite rhumatoïde

Les altérations corticales sont radiologiquement indifférenciables des altérations arthrosiques, mais elles sont généralement plus sévères, et allant parfois jusqu'à la destruction totale du condyle.



Figure 65. Arthrose temporo-mandibulaire. Image TDM dans le plan frontal passant par l'ATM droite (16).

De nombreuses érosions corticales sont visibles (têtes de flèches noires). Le bord médial du condyle est effilé et aplati. Ceci est le point de départ d'une formation ostéophytique (grande flèche). L'interligne articulaire est encore préservé et la sclérose osseuse, à ce stade précoce, est très discrète.

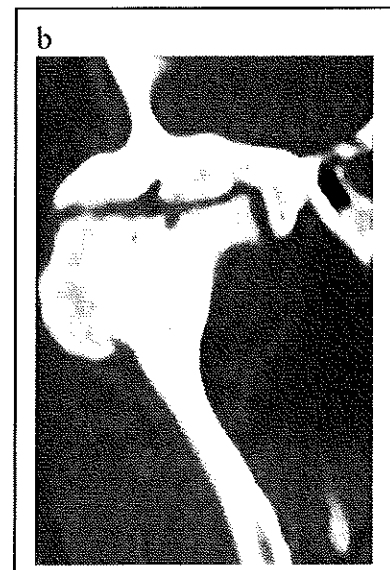


Figure 66. Arthrose de l'ATM droite à un stade évolué (97).

- a) coupe sagittale. Bec ostéophytique antérieur.
- b) coupe frontale. Lésions arthrosiques des condyles mandibulaire et temporale.

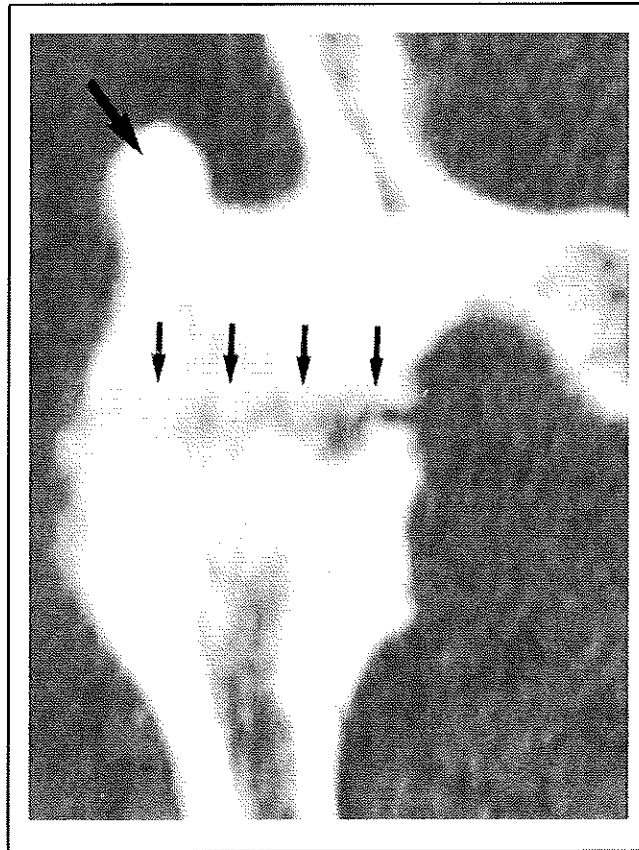


Figure 67. Ankylose osseuse complète (16).
Disparition total de l'interligne articulaire avec formation d'un pont osseux (petites flèches noires). Processus zygomatique de l'os temporal (grande flèche noire).

2.4.6.2.4. La chondromatose synoviale

Les nodules cartilagineux intra-articulaires sont visibles en TDM dès lors qu'ils sont calcifiés (fig. 68). Des signes de dégénérescence osseuse leur sont souvent associés par la présence d'érosions sous- et péri-chondrales, retrouvées principalement au niveau de la cavité glénoïde.

2.4.6.2.5. Les pathologies tumorales

Il s'agit de tumeurs osseuses comme l'ostéome ou l'ostéochondrome. Il est parfois nécessaire d'injecter, au cours de l'examen, un produit de contraste iodé par voie intra-veineuse afin de vérifier la présence d'une lésion tumorale. Cela se manifeste à l'image par un rehaussement (plus blanc) de la lésion tumorale vascularisée (113).

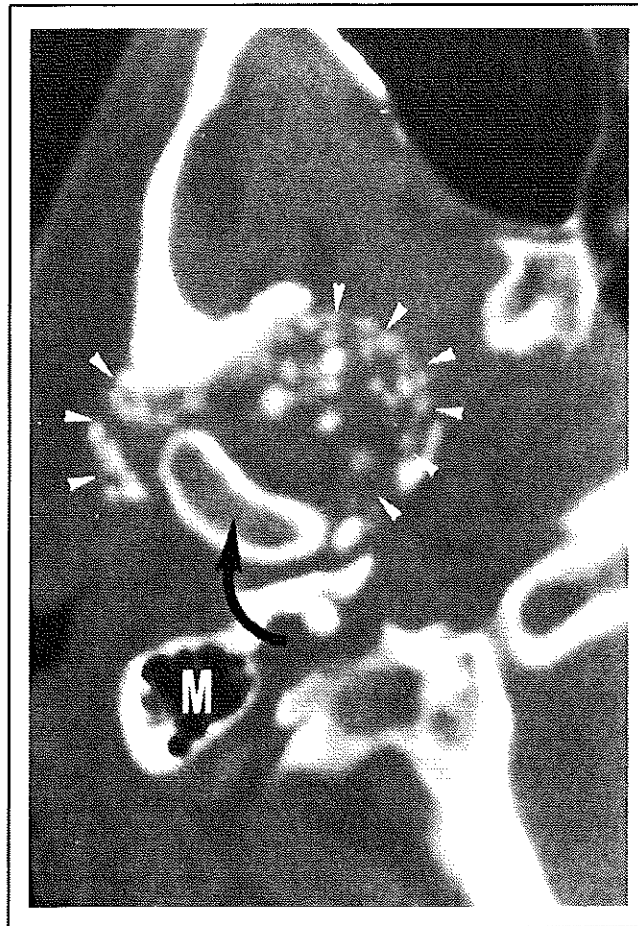


Figure 68. Chondromatose synoviale de l'ATM droite. Image TDM dans le plan axial (16).
La coupe montre la présence de nombreux corps étrangers calcifiés autour du condyle (flèche courbe noire). Ces corps étrangers se trouvent en position intra-articulaire et sont clairement délimités par la capsule articulaire (têtes de flèches blanches). La présence de multiples calcifications, ovales ou arrondies, distribuées de manière homogène est quasi pathognomonique de la chondromatose synoviale.

3. TECHNIQUE D'IMAGERIE NON IRRADIANTE

L'IRM offre la possibilité de visualiser, sans injection intra-articulaire, à la fois le tissu osseux, le disque et les autres tissus non calcifiés intra- et péri-capsulaires (muscles, liquide synovial, vaisseaux, nerfs...) (53). Cette technique non invasive est aussi la seule qui permette, sans utilisation de radiations ionisantes, une étude bilatérale, simultanée, reproductible et donc comparative des ATM, dans tous les plans de l'espace, à l'état statique et dynamique. C'est pourquoi la résonance magnétique est devenue le " golden standard " pour l'examen des ATM.

3.1. Principe (18, 73, 93, 119)

3.1.1. Bases théoriques de la résonance magnétique nucléaire

L'IRM est basée sur les principes physiques de la résonance magnétique nucléaire (RMN) qui fait appel aux propriétés magnétiques des noyaux atomiques. En soumettant ces noyaux à l'action combinée d'un champ magnétique et d'une onde radio-fréquence, on mesure leurs variations d'aimantation qui se traduit par l'émission d'un signal électrique.

3.1.1.1. Le noyau d'hydrogène

Le corps humain est composé de 70% d'eau, pour laquelle l'hydrogène est le constituant majeur. L'hydrogène est notamment abondant dans l'eau, la graisse et les tissus mous. L'imagerie actuelle est fondée sur les propriétés de son noyau. Le noyau d'hydrogène correspond à un unique proton qui va se comporter comme un petit aimant avec deux pôles, lui conférant un moment magnétique élémentaire spontané ou spin dans le corps humain. Son moment magnétique est le plus élevé des noyaux biologiques, ce qui le rend facilement détectable grâce à des champs magnétiques d'intensité modérée.

En l'absence d'un champ magnétique externe, les moments magnétiques des protons d'un échantillon tissulaire sont orientés de façon aléatoire de sorte que leur valeur résultante soit nulle. Le corps humain ne présente donc aucun magnétisme détectable (fig. 69).

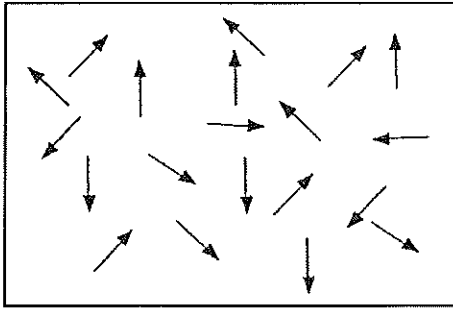


Figure 69. Les protons sont orientés de façon aléatoire, en tous sens, en l'absence de champ magnétique externe.

3.1.1.2. Action d'un champ magnétique sur les protons

Placés dans un champ magnétique intense et stable, B_0 , de l'ordre de 1000 à 20 000 Gauss ou 0,1 à 2 Tesla (par comparaison le champ magnétique terrestre n'est que de 0,5 Gauss) les noyaux d'hydrogène sont aimantés, leurs moments magnétiques vont s'orienter dans l'axe de ce champ principal B_0 , certains dans le même sens (spin up), d'autres en sens inverse (spin down). L'addition de tous ces moments magnétiques élémentaires constituant un moment magnétique (vecteur d'aimantation M) (fig. 70). Les protons sont soumis à un mouvement dit de précession, comparable à celui d'une toupie tournant autour de l'axe B_0 . Il s'agit là d'un état d'équilibre. Le mouvement est d'autant plus rapide que B_0 est intense. La fréquence de rotation est appelée la fréquence de Larmor.

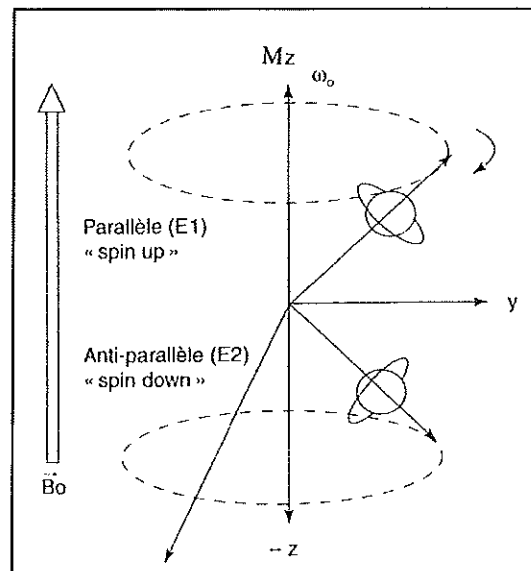


Figure 70. Les protons ont un mouvement de précession autour de B_0 . Les protons orientés dans le même sens que B_0 sont plus nombreux que ceux orientés en sens inverse. La résultante d'aimantation M_z est orientée dans le sens B_0 (18).

3.1.1.3. La résonance

Si l'on soumet les protons alignés dans l'axe du champ B_0 à une émission de radio-fréquence (RF), on déstabilise la situation d'équilibre antérieure. En effet, l'impulsion de radio-fréquence apporte aux protons une quantité d'énergie qu'ils vont pouvoir absorber, les plaçant dans une phase d'excitation : c'est la résonance. Ceci n'est possible que si la fréquence d'excitation est égale à la fréquence de Larmor du champ B_0 . L'onde électromagnétique RF induit donc un deuxième champ magnétique B_1 , moins intense, qui interfère avec le premier pour produire une bascule du moment magnétique résultant par rapport à l'axe du champ principal stationnaire B_0 . L'angle de bascule est de 90° , le moment magnétique résultant se retrouve donc à tourner dans un plan transversal, perpendiculaire à sa position d'équilibre (fig. 71).

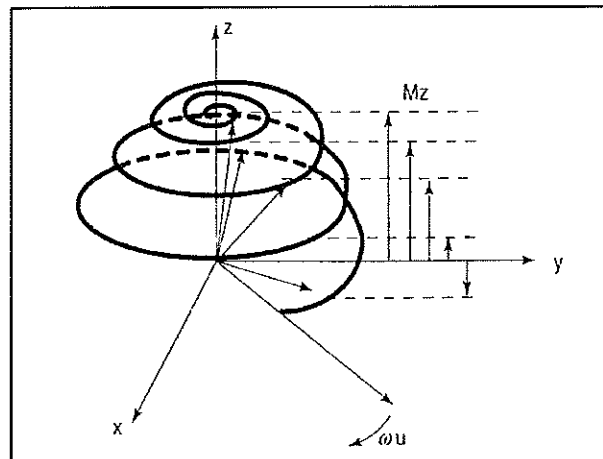


Figure 71. La mise en résonance bascule l'aimantation dans le plan transversal, la repousse de l'aimantation longitudinale M_z est progressive à l'arrêt du pulse de radiofréquence.

3.1.1.4. La relaxation

A l'arrêt de l'excitation, les protons retournent à leur état d'équilibre, et vont se réaligner selon l'axe du champ B_0 : c'est la relaxation. Ce phénomène s'accompagne d'une restitution d'une partie de l'énergie reçue sous la forme d'une onde de radio-fréquence représentant le signal électrique.

Le signal électrique va dépendre de trois paramètres tissulaires :

La densité de protons (rho)

La densité de proton se définit comme le nombre de protons par unité de volume. Quand tous les protons sont aimantés, la valeur totale de l'aimantation d'un tissu est alors directement proportionnelle à sa concentration en noyaux d'hydrogène, c'est-à-dire à sa densité protonique. Plus celle-ci est élevée, comme pour la graisse, plus l'intensité du signal est importante. A l'inverse, la corticale osseuse, pauvre en noyaux d'hydrogène, donnera un signal faible. L'image obtenue est alors dite pondérée en densité de protons.

Le temps de relaxation longitudinal (T1)

Il est aussi appelé le temps de relaxation spin-réseau, le réseau correspondant au milieu tissulaire environnant. Il est exprimé en millisecondes. Tous les protons ne sont pas aimantés instantanément, il faut environ 3 à 10 secondes pour que tous les protons d'un tissu soient aimantés. Seuls les noyaux d'hydrogène aimantés peuvent participer à l'image. La mesure de l'aimantation des noyaux d'hydrogène n'est le reflet de leur concentration dans les tissus que si cette mesure est effectuée quand tous les noyaux sont aimantés. Si la mesure est effectuée plus tôt, le signal mesuré, qui témoigne du nombre de protons aimantés, sera le reflet d'aimantation des protons des tissus.

