



HAL
open science

La condylographie électronique : de la théorie à la pratique

Pauline Bisogno

► **To cite this version:**

Pauline Bisogno. La condylographie électronique : de la théorie à la pratique. Chirurgie. 2022. dumas-03720815

HAL Id: dumas-03720815

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03720815v1>

Submitted on 12 Jul 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***La condylographie électronique : de la théorie à la
pratique.***

Présentée par

BISOGNO Pauline

Née le 30 novembre 1996

A Marseille

Thèse soutenue le **Mardi 26 avril 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RUQUET Michel

Assesseurs : Docteur GIRAUDAU Anne

Docteur GIRAUD Thomas

Docteur CASAZZA Estelle

Invité : Professeur ORTHLIEB Jean-Daniel

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***La condylographie électronique : de la théorie à la
pratique.***

Présentée par

BISOGNO Pauline

Née le 30 novembre 1996

A Marseille

Thèse soutenue le **Mardi 26 avril 2022**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RUQUET Michel

Assesseurs : Docteur GIRAUDAU Anne

Docteur GIRAUD Thomas

Docteur CASAZZA Estelle

Invité : Professeur ORTHLIEB Jean-Daniel

ADMINISTRATION

Doyens Honoraires	Professeur	Raymond SANGIUOLO+
	Professeur	Henry ZATTARA
	Professeur	André SALVADORI
	Professeur	Jacques DEJOU
Directeur	Professeur	Bruno FOTI
Directeurs adjoints	Professeur	Michel RUQUET
	Professeur	Anne RASKIN
Chargés de missions		
Formation Initiale	Professeur	Michel RUQUET
Recherche	Professeur	Anne RASKIN
Formation Continue	Professeur	Frédéric BUKIET
Relations Internationales	Professeur	Hervé TASSERY
Internat et Diplômes d'Etudes Spécialisées	Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Affaires générales	Docteur	Patrick TAVITIAN
Responsable Administrative	Madame	Katia LEONI

PROMOTIONS :

2019 Raymond SANGIUOLO
2020 Gaston BERGER
2021 Joseph MIGOZZI

LISTE DES ENSEIGNANTS

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS

BUKIET Frédéric (58-01)
FOTI Bruno (58-02)
LE GALL Michel (56-01)
MONNET-CORTI Virginie (57-01)
RASKIN Anne (58-01)
RUQUET Michel (58-01)
TARDIEU Corinne (56-01)
TARDIVO Delphine (56-02)
TASSERY Hervé (58-01)
TERRER Elodie (58-01)

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

ABOUT Imad (65)

PROFESSEURS ÉMÉRITES

DEJOU Jacques (58-01)
HUE Olivier (58-01)

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS

ABOUDHARAM Gérard (58-01)	LAN Romain (56-02)
BANDON Daniel (56-01)	LAURENT Michel (58-01)
BELLONI Didier (57-01)	MAILLE Gérald (58-01)
BOHAR Jacques (56-01)	MENSE Chloé (58-01)
CAMOIN Ariane (56-01)	PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)	POMMEL Ludovic (58-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)	PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
GAUBERT Jacques (56-01)	RÉ Jean-Philippe (58-01)
GIRAUD Thomas (58-01)	ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)	STEPHAN Grégory (58-01)
GUIVARC'H Maud (58-01)	TAVITIAN Patrick (58-01)
JACQUOT Bruno (58-01)	TOSELLO Alain (58-01)
LABORDE Gilles (58-01)	

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉS

BALLESTER Benoît (58-01)
BLANCHET Isabelle (58-01)
CASAZZA Estelle (58-01)
SILVESTRI Frédéric (58-01)

CHEFS DE CLINIQUE DES UNIVERSITÉS - ASSISTANTS DES HÔPITAUX

ANTEZACK Angeline (57-01)
ARNIER Canelle (56-01)
BAUDINET Thomas (58-01)
BOREL Guillaume (56-02)
BRINCAT Arthur (57-01)
BROS Agnès (56-01)
CHIARINI Thomas (58-01)
DUPRAT Florence (56-01)
FAURE-BRAC Mathias (57-01)
FERRE Enzo (58-01)
FOUQUES Agathe (56-01)
HAMMOUTENE Stéphane (57-01)
LAFONT Jacinthe (57-01)
LAURENT Camille (58-01)
LIOTARD Alicia (58-01)
MADENIAN Pauline (58-01)
MANSUY Charlotte (58-01)
MARCHAL Paul (58-01)
MARTIN William (56-01)
ONGHENA Tom (56-01)
PASCHEL Laura (58-01)
PILLIOL Virginie (58-01)
PRINCE Fanny (57-01)
RAYNAUD Camille (58-01)
REYNAL Florence (56-01)
ROMAO Vincent (57-01)
ROUSCOFF Eva (57-01)
SADOWSKI Camille (57-01)
TERRER Jérémy (58-01)
VEILLARD Pierre (56-01)

ASSISTANT DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉ

GRINE Ghilès (57-01)

Intitulés des sections CNU :

56^{ème} section : Développement, croissance et prévention

56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale

56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale

57^{ème} section : Chirurgie orale, Parodontologie, Biologie Orale

57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale

58^{ème} section : Réhabilitation orale

58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers

Remerciements

A notre président du jury,

Monsieur le Professeur Ruquet Michel,

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.

Je n'ai pas beaucoup travaillé avec vous en clinique, mais merci pour la qualité de votre enseignement théorique tout au long de ma formation et pour votre bienveillance envers tous les étudiants.

A notre assesseur,

Madame le Docteur Giraudeau Anne,

Je suis honorée que vous ayez accepté de faire partie des membres de mon jury.

Je vous remercie pour votre aide lors des séances de condylographie en clinique. Ainsi que pour votre disponibilité lorsque certaines notions étaient floues. Votre dynamisme associé à votre pédagogie m'aura guidé tout au long de ma formation.

A notre assesseur,

Monsieur le Docteur Giraud Thomas,

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie des membres de mon jury.

Je n'ai pas beaucoup eu l'occasion de vous croiser et de travailler avec vous, mais les quelques assistances que j'ai pu faire m'ont montré votre calme et votre patience lors des soins et envers les étudiants.

A notre directeur de thèse,

Madame le Docteur Casazza Estelle,

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de diriger cette thèse.

J'ai eu la chance de vous avoir en professeur lors de mes vacances cliniques en pédiatrie et c'est avec joie que l'expérience a pu se poursuivre lors de cette rédaction. Vous avez su m'encourager et me guider lors de ce travail. Et malgré les multiples aléas que nous avons rencontré dans l'enregistrement des vidéos vous avez toujours fait preuve de patience et de pédagogie.

Merci d'avoir été si bienveillante tout au long de ma formation, et de votre sympathie toujours présente, même en dehors de la clinique, comme au détour de quelques voies d'escalade. J'espère que nous aurons l'occasion de renouveler l'expérience.

A notre invité,

Monsieur le Professeur ORTHLIEB Jean-Daniel,

Je vous remercie d'avoir accepté mon invitation pour faire partie de mon jury de thèse.

Merci pour votre pédagogie et votre bienveillance tout au long de ma spé occluso de 6^{ème} année, et tout au long de ma formation par le biais de vos cours. Votre aide précieuse lors de l'enregistrement de l'examen de condylographie a permis de le rendre fluide et clair, grâce à cela ma thèse n'en est que plus pédagogique.

Remerciements personnels

A tout ceux qui ont participé au travail de cette thèse,

A Anne Parfu, merci d'avoir si gentiment proposé de faire le patient au fauteuil, pour que l'on puisse mettre au point notre méthode d'enregistrement.

A Agathe Le Rider, merci d'avoir également jouer le rôle de la patiente au fauteuil, et de l'avoir réellement été avec nous, malgré les quelques aléas de l'enregistrement. Tu avais bien mérité ta pizza le soir même.

A Damien Cortial, mon cher binôme lors de cette dernière année de clinique. Ça aura été un réel plaisir d'être ton binôme, tu es toujours partant et tu gardes la tête froide dans toutes les situations. Je ne doute pas que tu feras un excellent chirurgien-dentiste ! Encore merci d'avoir accepté d'être filmé et manipulé pour ce travail, ta patience aura été mise à rude épreuve avec les soucis techniques rencontrés, mais comme toujours tu auras été au top.

A Benoit Ballester, pour nous avoir aider à mettre en place le matériel d'enregistrement et pour nous avoir prêter ce dit matériel, qui nous a permis d'avoir des vidéos et des photos de qualité.

A Wilfrid Rapanakis, pour votre disponibilité, votre patience et tous vos bons conseils lors des captations son et montages pour les vidéos. Votre aide nous aura été précieuse jusqu'à la dernière minute.

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
1. RAPPELS.....	2
1.1. RAPPELS ANATOMIQUES.....	2
1.1.1. L'Articulation Temporo-Mandibulaire (ATM).....	2
1.1.2. Les muscles masticateurs (2,4).....	4
1.2. LA CINEMATIQUE MANDIBULAIRE.....	6
1.2.1. Les dysfonctionnements temporo-mandibulaires (DTM).....	7
2. LES CARACTERISTIQUES DE LA CONDYLOGRAPHIE.....	13
2.1. PRINCIPES.....	13
2.2. CONDYLOGRAPHIE MECANIQUE.....	13
2.2.1. Avantages.....	14
2.2.2. Inconvénients.....	14
2.3. CONDYLOGRAPHIE ELECTRONIQUE.....	14
2.3.1. Avantages.....	14
2.3.2. Inconvénients.....	15
2.4. INTERETS DE LA CONDYLOGRAPHIE.....	15
2.5. LIMITES.....	15
2.6. VALIDITE TECHNIQUE.....	15
3. DIFFERENTS SYSTEMES D'ENREGISTREMENT DE LA CINEMATIQUE MANDIBULAIRE.....	17
3.1. OKAS-3D®.....	17
3.2. SINFOMED K7® JAW TRACKING (MYOTRONICS).....	17
3.3. JAW MOTION ANALYSER® (ZEBRIS MEDICAL GMBH).....	18
3.4. SICAT FUNCTION® (DENTSPLY SIRONA).....	19
3.5. MOD-JAW®.....	20
4. PROTOCOLE D'ENREGISTREMENT AVEC LA CONDYLOGRAPHIE ELECTRONIQUE CADIAX® DE GAMMA.....	22
4.1. MATERIEL NECESSAIRE.....	22
4.2. CHOIX DE L'ATTELLE DE FIXATION MANDIBULAIRE.....	23
4.2.1. Clutch occlusal.....	23
4.2.2. Clutch para-occlusal.....	23
4.3. PROTOCOLE D'ENREGISTREMENT.....	24
4.3.1. Mise en place du matériel.....	24
4.3.2. Enregistrement des mouvements sur le logiciel.....	29
4.3.3. Dépose du système.....	32
4.3.4. Manipulations possibles des tracés avec le logiciel.....	32
5. CAS CLINIQUES.....	35
5.1. SUJET SAIN (GRADE 0).....	35
5.2. SUJET AVEC SPASMES MUSCULAIRES.....	36
CONCLUSION.....	38
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	A
BIBLIOGRAPHIE.....	I

INTRODUCTION

Que ce soit en pratique libérale ou au sein d'une structure hospitalière, le chirurgien-dentiste croquera au cours de sa carrière un bon nombre de patients présentant des algies crânio-faciales. Parmi ces algies, il existe les dysfonctionnements temporo-mandibulaires (DTM), qui concernent l'articulation temporo-mandibulaire, l'une des articulations les plus complexes du corps. Les DTM peuvent revêtir différentes formes, avec des origines et des signes cliniques variés.

Une partie non négligeable de la population mondiale est concernée par les DTM, avec différents degrés de sévérité et de retentissement sur la qualité de vie. En effet, environ 41% de la population générale présenterait un DTM musculaire, et 33% un DTM articulaire. Toutefois, on estime à près de 7% la proportion de patients nécessitant une prise en charge (1-3). Ces chiffres sont à considérer avec précaution, car les méthodes de diagnostic utilisées diffèrent entre les différents articles abordant ce sujet. Cependant leur prise en charge reste faible ou insuffisante. Cela peut être expliqué par une méconnaissance des moyens diagnostiques et thérapeutiques par les praticiens.

La formation initiale actuelle des praticiens permet d'avoir une meilleure connaissance de l'existence des DTM, et des différents moyens de prises en charge. Cependant, ces notions restent souvent floues aux yeux des étudiants et jeunes praticiens, qui n'ont que peu souvent eu l'occasion de croiser et de traiter des patients symptomatiques au cours de leur formation initiale.

Il est important de rappeler que le diagnostic des DTM se fait essentiellement par un questionnaire médical et un examen clinique précis (4), mais difficile à mettre en œuvre lorsque l'étiopathogénie est complexe et plurifactorielle. Il peut s'avérer nécessaire de réaliser des examens complémentaires afin de pouvoir poser le bon diagnostic et d'être en mesure de proposer la bonne approche thérapeutique.

Parmi les examens complémentaires possibles, il existe la condylographie, qui permet une étude des mouvements de la mandibule dans les 3 plans de l'espace. Elle peut être mécanique ou électronique. Grâce aux tracés obtenus, un diagnostic fiable peut être établi. Cependant, cette technologie est peu courante en cabinet dentaire, et est le plus souvent utilisée par des praticiens spécialisés dans la pratique de l'occlusodontologie, que les étudiants et jeunes praticiens croisent rarement. Pourtant, la condylographie est un support idéal pour mieux comprendre les DTM articulaires, car elle permet de visualiser, à l'aide des tracés, les dysfonctionnements articulaires. Sa présence dans les cabinets dentaires, ou dans la formation des praticiens, serait une aide à la compréhension et la prise en charge des symptômes des patients.

Le but de cette thèse est de fournir un support pédagogique pour les praticiens souhaitant acquérir un système de condylographie électronique, ou souhaitant en pratiquer une lors de leurs formations initiales aux côtés d'un spécialiste. Nous avons réalisé des vidéos pédagogiques, expliquant chaque étape nécessaire à la réalisation de cet examen. Ces vidéos seront mises à disposition des étudiants et des enseignants sur l'Environnement Numérique de Travail de l'École de Médecine Dentaire de Marseille.

Nous souhaitons rendre cet examen plus clair et plus facile à mettre en œuvre, en dédramatisant sa potentielle complexité et en espérant démocratiser son utilisation.

1. Rappels

1.1. Rappels anatomiques

1.1.1. L'Articulation Temporo-Mandibulaire (ATM)

Il s'agit d'une diarthrose bicondylienne à disque interposé, encapsulée de tissus fibreux. Elle a un fonctionnement complexe du fait qu'elle soit paire : les deux articulations ne fonctionnent pas de façon symétrique, mais en synergie l'une par rapport à l'autre.

Elle est constituée de 2 surfaces articulaires, l'une temporale et l'autre mandibulaire. Une lame fibrocartilagineuse s'y interpose : le disque articulaire. Ainsi, il divise l'ATM en deux compartiments qui peuvent s'assimiler à deux articulations : le supérieur (ou disco-temporal) qui est le siège des mouvements de translation, et l'inférieur (ou disco-condylien) où se produisent les mouvements de rotation (5,6).

La surface articulaire temporale est composée du tubercule articulaire en avant et de la fosse mandibulaire en arrière (Figure 1). Le tubercule articulaire est convexe dans le sens antéro-postérieur et concave transversalement.

La surface articulaire mandibulaire est composée du condyle (Figure 1) qui possède deux versants séparés par une crête mousse parallèle au grand axe : un versant antérieur convexe recouvert de cartilage et un versant postérieur intra-articulaire non revêtu de cartilage et non articulaire.

