

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N°75

THESE

Présentée pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire

Le 4 Décembre 2019

Par

Guillaume KNITTEL

Né le 30 Octobre 1993 à Strasbourg

COMPARAISON DE DEUX METHODES D'AUGMENTATION DE LA DIMENSION
VERTICALE D'OCCLUSION :
JIG VERSUS TIGE INCISIVE

Président : Pr Béatrice WALTER

Assesseurs : Dr Olivier ETIENNE

Dr Damien OFFNER

Dr Xavier VAN BELLINGHEN

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Béatrice WALTER, qui a accepté de présider ce jury. Merci pour votre constante bienveillance : malgré les nombreuses difficultés inhérentes à la direction du service de prothèse, vous avez toujours su être indulgente et constructive.

A Monsieur le Docteur Olivier ETIENNE, qui a accepté de diriger ce travail de thèse et bien plus encore. Merci de m'avoir ouvert la porte de votre cabinet pour mon stage actif, merci d'avoir partagé vos astuces cliniques avec moi, merci pour votre incroyable niveau d'exigence, tant avec vous-même qu'avec les gens que vous côtoyez. En bref : merci à mon mentor.

A Monsieur le Docteur OFFNER, qui a accepté de faire partie d'un jury de thèse sur un sujet hors de sa zone de prédilection. Merci de m'avoir encadré comme vous l'avez fait au CASU, sachant habilement combiner travail sérieux et bonne ambiance.

A Monsieur le Docteur VAN BELLINGHEN, qui a accepté d'être le référent pour la section occlusodontie de ce travail. Merci de nous avoir fait profiter de votre double expérience en dentisterie et kinésithérapie, et merci d'être toujours aussi sympathique et didactique lors des échanges avec vos étudiants.

A Madame le Docteur Elise PILAVYAN, qui a accepté de me faire l'honneur d'être ma marraine de thèse. Merci pour toutes vos démonstrations, conseils, instructions, pour votre exigence clinique et pour votre professionnalisme. Vous m'avez accompagné durant toute ma formation à la discipline prothétique et m'avez soutenu en toute circonstance. Merci à ma marraine.

A Armelle LEROUX, avec qui j'ai partagé énormément de moments, bons comme moins bons ces six dernières années. Merci d'être une amie si fidèle, dont la douceur et la gentillesse n'ont pas d'égal dans notre petit groupe. Merci d'être toujours présente pour moi.

A Antoine FAVEZ, avec qui j'ai aussi partagé énormément de moments, sérieux comme moins sérieux, disons. Merci d'être tout autant un ami à l'écoute qu'un compagnon festif, tes conseils avisés et ta clairvoyance m'ont servi plus d'une fois.

A Pierre RENKES, avec qui j'ai l'impression d'avoir grandi (plus que lui d'ailleurs). Merci pour ta bienveillance et ta franchise, tu fais pour moi partie de ces personnes que je considère comme fondamentalement bonnes, je suis très heureux que tu fasses partie de ma vie.

A Alexandre PRAUD et François REBERT, mes meilleurs amis d'enfance, piliers inébranlables, présences nécessaires, merci de représenter la stabilité dans un monde qui change.

A ma mère, que dire ? Quelques mots semblent bien peu pour te dire à quel point tu comptes pour moi. Si j'en suis là aujourd'hui, c'est principalement grâce à toi. Merci pour ton soutien sans faille, je t'aime.

A mon père, qui m'a permis de forger l'homme que je suis. Merci de m'avoir inculqué toutes les valeurs que notre famille porte, et merci d'avoir toujours fait passer notre famille avant tout.

A Camille, Julien et Antoine, mes frères et sœur. Merci pour toutes les aventures que nous avons vécues ensemble et qui nous ont fait grandir jusqu'ici. Je ferai tout ce qu'il faut pour qu'elles continuent jusqu'au bout du chemin parce que je n'imagine pas une vie sans vous trois.