En IRM et par définition, le temps nécessaire pour que l'aimantation globale d'un tissu atteigne les 2/3 de sa valeur définitive est appelé T1 ou temps de relaxation longitudinal. Ce temps T1 permet ainsi d'appréhender plus facilement la vitesse d'aimantation entre les tissus. Il existe ainsi des tissus, comme la graisse, qui s'aimantent rapidement (T1 court) alors que d'autres, comme l'eau, s'aimantent lentement (T1 long). Les tissus qui s'aimantent rapidement auront très vite une très grande quantité de protons aimantés disponibles pour réaliser une image et fourniront un signal intense, ce qui ne sera pas le cas des tissus à aimantation plus lente qui auront un signal plus faible (fig. 72). Cette différence de vitesse d'aimantation est ainsi mise à profit pour obtenir d'autres contrastes. Le contraste de l'image ne dépend plus de la seule densité protonique mais surtout de la vitesse d'aimantation des tissus (T1) : l'image est alors dite pondérée T1.

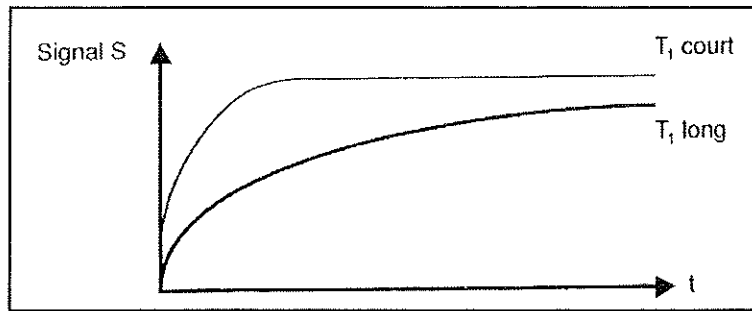


Figure 72. Variation du T1 entre les tissus (104).

Le temps de relaxation transversale (T2)

Il est aussi appelé le temps de relaxation spin-spin. Il traduit les interactions entre les divers spins de l'échantillon, et donc la perte de cohérence de phase des spins après l'arrêt de l'excitation. Il va donc mettre en évidence la vitesse de décroissance de l'intensité du signal, ce qui va nous permettre de comparer les vitesses d'amortissement du signal de différents tissus. Par définition, le temps pendant lequel l'intensité du signal décroît de 2/3 de sa valeur initiale est appelé T2 ou temps de relaxation transversale. Il existe des tissus qui émettent longtemps après l'arrêt de l'excitation comme l'eau (T2 long), et des tissus à émission brève comme les muscles (T2 court). Ainsi l'intensité du signal des tissus va dépendre de l'instant de la mesure (fig. 73). Plus elle sera tardive, plus la vitesse de décroissance du signal (T2) interviendra dans le contraste de l'image. Le contraste de l'image ne dépendra plus de la seule quantité totale de protons mais surtout de leur capacité à émettre plus ou moins longtemps : l'image est alors dite pondérée en T2.

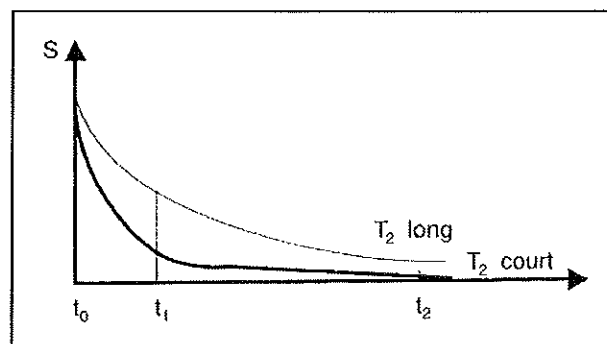


Figure 73. Variation du T2 entre les tissus (104).

3.1.2. Imagerie par résonance magnétique

Le signal électrique émis par les protons lors de la relaxation, est recueilli par une antenne appliquée sur la région étudiée, enregistré puis traité par informatique afin de le transformer en une image numérique interprétable, de résolution spatiale élevée. Les images peuvent être obtenues dans n'importe quel plan de l'espace.

3.1.2.1. Appareillage IRM

Un appareil IRM comprend 4 éléments principaux :

3.1.2.1.1. L'aimant

Il produit le champ principal B_0 . De ses performances dépendent la qualité des images et la rapidité de leur acquisition. Selon les appareils, ce champ magnétique varie de 0,15 tesla (T) à 2 T. Plus la valeur du champ magnétique est élevée, plus l'intensité du signal engendré est grande. Ainsi les aimants à haut champ magnétique principal fournissent plus facilement des images en haute résolution spatiale (coupes fines, matrices élevées).

Trois types d'aimants sont utilisés en imagerie : les aimants permanents, les aimants résistifs et les aimants supraconducteurs. Les aimants permanents et résistifs présentent un désavantage commun, ils génèrent un champ magnétique de faible intensité (0,35 à 0,5 T). A l'inverse, les aimants supraconducteurs permettent d'obtenir des champs permanents et de très forte intensité, allant jusqu'à 4 T. Ceci est la conséquence des propriétés de la supraconduction qui apparaissent lorsque certains métaux sont refroidis à des températures extrêmement basses (- 270°C). De telles températures peuvent être atteintes en utilisant de l'azote ou de l'hélium liquide comme agent réfrigérant. Dans ces conditions, la résistance des spires du solénoïde disparaît et le champ magnétique est produit avec beaucoup d'homogénéité puisque la perte d'énergie devient négligeable.

3.1.2.1.2. La chaîne de radio-fréquence

L'émetteur de radio-fréquence doit être précis et puissant, il induit le champ B_1 . C'est un élément clé de la qualité de chaîne IRM. Ils sont aujourd'hui tous de type numérique.

3.1.2.1.3. Les bobines de gradient de champ

Il s'agit de trois électroaimants qui vont moduler le champ B_0 dans les trois dimensions de l'espace, et permettent un codage tridimensionnel du signal.

3.1.2.1.4. Les antennes

L'atténuation du signal est très rapide dès que l'on s'éloigne du sujet. La réception du signal sera d'autant plus efficace que l'antenne sera proche de l'organe examiné, rendant l'image de meilleure qualité. On utilise donc des antennes dites de " surface " car proche de la surface cutanée. Le rapport signal/bruit est inversement proportionnel au diamètre de l'antenne. Il est donc nécessaire d'utiliser l'antenne la plus petite possible en tenant compte du champ à explorer. Parmi les antennes, on distingue des antennes actives ou passives selon qu'elles sont à la fois émettrices de la RF et réceptrices du signal, ou seulement réceptrices.

Au niveau des ATM, la mise en place d'une double antenne permet l'exploration simultanée des deux articulations. On utilise des antennes type " phase array ", de petit diamètre (6 à 15 cm) (fig. 74).

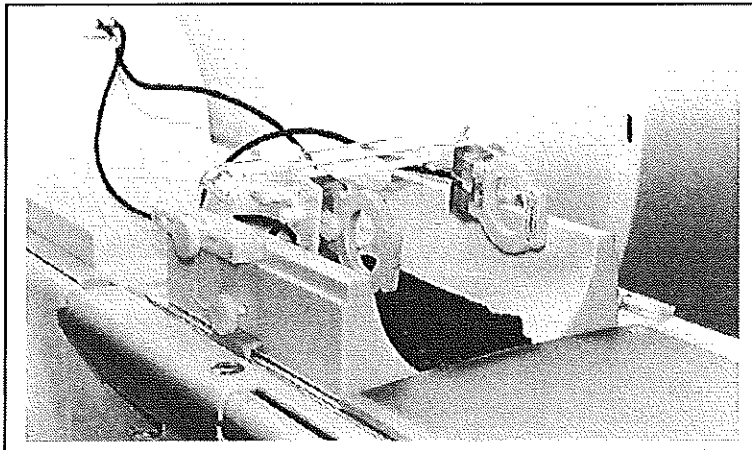


Figure 74. Antenne double de surface de type " oreille "(104).

3.1.2.2. Acquisition de l'image

3.1.2.2.1. Sélection de coupe et codage spatial

Dans le signal global enregistré, la reconnaissance de l'adresse et de l'intensité du signal qui revient à chaque structure est indispensable à la reconstruction de l'image. En IRM, cette localisation de l'image dans l'espace fait appel à un codage des informations contenues dans ce signal. Ce codage est donc réalisé par les trois bobines de gradients.

Pour sélectionner la coupe à explorer, le manipulateur va moduler le champ magnétique principal B_0 , en créant, par le biais d'une des bobines de gradient, un champ magnétique B_1 faible et variable qui se superpose au champ principal. On applique un gradient de sélection de coupe, qui a pour effet de diminuer la valeur du champ principal à une de ses extrémités, tout en l'augmentant à l'autre. Seule la coupe où le champ magnétique aura la valeur correspondant à la fréquence de précession choisie sera sélectionnée ; les protons de cette coupe seront alors les seuls à entrer en résonance magnétique.

Le manipulateur va devoir ensuite utiliser les deux autres bobines de gradient, qui créent à nouveau des champs magnétiques faibles et variables, mais cette fois dans le plan de coupe. Cette intervention est destinée à localiser la position des protons à interroger. Le manipulateur va subdiviser fictivement la coupe en un certain nombre de volumes élémentaires appelés " voxel ". Cette opération se définit par le codage spatial : il permet aux protons de chaque voxel d'émettre un signal de radio-fréquence propre à ce voxel, à la fois en fréquence et en phase. Les bobines vont donc conditionner la résolution spatiale de l'image.

3.1.2.2.2. Reconstruction de l'image

Le décodage des informations spatiales contenu dans le signal est réalisé, sur ordinateur, par traitement mathématique par le biais de la " transformée de Fourier ", ce qui permet d'obtenir, grâce à des algorithmes de rétroprojection, une image numérique dont la matrice est constituée de pixels. Chaque point de l'image est la traduction en niveaux de gris de l'intensité du signal émis par chaque volume élémentaire du plan de coupe.

3.1.2.3. Modes d'acquisition

- le mode d'acquisition 2D ou acquisition multiplanaire est le plus utilisé.

- le mode d'acquisition 3D ou acquisition volumique peut être réalisé en début d'examen, en position bouche fermée. Cette séquence, en écho de gradient, permet d'obtenir au sein d'un épais volume, une série de coupes jointives de 1,5 mm dans un plan sagittal médian du crâne. Les données acquises pourront ainsi servir à l'aide d'une console de traitement de l'image pour la réalisation de coupes dans tous les plans de l'espace, et ce même après le départ du patient.

3.1.2.4. Séquences d'acquisition

L'acquisition des images dépend des impulsions électro-magnétiques ou impulsion radio-fréquence employées. Une séquence d'impulsion est une suite d'impulsion radio-fréquence se produisant à des intervalles de temps différents.

Deux intervalles sont alors définis :

- le TR ou temps de répétition : est l'intervalle de temps séparant le début de deux séquences d'impulsion radio-fréquence successives.
- le TE ou temps d'écho : correspond au temps où on recueille le signal après l'excitation.

Les séquences les plus utilisées sont :

- l'écho de spin (unique ou multiples) : cette séquence comporte une impulsion de 90° puis un nombre variable d'impulsions 180°. Pour une même coupe, il y aura autant d'images que de nombres d'échos (en fonction du nombre d'impulsion 180°) avec, à chaque fois, une dégradation du rapport signal sur bruit.
- l'écho de gradient : l'impulsion radio-fréquence entraîne une bascule du vecteur M, selon un angle choisi par l'opérateur entre 5 et 90°. L'écho est créé par l'inversion du gradient de lecture et non par une impulsion radio-fréquence. Cette séquence permet, par rapport à l'écho de spin, de diminuer le temps d'acquisition ou temps d'examen, et d'obtenir des coupes plus fines.

Avec les progrès techniques incessants, ces séquences sont en évolution permanente. Un des progrès essentiels réside dans l'obtention de temps d'acquisition de plus en plus brefs, tout en gardant une résolution spatiale élevée ainsi qu'une haute résolution de contraste. Les constructeurs ont ainsi successivement qualifié leurs séquences de rapides, d'ultrarapides, de turbo, de fast...et les qualificatifs viennent à manquer. En fait, le nom des séquences n'intéresse que le seul spécialiste en imagerie : en revanche le ou les paramètres tissulaires mesurés par ces séquences doivent être connus de tous. Ainsi, le spécialiste en imagerie, doit faire figurer explicitement sur le film ou les documents fournis, uniquement les éléments de la

mesure à savoir la pondération (rhô, T1 ou T2) et l'éventuelle injection de produit de contraste. Quant aux termes techniques de TR, TE, angles de bascule... qui caractérisent les séquences, ils doivent être bannis de toute conversation interdisciplinaire et a fortiori de tout compte rendu (155).

3.1.2.5. Image et contraste

La différence de signal entre les organes est à la base du " contraste " et permet de les différencier sur l'image : sans contraste pas d'image. En IRM, le contraste dépend de la mesure des paramètres tissulaires (rhô, T1, T2). Une même structure peut se présenter différemment selon le paramètre mesuré. L'art du spécialiste en imagerie consiste à établir les séquences d'acquisition qui permettront de faire porter la mesure sur le ou les paramètres qui offriront le meilleur contraste entre les structures normales et/ou pathologiques. La reconnaissance d'une pathologie en imagerie se base non seulement sur les modifications de forme d'un organe ou d'une structure (anatomie macroscopique) mais aussi sur les modifications de leur signal (contraste différent). Une structure pathologique peut en effet ne pas déformer un organe (lésions infiltrantes, inflammatoires...) et n'être reconnue que par un signal différent.

En IRM, le terme d'" hyposignal " caractérise un signal faible, plutôt noir sur l'image. Celui d'" hypersignal " présente un signal intense, plutôt blanc sur l'image. Un " signal intermédiaire " est un signal d'intensité moyenne, de tonalité grise sur l'image. En fait la notion d'intensité de signal n'est que relative et il est important, lorsqu'on parle d'hypo- ou d'hypersignal, de prendre comme référence le signal d'une structure appartenant à la coupe que l'on décrit.

- sur les images pondérées en T1 : les liquides sont noirs (hyposignal) ; la graisse est blanche (hypersignal) ; l'os médullaire, riche en graisse, est blanc ; les muscles sont gris, ils ont un signal intermédiaire.

- sur les images pondérées en T2 : les liquides sont blancs (hypersignal) ; la graisse est gris foncé (hyposignal) ; l'os médullaire est gris foncé (hyposignal) ; les muscles sont gris foncé (hyposignal).

- sur les images pondérées rho : les liquides sont plus blancs (hypersignal) ; la graisse est blanche (hypersignal) ; l'os médullaire est blanc (hypersignal) ; les muscles ont un signal intermédiaire plus intense qu'en T1.

Les images pondérées T1, en pratique, montrent clairement l'anatomie articulaire, grâce au contraste marqué entre les différents tissus de l'ATM et en particulier entre le disque et les autres composants : corticale osseuse, espaces synoviaux, muscles et tendons.

Les images pondérées ρ ou en T2 sont réservées à la détection des fluides (épanchements, œdèmes) car les processus pathologiques, en général, élèvent la concentration en protons des tissus dans lesquels ils se développent du fait de l'inflammation et de l'œdème qui les accompagnent. Les images pondérées ρ présentent donc un signal plus intense. Par ailleurs, le signal de l'eau libre s'atténuant lentement, l'œdème et l'inflammation présenteront également un signal intense sur les images pondérées T2. En revanche, l'eau libre s'aimantant lentement, le signal de l'œdème et de l'inflammation sera faible sur les images pondérées T1. Toutefois, ces dernières ne sont pas pour autant inutiles puisqu'elles offrent, en général, des contrastes qui permettent de mieux préciser les limites lésionnelles : leur sensibilité voire leur spécificité est accrue par l'injection, par voie veineuse, d'un produit de contraste paramagnétique comme le gadolinium. Il s'agit d'une molécule dont l'espace de diffusion est très grand, identique à celui des solutions iodées injectées pour l'arthrographie, et qui raccourcit considérablement le temps de relaxation T1 des tissus dans lesquels il diffuse, leur conférant ainsi un signal plus intense.