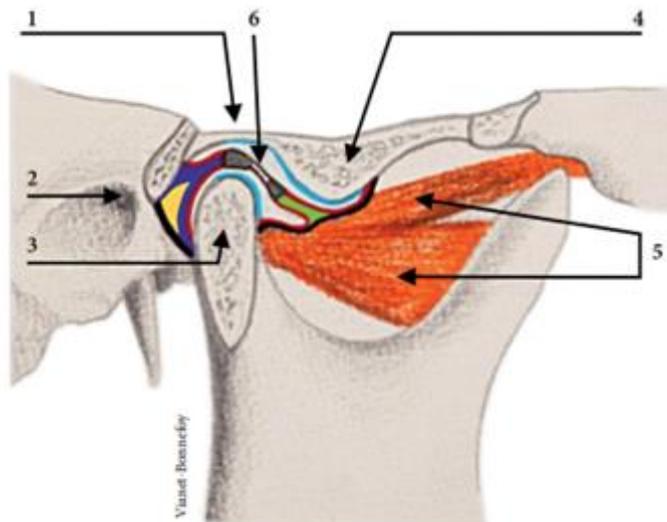


Figure 1 (7) : anatomie de l'ATM en vue mésiale

1 – fosse mandibulaire ; 2 – méat acoustique externe ; 3 – processus condyloire mandibulaire ; 4 – tubercule articulaire ; 5 – muscle ptérygoïde latéral ; 6 – disque articulaire.

L'ATM est stabilisée et maintenue par des ligaments qui sont classés en ligaments intrinsèques (articulaires) et extrinsèques (extra-articulaires : ils n'ont pas de fonction dans la mécanique de l'articulation, ce sont des bandelettes fibreuses). Les intrinsèques sont composés du ligament latéral externe et du latéral interne. Les extrinsèques sont le stylo-mandibulaire, le sphéno-mandibulaire et le ptérygo-mandibulaire (Figures 2 et 3).

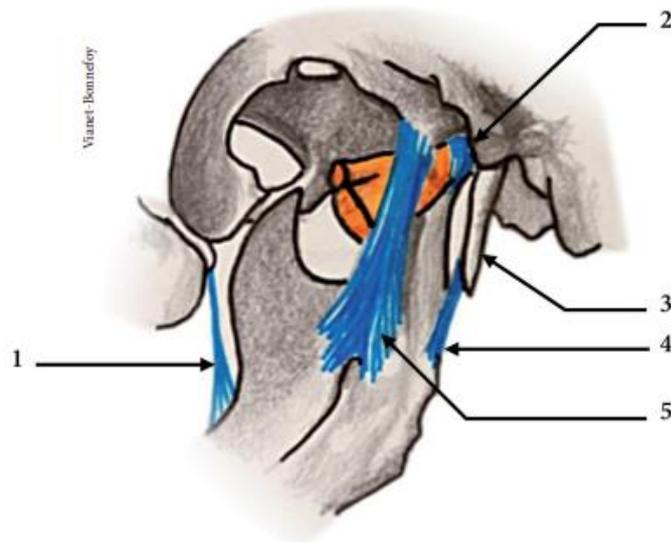


Figure 2 (7) : ligaments de l'ATM en vue mésiale

1 – raphé ptérygo-mandibulaire ; 2 – capsule et ligament médial ; 3 – processus styloïde ; 4 – ligament stylo-mandibulaire ; 5 – ligament sphéno-mandibulaire.

Le disque articulaire possède une structure fibreuse collagénique, il se présente sous la forme d'une lentille souple biconcave inextensible. Il possède une zone centrale amincie avec un bourrelet périphérique. Ni innervé, ni vascularisé, c'est l'élément d'interposition entre le condyle et la fosse mandibulaire au repos (il corrige les incongruences anatomiques des surfaces articulaires). Il joue un rôle de protection important et est attaché à la capsule articulaire de tous les côtés (Figures 1 et 4). Physiologiquement, il accompagne le condyle lors des mouvements de la mandibule.

La capsule articulaire, de la forme d'un cône renversé, est constituée d'un ensemble de fibres superficielles (d'origine musculaire, discale, ligamentaire) et d'une membrane synoviale profonde. Elle est située sur le pourtour des surfaces articulaires : en haut sur les surfaces articulaires du temporal et en bas sur le col du condyle (Figures 3 et 4). Elle est absente dans la partie antérieure de l'articulation.

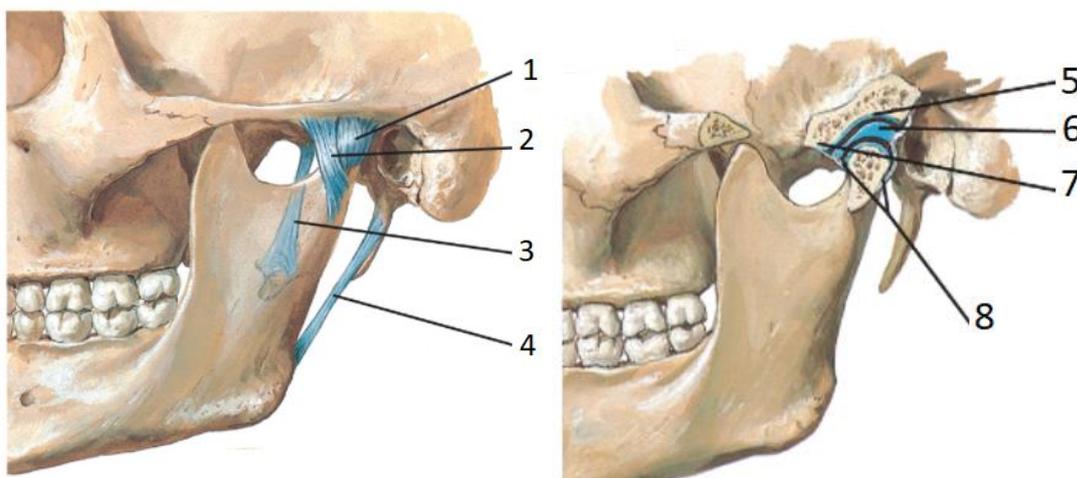


Figure 3 et Figure 4 (8) : vues latérales de l'ATM

1 – capsule articulaire ; 2 – ligament latéral (temporo-mandibulaire) ; 3 – ligament sphéno-mandibulaire ; 4 – ligament stylo-mandibulaire ; 5 – fosse mandibulaire ; 6 – disque articulaire ; 7 – tubercule articulaire ; 8 – capsule articulaire.

La vascularisation est principalement assurée par des branches de l'artère temporale superficielle et de l'artère maxillaire. Un plexus péri-condylien assure le retour veineux en direction du plexus parotidien et dans le système jugulaire externe (9).

1.1.2. Les muscles masticateurs (5,9)

Les muscles assurent la mobilité du système condylo-discal ainsi que la liaison de la mandibule au reste du corps. Ils sont élévateurs ou abaisseurs, pairs et symétriques.

1.1.2.1. Elévateurs et diducteurs

De structure penniforme, ils sont au nombre de quatre et s'insèrent sur le crâne et sur la mandibule. Ils sont puissants et tous situés en arrière des dents. Ils maintiennent les surfaces articulaires en contact.

Le muscle **Temporal** :

En forme d'éventail dans la fosse temporale, ses fibres convergent vers le processus coronoïde de la mandibule (Figure 5). Avec le masséter, il constitue le plan superficiel des muscles masticateurs. Il joue un rôle élévateur (grâce à ses fibres antérieures et moyennes) et rétropulseur (grâce aux fibres postérieures).

Le muscle **Masséter** :

Quadrilatère, court et épais. Il est situé en avant de la région parotidienne et en arrière de de la région génienne. Sous-jacent au muscle temporal, il est tendu entre la face interne et le rebord inférieur de l'arcade zygomatique jusqu'à l'angle mandibulaire (Figure 5). Son action élévatrice est puissante ; il joue aussi un rôle propulseur.

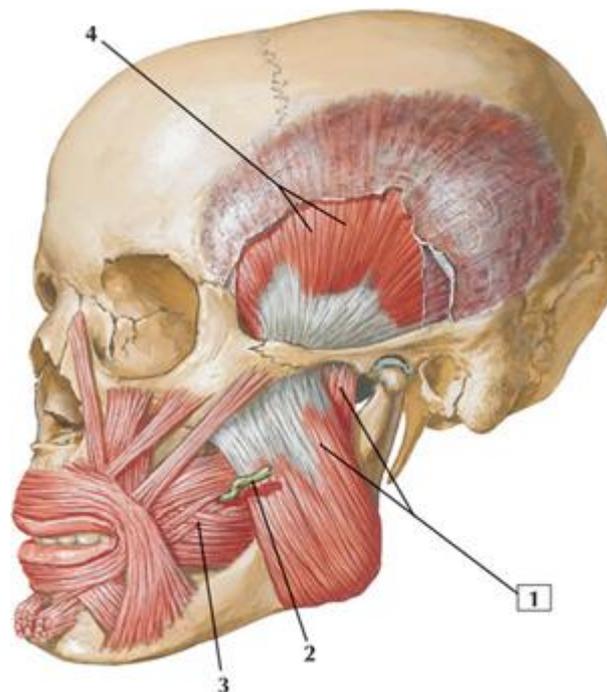


Figure 5 (10) : vue latérale du crâne

1 – muscle masséter ; 2 – conduit parotidien ; 3 – muscle buccinateur ; 4 – muscle temporal.

Le muscle **Ptérygoïdien Latéral** :

Seul muscle masticateur à avoir des rapports étroits avec l'ATM, il est intra-articulaire. Il possède 2 faisceaux (sphénoïdal et ptérygoïdien) qui convergent en arrière et en dehors vers l'ATM (Figures 6 et 7). Le disque (qui est fibreux) correspond à l'extrémité postérieure du tendon d'insertion de ce muscle. Avec le ptérygoïdien médial, il constitue le plan profond des muscles masticateurs. Il joue un rôle propulseur lors d'une contraction bilatérale, et un rôle diducteur lors d'une contraction unilatérale.

Le muscle Ptérygoïdien Médial :

Plus puissant des muscles éleveurs de la mandibule, il est symétrique à son homologue latéral et superficiel (le muscle masséter). Il est tendu entre la face médiale de l'angle mandibulaire, la fosse ptérygoïdienne et le processus coronoïde (Figures 6 et 7). Il joue un rôle éleveur important, mais en cas de contraction unilatérale, il est légèrement diducteur.

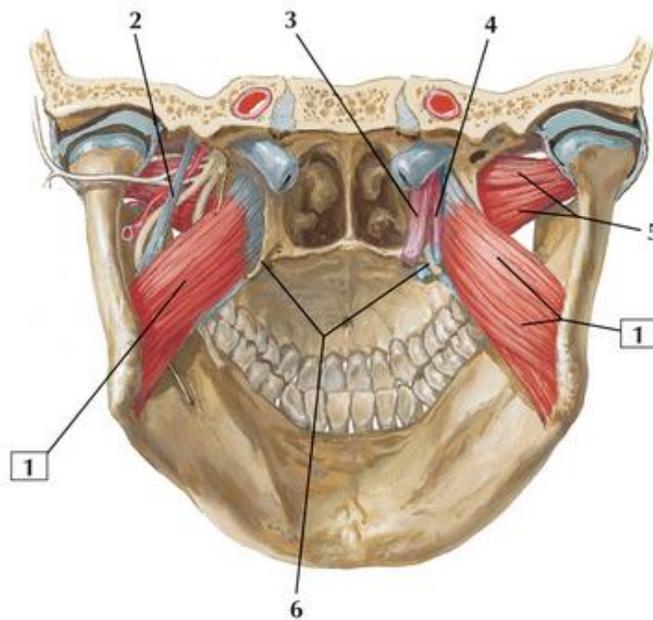


Figure 6 (10) : vue postérieure

1 – muscle ptérygoïdien médial ; 2 – ligament sphéno-mandibulaire ; 3 – muscle ptérygoïdien latéral.

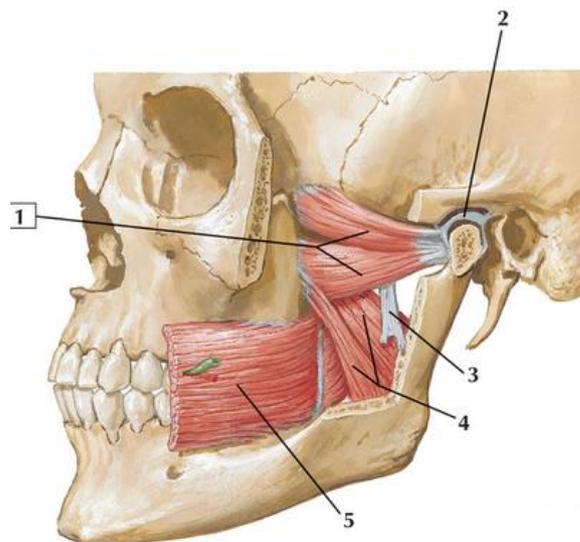


Figure 7 (10) : vue latérale

1 – muscle ptérygoïdien latéral ; 2 – disque articulaire de l'ATM ; 3 – ligament sphéno-mandibulaire ; 4 – muscle ptérygoïdien médial ; 5 – muscle buccinateur.

1.1.2.2. Abaisseurs

Ce sont des muscles fusiformes et faibles. Tous ont une insertion hyoïdienne (Figure 8). Ils sont supra-hyoïdiens et au nombre de 4 : le muscle génio-hyoïdien, le muscle mylo-hyoïdien, le muscle stylo-hyoïdien et le muscle digastrique (dont le ventre postérieur est rétropulseur de la mandibule). Des muscles sous-hyoïdiens permettent de maintenir l'os hyoïde lors de la mobilisation de la mandibule et en sont des abaisseurs indirects.

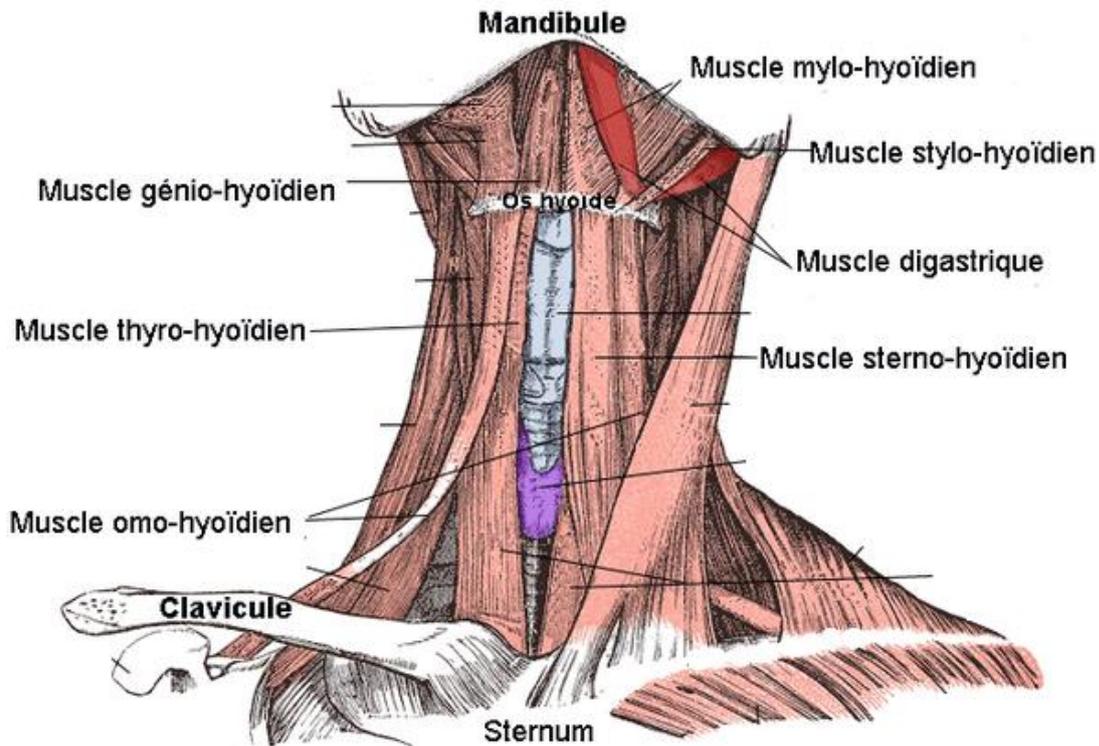


Figure 8 : vue frontale des muscles abaisseurs de la mandibule supra et sous hyoïdiens.

Tous ces muscles permettent de mobiliser la mandibule autour des articulations temporo-mandibulaires, et ce dans les trois plans de l'espace. On parle alors de cinématique mandibulaire, qui fait l'objet de nombreuses études afin de mieux la comprendre et de mieux traiter ses dysfonctionnements.