A Grace, avec qui je partage ma vie depuis plusieurs années maintenant. Tu es le soleil de mon cœur, tu fais de moi une meilleure personne et chaque jour avec toi ne fait que confirmer ces deux choses. Merci pour tout, sans toi je n'irais pas loin.

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2019

N°75

THESE

Présentée pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire

Le 4 Décembre 2019

Par

Guillaume KNITTEL

Né le 30 Octobre 1993 à Strasbourg

COMPARAISON DE DEUX METHODES D'AUGMENTATION DE LA DIMENSION
VERTICALE D'OCCLUSION :
JIG VERSUS TIGE INCISIVE

Président : Pr Béatrice WALTER

Assesseurs : Dr Olivier ETIENNE

Dr Damien OFFNER

Dr Xavier VAN BELLINGHEN

SOMMAIRE

Introduction.....	9
Chapitre I : Fonction occlusale	10
1. Occlusion statique	12
1.1. Position des dents	12
1.1.1. Dans le sens mésio-distal :.....	12
1.1.2. Dans le sens vestibulo-lingual et vestibulo-palatin	14
1.1.3. Dans le sens vertical.....	15
1.2. Occlusion en Relation Centrée (ORC)	16
1.3. Occlusion en Intercuspidie Maximale (OIM).....	17
2. Occlusion dynamique	18
2.1. Généralités.....	18
2.2. Fonction de guidage.....	20
2.3. Fonction de calage	21
2.4. Fonction de centrage.....	21
2.5. Cinétique masticatoire.....	22
2.5.1. Cinétique masticatoire molaire :.....	22
2.5.2. Cinétique incisivo-canine :.....	24
2.6. Types d'occlusion.....	26
2.7. Réalité clinique.....	27
Chapitre II : La dimension verticale	28
1. Dimension verticale d'occlusion.....	29
2. Dimension verticale de repos.....	31
3. Evaluation de la DVO chez le patient édenté.....	32
4. Perturbation de la DVO chez le sujet denté	34
4.1 Usure dentaire.....	35
4.1.1. L'usure abrasive / attritive	35
4.1.2. L'usure adhésive.....	36
4.1.3. L'usure de fatigue / abfraction.....	37
4.1.4. L'usure corrosive / érosive	38
4.2. Egression compensatoire.....	38

4.3 Proglissement mandibulaire	39
5. Dysfonctions temporo-mandibulaires (DTM).....	40
5.1. Généralités.....	40
5.2. Corrélations entre DTM, Occlusion et DVO.....	42
6. Augmentation de la DVO	45
6.1. Pré-requis prothétiques	45
6.2. Bénéfices prothétiques.....	46
6.3. Adaptation prothétique	47
Chapitre III : Protocole d'étude	49
1. Introduction	50
2. Matériel et méthode	52
2.1 Population et opérateur	52
2.2 Matériel	53
2.2.1. Matériel non spécifique.....	53
2.2.2. Articulateur Artex CPR.....	53
2.2.3. Aquasil bite (Dentsply).....	54
2.2.4. Occlusense	55
2.3. Méthode	56
2. Résultats.....	73
3. Discussion	79
4. Conclusions	84
Iconographie.....	86
Bibliographie.....	89

Introduction

Ce travail de thèse traduit d'une part l'intérêt majeur que je porte à la discipline prothétique, en particulier lorsqu'elle concerne des reconstructions étendues (fixes ou amovibles). D'autre part, le flou, qui, à notre époque, caractérise encore la notion de dimension verticale d'occlusion (DVO). Ainsi, les discussions entre confrères sur ce thème font ressortir l'absence de consensus quant à l'approche clinique idéale lorsqu'il s'agit de modifier ou de restaurer une DVO. Elles traduisent souvent des approches prudentes, basées sur une expérience clinique empirique plus que sur des preuves scientifiques solides fournies par la littérature.

C'est ainsi que nous avons entrepris un travail de recherche clinique tentant de dissiper une petite partie de la « brume » qui obscurcit la notion de DVO.