3.1.3. Réalisation de l'examen IRM au niveau de l'ATM

3.1.3.1. Installation du patient (104)

Avant d'installer le patient, le manipulateur le rassure sur l'environnement, et l'appareil. En pratique, le tunnel de l'aimant, en raison de son étroitesse, est générateur de malaise si le patient n'a pas été averti. Puis, il lui explique le déroulement de l'investigation, la durée notamment (environ 30 minutes), le bruit important (tam-tam), et la nécessité de rester cependant parfaitement immobile afin d'éviter les flous qui nuisent à la qualité de l'image. Les autres instructions sont données par le micro en cours d'examen.

Le patient est installé en décubitus dorsal sur le lit de l'examen. Les antennes de surfaces sont placées de part et d'autre de sa tête, centrées au niveau des ATM.

La machine, devant être isolée des ondes radio parasites, est installée dans une pièce spéciale dont les parois comportent un fin treillage métallique, réalisant une véritable cage de Faraday.

3.1.3.2. Incidences

Quelle que soit l'incidence utilisée, elle est obtenue sans mobilisation du patient.

3.1.3.2.1. Incidence axiale

L'incidence axiale est utilisée, en début d'examen, pour repérer l'orientation transversale du grand axe condylien mandibulaire par rapport au plan frontal. Compte tenu de sa morphologie, il est difficile d'étudier le disque en coupes axiales. Cependant, elles sont utiles dans l'étude de la forme du condyle ainsi que dans l'étude du signal de la médullaire. Elles précisent également la morphologie et les anomalies de signal des muscles de la mastication et en particulier des muscles ptérygoïdiens.

3.1.3.2.2. Incidence sagittale

Les coupes réalisées dans le plan sagittal sont au moins effectuées en position bouche fermée (OIM) : on demande au sujet de déglutir pour obtenir un contact dentaire postérieur de bonne qualité avec respiration nasale. Cette position peut être difficile à tenir ou douloureuse. Elle est cependant fondamentale pour analyser les rapports condylo-discaux qui peuvent se normaliser en position de repos physiologique, avec ouverture buccale modérée ; et en ouverture maximale, pour laquelle on utilise un ouvre-bouche calibré comme l'appareil de Burnett : avant de commencer l'examen IRM, on mesure grâce à cet appareil l'ouverture buccale maximale du patient (l'amplitude est toujours moindre par rapport au degré d'ouverture obtenu en position assise). Des coupes sagittales peuvent être réalisées à d'autres stades de la cinématique mandibulaire : par exemple, après la mise en place de l'appareil de Burnett qui induit une ouverture de 3 mm par rapport à la position d'OIM et qui permet de décompresser le disque des structures adjacentes ; ou bien en position de semi-ouverture buccale (calculée par rapport à l'acquisition de l'ouverture buccale maximale). Pour chacune de ces coupes sagittales, l'amplitude d'ouverture buccale doit être spécifiée, en millimètres, sur le compte-rendu radiologique.

Pour chaque stade, on réalise par articulation, une série de coupes jointives de 2 à 3 mm d'épaisseur permettant de couvrir l'ensemble du disque dans sa dimension transversale (environ 15mm).

Pour le choix de l'incidence de coupe dans le plan sagittal, deux théories coexistent :

- soit perpendiculaire au grand axe du condyle (plan sagittal oblique) comme le préconisent SARRAT et coll (106), se justifiant par le fait que le positionnement du disque se retrouve inchangé par rapport au plan de coupe lors des différentes manœuvres d'ouverture buccale.
- soit parallèle au plan sagittal vrai du crâne comme le préconise PHARABOZ (92) pour deux raisons : tout d'abord, ce plan est celui du déplacement du condyle mandibulaire ; par ailleurs, pour apprécier les déplacements latéraux du disque sur des coupes sagittales, il faut impérativement avoir un repère fixe, quel que soit le seuil d'ouverture buccale, et donc toujours couper le condyle mandibulaire à la même profondeur.

3.1.3.2.3. Incidence frontale

Les coupes frontales sont réalisées dans un plan oblique, parallèle au grand axe du condyle. Elles permettent de visualiser les déplacements en rotation et d'objectiver plus facilement les déplacements latéraux : une étude en intercuspidation et en bouche semi-ouverte permettant d'apprécier le recentrage ou non de ces déplacements.

3.1.3.3. Etude dynamique

L'IRM dynamique permet une approche de la cinématique articulaire, dont le but est d'appréhender les troubles mécaniques qui se produisent dans une position intermédiaire aux positions examinées lors de l'étude statique, et/ou de connaître le moment précis d'une réduction discale éventuelle. L'acquisition des images se fait dans le plan sagittal. Deux modes d'animation peuvent être envisagés, le mode pseudo-dynamique et le mode dynamique vrai.

3.1.3.3.1. Le mode pseudo-dynamique (15, 83, 97)

Cette technique consiste à acquérir un maximum de phases d'un cycle articulaire, dans un plan donné. L'acquisition de douze à quinze images permet de couvrir de façon précise l'ensemble du mouvement d'ouverture-fermeture buccale. Chaque phase d'ouverture est réalisée à l'aide d'un appareil de Burnett qui, intercalé entre les incisives du patient, permet

d'obtenir une ouverture pas à pas de 1 mm à chaque pression exercée par le patient sur le levier de l'appareil (fig. 75). Chaque pression s'accompagne de l'émission d'un bruit qui nous permet de contrôler si le patient fait bien ce qu'on lui demande. Le patient contrôle lui-même son ouverture buccale sans quitter l'aimant. Il s'agit là d'un outil précieux garantissant une régularité et une reproductibilité des examens.

Les différentes images, obtenues chacune à un temps statique, sont ensuite montées en boucle, par ordre d'acquisition, grâce à un logiciel et offrent, sur la console d'enregistrement, voire sur un magnétoscope, une animation de l'exploration. On considère qu'un mode d'animation de quatre images par seconde préserve la définition de chaque image tout en simulant une pseudo-dynamique proche du mouvement fonctionnel.

Ce mode d'examen a subi des reproches de plusieurs ordres. Tout d'abord l'analyse dynamique relève d'un effet d'animation de coupes acquises statiquement et non d'une observation dynamique vraie, en temps réel (12, 23). Par ailleurs, un seul cycle articulaire est acquis et la pathologie peut alors être méconnue ou mal interprétée si tous les événements pathologiques ne sont pas produits au cours de ce seul cycle. Une autre critique porte sur le fait que les images sont acquises les dents en appui sur le dispositif de maintenance (appareil de Burnett), ce qui ne correspond pas aux contraintes normales du mouvement d'ouverture-fermeture buccale " dans le vide ", mais reflète plus précisément des étapes où la mandibule adopte une position de fermeture : en s'appuyant sur ce dispositif de maintenance, les muscles élévateurs sont actifs. Si de telles critiques sont physiologiquement justifiées, fonctionnellement la simulation permet de préciser in vivo la cinématique condylo-discale précédemment simulée post mortem. De plus il faut souligner que les phénomènes douloureux et pathologiques sont plus intenses lors de l'alimentation que lors de la parole, ce qui correspond beaucoup plus aux contraintes imposées lors de l'imagerie. Enfin, la résolution spatiale et la qualité du contraste qui permettent de mieux visualiser et de mieux différencier le disque des structures environnantes, sont de qualité moyenne du fait de la nécessaire rapidité d'acquisition afin de diminuer le temps d'examen pour soulager le patient. Pour toutes ces raisons, le mode pseudo-dynamique est de moins en moins utilisé pour l'étude de la dynamique articulaire, on lui préfère l'axiographie (19).

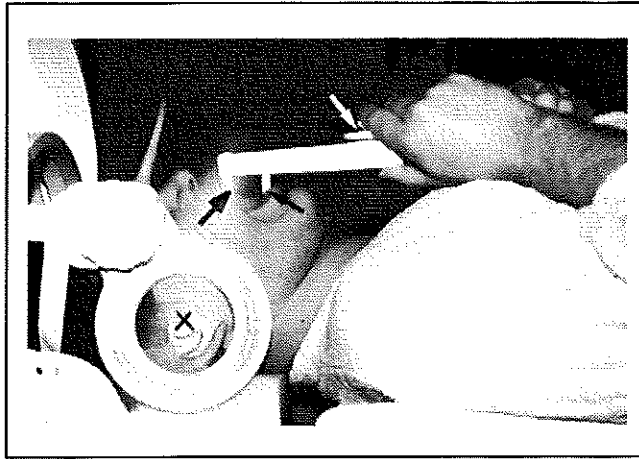


Figure 75. Appareil de Burnett. L'antenne de surface est centrée sur l'ATM (croix) (16).

3.1.3.3.2. Le mode dynamique vrai (97)

Les progrès récents de l'imagerie rapide ou ultra-rapide permettent maintenant la ciné-IRM avec des temps d'acquisition d'une fraction de seconde. Toutefois ces méthodes encore en développement présentent aujourd'hui plusieurs inconvénients :

- la résolution spatiale est encore insuffisante, ce qui peut être partiellement compensé, en théorie, par le recours à des appareils IRM à très haut champ ($> 2T$), qui ont toutefois l'inconvénient d'être très bruyants et d'offrir un plus faible contraste intrinsèque. En pratique quotidienne, ces appareils très coûteux n'ont toujours pas reçu l'AMM (autorisation de mise sur le marché).
- le diagnostic suppose de pouvoir rapporter chaque image à un degré d'ouverture buccale, ce qui est finalement plus facile en pseudo-ciné (pas à pas) qu'en ciné vrai.

3.1.3.4. Contre-indications d'un examen IRM (104)

L'IRM n'entraîne pas d'effets secondaires connus sur l'organisme. Cependant, il est impératif de respecter certaines contre-indications qui découlent de l'utilisation d'un champ magnétique très intense. En effet, le champ magnétique peut compromettre le fonctionnement normal d'un dispositif intra-corporel, tel un pace-maker, et mettre ainsi en péril la vie du patient.

3.1.3.4.1. Contre-indications absolues

- clips vasculaires intra-cérébraux ferro-magnétiques ;
- corps étrangers ferro-magnétiques intra-cérébral et oculaire ;
- pace-makers cardiaques;
- pompes implantées (pompe à insuline, etc.) ;

3.1.3.4.2. Contre-indications relatives

- patients claustrophobes ou non coopérants ;
- grossesse surtout dans les trois premiers mois : l'innocuité pour le fœtus n'a pas encore été formellement établie, le risque proviendrait de l'échauffement moléculaire en période d'organogenèse ;
- prothèses valvulaires cardiaques ferro-magnétiques ;
- électrodes implantées (traitement de la douleur).

3.2. Sémiologie en IRM

L'IRM est la technique la plus précise pour l'évaluation de l'appareil discal. En cas de pathologie, elle apprécie les anomalies de position, de forme et de structure du disque ainsi que les atteintes synoviales qui les accompagnent régulièrement. En outre, même si elle ne représente pas l'indication de choix pour l'étude des structures osseuses, elle offre des informations généralement suffisantes sur l'état des surfaces articulaires temporale et mandibulaire.

Le disque étant une structure à trois dimensions, la bonne compréhension de sa physiologie et de sa pathologie impose une intégration parfaite des mouvements dans les trois plans de l'espace. C'est pourquoi, l'appréciation correcte en IRM des rapports condylo-discaux doit se faire dans les deux plans de l'espace, sagittal et frontal, pour un diagnostic complet. Tout travail n'utilisant pas l'ensemble de ces critères est sujet à caution, même s'il respecte les "recommandations" de l'American Academy of Orofacial Pain (98).

3.2.1. ATM normale

3.2.1.1. Les éléments osseux

Sur les images pondérées en T1, les corticales osseuses comme tout os compact sont sans signal en IRM, du fait de leur faible densité de protons. Elles apparaissent donc en hyposignal homogène sous la forme d'un liseré noir régulier, d'épaisseur uniforme. Les corticales osseuses sont parfois mal appréciées en raison d'un artéfact propre à l'IRM, le décalage chimique. Cet artéfact est d'autant plus important que le champ magnétique principal est élevé (96). Le tissu fibreux de recouvrement articulaire donne lui aussi une image hypointense. Il est donc illusoire de vouloir obtenir un contraste entre ces structures (92). A l'inverse, la médullaire du condyle mandibulaire et de l'os temporal, riche en tissu graisseux, présente un hypersignal (107) d'allure homogène, avec toutefois un aspect parfois plus hétérogène pour l'éminence temporale en fonction de son degré de pneumatisation ou d'éventuelles séquelles d'oto-mastoïdite (106).

Dans le plan sagittal, l'IRM permet d'apprécier la position du condyle mandibulaire au sein de la cavité glénoïde en OIM (antéposition physiologique), et sa position par rapport au sommet du condyle temporal en ouverture buccale maximale (à l'aplomb du vertex condylien ou légèrement en avant). Le contour condylien est habituellement arrondi, légèrement aplati en regard de la cavité glénoïde en avant, ou parfois avec une configuration légèrement pointue du rebord antérieur (103).

Les coupes frontales permettent de mieux visualiser l'anatomie osseuse que les coupes sagittales (35). Le condyle, apparaît de forme lisse et régulière, et il se présente centré dans la cavité glénoïde.

Les coupes axiales, bouche fermée, permettent de voir l'interligne articulaire de dehors en dedans, l'axe condylien et l'axe condylo-coronoïdien. Le versant antérieur du condyle est concave, le versant postérieur est lui convexe en arrière. La forme des condyles mandibulaires est souvent asymétrique et évolue avec l'âge et la fonction (13).

3.2.1.2. Le disque

3.2.1.2.1. Dans le plan sagittal

Bouche fermée

Quelle que soit la séquence utilisée, le disque apparaît sous la forme d'un hyposignal homogène, d'aspect parfois légèrement plus clair que l'os cortical. PIERUCI (94) l'explique du fait de sa richesse en protéoglycanes. Le disque mesure entre 10 et 13 mm et il est orienté en bas et en avant avec un angle légèrement supérieur à 60° par rapport à l'horizontale (13). La morphologie du disque est conditionnée par les éléments osseux, ainsi que par le stade d'ouverture buccale. En intercuspitation, le bourrelet postérieur du disque se situe à l'aplomb du vertex condylien mandibulaire, c'est-à-dire entre la position 11h et 12h si on compare le condyle, comme le fait HELMS, à un " cadran horaire " (fig. 76) (59). DRACE, quant à lui, mesure l'angle formé par la ligne joignant le bord postérieur du disque et le point estimé comme le centre de la courbe condylienne et l'axe vertical (36). Le disque serait en position normale pour un angle de +/- 10° par rapport au sommet condylien. Il n'est donc pas impossible de voir, au sein d'une ATM normale, le rebord postérieur positionné 2 mm en avant du sommet du condyle (82). On considère qu'une telle situation est subnormale et ne semble pas s'associer systématiquement à une pathologie discale (30% des cas), sans que l'on puisse exclure qu'il s'agit là d'une prédisposition, voire d'un stade infraclinique de déplacement antérieur du disque (72). Le condyle mandibulaire semble alors lui, en position plus postérieure dans la cavité glénoïde en raison de la position du disque (19). Bouche fermée, la limite postérieure est rarement bien délimitée du fait de la compression du bourrelet postérieur et du complexe conjonctivo-vasculaire postérieur, qui replié contre la face supérieure et postérieure de la cavité glénoïde présente un signal peu intense, proche de celui du disque (37, 64). Cependant, il existe souvent une discrète hétérogénéité de signal à ce niveau (96). DRACE décrit, quant à lui, la présence d'un signal central hyperintense au milieu du bourrelet postérieur, causé par la présence de tissu chondroïde à cet endroit (37). Un mainteneur d'espace inter-arcades (cale en élastomère par exemple), suffisamment fin pour ne pas induire un début de mouvement d'ouverture, est parfois utilisé afin de décoapter le disque des tissus environnants, ce qui contribue à une meilleure différenciation tissulaire, notamment au niveau de la bande postérieure.