1.2. La cinématique mandibulaire

L'appareil manducateur est une triple articulation (les deux ATM et l'occlusion dentaire), en mobilisation constante (avec près de 10000 mouvements/24h). Elle peut réaliser 2 types de mouvements dits élémentaires : rotation et translation, qui peuvent être synchrones ou non.

Des mouvements composés de roto-translation se combinent pour former les mouvements fondamentaux (ouverture-fermeture, propulsion-rétropulsion, diductions).

Ces mouvements fondamentaux s'associent afin de réaliser l'enveloppe de mouvements fonctionnels mandibulaires (mastication, phonation, déglutition, respiration, bâillement...).

L'enveloppe limite de mouvements de Posselt (Figure 9) englobe l'ensemble de toute cette cinématique. Ce diagramme est obtenu en enregistrant le déplacement du point inter-incisif mandibulaire lors des mouvements limites de la mandibule (11).

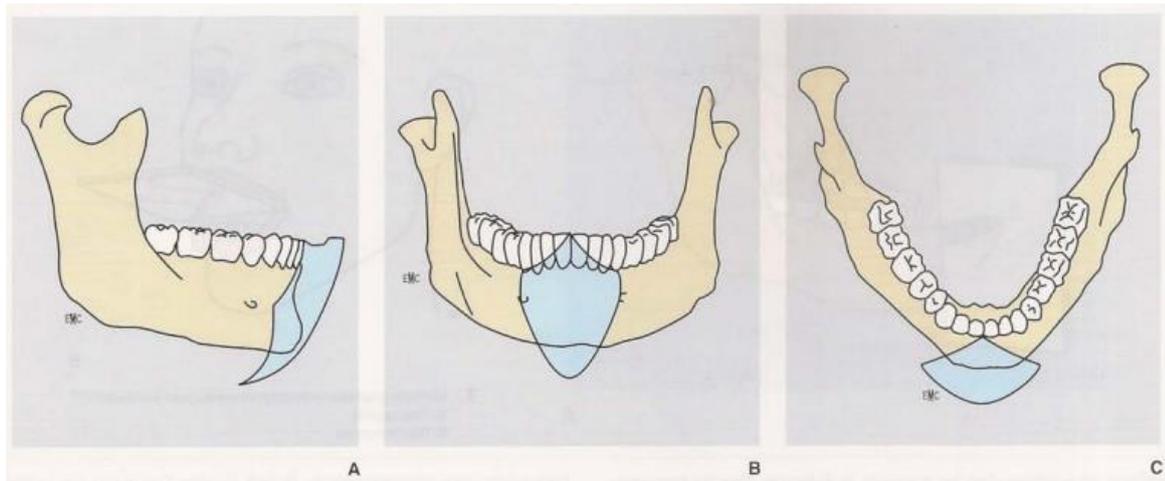


Figure 9 : diagramme de Posselt : enveloppe limitée de mouvements.
 A – plan sagittal ; B – plan frontal ; C – plan horizontal.

Ces mouvements peuvent être modifiés et limités de façon temporaire ou permanente par des pathologies ou des dysfonctionnements de l'ATM.

1.2.1. Les dysfonctionnements temporo-mandibulaires (DTM) (12)

Les DTM sont l'expression symptomatique, le plus souvent douloureuse, d'une myo-arthropathie manducatrice. Il s'agit de troubles fonctionnels pouvant être asymptomatiques ou symptomatiques. Il peut en découler des limitations ou des modifications de la cinématique mandibulaire.

Ils se définissent par des algies, bruits et dyscinésies (« BAD »). Au moins un de ces trois critères doit être présent. En plus d'un examen clinique attentif, certains examens complémentaires peuvent être nécessaires : des examens d'imagerie (panoramique dentaire, IRM), une analyse de la cinématique mandibulaire (condylographie)...

Les DTM sont classés en primaires ou secondaires selon leur étiologie, et chacun peut être musculaire, musculo-articulaire ou articulaire (Figure 10).

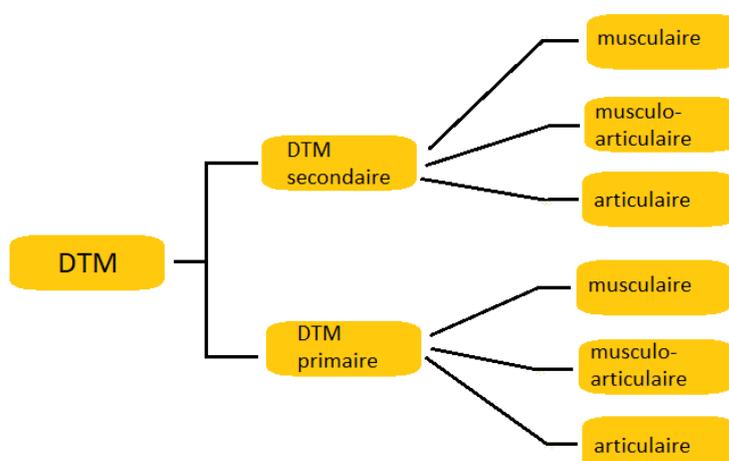


Figure 10 : classification SP-MA des DTM.

Au cours de ce travail seront plus spécifiquement abordés les DTM primaires de forme articulaire, qui concerne la position du disque par rapport au condyle. On parle de désunions disco-condyliennes (DDC) réductibles ou permanentes, en fonction de l'antéposition du disque par rapport au condyle lors des mouvements mandibulaires. Leur classification se fait en grades de 0 à IV d'après la proposition de classification de Giraudeau *et al.* de 2001 (13). Le grade 0 correspondant à la normalité physiologique (Figure 11).

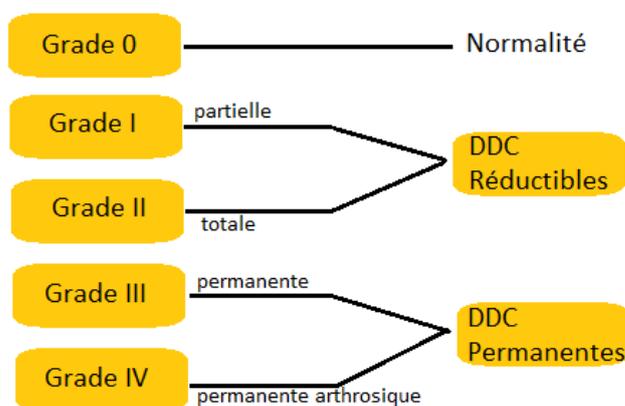


Figure 11 : classification en grades des DTM.

La normalité physiologique (Grade 0) se caractérise par la position du disque qui est au-dessus du condyle lors de tous les mouvements de la mandibule. En clinique, on retrouve des mouvements amples, sans gêne ni douleur, et sans déviations. Les tracés condylographiques (Figure 12) sont amples, sans ressauts, avec une bonne superposition aller et retour.

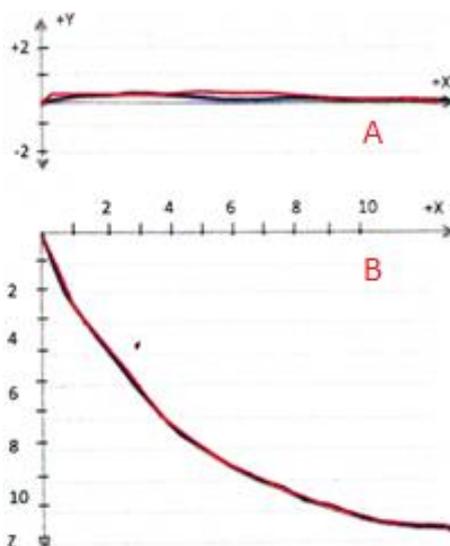


Figure 12 : tracés condylographiques grade 0 en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.

1.2.1.1. Désunions disco-condyliennes réductibles

Elles sont caractérisées par une réunion transitoire du disque avec le condyle lors des mouvements mandibulaires.

1.2.1.1.1. Grade I : désunion condylo-discale réductible partielle

En OIM, le disque est positionné de façon à ce que seul son bourrelet postérieur soit en contact avec la tête condylienne. Lors de l'ouverture buccale, la tête condylienne se repositionne correctement sous le disque, et lors de la fermeture buccale, elle repasse en postérieur.

En clinique, il est repérable par un faible claquement précoce, non réciproque et non observé en diduction.

Les tracés condylographiques (Figure 13) sont subnormaux avec un ressaut léger avant la mi-ouverture.

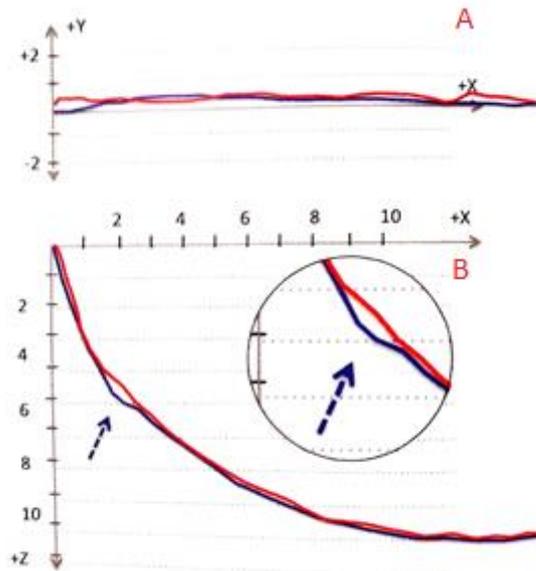


Figure 13 : tracés condylographiques grade I en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.

1.2.1.1.2. Grade II : désunion condylo-discale réductible totale

En OIM, le disque est en complète antéposition. Lors de l'ouverture buccale, la tête condylienne se repositionne sous le disque, puis la désunion s'effectue lors du retour en OIM.

En clinique, il est repérable par un claquement net, réciproque, constant en ouverture et en diductions controlatérales.

Sur les tracés condylographiques (Figure 14), on observe des claquements nets au milieu de l'ouverture et près de l'OIM en fermeture.

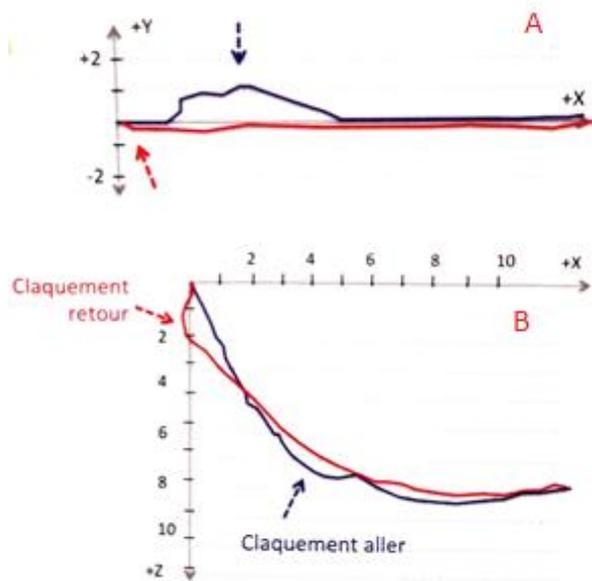


Figure 14 : tracés condylographiques grade II en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.

Il existe 2 variantes de ce grade : le grade IIa avec adhérence, et le grade IIb avec blocages épisodiques.

1.2.1.1.2.1. Grade IIa : désunion condylo-discale réductible totale avec adhérence

Le claquement est identique au grade II, mais superposé au même niveau en ouverture et fermeture.

Sur les tracés condylographiques (Figure 15), on observe un ressaut qui se superpose, témoin d'un obstacle stable lors de la translation condylienne.

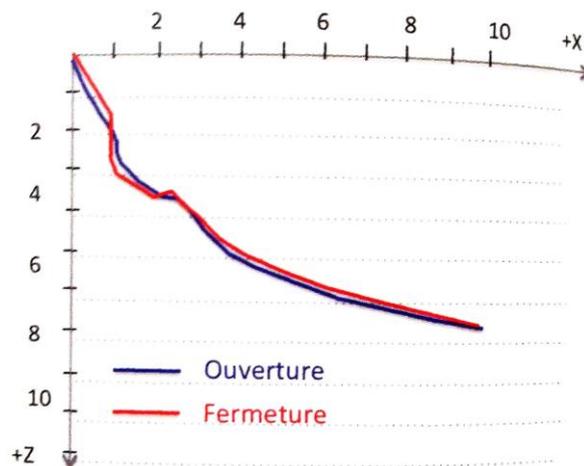


Figure 15 : tracés condylographiques grade IIa en ouverture, dans le plan sagittal.

1.2.1.1.2.2. Grade IIb : désunion condylo-discale réductible totale avec blocage épisodique

Dans la majorité des cas, le patient mobilise ses fonctions manducatrices en amont du claquement, comme une désunion permanente non réductible. Parfois, un blocage articulaire peut être ressenti (surtout au réveil du fait de la stase et de la crispation nocturne). Pour y remédier, le patient doit

effectuer des mouvements mandibulaires jusqu'à obtention du claquement articulaire, qui signale la réduction spontanée du blocage. Le patient fonctionne alors comme un grade II classique.

1.2.1.2. Désunions disco-condyliennes permanentes

Elles sont caractérisées par une antéposition permanente du disque par rapport au condyle lors des mouvements mandibulaires.

1.2.1.2.1. Grade IIIa : désunion disco-condylienne permanente avec adhérence

En clinique, il y a souvent une limitation nette de la translation, ce qui rend difficile le repérage de l'adhérence en IRM, et qui rend flou le diagnostic (diagnostic différentiel difficile avec un blocage par contractions musculaires de type inflammatoire, ou avec un grade IIIb).

1.2.1.2.2. Grade IIIb : désunion disco-condylienne permanente avec blocage

Il y a une phase inflammatoire qui génère des douleurs et des contractures musculaires. Ce qui provoque une limitation de l'ouverture et de la propulsion en clinique. Il y a également une déflexion du côté atteint.

Les tracés condylographiques (Figure 16) montrent une amplitude nettement limitée avec une tendance verticale.

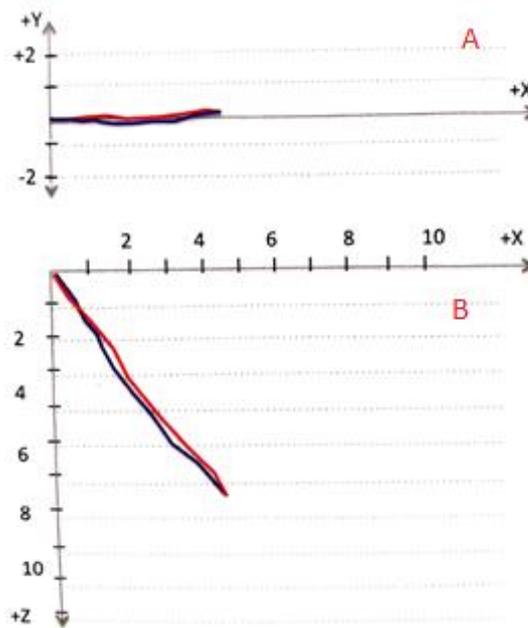


Figure 16 : tracés condylographiques grade IIIb en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.

1.2.1.2.3. Grade IIIc : désunion disco-condylienne permanente chronique

Il s'agit du cas le plus fréquent de désunion permanente. Il y a souvent eu des antécédents de claquements ou de blocages, puis des phénomènes de compensation se sont installés et tendent à normaliser les mouvements mandibulaires.

Les tracés condylographiques (Figure 17) peuvent paraître normaux, il faut effectuer le test de la translation additionnelle entre l'ouverture et la propulsion pour repérer ce grade de façon certaine (il y a très peu de translation supplémentaire en ouverture par rapport à la propulsion) (14).