Dans une première partie, une revue de littérature synthétise brièvement les données actuelles de la science en occlusodontie et plus particulièrement sur la DVO.

L'apport scientifique spécifique de mon travail est représenté par une étude clinique portant sur vingt sujets non pathologiques, et visant à observer l'impact de l'augmentation de la DVO sur les rapports occlusaux. Plus précisément, notre objectif est de voir si la mandibule, via l'articulation temporo-mandibulaire, réalise plutôt une roto-translation au début de cette ouverture, et non pas une rotation pure telle que décrite dans la littérature.

Ceci représente une notion biomécanique importante, qu'il serait intéressant de prouver scientifiquement puisqu'elle changerait l'approche clinique des praticiens lorsqu'ils décident de modifier la DVO de leurs patients dentés. En particulier, les méthodes s'appuyant sur une augmentation simple de la tige incisive de l'articulateur (et donc une rotation pure), devraient alors être abandonnées, au profit d'un réel enregistrement inter-maxillaire en position surélevée.

Chapitre I : Fonction occlusale

La fonction occlusale peut se définir comme l'affrontement dentaire du maxillaire et de la mandibule. Elle est la pierre angulaire de tout l'appareil manducateur (aussi appelé appareil stomatognathique) compte tenu du vaste panel d'actions qu'elle va rendre possibles :

- alimentation : succion, préhension, mastication, déglutition ;
- interaction sociale : mimique, phonation, bâillement, gestion émotionnelle (serrement) ;
- respiration.

L'occlusion peut être décomposée en trois fonctions occlusales : le « calage », le « centrage » et le « guidage » (1).

Le calage permet de stabiliser de façon durable les deux arcades entre elles et est objectivée par sa position de référence qui est l'Occlusion d'Intercuspidie Maximale (OIM).

Le centrage permet d'atteindre une position de moindre contrainte articulaire et musculaire, ainsi qu'une position supposée indépendante des dents : c'est l'Occlusion en Relation Centrée (ORC).

Le guidage permet, quant à lui, d'effectuer tous les mouvements nécessaires aux fonctions manducatrices de manière simple et ergonomique. Le guidage n'est pas caractérisé par une position de référence étant donné son aspect dynamique.

Il apparaît alors cohérent dans la suite de ce développement de distinguer l'occlusion statique (ORC et OIM) d'une part, de l'occlusion dynamique (cinétique) d'autre part.

1. Occlusion statique

1.1. Position des dents

La position des dents sur l'arcade est déterminée par un ensemble d'impératifs mécaniques qui assure sa stabilité. Des mécanismes intra- mais aussi inter-arcades entrent en compétition dans cette organisation que la nature a perfectionné au fil de l'évolution.

Pour commencer, l'inclinaison des dents dans les trois sens de l'espace est définie par des rapports spécifiques.

1.1.1. Dans le sens mésio-distal :

La courbe de Spee (2) représente la courbe anatomique à concavité supérieure établie suite à l'alignement occlusal des dents dans le plan sagittal, en commençant par la pointe cuspidienne de la canine mandibulaire jusqu'aux pointes cuspidiennes vestibulaires des molaires en passant par les pointes cuspidiennes des prémolaires (Fig.2).

Cette courbe se met en place pour atteindre un équilibre biomécanique : appliquer des forces occlusales fortes et effectives tout en restant efficace et ergonomique sur le plan musculo-articulaire.