Le bourrelet antérieur vient à l'aplomb, ou plus fréquemment légèrement en arrière, de la partie la plus inférieure du condyle temporal, en général en position horaire 7 à 8 h (14).

Les compartiments articulaires supérieur et inférieur sont virtuels et ne sont visibles qu'en cas d'épanchement articulaire, sous la forme d'un hypersignal en T2 (89).

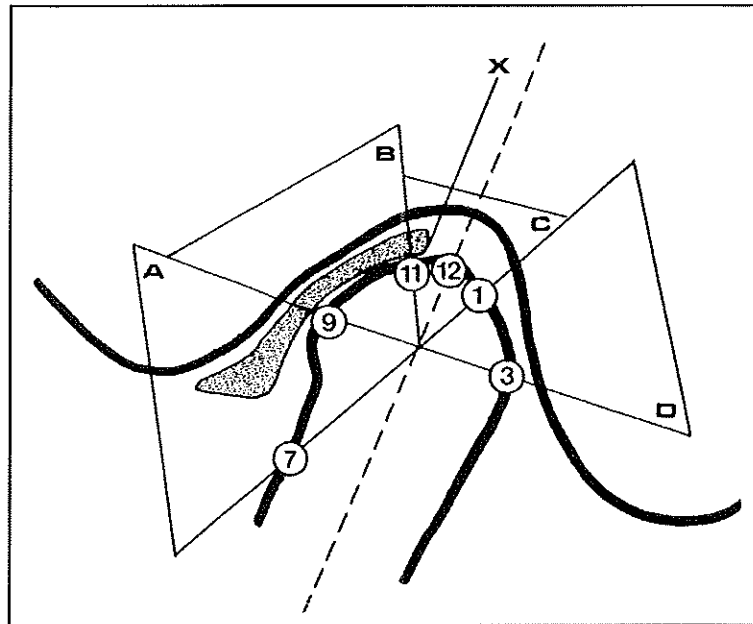


Figure 76. Classification schématique de la relation disco-condylienne dans le plan sagittal.
Le centre de la tête condylienne est le centre d'une représentation schématique d'un cadran horaire dont la position 6 et 12 h correspond au grand axe du condyle.
D = triangle postérieur : disque déplacé postérieurement ;
C = triangle supérieur : disque en position normale ;
B = triangle antéro-supérieur : disque en position antérieure partielle ;
A = triangle antérieur : disque en position antérieure complète.
X = zone d'attache entre la bande postérieure du disque et la zone bilaminaire.

Bouche ouverte

C'est en semi-ouverture buccale que le disque prend sa forme caractéristique de " nœud papillon ", les bourrelets antérieur et postérieur venant se placer de part et d'autre du condyle, sous l'action des attaches musculo-ligamentaires (fig. 77) (82). Le disque présente un dessin biconcave en " S " avec la concavité antérieure et supérieure en regard du processus temporal et la concavité postérieure et inférieure coiffant le processus mandibulaire. Cette morphologie du disque répond parfaitement à l'anatomie des pièces osseuses entre lesquelles il s'interpose.

Le bourrelet postérieur a une forme triangulaire avec un sommet antérieur à la jonction de la zone intermédiaire. Son épaisseur varie de 3 à 4 mm. Sa limite postérieure est bien reconnue car la décoaptation des pièces osseuses diminue les contraintes sur le bourrelet postérieur et sur le complexe conjonctivo-vasculaire (92).

Le bourrelet antérieur se caractérise lui aussi par une section triangulaire dont la base antérieure constitue la limite antérieure de la capsule articulaire. Son épaisseur est plus faible, comprise entre 2 et 3 mm. En fin d'ouverture buccale le vertex du condyle mandibulaire entre en contact avec le bourrelet antérieur.

La zone intermédiaire du disque est très mince, son épaisseur est évaluée en moyenne à 1 mm ; elle occupe l'espace laissé libre entre les condyles mandibulaire et temporal. Sur certaines coupes paramédianes latérales, elle peut ne pas apparaître et donc être à l'origine de fausses images de perforation (13).

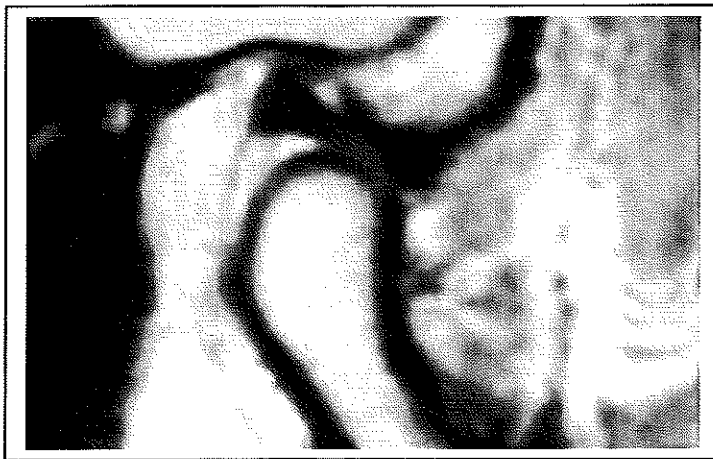


Figure 77. IRM d'une ATM droite dans le plan sagittal en semi-ouverture buccale (16).

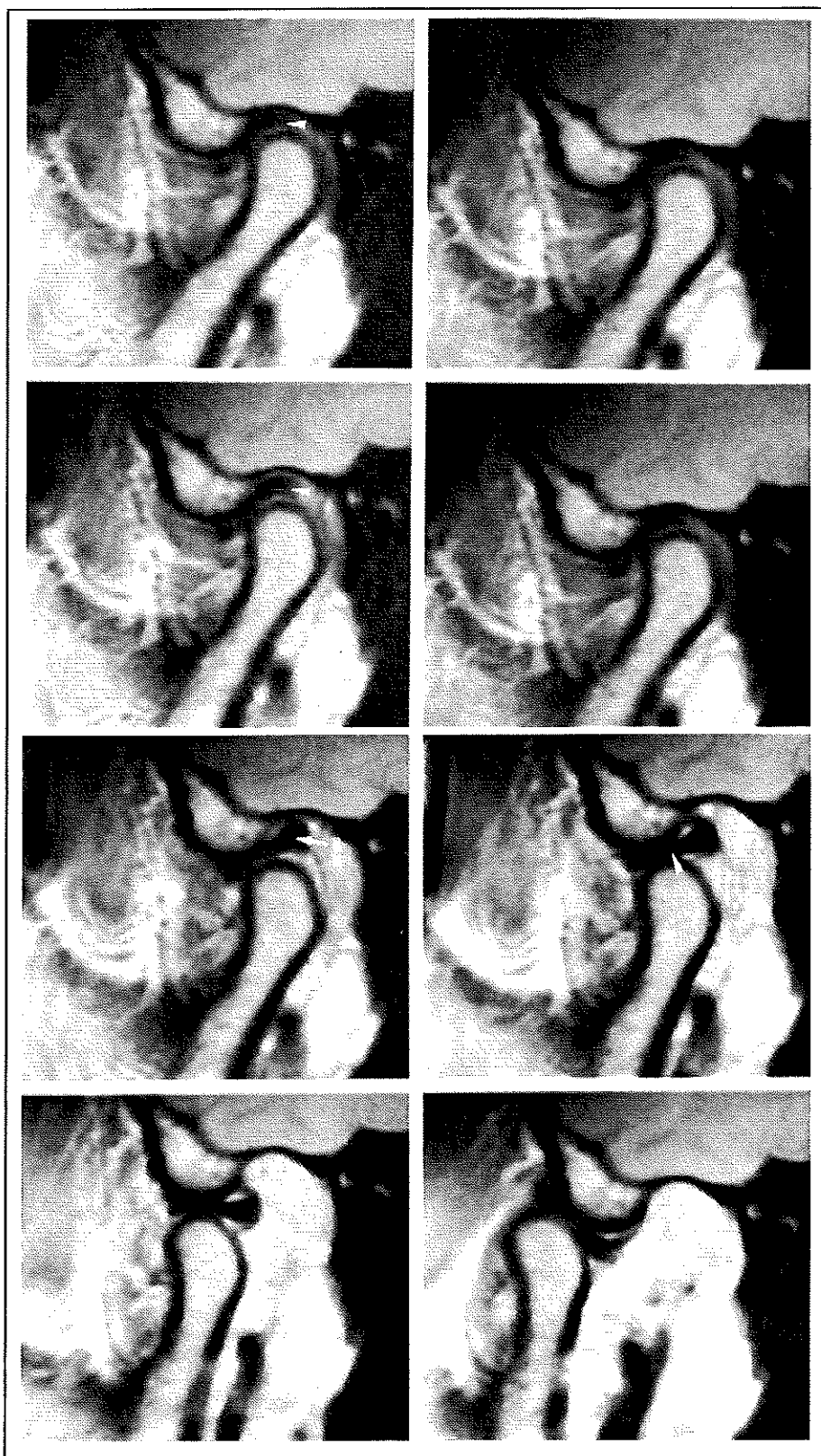


Figure 78. Cycle d'ouverture d'une ATM normale dans le plan sagittal (16).

3.2.1.2.2. Dans le plan frontal (11, 81)

Le disque articulaire épouse la forme du condyle et se présente comme un arc de cercle en croissant dont les bords latéraux s'attachent sur les pôles médial et latéral du condyle. Cette forme en croissant est plus ou moins prononcée en fonction de la morphologie du condyle mandibulaire. Il mesure en moyenne 15 mm (4).

Bouche fermée, sur une coupe passant en avant de l'éminence temporale et du condyle mandibulaire, l'épaisseur du disque diminue progressivement de dehors en dedans et ses attaches latérales ne sont guères visibles. Lorsque la coupe passe par le sommet du condyle mandibulaire et le fond de la fosse temporale, le disque n'est presque plus visible, la coupe passant par son bord postérieur (13).

Ces coupes frontales permettent d'apprécier le centrage du disque sur le condyle et d'évaluer les déplacements dans le plan frontal (latéral et médial).

3.2.1.3. La zone bilaminaire

En position bouche fermée, la zone bilaminaire est visible dans environ 60% des cas. Elle apparaît sous la forme de deux fines bandes, en hyposignal, situées en arrière du condyle mandibulaire et qui représentent la lame rétro-discale supérieure et la lame rétro-discale inférieure. Le signal de la zone bilaminaire est plus intense que celui du bourrelet postérieur à cause de la présence de tissu graisseux (35). La lame supérieure, riche en vaisseaux et en fibres élastiques est souvent un peu moins visible que la lame inférieure de structure collagénique, simple tendon (66). Entre ces deux lames, la région inter-laminaire qui contient de nombreux plexus veineux, constitués par le coussin vasculaire de Zenker, présente un signal d'intensité variable au cours des mouvements d'ouverture et de fermeture. Lors de l'ouverture buccale, son intensité augmente du fait de la réplétion vasculaire. Le coussin vasculaire de Zenker occupe la cavité articulaire laissée libre par la translation du disque et présente un hypersignal vasculaire, permettant de mieux voir la lame supérieure et inférieure de la zone bilaminaire.

3.2.1.4. Les muscles et les ligaments

Si les muscles abaisseurs et cervicaux n'apparaissent pas sur les images d'IRM de l'ATM, en revanche, les muscles élévateurs sont eux bien visualisés, et notamment le muscle

ptérygoïdien latéral et ses attaches qui sont régulièrement présents sur les coupes sagittales (13). Les muscles ont un signal gris, intermédiaire en T1 et en T2.

Les deux faisceaux du ptérygoïdien latéral sont normalement séparés par un hypersignal triangulaire, correspondant au bourrelet graisseux inter-ptérygoïdien (94). A ce même endroit il n'est pas rare, toutefois, de distinguer le fascia supérieur du chef inférieur du ptérygoïdien latéral. Celui-ci présente un signal opposé (hypointense) qui peut être à l'origine de fausses images de double disque ou de déplacement discal (13). Les fibres du tendon du chef supérieur du ptérygoïdien latéral apparaissent sous la forme de structures linéaires donnant un hyposignal gris, parallèlement à la surface de l'éminence articulaire (22). Sur des coupes sagittales plus médianes, elles deviennent continues avec le corps du muscle et s'insèrent directement sur le disque articulaire, participant à l'attache pré-discale. Le tendon d'insertion du chef inférieur est lui aussi visible, il rejoint la dépression située au niveau du rebord antérieur du col du condyle.

Le masséter est vu sur les coupes sagittales les plus latérales mais aussi sur les coupes frontales ; ces fibres s'étendent de la partie latérale de l'arcade zygomatique jusqu'à la partie inférieure et externe du ramus. Les coupes frontales les plus antérieures les mettent en évidence.

Le muscle temporal est facilement retrouvé au niveau des coupes sagittales par l'hyposignal intermédiaire musculaire classique. Surtout au niveau de son tiers inférieur et de son insertion basse sur le coroné (hyposignal).

La capsule articulaire, la synoviale et les ligaments articulaires ne sont pas aisément mis en évidence à l'état normal en IRM. En général, le signal de la capsule articulaire ne peut-être différencié de celui de la membrane synoviale. Sur les coupes frontales, la capsule est identifiée plus facilement par un signal gris grâce à la bande fibreuse du ligament latéral (104). Les ligaments extra-articulaires sont plus difficiles à mettre en évidence. Le ligament sphéno-mandibulaire est visible au niveau des coupes frontales passant par le ramus. Il donne un hyposignal sombre et est aisément reconnu en dedans du muscle ptérygoïdien latéral au niveau du condyle. Le ligament stylo-mandibulaire passe trop loin de la capsule pour être aperçu sur les coupes de l'ATM (104).

3.2.2. ATM pathologique

3.2.2.1. Atteintes discales

3.2.2.1.1. Les anomalies de position du disque

En général, les patients souffrant de dysfonctionnements l'appareil manducateur sont des anxieux. Cette anxiété va grandissant dans le tunnel de l'IRM. Le patient la compense souvent par des mouvements du corps qui rendent les images difficilement lisibles. Cette angoisse incite aussi le patient à mordre davantage sur la cale glissée entre les incisives, ce qui provoque une ascension des condyles dans leurs cavités glénoïdes, favorise l'antéposition discale et fausse le diagnostic. Enfin, il n'est pas rare qu'un déplacement discal antérieur réductible devienne irréductible dans le tunnel IRM, du fait de cette anxiété (43).

3.2.2.1.1.1. Déplacement discal antérieur réductible

Bouche fermée, le disque articulaire est en situation anormalement antérieure sur toutes les coupes. Le bourrelet postérieur se situe en avant du sommet du condyle mandibulaire, le dépassant de plus de 2 mm (19). Pour DRACE, le déplacement discal est qualifié de minime si l'angle est inférieur à 20° ; d'important si l'angle est compris entre 30 et 40° ; et enfin de sévère si l'angle atteint 80-90° (92). Le condyle est ascensionné dans la cavité glénoïde et en rétroposition.