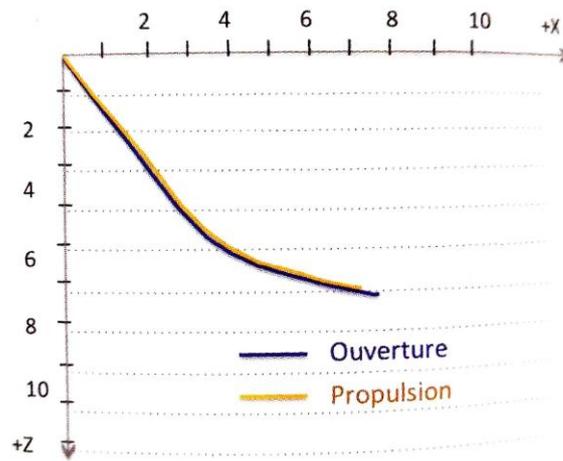


Figure 17 : tracés condylographiques grade IIIc en ouverture, dans le plan sagittal. On observe le peu de translation supplémentaire entre la propulsion et l'ouverture.

1.2.1.2.4. Grade IIIp : luxation discale postérieure

Le disque se trouve en arrière du condyle.

En clinique, le patient se présente pour des douleurs survenues subitement avec une sensation d'obstacle qui empêche le retour en OIM. L'ouverture et les diductions sont normales. En OIM, il présente une inoclusion postérieure homolatérale à la douleur.

Il est possible de réduire cette luxation par manipulation.

1.2.1.2.5. Grade IV : permanente arthrosique

En clinique, on observe une cinématique mandibulaire partiellement limitée avec des « crépitations » nettes. Il y a un aplatissement du tubercule articulaire.

Avec une condylographie (Figure 18), on observe des tracés plats, avec une translation limitée et une pente condylienne faible.

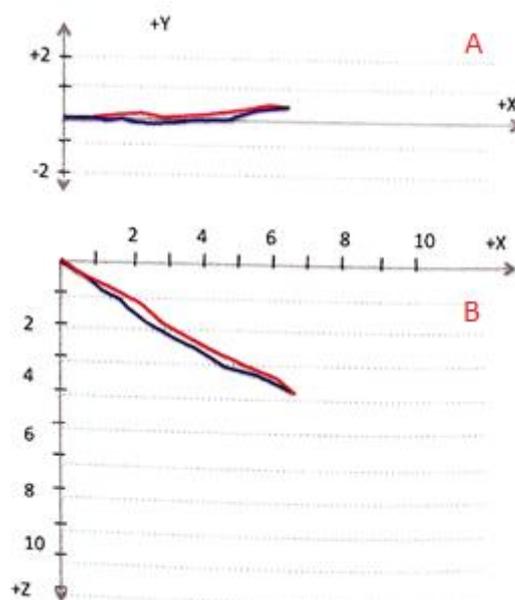


Figure 18 : tracés condylographiques grade IV en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.

2. Les caractéristiques de la condylographie

2.1. Principes (15–20)

Il s'agit d'un examen paraclinique complémentaire simple et non invasif permettant d'établir ou d'étayer un diagnostic des troubles de l'ATM, en objectivant les mouvements du condyle mandibulaire. C'est un examen fonctionnel de l'ATM, qui consiste en l'enregistrement axialisé des mouvements condyliens.

L'enregistrement des tracés des mouvements se fait simultanément dans les 3 plans de l'espace :

- l'axe des x : sagittal.
- l'axe des y : transversal.
- l'axe des z : frontal.

Cet enregistrement est axialisé, c'est-à-dire qu'il est centré sur une origine (l'axe charnière) et a une référence horizontale (le plan axio-orbitaire). Cela permet de clarifier les tracés et de masquer la composante de la rotation condylienne.

Les tracés sont obtenus grâce à deux stylets centrés sur chaque condyle (alignés sur l'axe charnière de rotation), se déplaçant sur deux plateaux para-sagittaux orientés et stabilisés par un arc péri-crânien. Les stylets reproduisent ainsi l'image réelle de la translation condylienne (le phénomène de rotation est supprimé car « superposé » à la translation). Ils sont reliés à la mandibule à l'aide d'un clutch (occlusal ou para-occlusal) et d'un arc mandibulaire.

La condylographie peut être mécanique ou électronique (21) (système actuel, qui optimise le système mécanique).

2.2. Condylographie mécanique

Elle utilise des stylets traçants qui prennent appui sur les plateaux d'enregistrement où l'on retrouve du papier millimétré (Figure 19). Une fois l'appareil installé, les stylets sont réglés pour être immobiles lors de mouvements de rotation pure. Ensuite, les plateaux sont orientés pour que l'origine du graphique corresponde à l'axe charnière sur lequel sont centrés les stylets (22).

On peut alors demander au patient d'effectuer les mouvements désirés. Les tracés sont directement marqués sur les plateaux para-sagittaux à l'aide des stylets traçants (Figure 20).



Figure 19 et Figure 20 (23) : condylographie mécanique Quick Axis® de chez FAG et visualisation des tracés (ici mouvement d'ouverture en bleu et de propulsion/rétropulsion en rouge).

2.2.1. Avantages

Le coût est relativement abordable.

Elle permet l'analyse de la cinématique condylienne et la validation de la position de référence choisie.

Elle aide au montage en axe charnière réel et à la programmation des articulateurs (grâce à la détermination de la pente condylienne et des angles de Bennett)(24,25).

2.2.2. Inconvénients

Difficulté de lisibilité et d'interprétation des tracés : il est souvent nécessaire de renouveler les mouvements sur plusieurs planches différentes, ce qui rend l'examen plus long.

Le dispositif est relativement lourd et désagréable pour les patients sur de longues séances.

2.3. Condylgraphie électronique

Le principe de fonctionnement est le même, mais les stylets traçants sont remplacés par des palpeurs électroniques, et les plateaux millimétrés par des plaques sensibles (Figure 21) ; le tout est relié à un programme informatique permettant de traiter les données (*Axiotron® de chez SAM ou Cadiax® de chez GAMMA par exemples*) (16).

Les informations tactiles sont transmises à l'ordinateur, et le logiciel les convertit en données numériques analysables sous forme de fichier ASCII. Les tracés apparaissent numériquement avec une grande précision. Cela permet un repérage de l'axe charnière plus rapide, une analyse des mouvements en temps réel et une quantification immédiate des angles (angle de Bennett et la pente condylienne). Le logiciel permet également d'avoir une notion sur la vélocité des mouvements et leur dynamique (avec les effets vidéo). Le tout peut être enregistré et archivé au nom du patient.



Figure 21 : condylgraphie électronique CADIAX®.

2.3.1. Avantages

L'examen est rapide grâce à la localisation cinétique automatisée et bilatérale de l'axe charnière.

Par rapport à la condylgraphie mécanique, l'électronique permet de limiter les erreurs de mesures manuelles (erreurs de positionnements des stylets traçants par exemple, manipulations du praticien ...). Mais les deux méthodes sont similaires en termes de fiabilité (21).

Elle permet une analyse complète et détaillée de la cinématique condylienne, grâce à un agrandissement des tracés. Il est également possible de réaliser une superposition des différents mouvements et d'observer leur vélocité.

Elle est reproductible en dehors de la présence du patient car archivable.

La programmation est rapide et précise grâce à l'analyse tridimensionnelle des mouvements et à la quantification immédiate de certains déterminants postérieurs (pente condylienne, angle de Bennett).

Les valeurs des déterminants postérieurs à utiliser sont données en fonction de différents articulateurs : mécaniques adaptables, mécaniques semi-adaptables, virtuels.

2.3.2. Inconvénients

Le coût est plus élevé que pour le système mécanique.

Il y a des défauts associés à la mécanique : le poids du système est augmenté et l'encombrement des arcs fait qu'ils sont plus éloignés des condyles (donc les plaques d'enregistrements s'éloignent également).

2.4. Intérêts de la condylographie

Elle permet d'avoir une évaluation fonctionnelle donnant des informations d'ordre structurel.

Elle permet également de programmer les articulateurs en nous donnant la valeur de : la pente condylienne, l'angle de Bennett, le mouvement Bennett et la localisation précise de l'axe charnière.

La visualisation des tracés mandibulaires permet de mieux comprendre les désordres intra-articulaires et de mieux les différencier, cela permet de confirmer un diagnostic de DTM articulaire.

La reproductibilité de cette technique, sa fiabilité et son caractère pédagogique (meilleure compréhension de la prise en charge des troubles intra-articulaires) en font un élément utile pour la recherche et pour la formation (26).

2.5. Limites (27)

Les limites peuvent dépendre de différents facteurs :

- l'anatomie : certaines structures particulières peuvent engendrer des morphologies anormales qui peuvent gêner les mouvements et/ou leur enregistrement (asymétrie, adhérences, hypertrophie...).
- la douleur/inflammation : musculaire ou articulaire, qui peut inhiber les mouvements ou fausser les enregistrements, et donner des mesures perturbées.
- les spasmes musculaires : qui peuvent donner une mauvaise détermination de l'axe charnière et modifier les trajets mandibulaires, voire rendre l'enregistrement des tracés impossible.
- le patient : qui peut être difficile et avoir du mal à se plier à l'examen.
- le praticien : selon sa technicité et son habilité, il peut être capable d'erreurs de mesure et d'interprétation.
- le matériel : selon le type de matériel utilisé (arcs, clutch, articulateurs adaptables ou non...).

2.6. Validité technique

La condylographie a été validée techniquement par différents auteurs pour sa reproductibilité (concernant la localisation de l'axe charnière, l'angle de Bennett, la pente condylienne...) et pour sa fiabilité sur les tracés obtenus (28–31).

Pour la validation diagnostique, les données sont plus complexes à obtenir du fait de la variabilité des signes de DDC selon les patients. Il est important de noter que l'expérience du praticien dans l'examen clinique suffit généralement pour établir un diagnostic fiable (32). Cependant, pour des praticiens peu expérimentés ou pour des doutes sur l'examen clinique (dans des cas où la DDC est difficile à déterminer), la condylographie se révèle très utile, parfois même en y ajoutant une IRM (33).

3. Différents systèmes d'enregistrement de la cinématique mandibulaire

Il existe plusieurs méthodes d'enregistrement des mouvements condyliens. Peu de données scientifiques permettent de déterminer leur efficacité par rapport à la condylographie électronique (validée techniquement par plusieurs auteurs). De plus, la grande variété des systèmes existants, leurs fonctionnements et leurs méthodologies font que la comparaison entre les études est complexe (34). Nous allons en présenter quelques exemples.

3.1. OKAS-3D® (35,36)

Il s'agit d'un système opto-électronique qui utilise des diodes positionnées sur les dents du patient. Il est capable d'enregistrer les mouvements de la mandibule dans ses six degrés de liberté.

Pour enregistrer la position du maxillaire et de la mandibule simultanément, 3 paires de photocellules sont utilisées et positionnées, à l'aide de clutch adaptés, sur les surfaces vestibulaires des incisives et canines supérieures et inférieures. Le clutch supérieur permet d'enregistrer les mouvements de la tête, et l'inférieur les mouvements combinés de la tête et de la mandibule. Pour suivre les mouvements des photocellules, deux écrans orientés perpendiculairement entre eux sont utilisés.

Le tout est relié à un ordinateur. Ainsi, au moyen de formules mathématiques, les trajectoires de la mandibule par rapport au maxillaire peuvent être calculées.

Ce système permet une étude de la cinématique mandibulaire, en donnant des tracés précis des trajectoires.

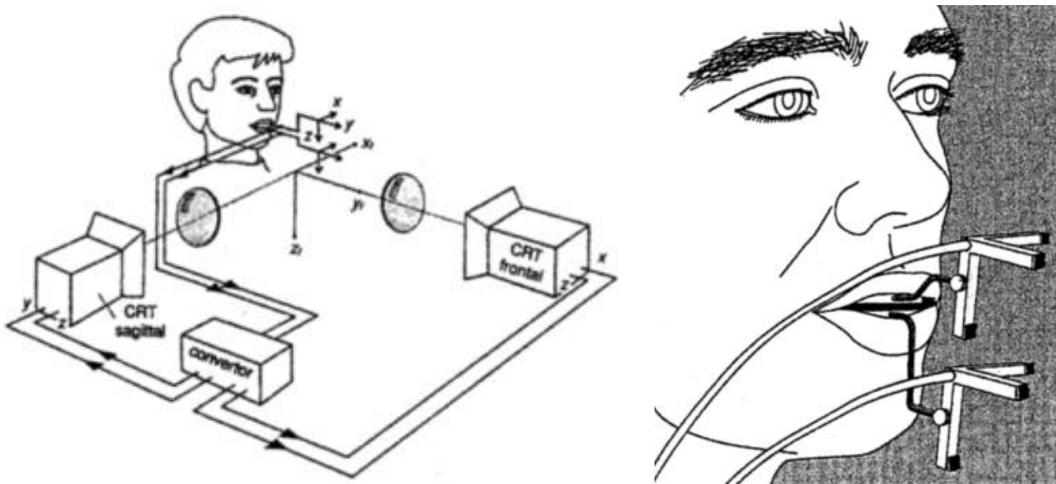


Figure 22 et Figure 23 : système OKAS-3D® avec ses connexions, et les clutches maxillaire et mandibulaire.

3.2. SinfoMed K7® Jaw tracking (Myotronics) (37,38)

Le système K7® de Myotronics fonctionne avec la technologie électromagnétique, dans les trois plans de l'espace.

Un dispositif aimanté est positionné en avant des dents antérieures mandibulaires. Ce dispositif va émettre un champ électromagnétique qui sera capté par les arcs péri-crâniens qui contiennent les capteurs électroniques. Les lignes de champ sont ainsi retranscrites sur le logiciel et les trajectoires condyliennes sont représentées en temps réel.

Ce système est une aide au diagnostic des DTM ainsi que pour la programmation des articulateurs.

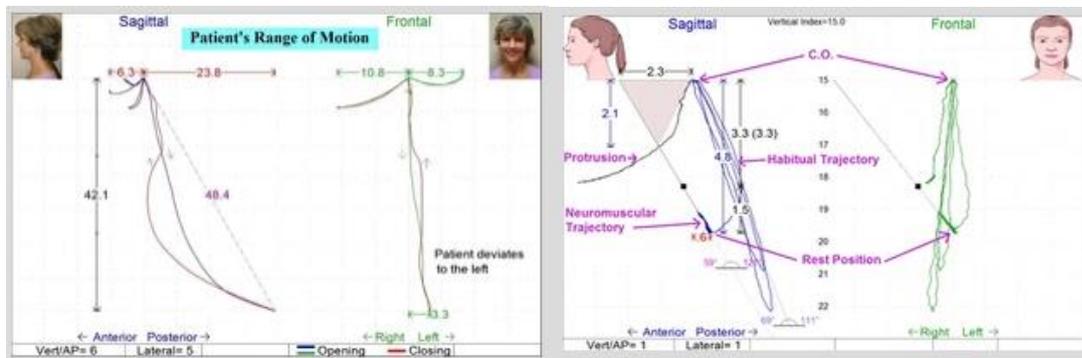


Figure 24 et Figure 25 : dispositif K7[®] positionné sur le patient et interface du logiciel.

3.3. Jaw Motion Analyser[®] (Zebris Medical GmbH) (34,39–42)

Le JMA[®] consiste en l'utilisation de la technologie ultrasonore dans les trois plans de l'espace.

Les mouvements mandibulaires sont calculés en déterminant le temps de parcours de plusieurs ondes ultrasonores d'un point d'émission à un point de réception.

L'enregistrement se fait à l'aide d'un arc mandibulaire comportant les émetteurs ultrasonores (fixé avec une fourchette para-occlusale), et d'un arc maxillaire comportant les récepteurs (fixé au crâne par appui nasal, appui sur les mastoïdes et avec un élastique péri-crânien). Le système est connecté à un ordinateur ayant le logiciel adéquat installé.

Les données obtenues permettent de programmer les articulateurs mécaniques et virtuels (cependant les formats digitaux obtenus ne sont pas forcément compatibles avec tous les articulateurs virtuels). Une analyse fonctionnelle des mouvements mandibulaires en 3D est également possible.