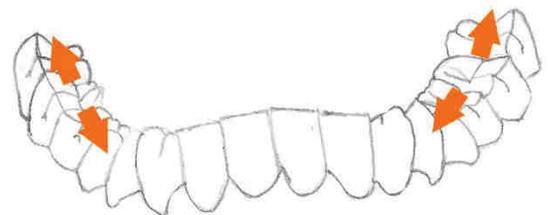


Figure 1 : Mouvements dans le sens mésio-distal

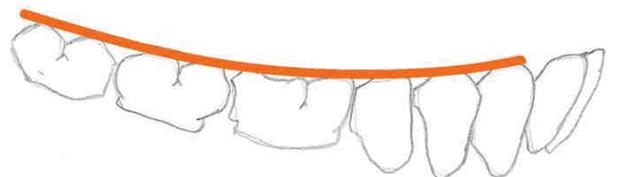


Figure 2 : Courbe de Spee

À noter que l'allure de cette courbe est très variable d'un individu à l'autre car dépendante de beaucoup de facteurs (3) : la classe d'Angle (décrite plus loin), le recouvrement, le surplomb, la ventilation et la divergence faciale.

Par ailleurs, dans la denture humaine, la continuité de l'arcade par la disparition des diastèmes inter-dentaires et l'existence de points de contact inter-proximaux expliquent également la stabilité intra-arcade.

Sur le plan inter-arcade, l'occlusion en quinconce qui oppose une dent maxillaire à deux dents mandibulaires et vice versa assure également la stabilité occlusale. Ce décalage est mis en place lors du développement des incisives centrales maxillaires du fait de leur différence de diamètre mésio-distal par rapport à leur antagoniste mandibulaire.

Ce décalage est particulièrement important car efficace pour l'occlusion et sa stabilité au niveau des dents cuspidées, c'est-à-dire à partir de la première prémolaire de chaque héli-arcade.

Les travaux d'Angle (4) ont permis d'identifier 3 classes squelettiques qui font consensus :

- La classe I (molaire et canine par extension) : est la plus répandue et considérée comme la classe de normocclusion, la première molaire mandibulaire est mésialée d'une demi-cuspide par rapport à la première molaire maxillaire.

La cuspide mésio-vestibulaire de la première molaire maxillaire est en rapport avec le sillon mésio-vestibulaire de la première molaire mandibulaire.

La pointe canine maxillaire est en rapport avec l'embrasure entre la canine et la première prémolaire mandibulaire.

- La classe II : est fréquemment associée à une hypodivergence faciale, elle présente une mésiocclusion de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire ; et de la canine maxillaire par rapport à la canine mandibulaire.

- La classe III : est fréquemment associée à une hyperdivergence faciale, elle présente une distocclusion de la première molaire maxillaire par rapport à la première molaire mandibulaire ; et de la canine maxillaire par rapport à la canine mandibulaire.

1.1.2. Dans le sens vestibulo-lingual et vestibulo-palatin

La position relative des dents est dans ce plan définie par l'engrènement des dents maxillaires et mandibulaires. En effet, les fosses occlusales des dents cuspidées mandibulaires reçoivent, lors de la fermeture en OIM, les cuspides palatines des dents cuspidées maxillaires : l'arcade maxillaire circonscrit l'arcade mandibulaire. Les cuspides vestibulaires maxillaires et linguales mandibulaires jouent le rôle de barrières : elles empêchent par la dynamique occlusale la version vestibulo-palatine ou vestibulo-linguale des dents cuspidées.

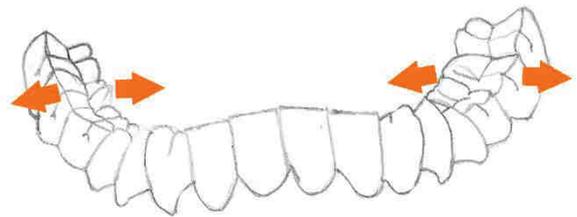


Figure 3 : Mouvement dans le sens vestibulo-lingual

Ce verrouillage est permis par trois points de contact par couple de dents et est appelé tripodisme (5) :

- Contact de la face palatine de la cuspide vestibulaire maxillaire avec la face vestibulaire de la cuspide vestibulaire mandibulaire
- Contact de la face vestibulaire de la cuspide palatine maxillaire avec la face linguale de la cuspide vestibulaire mandibulaire
- Contact de la face palatine de la cuspide palatine maxillaire avec la face vestibulaire de la cuspide linguale mandibulaire

L'inclinaison des dents cuspidées dans ce plan est initialement définie par des impératifs biomécaniques une fois encore : c'est de cette observation que découlent les courbes de Wilson (Fig.4).