La réalisation de clichés, dans le plan sagittal, bouche fermée puis en ouverture buccale maximale permet d'apprécier le recaptage du disque par le condyle mandibulaire (fig. 79); mais seule la technique d'IRM pseudo-dynamique permet d'appréhender au mieux le moment exact de la réduction lors du mouvement d'ouverture, et ainsi de graduer la sévérité du déplacement discal (107).

La détection d'un déplacement discal antérieur à réduction rapide est très délicate et peut être facilement négligée en IRM. En effet, il est parfois difficile de déterminer, bouche fermée, la position exacte du bourrelet postérieur du disque à cause de l'espace articulaire très réduit qui existe entre le condyle mandibulaire et le fond de la cavité glénoïde et d'une variation de signal, en général, pas suffisamment significative entre la bande postérieure du disque et la zone bilaminaire (35). De la même façon, la confusion de ces deux éléments peut

entraîner une erreur de diagnostic, en concluant trop rapidement à un déplacement antérieur alors que le disque est en position normale (104).

Dans les stades les plus avancés, le disque est le siège d'une augmentation de signal intéressant autant la zone intermédiaire que les bourrelets et traduisant une souffrance discale. Le disque subit une déformation qui se traduit par un épaississement du bourrelet postérieur tandis que la longueur totale du disque diminue. Le bourrelet antérieur et la zone intermédiaire se réduisent également, de sorte que, suite à toutes ces modifications, la forme du disque devient biconvexe (117).



Figure 79. Déplacement discal antérieur réductible. IRM : coupe sagittale lors du cycle d'ouverture ; le disque est indiqué par la flèche (92).

3.2.2.1.1.2. Déplacement discal antérieur irréductible

Le disque articulaire est situé plus ou moins en avant du condyle mandibulaire sur toutes les coupes, aussi bien en fermeture buccale que lors du mouvement d'ouverture (92). Le condyle avance en refoulant le bourrelet postérieur contre le bourrelet antérieur, effaçant la zone intermédiaire. Il n'existe pas de réduction, l'espace inter-condylien ne contient aucune structure discale au cours de la cinématique mandibulaire (fig. 80) (13).

En cas de DDI récent, le condyle mandibulaire, bouche fermée, se trouve dans une position très postérieure dans la cavité glénoïde. Dans le plan sagittal, le bourrelet postérieur apparaît aplati alors que le bourrelet antérieur est lui épaissi, présentant parfois la forme d'un hameçon (73). Bouche ouverte, le condyle subit un important défaut de translation causé par le disque qui lui fait obstacle, limitant le mouvement d'ouverture. Ce dernier, cherche en général à s'adapter au volume articulaire résiduel ; il s'enroule volontiers sur lui-même, prenant un

aspect pelotonné. Sur des coupes frontales, le disque fait alors souvent hernie en dedans de l'articulation ou parfois en dehors. La zone bilaminaire est peu distendue.

En cas de DDI ancienne, le disque est très antérieur bouche fermée, presque situé sous l'éminence temporale. Bouche ouverte, le rapport entre le condyle mandibulaire et la cavité glénoïde peut apparaître normal. Ceci est la conséquence d'une adaptation par distension de l'appareil discal, permettant de retrouver une amplitude d'ouverture buccale quasi normale. Le disque présente une morphologie souvent altérée (aplatie, plicaturée, fractionnée) en rapport avec la dégénérescence du tissu fibreux (104). Son signal augmente, il devient plus clair du fait de la modification de la distribution des protéines cellulaires et d'une élévation de son degré d'hydratation (82). La zone bilaminaire s'étire, se rompt parfois et se sclérose. Elle s'interpose entre les surfaces articulaires afin de remplir la fonction que ne joue plus le disque (35).

Il est à souligner que les images que l'on obtient sur l'examen IRM correspondent à l'état de l'articulation au moment et dans les conditions de cet examen. La vigilance de l'opérateur permettra d'éviter une erreur de diagnostic. En effet, certains déplacements discaux peuvent être qualifiés d'irréductibles au vue des images IRM, alors qu'il ne s'agit que d'un état intermittent ou dû aux seules conditions de l'examen qui ne sont pas toujours très physiologiques, puisque beaucoup d'entre eux se font en position d'ouverture buccale forcée et, pour le patient, dans un environnement éventuel de stress qui peuvent modifier la pathologie articulaire temporairement. Ceci justifie de prendre deux précautions : d'abord utiliser, si nécessaire, un dispositif de relaxation musculaire (gouttière, myorelaxant), afin de tenter de faire céder un spasme éventuel (trismus) qui pourrait transitoirement masquer un simple DDR et, être faussement interprété comme un DDI ; de noter, sur le compte-rendu radiologique, l'ouverture buccale utilisée sur les différents clichés réalisés. Ainsi, en cas de déplacement discal ne se réduisant qu'à 35 mm d'ouverture, l'utilisation d'une ouverture buccale de 20 mm ne pourra jamais mettre en évidence la réductibilité de ce déplacement et le diagnostic attribué sera, à tort, celui de DDI (19, 22).

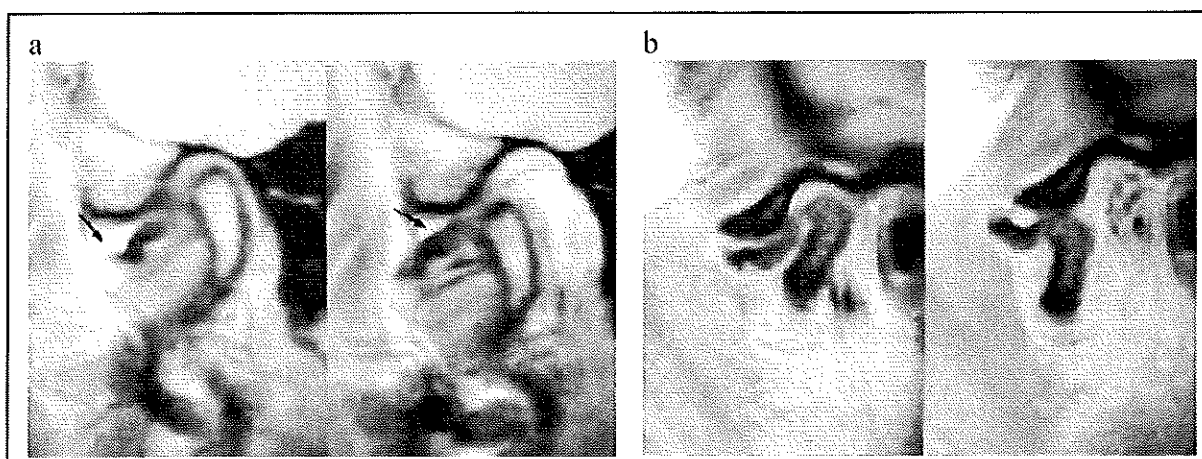


Figure 80. Déplacement discal antérieur irréductible. IRM : coupe sagittale lors du cycle d'ouverture (92).

- a) DDI récent : le disque en situation antérieure empêche la translation normale du condyle mandibulaire. Il existe une limitation de l'ouverture buccale. La flèche signale la présence d'un épanchement dans le compartiment supérieur ;
- b) DDI ancien : le disque est refoulé en avant, la translation condylienne est normale et la limitation d'ouverture buccale disparaît. Hyposignal global du condyle mandibulaire traduisant une atteinte de la médullaire (oedème, ischémie)

3.2.2.1.1.3. Les déplacements en rotation

La morphologie discoïde du disque et celle ovoïde du condyle mandibulaire rendent ces déplacements en rotation relativement fréquents. Ces déplacements sont faciles à reconnaître.

Sur les coupes sagittales, le disque est coupé d'autant plus obliquement que la rotation est importante et l'on observe alors un aspect de disque trop long aux reliefs antérieur et postérieur peu marqués (64).

En cas de rotation isolée, la couverture du condyle par le disque est différente si le déplacement se fait en rotation interne ou externe. En rotation interne, cas le plus fréquemment rencontré, le disque paraît en situation de déplacement antérieur sur les coupes sagittales les plus externes alors que sur les coupes sagittales les plus internes, la tête condylienne est normalement couverte. Ce diagnostic sera confirmé sur des coupes frontales. La situation inverse sera de mise en cas de rotation externe. Ces rotations isolées qui sont communément appelées " déplacement discal partiel " sont rares et le plus souvent réductibles précocement lors de l'ouverture buccale et de survenue tardive lors de la fermeture (69).

Le plus souvent, ces déplacements en rotation sont associés à un déplacement antérieur. Les déplacements antéro-médiaux sont plus fréquemment mis en évidence que les déplacements antéro-latéraux. La combinaison de tels déplacements nécessitent la réalisation de clichés dans le plan sagittal et frontal afin de pouvoir analyser au mieux la situation et la forme du disque, et d'apprécier les instants de la réduction des deux composantes qui ne sont pas toujours simultanés (112).

L'association avec un déplacement dans le plan frontal n'est pas exceptionnelle.

3.2.2.1.1.4. Les déplacements dans le plan frontal (11, 18)

Il s'agit de déplacements purement latéraux dont le diagnostic se fait essentiellement dans le plan frontal où, on constate un déplacement médial ou latéral du disque en se référant à la tangente du pôle médial ou latéral du condyle mandibulaire (fig. 81) (89). Cependant une analyse méthodique des coupes sagittales permet d'identifier de tels déplacements. Le radiologue réalise neuf images de 3 mm d'épaisseur (27 mm de profondeur) qui suffisent à couvrir toute la largeur du condyle et parfois même les tissus adjacents (16). En cas de déplacement médial (cas le plus fréquent), le disque présente un volume trop important sur les coupes les plus internes par rapport aux coupes les plus externes, et l'interligne articulaire apparaît pincé du côté opposé au déplacement discal, du fait de la latéralisation de la tête condylienne. Ces déplacements latéraux isolés ont très souvent un caractère réductible et l'étude dynamique est particulièrement adaptée pour apprécier le recentrage ou non de ces déplacements.

Ces déplacements accompagnent le plus souvent des déplacements antérieurs. Un déplacement antérieur associé à un déplacement latéral ne correspond pas obligatoirement à un déplacement en rotation. En l'absence de rotation, la forme et la taille du disque sont alors respectées sur toutes les coupes. Il faut cependant reconnaître que dans les déplacements peu importants, la distinction peut parfois être difficile. Dans le cas de déplacement discal antérieur réductible, ces déplacements dans le plan frontal seraient le témoin d'une laxité des attaches latérales et/ou médiales. Ceci semble beaucoup plus discutable en cas de déplacement discal antérieur irréductible puisque le disque se place dans le volume articulaire disponible, en dehors ou en dedans. Il paraît alors hasardeux d'établir une relation de cause à effet entre la position du disque et la valeur fonctionnelle des attaches latérales et médiales.

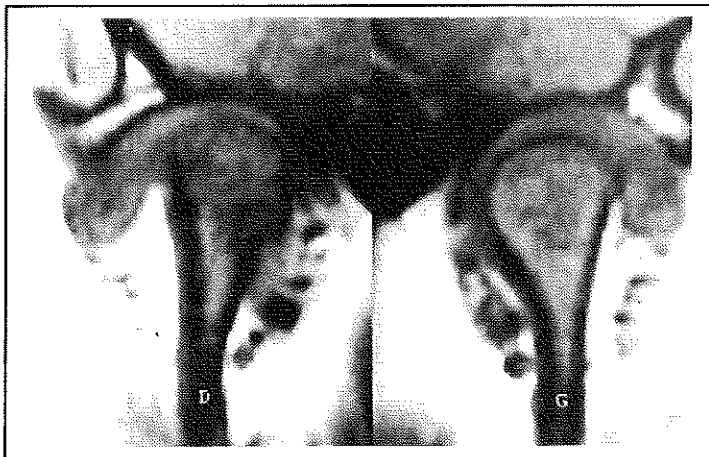


Figure 81. Déplacements bilatéraux.
IRM : coupe frontale en OIM (16).

3.2.2.1.1.5. Le déplacement discal postérieur

Le déplacement discal postérieur est plus rare que les formes précédentes. Il est souvent la conséquence d'une rupture traumatique ou iatrogène de la lame pré-discale, d'une d'hyperlaxité articulaire. Lors de l'ouverture buccale, le condyle a une dynamique normale mais le disque bascule en arrière du condyle et reste dans la cavité glénoïde au contact de la zone bilaminaire (fig. 82).

Le disque articulaire est également situé en arrière du condyle au cours d'une luxation temporo-mandibulaire (77).



Figure 82. Déplacement discal postérieur. IRM : coupe sagittale lors du cycle d'ouverture (16).

3.2.2.1.2. Les anomalies de structure du disque

L'IRM semble capable de montrer des modifications de signal précoces, accompagnées ou non de modification de morphologie, au cours des pathologies dégénératives. L'intérêt de l'IRM est de mettre en évidence ces pathologies dès leur début pour permettre la mise en route du traitement le plus adapté. Les variations de signal sont plus facilement appréciées en densité protonique. Cependant, les signaux donnés par le disque dépendent aussi de l'orientation des fibres de collagènes. ROZENCWEIG cite les travaux de Fullerton qui a étudié l'effet des variations angulaires entre les fibres et B_0 . La direction des fibres dont l'angle avec B_0 est compris entre 40° et 70° constitue " le secteur angulaire magique " (SAM) (fig. 83). Les fibres y ont un T2 long, supérieur à 35 ms, donnant un fort signal. Les fibres dont la direction ne se situe pas dans le SAM donnent un signal faible (plus foncé). Le plus souvent, tous les faisceaux collagéniques de la zone intermédiaire du disque sont alors hors du SAM, et donnent un signal très sombre. A l'opposé, les bourrelets antérieur et postérieur possèdent des faisceaux collagéniques orientés dans des directions plus variées, dont certaines sont dans le SAM. Leur T2 est donc plus long, ce qui procure un signal plus clair. Pour ROZENCWEIG (104), il est alors évident qu'une rotation ou un léger déplacement médial du disque change l'orientation des faisceaux et donne des signaux différents qu'il est difficile ou dangereux d'interpréter de suite comme une modification de structure. Il ajoute que la position du grand axe du condyle varie d'un patient à l'autre par rapport à B_0 . Ainsi, l'orientation du plan de coupe se trouve modifiée et certains faisceaux peuvent entrer dans le SAM et donner un signal très différent. En conséquence, il est essentiel d'analyser une image en prenant en compte la corrélation qui existe entre la morphologie discale et son signal.

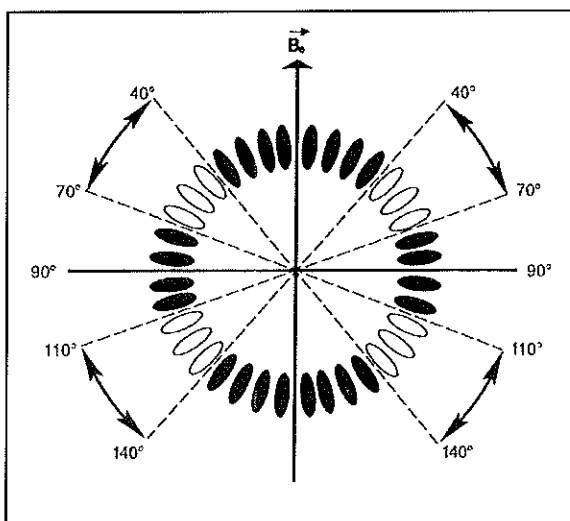


Figure 83. Le secteur angulaire magique SAM (104).