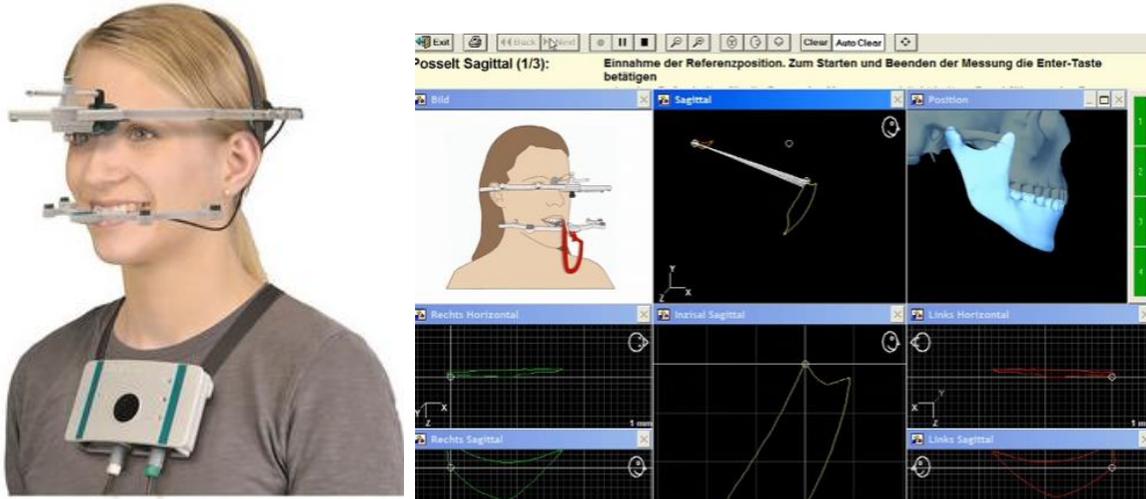


Figure 26 et Figure 27 : dispositif JMA® positionné sur le patient, et interface du logiciel.

3.4. SICAT Function® (Dentsply Sirona) (37,43)

Ce système fusionne plusieurs informations du patient : les données d'un Cone beam, celles de l'enregistrement des mouvements mandibulaires et celles des scans des surfaces dentaires maxillaires et mandibulaires (par scan intrabuccal ou par scan des modèles).

Cette fusion des différentes données du patients permet de réaliser une étude des mouvements mandibulaires, un diagnostic radiographique 3D ainsi qu'une réalisation prothétique assistée par ordinateur. Toutes les données sont numérisées et assemblées sur un même logiciel.

Le travail s'en retrouve simplifié, mais il est nécessaire de réaliser un CBCT (Cone Beam Computed Tomography), ce qui rend cette technologie irradiante par rapport aux autres.

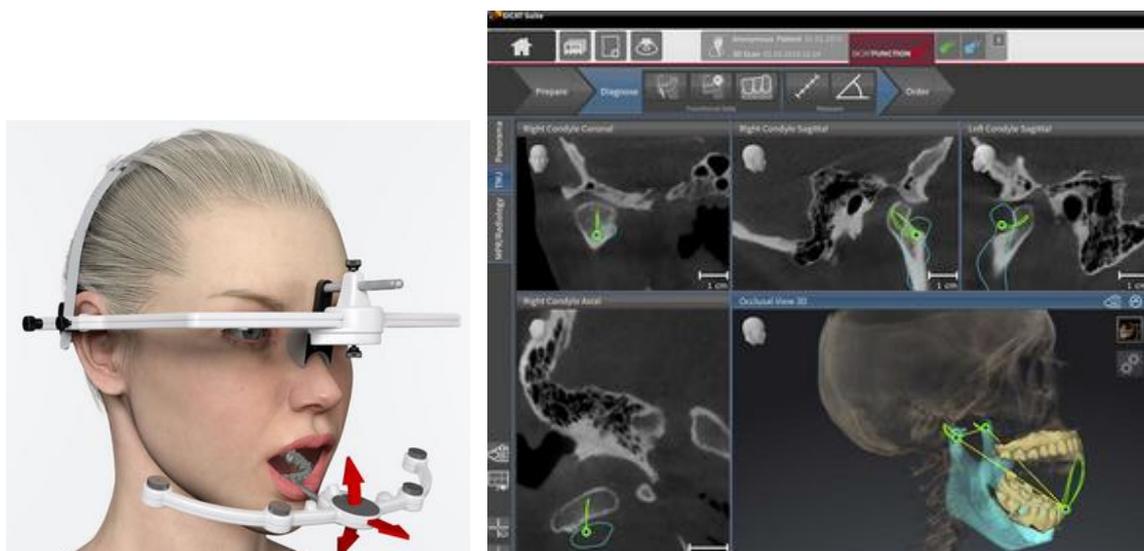


Figure 28 et Figure 29 : dispositif SICAT® fonction positionné sur le patient et interface du logiciel.

3.5. Mod-Jaw® (44–48)

Le Mod-jaw® consiste en une acquisition en 4D des mouvements mandibulaires basée sur la technologie infra-rouge. Au modèle 3D obtenu (qui est représenté sur 3 axes x/y/z) s'ajoute la notion de temps qui permet de l'animer. Il s'agit d'une plateforme de visualisation du patient en statique et en dynamique. Ainsi, il peut être utilisé comme un articulatoire virtuel.

Après avoir intégré les modèles numériques (issus d'une empreinte intra-orale ou de modèles scannés) dans le logiciel, les mouvements de la mandibule sont enregistrés.

L'enregistrement se fait à l'aide d'un casque et d'une fourchette mandibulaire en « papillon » dotés de pastilles réfléchissantes. Un stylet de pointage permet de localiser les condyles et les points de repères dentaires. La caméra présente sur le chariot émet et reçoit par réflexion les infra-rouges. Lors de la manipulation en RC du patient, l'axe de rotation des condyles est automatiquement recalculé et repositionné.

Les déterminants postérieurs (angle de Bennett, pente condylienne, mouvement de Bennett) sont calculés automatiquement. La cinématique mandibulaire est enregistrée, avec sa dynamique dans les 3 plans de l'espace.



Figure 30 et Figure 31 : dispositif Mod-Jaw® positionné sur la patiente et caméra avec écran interactif.

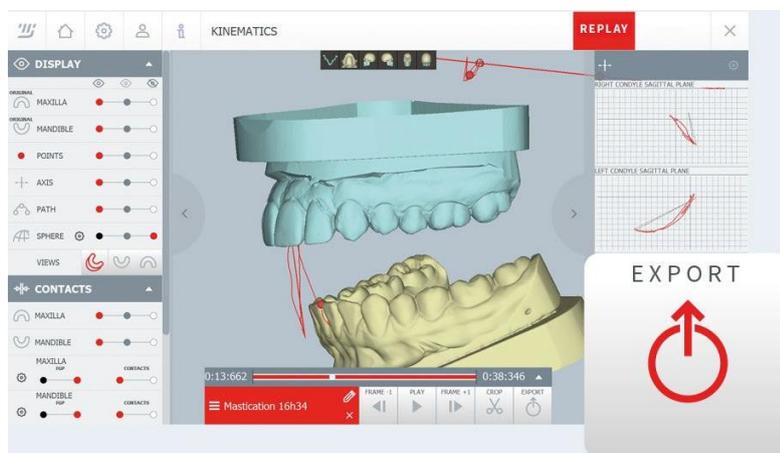


Figure 32 : interface du logiciel.

Le logiciel permet également :

- de simuler une nouvelle position thérapeutique.
- de transférer et partager les informations du patient au laboratoire de prothèse en intégrant les données de sa cinématique réelle.
- des fichiers STL ou PLY sont compatibles ce qui permet d'intégrer un scanner aux moulages pour visualiser l'ensemble de la dynamique.

4. Protocole d'enregistrement avec la condylographie électronique CADIAX® de Gamma

La condylographie peut être un examen complexe aux yeux des étudiants ou jeunes praticiens qui n'ont pas eu l'occasion d'en pratiquer ou d'en voir pratiquer régulièrement. Nous avons réalisé des vidéos pédagogiques afin de présenter le protocole de mise en place et d'enregistrement de l'examen condylographique, avec la condylographie électronique CADIAX® de chez GAMMA.

Le but était de rendre cet examen plus accessible, et plus simple pour les premières utilisations d'un praticien.

Les vidéos ont été fractionnées de façon que chaque étape importante soit détaillée une par une.

4.1. Matériel nécessaire

Pour réaliser une condylographie électronique, il faut (Figure 33) :

- un arc péri-crânien, qui est stabilisé par des bandes avec scratchs.
- des sangles péri-crâniennes de fixation de l'arc.
- un arc mandibulaire qui sera fixé sur le clutch.
- une attelle de fixation mandibulaire : clutch occlusal ou para-occlusal.
- des plateaux d'enregistrement para-sagittaux (droite et gauche), qui seront positionnés sur l'arc péri-crânien.
- des stylets sensibles (droite et gauche), qui seront positionnés sur l'arc péri-crânien.
- le boîtier de chez gamma dental CADIAX 4®, qui permet de relier les stylets et plateaux à l'ordinateur, et ainsi de transférer les informations pour réaliser la condylographie.

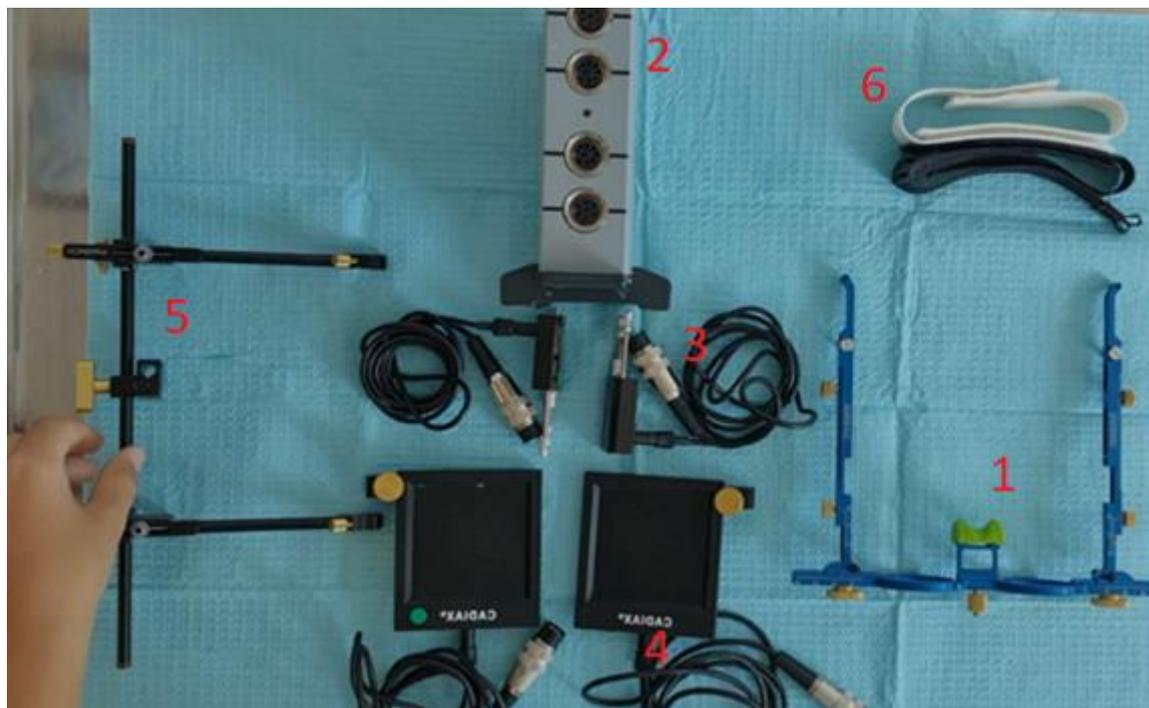


Figure 33 : matériel de condylographie

1 – arc péri-crânien ; 2 – boîtier de chez Gamma dental CADIAX 4® ; 3 – stylets sensibles ; 4 – plateaux d'enregistrement ; 5 – arc mandibulaire ; 6 – sangles péri-crâniennes.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21315-1-materiel-condylographiemov/>

4.2. Choix de l'attelle de fixation mandibulaire

Il en existe deux types : le clutch occlusal qui empêche les contacts occlusaux, et le clutch para-occlusal qui les permet.

4.2.1. Clutch occlusal

Il recouvre les dents antéro-mandibulaires (à la manière d'un porte empreinte plein). Il est solidarisé à la mandibule à l'aide de plâtre type Snow-White après avoir placé de la cire molle dans la zone médiane et occlusale (afin de faciliter la désolidarisation du plâtre lors de la dépose).

Il empêche tous les contacts occlusaux, ce qui facilite l'enregistrement des mouvements fondamentaux. Il est indiqué pour un enregistrement rapide et simplifié de la cinématique mandibulaire.

4.2.2. Clutch para-occlusal

Il se présente sous la forme d'une tige métallique qui s'applique sur les faces vestibulaires des dents mandibulaires (incisives, canines, prémolaires). Il est modelé avec de la résine chémo-polymérisable pour s'adapter aux surfaces dentaires, et est fixé à l'aide d'un ciment de scellement (verre ionomère, polycarboxylate...) ou d'une colle cyanoacrylate.

Il permet les contacts occlusaux car les surfaces occlusales sont totalement libres. Il ne gêne pas l'occlusion, les fonctions, la dimension verticale ... Ainsi, nous pouvons réaliser une condylographie totale : on peut enregistrer et analyser les mouvements fondamentaux et les fonctions (mastication, phonation...).

Il n'y a pas de différence significative dans l'utilisation de l'un ou l'autre, la différence se fait selon l'utilisation que l'on souhaite en faire et les mouvements mandibulaires que l'on souhaite enregistrer (par exemple, il faut utiliser le para-occlusal pour pouvoir enregistrer et étudier le différentiel OIM/RC). *Il peut être préférable d'utiliser le clutch para-occlusal afin d'éviter des interférences dans les tracés, même si bien utilisé, le clutch occlusal en produit peu (49,50).*

Il faut vérifier qu'il n'y ait pas de recouvrement excessif en antérieur pour pouvoir le réaliser. S'il est trop important, il est possible de modeler le clutch au laboratoire et d'ensuite le fixer sur la muqueuses vestibulaires et faces vestibulaires des prémolaires et molaires uniquement (16).

4.3. Protocole d'enregistrement

4.3.1. Mise en place du matériel

4.3.1.1. Arc péri-crânien

En premier lieu, pour simplifier et être plus rapide, nous pouvons installer les plateaux d'enregistrement sur les branches latérales, et nous les fixons en serrant les vis de fixation.

Pour mettre en place l'arc, il faut que toutes les vis soient dévissées. On pose l'appui nasal de l'arc sur l'ensellure nasale du patient et on l'oriente de façon que l'arc soit parallèle au plan bi-pupillaire.

Les branches latérales sont ensuite placées contre la tête du patient et fixées grâce aux vis de fixation.

L'arc est stabilisé avec les sangles péri-crâniennes.



Figure 34 : arc péri-crânien mis en place, avec les plateaux para-sagittaux.

4.3.1.2. Clutch para-occlusal

Dans le cas du choix d'un clutch para-occlusal, il faut en premier lieu essayer le clutch en le plaçant en vestibulaire des dents mandibulaires. On vérifie la bonne adaptation à l'arcade.

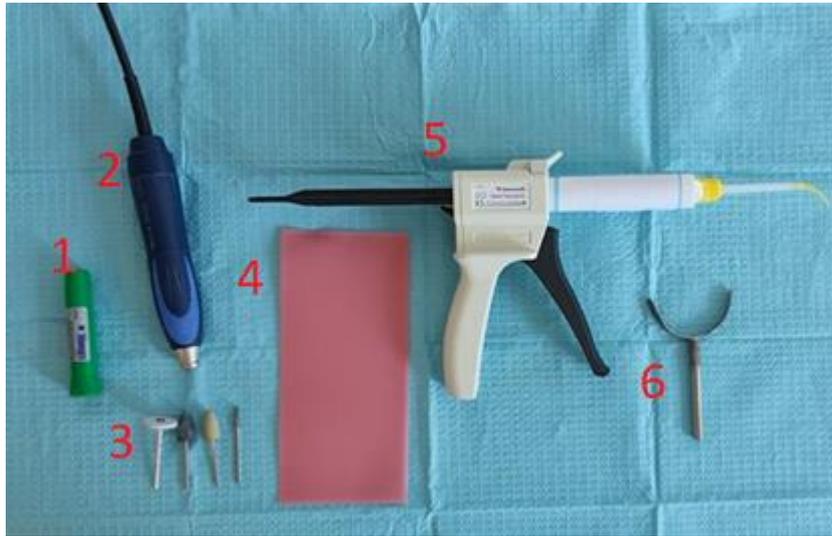


Figure 35 : matériel pour réaliser un clutch para-occlusal

1 – colle cyanolite ; 2 – pièce à main ; 3 – fraise résine et polissoirs ; 4 – cire moyco ; 5 – pistolet de résine chémo-polymérisable ; 6 – clutch para-occlusal.