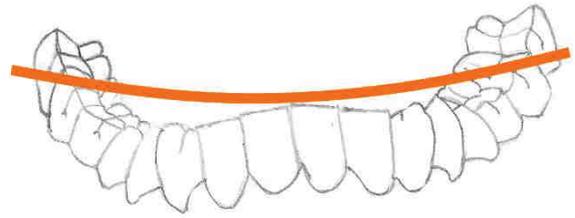


Figure 4 : Courbe de Wilson

Nous parlerons volontairement des courbes de Wilson au pluriel car chaque couple de dents antagonistes cuspidées associées à leurs dents contro-latérales possèdent une courbe de Wilson.

Ces courbes sont concaves vers le haut et passent par le sommet des cuspidés vestibulaires et palatines/linguales.

La concavité s'accroît des prémolaires aux molaires : cela permet au corps de contrôler l'application des forces occlusales et de permettre au maxillaire essentiellement (qui est constitué d'os spongieux donc moins compact qu'à la mandibule) de supporter les forces occlusales. Ceci explique également la conformation spatiale des racines.

Les dents non cuspidées sont, quant à elles, soumises à un équilibre de force. Elles subissent d'un côté la pression linguale et de l'autre côté la tension labiale.

1.1.3. Dans le sens vertical

Les dents sont verrouillées par l'antagonisme dentaire qui va venir contrer l'égression parasite maxillaire et mandibulaire. C'est la stimulation régulière de ces contacts antagonistes lors de la mastication essentiellement qui prévient l'égression parasite

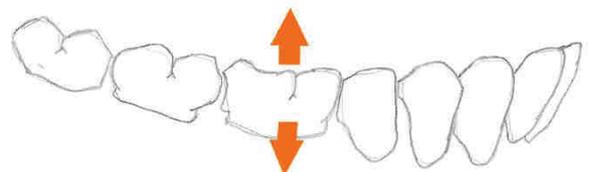


Figure 5 : Mouvements dans le sens vertical

1.2. Occlusion en Relation Centrée (ORC)

Une étude menée en 2018 aux Etats-Unis interrogeant 146 dentistes (dont la moitié travaille dans le domaine de la formation dentaire) montre une grande disparité de croyances quant à la définition de l'ORC (6). La moitié environ associe l'ORC à une cinétique mandibulaire ou à une relation spatiale. Il en va de même pour l'anatomie de l'ATM. Cette absence de consensus pose un problème dans la littérature étant donné que les auteurs n'appréhendent pas forcément la notion d'ORC de la même façon que le lecteur.

La définition telle que nous la retenons dans ce travail est la suivante :

L'ORC correspond à une relation maxillo-mandibulaire indépendante des contacts dentaires dans laquelle le condyle s'articule en position antéro-supérieure contre la pente postérieure de la cavité glénoïde ; dans cette position, la mandibule est limitée à un mouvement de rotation pure ; depuis cette position maxillo-mandibulaire sans contrainte, le patient peut exécuter des mouvements verticaux, latéraux ou protrusifs (7).

C'est une position théorique chez la grande majorité des patients étant donné que l'intercuspidation propulse légèrement la mandibule, créant la différence entre ORC et OIM (décrite ci-après).

Cette propulsion dans le plan sagittal est permise par le guidage dentaire et reste généralement inférieure ou égale au millimètre chez le sujet sain : aucune étude n'a pu établir de lien de pathogénicité lié à cette différence (8).

En dehors des quelques patients chez qui les deux positions se superposent (3% des cas, principalement des classes III), la position d'ORC peut être atteinte de façon active chez un sujet s'il est préalablement entraîné, mais ne l'est alors pas au repos ou pendant la cinétique occlusale (9).