3.2.2.1.2.1. Dégénérescence mucoïde

Les signes dégénératifs se manifestent par une augmentation de signal au sein de l'ensemble ou d'une partie du disque, que l'on note ou non un déplacement discal (14). Cette augmentation de signal est la plupart du temps localisée au niveau de la zone intermédiaire et du bourrelet postérieur. Une diminution de l'épaisseur du disque est fréquemment associée, lui faisant perdre sa biconcavité harmonieuse, au détriment d'un aspect biconcave plus prononcé, voire " lamellaire ". La mise en évidence de ces éléments nécessite une étude en coupes très fines et en séquences pondérées T1.

Le diagnostic est néanmoins évoqué devant l'hétérogénéité de l'image discale en IRM. La certitude d'un tel diagnostic ne pouvant être que chirurgicale et histologique (19).

3.2.2.1.2.2. Les calcifications discales

Les calcifications discales traduisent une atteinte discale, soit ancienne dans le cadre d'une pathologie dégénérative évoluée, soit de constitution plus aiguë, post-traumatique par exemple. L'IRM montre des zones d'hyposignal intra-discal, de topographie plutôt périphérique (19). Le diagnostic en IRM peut se poser avec des calcifications de chondromatoses synoviales, mais celles-ci sont libres dans la cavité articulaire et ne suivent pas rigoureusement le disque lors de la dynamique articulaire (13).

3.2.2.1.2.3. Les adhérences discales (99)

Les adhérences discales peuvent être objectivées en IRM, devant des aspects fixés et irréguliers du disque, inchangés sur des images en bouche ouverte et en bouche fermée. Cependant, l'IRM pseudo-dynamique ou ciné-IRM facilite leur diagnostic, sans pour autant offrir d'aussi bons résultats que ceux obtenus par arthroscopie. Alors que la course condylienne est suffisante pour entraîner passivement le disque, celui-ci apparaît comme " collé " à la surface articulaire temporale (les adhésions au niveau du compartiment inférieur sont difficiles à mettre en évidence), ne se déplaçant à aucun stade du mouvement d'ouverture (fig. 84). La déformation de la face inférieure du disque sous l'effet de la translation condylienne peut parfois en imposer pour un disque normalement mobile, l'observation attentive de sa face supérieure figée sous le temporal permettant le diagnostic. Lorsque la course condylienne est de faible amplitude, il devient difficile d'affirmer la présence

d'adhérences. En effet, une distension des attaches du disque, en particulier des attaches médiales et latérales, retarde sa translation donnant un aspect de disque faussement fixé.

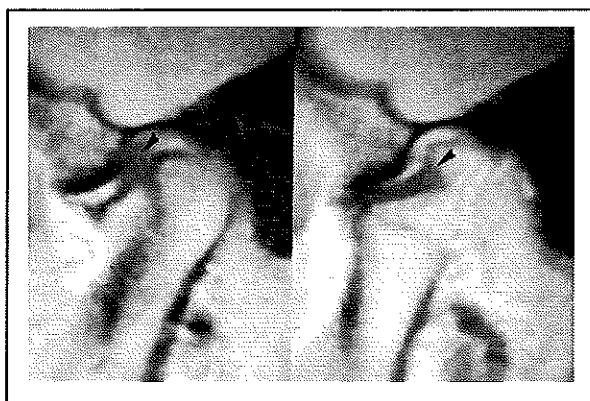


Figure 84. Adhérences discales. IRM : coupe sagittale lors du cycle d'ouverture (92).
Le disque est déplacé antérieurement et n'est pas mobilisé malgré la translation condylienne, en raison d'adhérences dans le compartiment disco-temporal.

3.2.2.1.2.4. Les perforations discales

Même avec les IRM les plus performantes (imagerie en haute résolution de Fourier), les perforations discales ne sont pas visualisées directement, contrairement à l'arthrographie, ce qui constitue la limite principale de cet examen (67). Les perforations discales peuvent être centro-discales par usure progressive de la zone intermédiaire qui devient non visible alors que les bourrelets postérieur et antérieur sont bien exposés ; ou plus souvent postérieures, dans la partie antéro-latérale de la zone bilaminaire, dans un contexte de déplacement discal antérieur irréductible. Dans les deux cas, c'est l'absence de tissu discal ou fibro-vasculaire (dans le cas de déplacement discal antérieur irréductible) entre les surfaces osseuses articulaires, associée à des signes d'arthrose, qui permettent de soupçonner un tel diagnostic (96). Cependant, il est illusoire de vouloir reconnaître avec certitude un tel pincement de l'interligne articulaire, mettant quasiment en contact les surfaces articulaires temporale et mandibulaire, puisqu'il n'existe aucun contraste entre l'os cortical, le tissu de recouvrement articulaire et le disque (l'artefact chimique contribue également au manque de sensibilité de l'IRM dans la reconnaissance de ces perforations). Enfin, la suspicion de perforations discales doit être diagnostiquée sur plusieurs coupes, afin de les distinguer d'une dégénérescence mucoïde ou d'un déplacement discal dans le plan frontal qui peuvent offrir une image similaire, mais sur une seule coupe.

3.2.2.2. Atteintes synoviales (13)

3.2.2.2.1. La synovite

L'inflammation de la membrane synoviale se visualise par une petite augmentation du signal endodiscal et surtout un comblement (léger hypersignal) de l'espace inter-laminaire. Le disque occupe quant à lui une position normale.

Après injection de gadolinium, l'IRM montre une prise de contraste intense au niveau des espaces supérieur et inférieur paraissant combler l'espace articulaire et surlignant les replis synoviaux. Cette prise de contraste permet de différencier la synovite d'un épanchement intra-articulaire qui ne subit pas de modification radiologique après l'injection.

L'arthroscopie confirmera l'aspect inflammatoire de la synoviale en montrant l'augmentation du nombre et du calibre des vaisseaux (22).

3.2.2.2.2. Les épanchements intra-articulaires

Ils sont une composante pathologique régulièrement associé aux déplacements discaux et accompagnent fréquemment les algies articulaires (118). Leur fréquence semble augmenter avec la sévérité de la pathologie et sont régulièrement retrouvés pendant les phases aiguës. Au stade terminal d'arthrose seulement, leur prévalence diminue.

La douleur induite par un épanchement pourrait être expliquée par des phénomènes mécaniques ou inflammatoires :

- compression de l'attache discale postérieure richement innervée ;
- suppression capsulaire ;
- inflammation de la synoviale ;
- distension de l'espace articulaire en cas d'épanchement important.

Les séquences pondérées en T2 mettent en évidence les fluides intra-articulaires. Ils se manifestent par un fort hypersignal (très blanc) dans un ensemble anatomique en hyposignal, soulignant ainsi les reliefs du disque (fig. 85) (113).

En bouche fermée, les épanchements occupent plus fréquemment le compartiment articulaire supérieur, en avant du condyle et latéralement. Ceci en raison du volume plus important de l'espace disco-temporal par rapport à l'espace condylo-discal qui est comprimé dans cette situation.

En bouche ouverte, l'espace supérieur est toujours plus largement touché et l'attache postérieure possède souvent un aspect épaissi en hypersignal, en rapport avec le fort débit sanguin toujours retrouvé dans les zones inflammatoires.

Les épanchements aident aussi au diagnostic des perforations discales grâce au passage du liquide dans la perforation, donnant un " effet arthrographique ".

La détection d'un fluide dans la capsule revêt une importance particulière, en ce sens qu'un état articulaire inflammatoire peut résulter du développement d'adhérences fibreuses, de dégénérescence discale progressive et d'ostéochondrite dégénérative ou de nécrose avasculaire conduisant à l'ostéoarthrite, et par conséquent, à la perte de la valeur fonctionnelle de l'articulation.

Les arthropathies inflammatoires entraînent des modifications du signal au niveau de la médullaire osseuse du condyle. Celle-ci donne un hyposignal en séquences pondérées T1, au lieu de l'hypersignal graisseux classique, du fait de l'œdème inflammatoire intra-osseux. En séquences pondérées T2, à l'inverse, le fluide intra-médullaire donne un hypersignal (en T2, une médullaire saine est en hyposignal). Les variations de signal sont généralement en rapport avec un remaniement osseux pathologique.

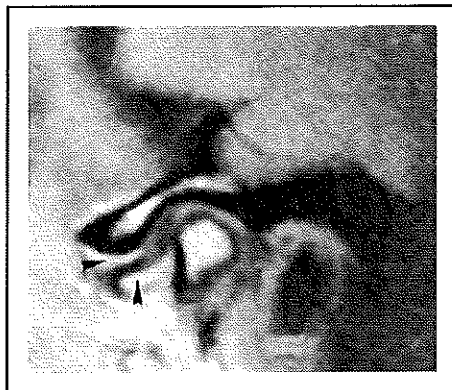


Figure 85. Epanchement intra-articulaire. IRM : coupe sagittale en OIM (16).
Les récessus articulaires antérieurs sont bien visibles en raison de l'épanchement.

3.2.2.2.3. La chondromatose synoviale (61)

La chondromatose synoviale est la conséquence d'une métaplasie chondroïde du tissu synovial. Cette affection est caractérisée par la formation de multiples foyers de cartilage hyalin au sein de la synoviale et des tissus sous-jacents. Des nodules cartilagineux se

détachent de la synoviale et sont libérés dans l'espace articulaire, puis secondairement ils apparaissent calcifiés.

L'IRM montre de multiples petites images hypointenses arrondies, homogènes et confluentes au sein de la cavité glénoïde et au-dessus du condyle mandibulaire. De signal faible, ils sont plus difficiles à mettre en évidence qu'en TDM (les nodules de grande taille et suffisamment calcifiés peuvent être visualisés sur des radiographies conventionnelles). Une dégénérescence osseuse débutante peut se retrouver sous la forme d'un petit bec ostéophytique condylien antérieur et d'une légère diminution du signal de la médullaire condylienne mandibulaire et temporale ; ainsi qu'un épanchement articulaire comme signes d'accompagnement.

Des extensions à la région parotidienne, à la fosse infra-temporale et des localisations intra-crâniennes ont été décrites (87).

3.2.2.3. Atteintes osseuses

Les lésions dégénératives arthrosiques sont souvent associées à une atteinte discale, on les retrouve fréquemment lors de déplacements irréductibles.

La faible quantité d'ions hydrogène dans le tissu osseux a pour conséquence sa moins bonne définition en IRM qu'au scanner ou en radiologie conventionnelle (107). Les atteintes initiales, qui touchent le tissu de recouvrement articulaire, ne peuvent pas être reconnues car il n'est pas possible d'analyser ses variations d'épaisseur et/ou son intégrité en IRM. Seules les atteintes tardives avec remodelage articulaire sont faciles à identifier, notamment sur des séquences T1 en haute résolution spatiale (96). Les lésions arthrosiques sont donc caractérisées, en IRM, par des irrégularités de l'hyposignal cortical qui s'étend au spongieux sous-chondral (107).

Le disque n'est la plupart du temps plus qu'un amas de tissu fibreux plus ou moins fragmenté situé en avant du condyle mandibulaire en bouche fermée et bouche ouverte. Le glissement des pièces osseuses s'effectue sur l'attache discale postérieure qui, à la longue, peut se perforer et mettre ainsi les pièces osseuses directement en contact, accélérant le processus dégénératif. L'interligne articulaire apparaît alors manifestement pincé.

Au niveau osseux, le premier signe d'arthrose est la disparition de la corticale osseuse (trait en hyposignal) qui traduit une érosion osseuse. Les signes osseux sont initialement situés au niveau du processus condylien et secondairement au niveau du tubercule articulaire (22). On visualise l'aplatissement et la perte de la sphéricité des condyles, des formations

ostéophytiques implantées à la jonction os-cartilage. Les ostéophytes siégeant au niveau du condyle mandibulaire sont situés autour des insertions du muscle ptérygoïdien latéral et apparaissent sous la forme de becs ostéophytiques à direction antéro-supérieure le plus souvent, comme les fibres du faisceau supérieur du muscle ptérygoïdien latéral (fig. 86). On note également des condensations ostéochondrales hypointenses et des géodes sous-chondrales (19). Le tissu médullaire présente une hypointensité relative en T1 (signal hétérogène) liée à une ostéosclérose réactionnelle de la spongieuse condylienne mandibulaire et à un degré moindre, de la spongieuse condylienne temporale, témoin d'une souffrance vasculaire, d'un œdème inflammatoire (96). On retrouve souvent des signes associés comme des calcifications discales, des chondromatoses synoviales ou des épanchements intra-articulaires.

REMARQUE : radiologiquement, le diagnostic de ces atteintes reste délicat, dans la mesure où la frontière entre un remaniement morphologique adapté à des conditions pathologiques et une dégénérescence vraie qui représente la perte du potentiel d'adaptation, est parfois difficile à définir (104).

Le remodelage adaptatif condylien, qu'il soit postérieur ou antérieur, est caractérisé par le respect du tissu fibreux articulaire de recouvrement et l'absence d'ostéolyse de l'os cortical, mais aussi une intégrité du spongieux sous-jacent qui présente un signal normal en IRM. L'absence de modification du signal de l'os spongieux est une garantie de la réversibilité au moins partielle des lésions adaptatives, en particulier après correction de la position mandibulaire.

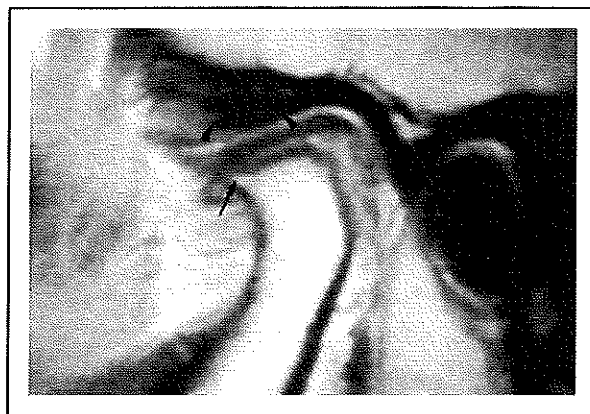


Figure 86. Lésions dégénératives osseuses. IRM : coupe sagittale (92).
Les érosions corticales ne sont pas visibles. Les ostéophytes siègent en particulier sur le bord antérieur du condyle (flèche).

3.2.2.4. Pathologies tumorales

Les séquences classiques pondérées en T1 et T2 seront complétées par une acquisition en T1 avec injection de gadolinium afin de permettre une meilleure délimitation du processus tumoral. Ces acquisitions se font dans au moins deux plans de coupes différents, en général axial et frontal (18).

3.2.2.5. Polyarthrite rhumatoïde

L'IRM met en évidence un épanchement intra-articulaire. L'injection de gadolinium permet de visualiser le pannus synovial par la prise de contraste des nodosités synoviales intra-articulaires (113). L'évolution de la maladie se traduit par une antéposition discale, mais surtout par une atteinte osseuse qui se manifeste par une érosion irrégulière des corticales osseuses et une atteinte de l'os spongieux. Dans les formes les plus avancées, le condyle mandibulaire et parfois le col se résorbent.