Ensuite, de la résine chémo-polymérisable est mise sur la face interne du clutch. Une plaque de cire Moyco® est placée sur les dents maxillaires, en occlusal, afin d'éviter tout excès de résine (et ainsi éviter qu'elle ne gêne l'occlusion). Le clutch est placé de façon que sa tige soit centrée sur le plan sagittal médian, et il est maintenu jusqu'à la prise de la résine. On demande au patient de serrer sur la cire (Figure 36).



Figure 36 : mise en place du clutch avec la plaque de cire.

Pour retirer le clutch, il faut d'abord retirer la plaque de cire. Il faut vérifier qu'il soit bien indenté (Figure 37), et qu'il se replace correctement sur les faces vestibulaires, avec une bonne stabilité. Il faut également vérifier qu'il n'y a pas de gêne lors de l'occlusion et qu'il n'y a pas de blessures des muqueuses. Un polissage peut être réalisé.



Figure 37 : clutch para-occlusal avant fixation
Il se doit d'être correctement indenté pour être stable et repositionnable.

Pour fixer le clutch, il faut mettre du ciment de scellement (verre ionomère, polycarboxylate...) ou une colle cyanoacrylate sur les faces en contact avec les dents mandibulaires. Un séchage des surfaces dentaires est nécessaire, puis le clutch est positionné. Une fois la prise faite, il faut vérifier la stabilité, l'absence de gêne lors de l'occlusion et des mouvements, et l'absence de blessures.



Figure 38 : clutch para-occlusal mis en place.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21317-3-materiel-para-clushmov/>



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21320-5-mise-en-place-du-clush-para-occlusalmov/>

4.3.1.3. Clutch occlusal

Dans le cas du choix d'un clutch occlusal, il faut le préparer en positionnant de la cire molle sur la zone médiane (il est également possible d'en mettre au niveau des surfaces occlusales, mais très peu, pour faciliter la dépose du plâtre ensuite) (Figure 40). Du plâtre de texture relativement épaisse est préparé et utilisé pour le remplir.



Figure 39 : matériel pour clutch occlusal

1 – clutch occlusal ; 2 – cire molle ; 3 – plâtre type Snow-white ; 4 – spatule à plâtre ; 5 – eau.



Figure 40 : clutch occlusal préparé avec de la cire molle sur les faces occlusale et dans la zone médiane.

Le clutch est positionné sur les dents mandibulaires, la tige doit être centrée sur le plan sagittal médian. Les excès en lingual sont retirés à l'aide de rouleaux de cotons, puis le patient serre sur le clutch le temps de la prise. La stabilité doit être vérifiée lorsque le plâtre a durci.



Figure 41 : clutch occlusal mis en place.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21316-2-materiel-clush-occlusalmov/>



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21318-4-mise-en-place-du-clush-occlusalmov/>

4.3.1.4. Arc mandibulaire

Une fois le clutch installé et stable, l'arc mandibulaire peut être mis en place. Le système de fixation de l'arc est introduit sur la tige du clutch. L'arc doit être parallèle à l'arc péricrânien.

Les branches latérales sont positionnées en regard des plateaux d'enregistrement, elles doivent être espacées d'une largeur d'environ un doigt. Les stylets sont positionnés, ils doivent être placés

en regard du cadran supérieur des plateaux afin d'avoir suffisamment de place lors de l'amplitude des mouvements. On vérifie leur bonne position en demandant au patient d'effectuer des mouvements d'ouverture/fermeture : les stylets doivent se déplacer dans l'espace d'enregistrement des plateaux sans gêne.

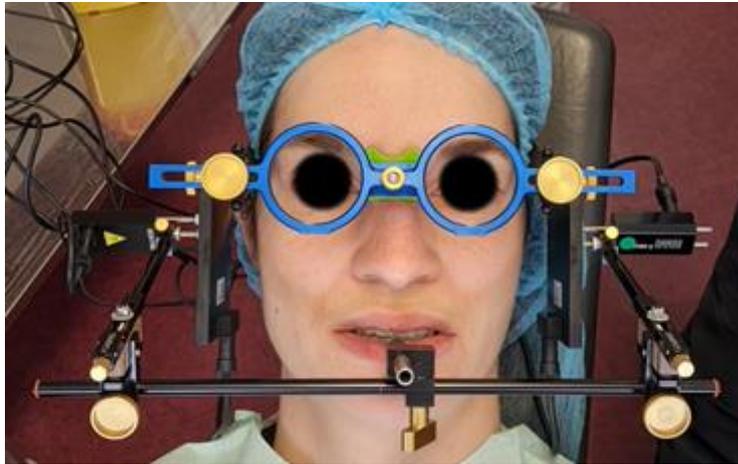


Figure 42 : arc mandibulaire mis en place avec raccordement des stylets.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21321-6-mise-en-place-de-larc-mandibulairemov/>

4.3.1.5. Branchements

Une fois le tout installé, il faut brancher les plateaux d'enregistrement et les stylets au boîtier électronique. Chaque plateau (droit et gauche) et chaque stylet (droit et gauche) à un emplacement précis sur le boîtier.

Le boîtier est ensuite relié à l'ordinateur sur lequel le logiciel CADIAX 4® est installé.

Une pédale est également branchée à l'ordinateur, elle sert à valider les demandes d'enregistrement et permet d'avoir les mains libres pour manipuler le patient.

4.3.2. Enregistrement des mouvements sur le logiciel

Une fois le matériel installé sur le patient et branché à l'ordinateur, le logiciel peut être lancé.

En premier lieu, il est nécessaire de créer la fiche patient sur le logiciel (nom, prénom, date de naissance).

Avant de passer à l'enregistrement des mouvements, il faut localiser l'axe charnière.

Pour cela, il faut se placer dans l'onglet « single axis » du logiciel, une fenêtre va s'afficher (Figure 43). Le patient est entraîné et guidé dans un mouvement d'axe charnière terminal (légère ouverture ou légère fermeture buccale). Une fois le mouvement bien compris, le praticien appuie sur la pédale et guide le patient.

Une fenêtre s'ouvre avec l'axe charnière qui est modélisé par un point blanc. La position des stylets est représentée par une croix rouge : cette croix est amenée sur le point blanc à l'aide des vis situées à l'avant et sous l'arc mandibulaire (Figure 44). Cela permet de positionner précisément les stylets en regard du centre de rotation de l'axe charnière, localisé par l'ordinateur (ainsi le mouvement de rotation est supprimé, seule la translation condylienne sera enregistrée).

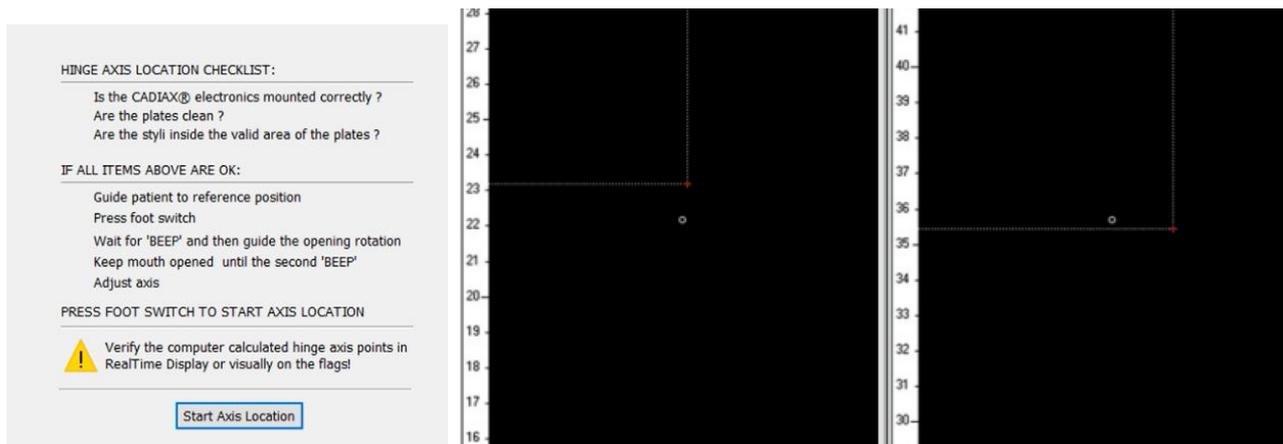


Figure 43 et Figure 44 : message de démarrage pour localiser l'axe charnière, et écran obtenu une fois l'axe charnière trouvé par l'ordinateur.

Le logiciel va ensuite demander les valeurs du système d'acquisition : ces données sont x/y/z (Figure 45). X et y sont retrouvées sur l'arc péri-crânien (à droite et à gauche) en lisant les données présentes sur la face supérieure (sur la branche latérale et sur la branche frontale), z (antérieur facebow) est toujours égale à 10 (Figure 46).

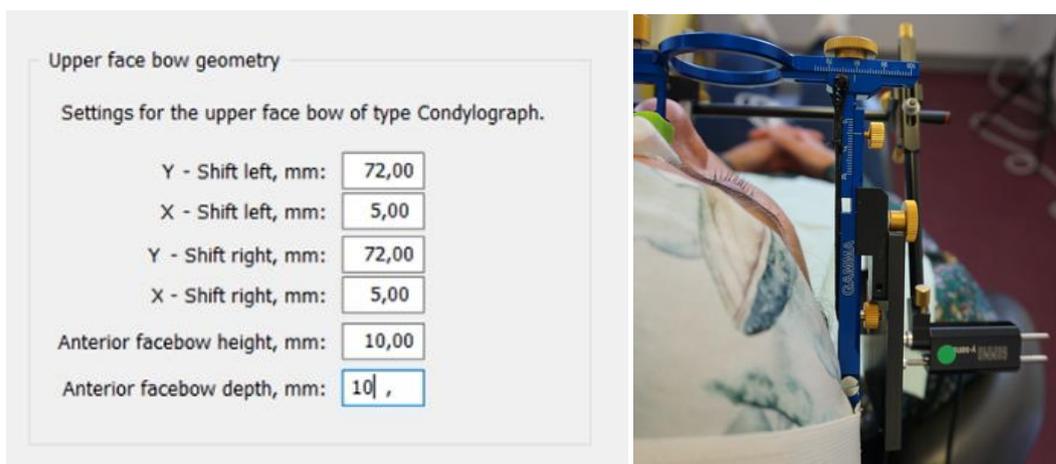


Figure 45 et Figure 46 : tableau des axes à remplir, et arc péri-crânien vue supérieure où l'on retrouve les valeurs à retranscrire.

Les mouvements peuvent être enregistrés : avant chaque enregistrement, il est nécessaire d'entraîner le patient en le guidant pour obtenir une bonne amplitude et vitesse de mouvement. Il faut également l'aider à se repositionner correctement en fin de chaque mouvement.

Chaque mouvement est reproduit au minimum 3 fois (ouverture-fermeture, diduction droite et gauche, propulsion...), c'est nécessaire pour avoir une base de données suffisante, et pour que le logiciel puisse trouver les valeurs des déterminants postérieurs de façon fiable.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21322-7-mouvements-mandibulairesmov/>

4.3.2.1 Butée antérieure

En cas de difficulté à manipuler le patient en relation centrée, il est possible de réaliser une butée occlusale antérieure. Pour cela, il faut utiliser de la résine photo-polymérisable qui est placée sur les incisives maxillaires. Elle est polie et remise en place, il faut vérifier qu'elle se maintienne correctement et qu'elle ne gêne pas les mouvements (Figure 47).

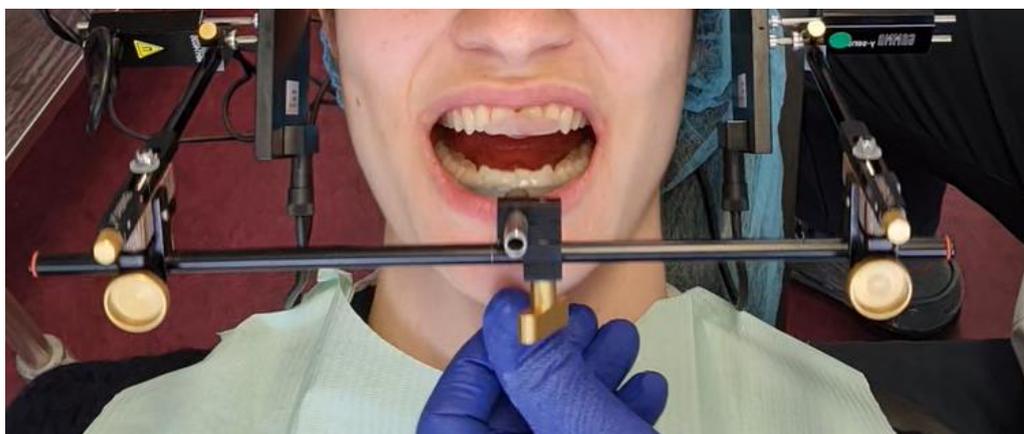


Figure 47 : manipulation avec butée antérieure en place.

Le patient peut ainsi être manipulé et guidé plus aisément en relation centrée.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21323-8-butee-anterieurmov/>

4.3.3. Dépose du système

Pour déposer le système, il faut en premier lieu retirer les stylets (droit et gauche). Puis L'arc mandibulaire peut être retiré après avoir dévisser le système d'attache au clutch.

L'arc péri-crânien est retiré en un seul bloc avec les plateaux d'enregistrements, après avoir défait les sangles péri-crâniennes.

Le clutch est retiré grâce à de légers mouvements verticaux, en faisant attention de ne pas blesser le patient. Les excès (que ce soit de plâtre ou de résine) peuvent être retirés à l'aide d'une sonde ou d'une spatule de bouche. La réalisation d'un détartrage et polissage après dépose est conseillée, pour le confort du patient.



<https://amupod.univ-amu.fr/video/21324-9-depose-mov/>

4.3.4. Manipulations possibles des tracés avec le logiciel

Une fois tous les mouvements souhaités enregistrés, il est possible de procéder à de multiples manipulations avec les tracés. Les courbes représentent les tracés sagittaux et horizontaux des mouvements.

→ Les tracés peuvent être superposés (tous, ou seulement une sélection), les vitesses peuvent être modifiées (vitesse réelle, accélérée ou ralentie) ...

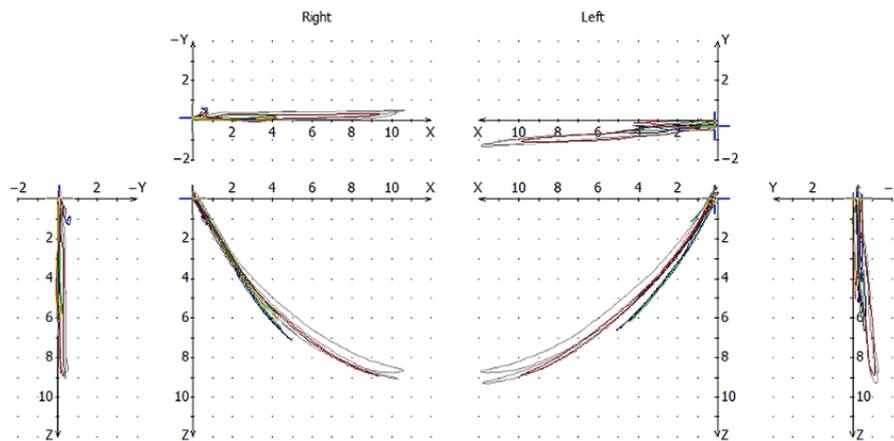


Figure 48 : superposition des tracés de tous les mouvements enregistrés. Les tracés sur le cadran supérieur sont les tracés horizontaux, et ceux sur le cadran inférieur les tracés sagittaux. Les tracés situés à droite et à gauche sont dans le plan frontal.

→ Le logiciel calcule également directement les valeurs nécessaires à la programmation des articulateurs. Il faut sélectionner l'articulateur souhaité et le logiciel donnera les ailettes à utiliser pour le patient.