CONCLUSION

L'examen clinique reste fondamental et essentiel dans l'exploration des dysfonctionnements de l'appareil manducateur (DAM) : l'anamnèse, l'analyse occlusale, l'axiographie sont les étapes prioritaires pour poser le diagnostic, qui est certes plus fonctionnel que morphologique, mais qui permet de savoir s'il s'agit d'un désordre musculaire ou bien d'un désordre articulaire. Dans ce dernier cas, il convient de préciser la nature des tissus lésés de l'articulation, mous ou osseux. Toutefois, il arrive qu'un doute subsiste et que toutes les hypothèses diagnostic ne puissent être élucidées par le seul examen clinique. C'est alors que le chirurgien dentiste a recours à l'imagerie. Quel que soit l'examen radiographique prescrit, il ne s'agit que d'un complément diagnostic qui aide à mieux comprendre les DAM et en particulier les désordres articulaires. Parfois il est aussi possible que ce procédé diagnostic affine nos conclusions cliniques en détectant, fortuitement, une pathologie dont la symptomatologie clinique serait restée muette ou en découvrant une anomalie, notamment morphologique et/ou structurelle, que l'examen clinique n'aurait pu mettre en évidence.

Les techniques irradiantes apprécient les structures osseuses de l'ATM, la cavité glénoïde et les condyles temporal et mandibulaire. Elles vérifient la morphologie des pièces osseuses, l'aspect du contour osseux des surfaces articulaires, l'aspect de l'os médullaire. Au cours de la fonction, elles apprécient le rapport des éléments radio-opaques en position bouche fermée (OIM) et en ouverture buccale maximale. Si le disque, comme l'ensemble des tissus mous, n'est pas visible (excepté pour l'arthrographie), l'estimation de l'interligne articulaire peut laisser suspecter, en cas d'asymétrie par rapport à l'articulation controlatérale ou à des moyennes standards, une anomalie quant à la position discale, une atteinte synoviale (rétro-discite), et l'oblitération de cet interligne révèle une ankylose. Enfin, la présence de corps étrangers calcifiés, à ce niveau, est également visible.

L'orthopantomogramme (OPT) est le premier examen radiographique prescrit. Cet examen routinier est un excellent moyen de " débrouillage " puisqu'il offre une image simultanée et comparative des articulations. L'incidence de Schuller peut être pratiquée directement au cabinet dentaire en cas d'urgence (après un traumatisme) ou bien si l'on souhaite avoir une évaluation immédiate sur l'état des surfaces articulaires et/ou sur la course condylienne. Les

informations recueillies par ces moyens d'investigations radiographiques, associées à l'examen clinique, suffisent parfois à poser le diagnostic. Dans le cas contraire ou si la pathologie suspectée ou démontrée nécessite des renseignements d'une plus grande précision, ces examens préliminaires servent alors à orienter au mieux le chirurgien-dentiste parmi les procédés de radio-diagnostic plus sophistiqués comme l'IRM ou la TDM.

La tomographie est devenue obsolète avec l'arrivée des techniques d'imagerie numérique. L'arthrographie, même si elle offre une image en négatif du disque qui autorise une étude pseudo-dynamique des déplacements disco-condyliens, est aujourd'hui abandonnée du fait de son caractère agressif au profit de l'IRM. Sa seule indication reste la détection des perforations discales.

La tomodensitométrie s'est rapidement révélée souveraine dans l'exploration des tissus osseux grâce à la haute résolution de ses images. La TDM est donc la technique de choix pour l'étude détaillée des surfaces articulaires osseuses et particulièrement dans la mise en évidence des signes précoces de dégénérescence osseuse. Concernant les parties molles, la TDM autorise l'exploration des muscles. Le disque est lui rarement visible sur les coupes scanographiques car il est difficile à discriminer des tissus mous environnants.

Quant à l'imagerie par résonance magnétique, sa supériorité sur l'imagerie par rayon X dans l'exploration de l'ATM est incontestable. D'une part, cette technique est atraumatique, non invasive, non irradiante et moins inconfortable pour le patient puisqu'elle permet d'obtenir des images multiplanaires et simultanées des ATM sans mobiliser le malade. D'autre part, l'utilisation d'appareils à haut champ (1,5 T) fournit une qualité d'image jusqu'à présent inégalée des différents constituants tissulaires de l'ATM. La très haute résolution en contraste donne une image directe du disque avec une bonne résolution spatiale, et une image de plus en plus précise de l'état osseux. L'IRM sert donc de référence pour réaliser une analyse précise de la topographie, de la morphologie et de la structure de l'appareil discal. Elle est aussi la seule technique à montrer directement la présence d'un exsudat inflammatoire. Pour toutes ces raisons, l'IRM est devenue la technique de choix pour l'étude, la compréhension et l'évaluation des DAM, et notamment des désunions condylo-discales. D'ailleurs, l'IRM pseudo-dynamique a avantageusement remplacé l'arthrographie pour vérifier le caractère réductible ou irréductible d'un déplacement discal. D'ici quelques années, il est fort probable grâce aux progrès constants de l'appareillage IRM et de la numérisation, que l'on puisse diminuer le temps d'acquisition des images tout en conservant une qualité d'image suffisante, et rendre ainsi accessible en temps réel le suivi de la totalité des

mouvements articulaires. Il sera alors possible, en cas de déplacement discal réductible (DDR), de déterminer le moment exact de la réduction.

Une des indications de l'IRM consiste aussi à pouvoir apprécier l'évolution et/ou le résultat thérapeutique d'un traitement conservateur qui vise à corriger un DDR ou un DDI, même si l'examen clinique et l'axiographie restent les meilleurs juges du résultat fonctionnel. C'est pourquoi son utilisation ne sera justifiée que si le traitement initial par rééducation et/ou plan de libération occlusal a échoué. L'IRM aide alors à comprendre le résultat imparfait post-thérapeutique, et ce d'autant plus facilement que son innocuité autorise la répétition des contrôles.

Enfin, l'IRM est indispensable si l'on envisage, comme solution thérapeutique, une intervention chirurgicale pour traiter un désordre articulaire, même si les résultats décevants de la chirurgie articulaire restreignent ses indications à une limitation extrême de l'ouverture buccale ou en cas de douleurs insupportables. Le clinicien dispose alors d'un capital d'informations anatomiques et physiopathologiques d'une grande fidélité et d'une grande importance avant l'intervention, mais non suffisantes toutefois puisque celui-ci pourra découvrir en peropératoire des arrachements ligamentaires (en particulier au niveau de la zone rétro-discale) et des remaniements osseux précoces, qui ne sont pas détectables à l'IRM. De plus, après l'intervention chirurgicale, l'IRM sera le seul moyen de juger de la nouvelle anatomie de l'ATM, en attendant de pouvoir examiner son aspect fonctionnel dont l'évaluation est rendue difficile, dans un premier temps, à cause des suites opératoires.

Si l'IRM est la technique d'imagerie qui présente le plus d'avantages, sa prescription reste toutefois très limitée en pratique quotidienne du fait de son coût financier élevé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. ABJEAN J, LAURET JF et LE GALL M.**
Etude des muscles et mouvements mandibulaires.
J Parodontol 1987;6:259-266.
- 2. AMIEL M, MAGIN IE, FRIBOULET D et coll.**
L'imagerie médicale en 3D : concepts, bases techniques et applications.
Rev Im Med 1995;7:107-116.
- 3. AMIGUES JP.**
L'ATM une articulation entre l'ostéopathe et le dentiste.
Aix-en-provence : De Verlaque, 1991.
- 4. BAILLY AL, WILLIAMS M, MATTOZA F et coll.**
Imagerie de l'articulation temporo-mandibulaire.
Ann Radiol 1990;33:399-407.
- 5. BELL WE.**
Temporomandibular disorders : classification, diagnosis, management. 3^e ed.
Chicago : Year Book Medical Publishers, 1990.
- 6. BELLOT V, CHOSSEGROS C, CHEYNET F et coll.**
Déplacement discal postérieur de l'articulation temporo-mandibulaire. A propos de deux cas.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 2000;101:23-29.
- 7. BLUM A, CHAPUIS F, GAUCHER H et REGENT D.**
Principes et facteurs de qualité des images de l'acquisition hélicoïdale.
In : BLUM A et REGENT D, eds. Scanner hélicoïdal. Principes et modalités pratiques d'utilisation.
Paris : Masson, 1995:13-44.
- 8. BOUCHET A et CUILLERET J.**
Anatomie topographique descriptive et fonctionnelle. La face, la tête et les organes des sens. 1^{ère} partie.
Villeurbanne : Simep, 1971.
- 9. BOYER B, DUBAYLE P, DANGUY DES DESERTS M et coll.**
Imagerie maxillo-faciale. Radiologie conventionnelle analogique et numérique. Echographie.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22010 D²⁰, 1996, 2.
- 10. BRINK JA.**
Technical aspect of helical (spiral) CT.
Radiol Clin North Am 1995;33:825-841.

- 11. BROOKS SL et WESTESSON PL.**
Temporomandibular joint : value of coronal MR images.
Radiology 1993;188:317-321.
- 12. BURNETT KR, DAVIS CL et READ J.**
Dynamic display of the temporomandibular joint meniscus by using " fast-scan " MR imaging.
Am J Roentgenol 1987;149:959-962.
- 13. BUTHIAU D, DICHAMP P et GOUDOT P.**
IRM de l'articulation temporo-mandibulaire.
Paris : Vigot, 1994.
- 14. BUTHIAU D, DICHAMP P, GOUDOT P et VAILLANT JM.**
Intérêt de l'IRM dans la prise en charge d'un syndrome algo-dysfonctionnel des ATM.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1989;90:403-408.
- 15. CASSELMAN JW, DE MOT B, DECLERCQ C et coll.**
L'IRM dynamique de l'articulation temporo-mandibulaire : technique et application.
Ann Radiol 1990;33:379-389.
- 16. CASSELMAN JW et WIDELEC J.**
Pathologie de l'articulation temporo-mandibulaire.
In : MARTIN-DUVERNEUIL N et CHIRAS J, eds. Imagerie Maxillo-faciale.
Paris : Flammarion Médecine-sciences, 1997:245-273.
- 17. CARDONNET M et CLAUZADE M.**
Pathologie de l'ATM.
Cah Prothèse 1987;57:129-158.
- 18. CAVEZIAN R et PASQUET G.**
Imagerie et diagnostic en odontostomatologie.
Paris : Masson, 1989.
- 19. CHASSAGNE JF, CHASSAGNE S, DEBLOCK L et coll.**
Pathologie non traumatique de l'articulation temporo-mandibulaire.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22056 R¹⁰, 2002, 4.
- 20. CHEYNET F, CHOSSEGROSC, BLANC JL et GOLA R.**
Les complications de l'arthroscopie temporo-mandibulaire.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1992;93:252-257.
- 21. CHEYNET F, GOLA R, CHOSSEGROS C et coll.**
Apport des radiographies standard dans le bilan des dysfonctionnements de l'appareil manducateur (DAM).
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1998;99:88-102.
- 22. CHOSSEGROS C, CHEYNET F, MOULIN G et coll.**
Indications de l'imagerie en pathologie temporo-mandibulaire dysfonctionnelle.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1994;95:173-176.

23. **CONWAY WF, HAYES CW, CAMPBELL RL et LASKIN DM.**
Temporomandibular joint motion : efficacy of last low-angle shot MR imaging.
Radiology 1989;172:821-826.
24. **COQUEL PH, LEPOUTRE F, CORDIER R et DONAZAN M.**
L'arthrographie opaque de l'articulation temporo-mandibulaire.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1988;89:112-116.
25. **COQUEL PH, LEPOUTRE F, DUPAS PH et coll.**
L'arthrographie de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM).
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1990;91:101-109.
26. **COSNARD G, PHARABOZ C et JEANOURQUIN D.**
Tomodensitométrie.
Encycl Méd Chir (Paris), Radiodiagnostic, 35170 A¹⁰, 1990, 1.
27. **COULY G.**
Le squelette facial mobile.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22001 B¹⁰, 1978a, 1.
28. **COULY G.**
La loge manducatrice et son contenu. Les espaces de glissement masticateurs ou sysarcoses.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22001 B¹⁵, 1978b, 1.
29. **COULY G.**
Anatomie Maxillo-faciale. 2^e ed.
Paris : C.D.P., 1989.
30. **COULY G, BROCHERIOU C et VAILLANT JM.**
Les ménisques temporo-mandibulaires.
Rev Stomatol (Paris) 1975;76:303-310.
31. **CREPY C.**
Anatomie cervico-faciale. Tome 1.
Ostéologie cranio-faciale et anatomie descriptive de la face et du cou.
Paris : Masson et Julien Prélat, 1967.
32. **DAWSON PE.**
L'occlusion clinique : évaluation, diagnostic et traitement. 2^e ed.
Paris : C.D.P., 1992.
33. **DELAIRE J.**
Anatomie et physiologie de l'ATM. Algies et dysfonctionnements de l'ATM.
Rev Stomatol (Paris) 1976;77:765-777.
34. **DELAIRE J, BILLET J et LE MARTRET JB.**
Considérations sur la physiologie du ménisque temporo-mandibulaire.
Rev Stomatol (Paris) 1974;75:447-454.

- 35. DE MOT B, CASSELMAN J et WIDELEC J.**
L'imagerie de l'articulation temporo-mandibulaire.
Rev Belge Med Dent 1997;**52**:283-303.
- 36. DRACE JE et ENZMANN DR.**
Defining the normal temporomandibular joint : closed-, partially open-, and open-mouth
MR imaging of asymptomatic subjects.
Radiology 1990;**177**:67-71.
- 37. DRACE JE, YOUNG S et ENZMANN DR.**
TMJ meniscus and bilaminar zone: MR imaging of the substructure – diagnostic
landmarks and pitfalls of interpretation.
Radiology 1990;**177**:73-76.
- 38. DUBAYLE P, BOYER B, GOASDOUE P et coll.**
Imagerie maxillo-faciale. Tomodensitométrie.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22010 D³⁰, 1996, 2.
- 39. DOUEK P, PINAUDEAU D et AMIEL M.**
Tomodensitométrie X. Principes. Technologie. Caractéristiques de l'imagerie.
1^{ère} partie.
Feuillets Radiol 1987a;**27**:221-230.
- 40. DOUEK P, PINEAUDEAU D et AMIEL M.**
Tomodensitométrie X. Caractéristiques de l'imagerie. 2^e partie.
Feuillets Radiol 1987b;**27**:385-393.
- 41. DOYLE T.**
Arthrography of the temporomandibular joint : a simple technique.
Clin Radiol 1983;**34**:147-151.
- 42. DOYON D, PAJONI D, IDIR ABC et coll.**
Technique d'imagerie et résultats normaux.
In : Cahiers de radiologies. Imagerie dento-maxillaire.
Paris : Masson, 1995:1-49.
- 43. DUPAS PH.**
Diagnostic et traitement des dysfonctions crânio-mandibulaires.
Paris : C.D.P., 1993.
- 44. DUVOISIN B.**
L'arthrographie temporo-mandibulaire en 1990.
Ann Radiol 1990;**33**:390-397.
- 45. ERNST O, GAILLANDRE L, MIZRAHI D et coll.**
Facteurs de qualité en scanner spiralé.
J Radiol 1995;**76**:1069-1074.

- 46. FARRAR WB et Mc CARTY WL.**
Inferior joint space arthrography and characteristics of condylar paths in internal derangements of the TMJ.
J Prosthet Dent 1979;**49**:548-555.
- 47. FONTAINE C et LIBERSA JC.**
L'appareil manducateur. Les dents.
In : CHEVREL JP, FONTAINE C et coll, eds. Anatomie clinique. Tête et cou.
Paris : Springer-Verlag France, 1996:117-136.
- 48. GARCIA R, DEFRESNNE D et SIMON A.**
Les luxations méniscales irréductibles de l'ATM : approche diagnostique et thérapeutique.
Rev Orthop Dento Faciale 1994;**28**:151-180.
- 49. GELB H.**
Position optimale du condyle de l'articulation temporo-mandibulaire en pratique clinique.
Rev Int Parodont Dent Rest 1985;**4**:34-61.
- 50. GOLA R, CHEYNET F, CHOSSEGROS C et ORTHLIEB JD.**
Les dysfonctions de l'appareil manducateur (DAM).
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1995;**96**:177-198.
- 51. GOLA R et CHOSSEGROS C.**
Syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22056 R¹⁰, 1993, 4.
- 52. GOLA R, CHOSSEGROS C et ORTHLIEB JD.**
Syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur. 2^e ed.
Paris : Masson, 1995.
- 53. GRANAT O, PHARABOZ C, GERBER S et coll.**
Apport diagnostique des différentes techniques d'imagerie dans les dysfonctionnements des articulations temporo-mandibulaires.
Actual Odontostomatol (Paris) 1989;**167**:417-430.
- 54. GREIG JH et MUSAPH FW.**
A method of radiological demonstration of the temporomandibular joint using the orthopantomograph.
Radiology 1973;**106**:307-310.
- 55. GUSHING AC.**
Frontal tomography of articulating TMJ surfaces.
Angle Orthod 1983;**53**:234-239.
- 56. HABETS LLMH, BEZUUR JN, NAEJH M et HANSSON TL.**
The orthopantomogram : an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems.
The vertical symmetry.
J Oral Rehabil 1988;**15**:465-471.

- 57. HABETS LLMH, BEZUUR JN, VAN OOIJ CP et HANSSON TL.**
The orthopantomogram : an aid in diagnosis of temporomandibular joint problems.
The factor of vertical magnification.
J Oral Rehabil 1987;14:475-480.
- 58. HARTMANN F et CUCCHI G.**
Le dérangement interne de l'ATM.
In : HARTMANN F et CUCCHI G, eds. Les dysfonctions cranio-mandibulaires.
Paris : Springer-Verlag France, 1993:131-143.
- 59. HELMS CA, GILLEPSY T et SIMS RE.**
Magnetic resonance imaging of internal derangements of the temporomandibular joint.
Radiol Clin North Am 1986;24:189-193.
- 60. HELMS CA et VOGLER JB.**
Temporomandibular joint derangement : CT diagnosis.
Radiology 1984;152:459-462.
- 61. HERZOG S et MAFEE M.**
Synovial chondromatosis of the TMJ : MR and CT findings.
AJNR 1990;11:742-745.
- 62. KALENDER WA.**
Technical foundation of spiral CT.
Semin Ultrasound CT MRI 1994;15:81-89.
- 63. KAPLAN PA, TU HK, WILLIAMS SM et LYDIATT DD.**
The normal temporomandibular joint : MR and arthrographic correlations.
Radiology 1987;165:177-178.
- 64. KATZBERG RW.**
Temporomandibular joint imaging.
Radiology 1989;170:297-307.
- 65. KATZBERG RW, DOLWICK M, HELMS CA et coll.**
Arthrotomography of the temporomandibular joint.
Am J Roentgenol 1980;134:995-1003.
- 66. KATZBERG RW, SCHENCK J, ROBERTS D et coll.**
Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint meniscus.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1985;59:332-335.
- 67. KATZBERG RW et WESTESSON PL.**
Temporomandibular joint imaging.
In : SOM P et BERGERON R, eds. Head and neck imaging. 2^e ed.
St Louis : Mosby Year Book, 1991:349-378.

- 68. KATZBERG RW, WESTESSON PL, TALLENTS RH et coll.**
Temporomandibular joint : MR assessment of rotational and sideways disk displacements.
Radiology 1988;**169**:741-748.
- 69. KERSTENS HCJ, GOLDING RP, VALK J et KWAST W.**
Magnetic resonance imaging of partial temporomandibular joint disc displacement.
J Oral Maxillofac Surg 1989;**47**:25-29.
- 70. KESSLER Y, COSSIN M, ROZENCWEIG D et STRICKER M.**
Etude tomographique de face et profil des ATM.
Ann Radiol 1974;**61**:549-557.
- 71. KETELAER MC.**
Classification des troubles temporo-mandibulaires.
Rev Belge Med Dent 1997;**52**:87-99.
- 72. KIRCOS LT, ORTHENDHAL DA, MARK AS, ARAKAWA M.**
Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint disc in asymptomatic volunteers.
J Oral Maxillofac Surg 1987;**45**:851-854.
- 73. LACAN A.**
Nouvelle imagerie dentaire.
Paris : C.D.P., 1993.
- 74. LAISON F.**
Anatomie cranio-faciale.
Paris : Masson, 1993.
- 75. LAPLANCHE O, PEDEUTOUR P, DUMINIL et coll.**
Dysfonctionnements de l'appareil manducateur.
Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23435 E²⁰, 2001, 4.
- 76. LARHEIM TA.**
Currents trends in temporomandibular joint imaging.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1995;**80**:555-576.
- 77. LASKIN D.**
Diagnosis of pathology of the temporomandibular joint, clinical and imaging perspectives.
Radiol Clin North Am 1993;**31**:135-147.
- 78. LERONDEAU JC, SCHEFFER P et BAYSSETTE A.**
Luxation méniscale réductible de l'ATM.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1987;**88**:429-437.

- 79. LE VOT J.**
Tomodensitométrie.
In : DELORME G et TESSIER JP, eds. Manuel d'électroradiologie.
Paris : Masson, 1995:93-107.
- 80. LEVY C, MEYER B, MARSOT-DUPUCH K et coll.**
Pathologies temporo-mandibulaires.
Paris : S.I.D., 1998.
- 81. LIEBERG J et WESTESSON PL.**
Sideways position of the temporomandibular joint disk; coronal cryosectionning of autopsy specimens.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988;**66**:644-649.
- 82. MARSOT-DUPUCH K.**
L'imagerie de l'articulation temporo-mandibulaire.
In : LEVY C, MEYER B, MARSOT-DUPUCH K, VINCENT G et DOUBRERE JF, eds.
Pathologies temporo-mandibulaires.
Paris : S.I.D., 1998:23-39.
- 83. MAUBON A, BATIFOL L, TEISSIER JM et coll.**
IRM statique et dynamique de l'articulation temporo-mandibulaire.
J Radiol 1999;**80**(suppl 2):257-263.
- 84. Mc NAMARA JA Jr.**
Neuromuscular and skeletal adaptations to altered orofacial function in the orofacial region.
Am J Orthod 1973;**64**:578-606.
- 85. MOSES JL.**
Lateral impingement syndrom and endaural surgical technique.
Oral Maxillofac Surg Clin North Am 1989;**1**:165-183.
- 86. NGUYEN HUU, PERSON H et VALLEE B.**
Nouveaux dossiers d'Anatomie P.C.E.M.. Tête. Tome 1.
Thoiry : Heures de France, 1993.
- 87. NOKES SR, KING PS, GARCIA R et coll.**
Temporomandibular joint chondromatosis with intracranial extension : MR and CT contributions.
Am J Roentgenol 1987;**148**:1173-1174.
- 88. OBERG T, CARLSSON GE et FAJERS CM.**
The temporomandibular joint. A morphologic study on a human autopsy material.
Acta Odontol Scand 1971;**29**:349-384.
- 89. PAJONI D et CARPENTIER P.**
Radioanatomie des articulations temporo-mandibulaires.
J Radiol 1999;**80**:251-256.

- 90. PATURET G.**
Traité d'anatomie humaine. Tome I.
Paris : Masson, 1951.
- 91. PERRINI F, TALLENTS RH, KATZBERG RW et coll.**
Generalized joint laxity and temporomandibular disorders.
J Orofac Pain 1997;11:215-221.
- 92. PHARABOZ C, FOUCART JM et PUJOL A.**
Dérangements internes de l'articulation temporo-mandibulaire.
In : BOURJAT P et VEILLON F, eds. Imagerie radiologique tête et cou.
Paris : Vigot, 1995:315-330.
- 93. PHARABOZ C, DUBAYLE P, GOASDOUE P et FOUCART JM.**
Imagerie par résonance magnétique. Bases physiques et contrastes.
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22010 D⁴⁰, 1996, 2.
- 94. PIERUCI P, CHASSAGNE JF, BRICHE D et DINH DOAN G.**
L'intérêt de l'IRM dans la visualisation du ménisque des articulations temporo-mandibulaires (ATM).
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1991;92:149-154.
- 95. POIGNONEC S, LAMA G, GOUDOT P et SOUDANT J.**
Articulation temporo-mandibulaire : anatomie, physiologie, rappel clinique.
Ann Radiol 1990;33:363-371.
- 96. PUJOL A, FOUCART JM, CARPENTIER P et coll.**
Le ménisque de l'ATM en IRM.
Radiol 1995;76:611-621.
- 97. QUEMAR JC et THEPIN JC.**
Les examens complémentaires : examens radiologiques.
In : TOUBOL JP, eds. L'occlusion au quotidien.
Paris : Masson, 1996:55-101.
- 98. RAMMELSBER GP, POSPIECH PR, JAGER L et coll.**
Variability of disk position in asymptomatic volunteers and patients with internal derangements of the TMJ.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1997;83:393-399.
- 99. RAO V, LIEM M, FAROLE A et RAZEK A.**
Elusive " stuck " in the temporomandibular joint : diagnosis with MR imaging.
Radiology 1993;189:823-827.
- 100. REES LA.**
The structure and function of the temporomandibular joint.
Br Dent J 1954;96:125-133.

101. ROUVIERE H et DELMAS A.

Anatomie humaine : descriptive, topographique et fonctionnelle. 13^e ed.
Paris : Masson, 1991:33-143.

102. ROBERTS C, KATZBERG R, TALLENTS R et coll.

Correlation of clinical parameters to the arthrographic depiction of temporomandibular joint internal derangements.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1988;66:32-36.

103. ROZENCWEIG D.

Algies et dysfonctionnements de l'appareil manducateur.
Paris : C.D.P., 1994.

104. ROZENCWEIG G.

Imagerie de l'ATM. Aide au diagnostic des troubles cranio-mandibulaires.
Paris : C.D.P., 1995.

105. RUF S et PANCHERZ H.

Is orthopantomography reliable for TMJ diagnosis ? An experimental study on a dry skull.
J Orofac Pain 1995;9:365-374.

106. SARRAT P, CHEYNET F, CHOSSEGROS C et coll.

IRM de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) dysfonctionnelle. Intérêt des séquences en écho de gradient pondéré T1 pour l'analyse des structures osseuses.
J Radiol 1999;80:1543-1554.

107. SAUGET Y.

Exploration radiologique des ATM.
In : HARTMANN F et CUCCHI G, eds. Les dysfonctions cranio-mandibulaires.
Paris : Springer-Verlag France, 1993:45-67.

108. SAUGET Y, LACHARD J, MOUALEN A et NOBLE JF.

Arthrographie temporo-mandibulaire.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1987;88:413-422.

109. SCHEFFER P, LERONDEAU JC, BAYSSETTE A et MASSEZ G.

L'arthrographie opaque : un examen de routine dans les dysfonctionnements temporo-mandibulaires.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 1987;88:423-428.

110. SCHNYDER P.

Anatomie normale arthrographique et tomodensitométrie de l'articulation temporo-mandibulaire.
Feuillets Radiol 1987a;27:69-75.

111. SCHNYDER P.

Contributions respectives de l'arthrotomographie et de la tomodensitométrie à la pathologie de l'articulation temporo-mandibulaire. Etude prospective de 183 patients.
Feuillets Radiol 1987b;27:77-84.

112. TASAKI MM et WESTESSON PL.

Temporomandibular joint : diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging.
Radiology 1993;**186**:723-729.

113. TEMAN G.

Imagerie maxillo-faciale pratique.
Paris : Quintessence Internationale, 2002.

114. TREHEUX A et MARTIN G.

Selective tomography in the study of the temporomandibular joint.
J Radiol Electrol Med Nucl 1975;**56**:691-697.

115. WESTESSON PL.

Arthrography of the temporomandibular joint.
J Prosthet Dent 1984;**51**:535-543.

116. WESTESSON PL et BRONSTEIN S.

Temporomandibular joint : comparison of single-and double-contrast arthrography.
Radiology 1987;**164**:65-70.

117. WESTESSON PL, BRONSTEIN S et LIEDBERG J.

Internal derangement of the temporomandibular joint : morphologic description with correlation to function.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1985;**59**:323-331.

118. WESTESSON PL et BROOKS SL.

Temporomandibular joint : relationship between MR evidence of effusion and the presence of pain and disk displacement.
Am J Radiol 1992;**159**:559-564.

119. WIDELEC J et CASSELMAN J.

L'imagerie par résonance magnétique en odontostomatologie.
Rev Belge Med Dent 1996;**51**:127-134.

120. WIDELEC J, DAMSEAUX P, BRYG G et coll.

The dental CT-scan and its expanded applications. Communication Bruxelles.
Réunion d'Automne de la Société Royale Belge de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale 1995, Novembre 18.

121. WILKES CH.

Arthrography of the temporomandibular joint.
Minn Med 1978;**61**:645-652.

122. YOUNG JP, PAJONI D et CARPENTIER P.

L'ATM en mouvement. Le sens et la forme.
Rev Orthop Dento Faciale 1987;**21**:531-546.

GLEMAS (David).- L'imagerie des articulations temporo-mandibulaires.
168 f., ill, 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. : Nantes : 2003). N° 43.16.03.

Si l'examen clinique garde sa primauté pour établir le diagnostic des dysfonctionnements de l'articulation temporo-mandibulaire, il est parfois utile de recourir à l'imagerie pour préciser au mieux la nature et le degré d'évolution de la pathologie articulaire. L'évaluation radiographique des ATM devra tenir compte de ses composants anatomiques (surfaces articulaires osseuses, appareil discal, moyens d'union capsulo-ligamentaires, synoviale et système musculaire).

L'orthopantomogramme est l'examen complémentaire prescrit en première intention et représente à ce titre un excellent moyen de " débrouillage ". Les radiographies transcrâniennes, la tomographie et l'arthrographie ont vu leurs indications se restreindre après l'arrivée de l'imagerie numérique. La tomodensitométrie, comme toutes techniques d'imagerie à rayon X, étudie les tissus " durs ". L'IRM, quant à elle, étudie les tissus " mous ", et notamment les atteintes discales et les pathologies inflammatoires.

Rubrique de classement : RADIOLOGIE
PATHOLOGIE BUCCALE ET PERI-BUCCALE

Mots-clés français : Articulation temporo-maxillaire
Diagnostic par imagerie
Radiographie
Tomodensitométrie
Résonance magnétique nucléaire

Mots-clés anglais : Temporomandibular joint
MeSH Diagnostic imaging
Radiography
Tomography, X-ray computed
Nuclear magnetic resonance

Jury : Président : Monsieur le Professeur B. GIUMELLI
Assesseur : Monsieur le Professeur A. DANIEL
Assesseur : Monsieur le Docteur Y. HUCHET
Assesseur : Madame le Docteur M. GAYET-DELACROIX
Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Y. HIRIGOYEN

Adresse de l'auteur : David GLEMAS
27 rue Charles Terront
44300 Nantes