CADIAX® Curves

	Protrusion		Mediotrusion right		Mediotrusion left	
	SCI right	SCI left	S C I	T C I	S C I	T C I
1st	51,8°	57,9°	52,7°	5,6°	49,8°	-17,9°
2nd	55,2°	59,2°	56,0°	2,5°	55,5°	-10,7°
3rd	56,8°	59,3°	57,3°	1,4°	55,0°	-7,9°
4th	57,2°	58,4°	57,5°	0,5°	54,1°	-6,2°
5th	57,5°	57,0°	57,3°	0,0°	53,1°	-5,4°
6th	57,2°	56,0°	56,4°	0,2°	51,9°	-4,9°
8th						
10th						
14th						
	Retrusion					
-1.						
-2.						

Sagittal Condylar Guidance SAM®

Fossa	Right			Left		
	3rd mm	5th mm	10th mm	3rd mm	5th mm	10th mm
Fossa 1	●51°	●52°		●54°	●54°	
Fossa 2	45°	48°		48°	49°	
Fossa 3	31°	36°		34°	37°	

Transversal Condylar Guidance SAM®

	Right			Left		
	3rd mm	5th mm	10th mm	3rd mm	5th mm	10th mm
WHITE	●3°	●2°	●0°	●0°	●0°	●0°
GREEN	0°	0°	0°	0°	0°	0°
BLUE	0°	0°	0°	0°	0°	0°
RED	0°	0°	0°	0°	0°	0°

Figure 49 : exemple de tableau obtenu pour donner les valeurs de programmation d'un articulateur, ici pour le SAM. Les valeurs les plus sûres sont notées en gras.

→ Il est également possible de relocaliser l'origine des tracés sur l'origine du diagramme. Cela permet d'avoir des données comparables pour la recherche par exemple.

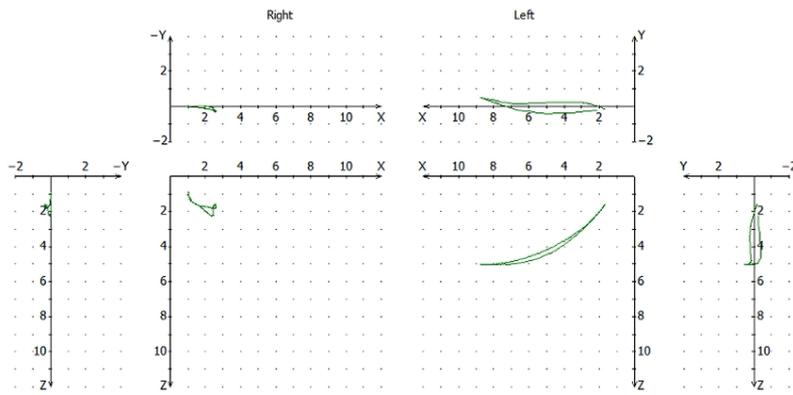


Figure 50 : enregistrement avec un axe charnière mal localisé. Les courbes ne sont pas sur l'origine du repère.

→ Le logiciel fournit également une animation 3D de la mandibule.

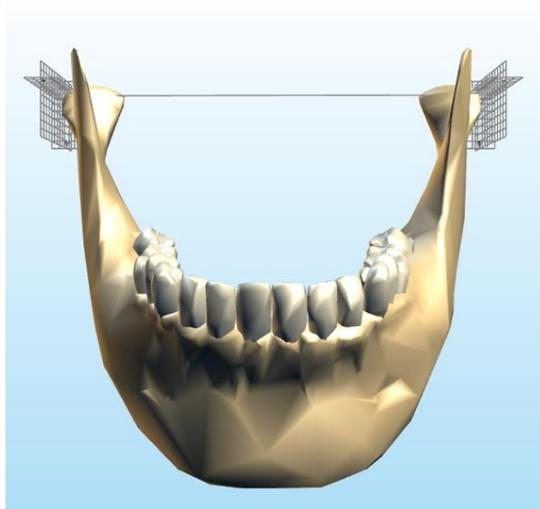


Figure 51 : visualisation 3D des mouvements de la mandibule avec le logiciel.

Dans le cadre de la thèse, nous avons réalisé plusieurs examens condylographiques sur différents patients. Plusieurs patients étaient asymptomatiques et un patient était symptomatique.

5. Cas cliniques

5.1. Sujet sain (grade 0)

Chez les sujets asymptotiques, les tracés obtenus correspondent au grade 0 de la classification de Giraudeau *et al.* Les courbes sont amples, curvilignes (à concavité supérieure), sans ressaut et avec une bonne superposition en aller-retour (51). Les patients ne présentaient donc pas de DDC asymptotiques.

Ci-après les tracés obtenus pour l'un des patients examinés :

- ouverture/fermeture

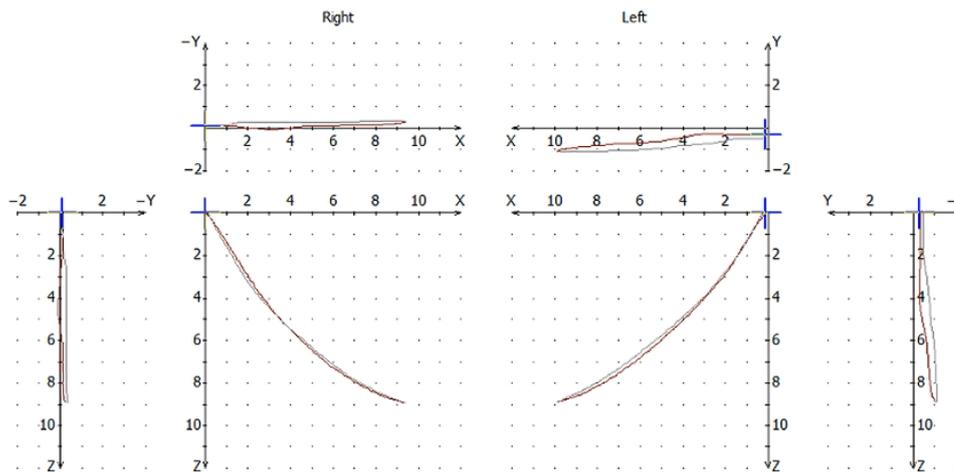


Figure 52 : tracés d'ouverture/fermeture chez un sujet sain (grade 0).

- diductions

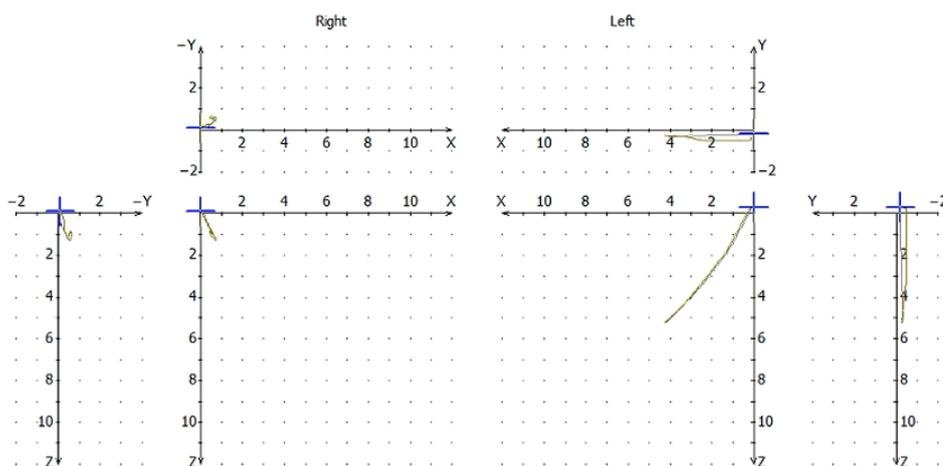


Figure 53 : tracés de diduction chez un sujet sain.

- propulsion

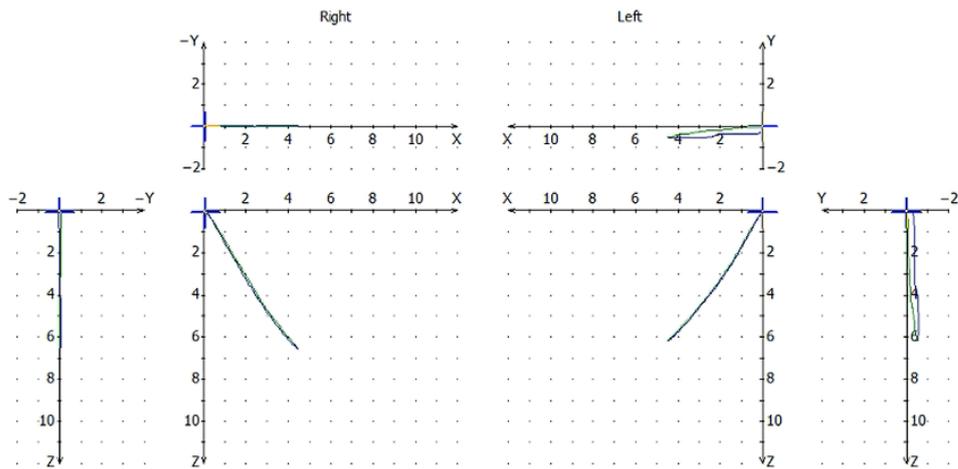


Figure 54 : tracés de propulsion chez un sujet sain (grade 0).

5.2. Sujet avec spasmes musculaires

Sur le patient symptomatique, les tracés obtenus ne ressemblent à rien de décrit dans la classification de Giraudeau *et al* (13). Il s'avère que l'indication de la condylographie a été mal posée : il ne s'agissait pas de troubles articulaires, mais de troubles musculaires. Le patient présentait des contractures musculaires importantes, qui ont faussé l'enregistrement des tracés. Le patient rencontrait également des difficultés à revenir en RC.

Les tracés ont présenté de nombreux ressauts, avec des limitations d'amplitude importantes en ouverture, en forme de boucle. Les propulsions présentent des tracés normaux (avec une légère limitation d'amplitude). Il s'agit de spasmes des masséters (52):

- ouverture/fermeture

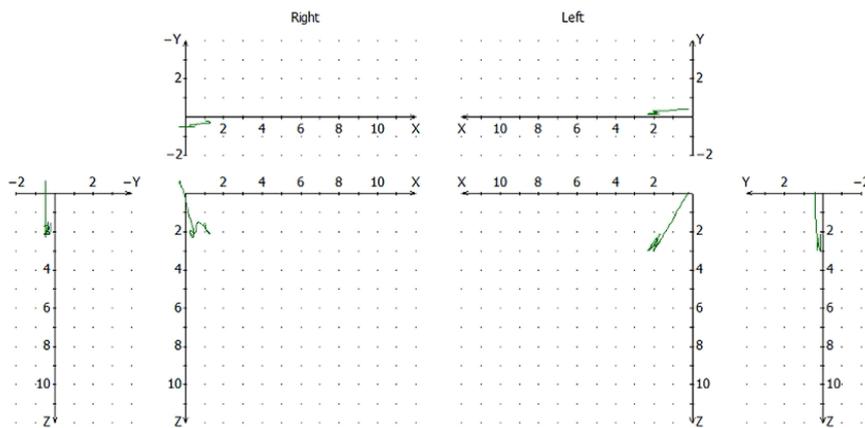


Figure 55 : tracés d'ouverture/fermeture chez un sujet avec spasmes des masséters.

- diductions

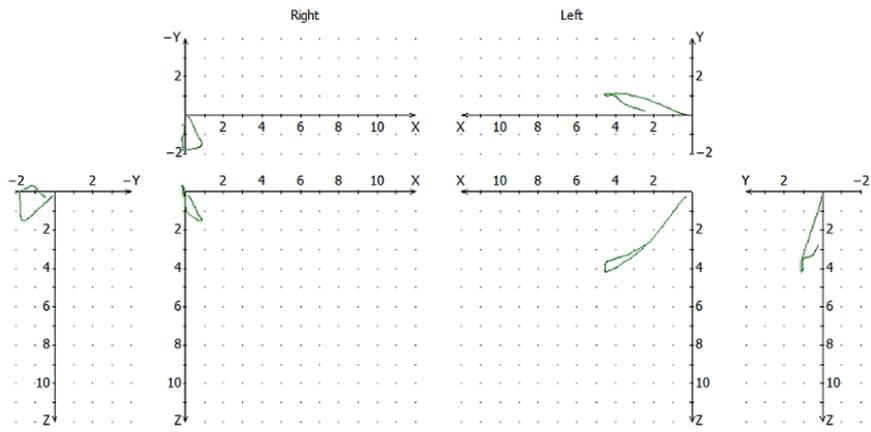


Figure 56 : tracés de diduction chez un sujet avec spasmes des masséters.

- propulsion

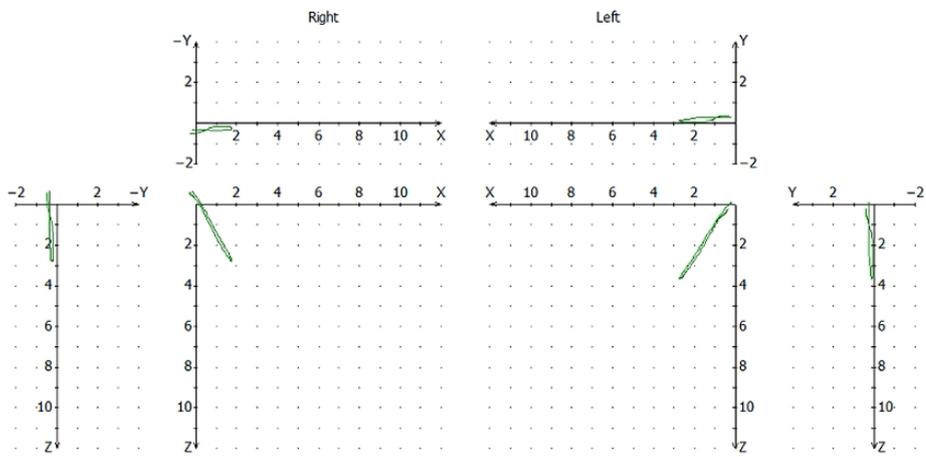


Figure 57 : tracés de propulsion chez un sujet avec spasmes des masséters.

CONCLUSION

La complexité des DTM articulaires, du fait de leurs formes cliniques plus ou moins symptomatiques, justifie l'utilisation d'examens complémentaires pour les cas les plus complexes.

Parmi les examens complémentaires possibles, la condylographie électronique s'avère fiable et reproductible. De nombreuses études le démontrent, aussi bien quant à son intérêt dans le diagnostic des DTM articulaires que dans leurs prises en charge.

Cet examen est souvent négligé par les praticiens, qui peuvent penser qu'il s'agit d'un outil de spécialistes en occlusodontologie, et qui le voient comme complexe à mettre en œuvre, et chronophage.

Nous espérons qu'avec ce travail, la condylographie électronique sera abordée plus sereinement par les praticiens, et leur permettra de se lancer dans le diagnostic des DTM articulaires.

Cependant, cette technologie évolue rapidement, et de nombreuses recherches et avancées sont faites en matière d'enregistrement de la cinématique mandibulaire, toujours dans le but d'avoir des enregistrements plus précis, ainsi que de faciliter les démarches et le transfert d'informations entre le praticien et le prothésiste dentaire.

Parmi ces nouvelles technologies, le Mod-jaw[®] représente une grande avancée dans le domaine (cf sous partie 3.5. Mod-Jaw[®]). L'enregistrement des mouvements mandibulaires peut se faire en 4D de façon précise. Son utilisation est rapportée par les utilisateurs comme ludique et intuitive, ce qui le rend attractif. De plus, ses nombreuses fonctionnalités permettent des transferts d'informations toujours plus complètes avec les prothésistes, des manipulations et simulations de positions thérapeutiques sont possibles, et le logiciel permet d'être un excellent apport pour la compréhension et la formation des praticiens en occlusodontologie. Cet outil est amené progressivement dans la formation initiale des praticiens, certaines facultés d'odontologie en sont déjà équipées (Nice, Montpellier, Lyon...) (44,48). Le Mod-jaw[®] sera certainement un outil qui améliorera la prise en charge des patients en occlusodontologie, notamment par les étudiants et jeunes praticiens.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 (4) : anatomie de l'ATM en vue mésiale.....	2
Figure 2 (4) : ligaments de l'ATM en vue mésiale	3
Figure 3 et Figure 4 (5) : vues latérales de l'ATM.....	3
Figure 5 (7) : vue latérale du crâne.....	4
Figure 6 (7) : vue postérieure	5
Figure 7 (7) : vue latérale.....	5
Figure 8 : vue frontale des muscles abaisseurs de la mandibule supra et sous hyoïdiens.	6
Figure 9 : diagramme de Posselt : enveloppe limite de mouvements.....	7
Figure 10 (9) : classification SP-MA des DTM.	7
Figure 11 : classification en grades des DTM.	8
Figure 12 : tracés condylographiques grade 0 en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.	8
Figure 13 : tracés condylographiques grade I en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal..	9
Figure 14 : tracés condylographiques grade II en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.	10
Figure 15 : tracés condylographiques grade IIa en ouverture, dans le plan sagittal.	10
Figure 16 : tracés condylographiques grade IIIb en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.....	11
Figure 17 : tracés condylographiques grade IIIc en ouverture, dans le plan sagittal. On observe le peu de translation additionnelle entre la propulsion et l'ouverture.	12
Figure 18 : tracés condylographiques grade IV en ouverture. A : plan horizontal et B : plan sagittal.	12
Figure 19 et Figure 20 (14) : condylographie mécanique Quick Axis® et visualisation des tracés (ici mouvement d'ouverture en bleu et de propulsion/rétropulsion en rouge).	13
Figure 21 : condylographie électronique CADIAX®.	14
Figure 22 et Figure 23 : système OKAS-3D® avec ses connexions, et les clutchs maxillaire et mandibulaire.....	17
Figure 24 et Figure 25 : dispositif K7® positionné sur le patient et interface du logiciel.	18
Figure 26 et Figure 27 : dispositif JMA® positionné sur le patient, et interface du logiciel.	19
Figure 28 et Figure 29 : dispositif SICAT® fonction positionné sur le patient et interface du logiciel.	19
Figure 30 et Figure 31 : dispositif Mod-Jaw® positionné sur la patiente et caméra avec écran interactif.	20
Figure 32 : interface du logiciel.	20
Figure 33 : matériel de condylographie	22
Figure 34 : arc péri-crânien mis en place, avec les plateaux para-sagittaux.....	24
Figure 35 : matériel pour réaliser un clutch para-occlusal.....	25
Figure 36 : mise en place du clutch avec la plaque de cire.	25
Figure 37 : clutch para-occlusal avant fixation.....	26
Figure 38 : clutch para-occlusal mis en place.....	26
Figure 39 : matériel pour clutch occlusal	27
Figure 40 : clutch occlusal préparé avec de la cire molle sur les faces occlusale et dans la zone médiane.	27
Figure 41 : clutch occlusal mis en place.	28
Figure 42 : arc mandibulaire mis en place avec raccordement des stylets.	29
Figure 43 et Figure 44 : message de démarrage pour localiser l'axe charnière, et écran obtenu une fois l'axe charnière trouvé par l'ordinateur.	30

Figure 45 et Figure 46 : tableau des axes à remplir, et arc péri-crânien vue supérieure où l'on retrouve les valeurs à retranscrire.	30
Figure 47 : manipulation avec butée antérieure en place.	31
Figure 48 : superposition des tracés de tous les mouvements enregistrés.	33
Figure 49 : exemple de tableau obtenu pour donner les valeurs de programmation d'un articulateur, ici pour le SAM. Les valeurs les plus sûres sont notées en gras.	33
Figure 50 : enregistrement avec un axe charnière mal localisé. Les courbes ne sont pas sur l'origine du repère.	34
Figure 51 : visualisation 3D des mouvements de la mandibule avec le logiciel.	34
Figure 52 : tracés d'ouverture/fermeture chez un sujet sain (grade 0).....	35
Figure 53 : tracés de diduction chez un sujet sain.	35
Figure 54 : tracés de propulsion chez un sujet sain (grade 0).....	36
Figure 55 : tracés d'ouverture/fermeture chez un sujet avec spasmes des masséters.....	36
Figure 56 : tracés de diduction chez un sujet avec spasmes des masséters.....	37
Figure 57 : tracés de propulsion chez un sujet avec spasmes des masséters.....	37

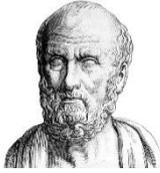
BIBLIOGRAPHIE

1. Okeson J. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 8th ed. Elsevier Limited; 2020. 512 p.
2. de Leeuw R. Internal Derangements of the Temporomandibular Joint. Oral Maxillofac Surg Clin N Am. mai 2008;20(2):159-68.
3. Valesan L, et al. Prevalence of temporomandibular joint disorders: a systematic review and meta-analysis. Clin Oral Invest. 2021;25:441-53.
4. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network* and Orofacial Pain Special Interest Group†. J Oral Facial Pain Headache. janv 2014;28(1):6-27.
5. Gaudy J français. Articulation temporo-mandibulaire. In: Anatomie clinique. CdP. 2007. p. 176-84.
6. Orthlieb JD, Brocard D, Schittly J, Maniere-Ezvan A. Anatomie, implications cliniques. In: Occlusodontie pratique. CdP. 2001. p. 3-8. (JPIO).
7. Bonfils P, Chevallier JM. Anatomie ORL. 4e éd. Paris: Lavoisier médecine sciences; 2017.
8. Os et articulations - Mémofiches Anatomie Netter - Tête et cou - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 9 mars 2022]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.sid2nomade-1.grenet.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294758683000018#hl0000531>
9. Baker EW, Bourjat P, Voll M, Wesker K. Anatomie tête et cou en odontostomatologie. Paris: Médecine sciences publications-[Lavoisier]; 2011.
10. Muscles - Mémofiches Anatomie Netter - Tête et cou - ClinicalKey Student [Internet]. [cité 8 mars 2022]. Disponible sur: <https://www-clinicalkey-com.sid2nomade-1.grenet.fr/student/content/book/3-s2.0-B978229475868300002X>
11. Orthlieb JD, Mantout B. Cinématique mandibulaire. In EMC; 1997.
12. Orthlieb JD, Manière-Ezvan A, Giraudeau A, Ré JP. Dysfonctionnements temporomandibulaires: comprendre, identifier, traiter. Paris: Espace ID; 2017. (Médecine buccale).
13. Giraudeau A, Orthlieb JD, Mantout B, Laplanche O, Cheynet F, Chossegros C, et al. Dérangements intracapsulaires de l'articulation temporo-mandibulaire. Cah Prothèse. juin 2001.
14. Giraudeau A, Jeany M, Ehrmann E, Déjou J, Ouni I, Orthlieb JD. Disc displacement without reduction: a retrospective study of a clinical diagnostic sign. CRANIO®. 4 mars 2017;35(2):86-93.
15. Laplanche O, Pedeutour P, Giraudeau A, Serre D. Condylographie électronique. Cah Prothèse. sept 2002.

16. Orthlieb JD, Brocard D, Schittly J, Maniere-Ezvan A, Giraudeau A, Laplanche O. Enregistrement des déplacements condyliens. In: Occlusodontie pratique. CdP. 2001. p. 117-28. (JPIO).
17. Buduru S, Balhuc S, Ciomasu A, Kui A, Ciobanu C, Almasan O, et al. Temporomandibular dysfunction diagnosis by means of computerized axiography. Med Pharm Rep. oct 2020;93(4):416-21.
18. Botos AM, Mesaros AS, Zimbran AI. The contribution of computerized axiography to the functional evaluation of the temporomandibular joint: a case report. Med Pharm Rep. 31 juill 2016;89(3):438-42.
19. Gsellmann B, Schmid-schwap, Piehslinger, Slavicek. Lengths of condylar pathways measured with computerized axiography (CADIAX[®]) and occlusal index in patients and volunteers. J Oral Rehabil. févr 1998;25(2):146-52.
20. Sonja K, Josip P, Tomislav B, Niksa D. Registration and measurement of opening and closing jaw movements and rotational mandibular capacity by using the method of electronic axiography. Coll Antropol. 2003;27(2):51-9.
21. Kucukkeles N, Ozkan H, Ari-Demirkaya A, Cilingirturk AM. Compatibility of mechanical and computerized axiographs: A pilot study. J Prosthet Dent. 1 août 2005;94(2):190-4.
22. Zenati L, Mehdi MA. Axiographic Plots: Interpretation and Diagnostic Interest. Arch Dent. 2019;1(1).
23. Larger C. La dynamique mandibulaire fonctionnelle: état des lieux et apport du numérique [Thèse]. Université Toulouse III-Paul Sabatier; 2014.
24. Schierz O, Wagner P, Rauch A, Reissmann DR. Impact of mounting methods in computerized axiography on assessment of condylar inclination. CRANIO[®]. 2 janv 2019;37(1):60-7.
25. Schierz O, Klinger N, Schön G, Reissmann DR. The reliability of computerized condylar path angle assessment. Int J Comput Dent. 2014;17(1):35-51.
26. Ghodsi S, Ahangari A, Torabi K, Pour SR. Evaluation of the Cadiax Compact[®] II accuracy in recording preadjusted condylar inclinations on fully adjustable articulator. J Contemp Dent Pract. 2012;13(4):00-00.
27. Langlade M, Ouhioun JL. L'analyse axiographique. In: Optimisation clinique des troubles temporo-mandibulaires. Parresia. 2021. p. 156-9. (Guide clinique pratique).
28. Mantout B, Giraudeau A, Perez C, Ré JP, Orthlieb JD. Technical validation of a computerized condylographic system. Int J Stomatol Occlusion Med. 1 déc 2008;1(1):45-50.
29. Celar AG, Tamaki K. Accuracy of recording horizontal condylar inclination and Bennett angle with the Cadiax compact[®]. J Oral Rehabil. nov 2002;29(11):1076-81.
30. Chang WSW, Romberg E, Driscoll CF, Tabacco MJ. An in vitro evaluation of the reliability and validity of an electronic pantograph by testing with five different articulators. J Prosthet Dent. 1 juill 2004;92(1):83-9.

31. Bias F, Kordass B. Comparative examination of the localization of the terminal hinge axis. *J Craniomandib Funct.* 2009;1:193-213.
32. Huddleston Slater J, Lobbezoo F, Chen Y, Naeije M. A comparative study between clinical and instrumental methods for the recognition of internal derangements with a clicking sound on condylar movement. *J Orofac Pain.* 2004;18(2):138-47.
33. Bernhardt O, Schwahn B, Meyer G. Craniomandibular disorders — comparative investigations with clinical examination and electronic axiography. *Ann Anat - Anat Anz.* 1 janv 1999;181(1):51-3.
34. Koeppel T. Analyse cinématique de l'appareil manducateur humain: constitution d'une base de données de sujets asymptomatiques et comparaison avec sujets à dysfonction [Thèse]. Université de Lorraine; 2017.
35. Naeije M, Van der Weijden JJ, Megens CCEJ. OKAS-3D: optoelectronic jaw movement recording system with six degrees of freedom. *Med Biol Eng Comput.* 1 sept 1995;33(5):683-8.
36. Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CCEJ, Naeije M. Movements of the Mandibular Condyle Kinematic Center during Jaw Opening and Closing. *J Dent Res.* févr 1997;76(2):714-9.
37. Bapelle M. Les déterminants postérieurs de la cinématique mandibulaire : revue de littérature et analyse d'enregistrements Modjaw®. [Nice]: Université Côte d'Azur; 2020.
38. K7x EVALUATION SYSTEM [Internet]. Myotronics. [cité 8 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.myotronics.com/k7x>
39. zebris Medical GmbH: JMA-The new dimension of jaw registration [Internet]. [cité 1 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.zebris.de/en/welcome-to-the-world-of-functional-digital-dentistry/welcome-to-the-world-of-functional-digital-dentistry>
40. Özdemir G, Albayrak B, Yüzbaşıoğlu E, Ölçer Us Y. Virtual Articulators, Virtual Occlusal Records and Virtual Patients in Dentistry. *J Exp Clin Med.* 19 mai 2021;38(SI-2):129-35.
41. Kordaß B, Behrendt C, Ruge S. Computerized occlusal analysis - innovative approaches for a practice-oriented procedure. *J Comput Dent.* 2020;23(4):363-75.
42. Kordass B. Analysis of the Variability of Occlusal Function Patterns in Masticatory Movement—Use of the GEMAS Software Analyse der Variabilität okklusaler Funktionsmuster. *Int J Comput Dent.* 2006;9:143-52.
43. OPTIMOTION – SICAT [Internet]. [cité 8 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.sicat.com/products/functional-dentistry/optimotion/>
44. Bonnet N. Le système Modjaw® un nouvel outil au service de la pédagogie en occlusodontologie pour comprendre les fonctions occlusales. [Nice]: Université Côte d'Azur; 2020.
45. Duminil G. L'occlusion : aspect clinique. Contrôle de l'occlusion avec de nouvelles technologies. *Rev odont stomat.* 2017;(46):197-210.

46. de Paz D, Moreno C, Morejón B, Ponce M, Varela S, Ramiro GP. El uso de un dispositivo 4D de registro de dinámica mandibular en la elaboración de una férula de desprogramación: A propósito de un caso. *Gac Dent Ind Prof.* 2020;(329):26-40.
47. Rodríguez-Manzaneque MPS, Navarro AF, Conejo BM, Prat PS. Predictibilidad de tratamientos estéticos y funcionales con flujos de trabajo digitales. *Gac Dent Ind Prof.* 2021;(334):32-47.
48. Dubromez J, Bonnet N, Tillier Y, Ehrmann E. Nouveaux formats pédagogiques en occlusodontologie grâce à l'outil Modjaw®. ID. 27 mai 2020;21:66-70.
49. Alsawaf MM, Garlapo DA. Influence of tooth contact on the path of condylar movements. *J Prosthet Dent.* 1992;67(3):394-400.
50. Han B jie, Kang H, Liu L kui, Yi X zhu, Li X qing. Comparisons of Condylar Movements with the Functional Occlusal Clutch and Tray Clutch Recording Methods in CADIAX® system. *Int J Oral Sci.* déc 2010;2(4):208-14.
51. Laplanche O, Ehrmann E, Pedeutour P, Duminil G. Classification diagnostique clinique des DAM (Dysfonctionnements de l'Appareil Manducateur). *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* 2012;46(1):9-32.
52. Gola R, Chossegros C, Orthlieb JD, Papy JJ, Rey M, Cheynet F. Syndrome algo-dysfonctionnel de l'appareil manducateur, SADAM ou dysfonctions de l'appareil manducateur, DAM. 2e éd. Paris Milan Barcelone: Masson; 1995.



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

BISOGNO Pauline – La condylographie électronique : de la théorie à la pratique.

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix –Marseille Université : 2022

Rubrique de classement : Occlusodontologie

Résumé :

La condylographie électronique est un examen complémentaire utilisé pour le diagnostic des dysfonctionnements temporo-mandibulaires articulaires (DTM). En effet, ces DTM classés en différents grades peuvent être difficiles à mettre en évidence ou à différencier lors de l'examen clinique. La condylographie représente une aide importante au diagnostic, et la méthode d'acquisition est souvent appréhendée par les praticiens. Le but de ce travail est de fournir un protocole d'utilisation de la condylographie électronique (CADIAX® de chez GAMMA) via un support pédagogique : des vidéos explicatives étape par étape.

Mots clés : Condylographie électronique / Dysfonctionnement temporo-mandibulaire / Cinématique mandibulaire / Axiographie.

BISOGNO Pauline – Electronic condylography : from theory to practice.

Abstract:

Electronic condylography is a complementary examination used for the diagnosis of temporomandibular joint dysfunction (TMD). Indeed these TMD classified in different grades can be difficult to highlight or to differentiate during the clinical examination. Condylography is an important support to diagnosis, and the acquisition method is often apprehended by practitioners. The purpose of this work is to provide a protocol for using electronic condylography (CADIAX® from GAMMA) via educational support: step-by-step explanatory videos.

Key words: Electronic condylography / Temporomandibular joint dysfunction / Mandibular kinematic / Axiography.