Il a néanmoins été prouvé à de nombreuses reprises puis décrit dans la revue de la littérature de Kansamy de 2018 qu'aucune des méthodes d'enregistrement de l'ORC ne correspondait de façon reproductible à la position condyloaire attendue (10).

Il a d'ailleurs été démontré que chez un même sujet, plusieurs positions d'ORC pouvaient coexister, amenant la notion de « zone d'ORC » dans laquelle devraient se positionner nos restaurations prothétiques (11).

C'est pourquoi la relation centrée (RC), tout comme l'ORC, doivent être utilisées comme outils diagnostiques et non comme références absolues.

En prothèse complète le manque d'autres repères valides font de la RC le meilleur allié du clinicien. En revanche, dans le cas des restaurations prothétiques globales sur patients dentés, l'ORC doit être utilisée dans un premier temps pour mettre en évidence une différence objective entre ORC et OIM. Le cas échéant, une dysharmonie squelettique ou occlusale existant bel et bien, peut alors nécessiter un traitement extensif. Dans le cas contraire, le biomimétisme avec conservation de l'OIM physiologique du patient semble plus raisonnable lors de la prise en charge prothétique (10).

1.3. Occlusion en Intercuspidie Maximale (OIM)

L'OIM, quant à elle, est la position mandibulaire en occlusion où le rapport d'engrènement dentaire se caractérise par le plus grand nombre de contacts inter-arcades, facilitant l'intensité maximale des contractions musculaires. Cette position permet de faciliter la déglutition et d'absorber les contraintes importantes exercées dans les phases de serrement des mâchoires (1).

Il faut distinguer l'OIM dite passive, qui a lieu lors de la déglutition notamment et qui se fait sans grande contraction des muscles masticateurs, de l'OIM active qui va mettre en œuvre une contraction musculaire ainsi que des contacts dentaires maximaux.

L'OIM est donc une position dentaire, mais aussi, par extension, un compromis articulaire imposé par l'engrènement des dents cuspidées.

Beaucoup de controverses ont eu lieu sur le sujet de l'OIM et de l'ORC.

La limite entre les deux positions semble ténue, à tel point que chez des sujets jeunes et sans aucun désordre occlusal, il n'y a aucune différence significative dans la position condylienne de l'ATM en OIM et en ORC (12).

2. Occlusion dynamique

2.1. Généralités

L'occlusion dynamique est l'étude de la cinétique des maxillaires l'un par rapport à l'autre. La position des dents est intimement dépendante de ces mouvements mais l'inverse est également vrai.

Il a d'ailleurs été montré qu'occlusion statique et occlusion dynamique sont intimement liées et qu'à certaines classes d'Angle, notamment, sont associés certains mouvements excursifs (13).

Avant de revoir en détail les différentes séquences de la mastication, il est bon de rappeler que l'appareil manducateur est une supra-structure qui est très adaptable (14). C'est une chance pour les praticiens même si des limites doivent être respectées.

Plusieurs éléments sont susceptibles de modifier l'occlusion chez un individu :

- le temps : par le vieillissement cellulaire des structures (musculaires, parodontales) ;
- les dents : par leur usure (physiologique ou non), par leur migration ;
- le remodelage osseux : de l'ATM mais également de l'os maxillaire ;

- les positions mandibulaires : au repos, lors de la déglutition, de la mastication, du serrement, etc... ;
- les comportements parafunctionnels : pathologique (bruxisme) ou non (mâchonnement, onychophagie).

La séquence de mastication, telle qu'elle sera décrite ci-après, découle de l'école fonctionnelle dont les principaux contributeurs ont été, dès 1994, les Dr Lauret et Le Gall. Ces notions sont aujourd'hui intégrées, en partie au moins, dans le consensus sur la cinétique centrifuge et centripète de la mastication adopté par le Collège National d'Occlusodontie.

Cette approche reprend certaines idées des gnathologues et en réfute d'autres. Par exemple, les gnathologues envisageaient la mastication essentiellement dans le plan transversal, préconisant lors de la conception des artifices prothétiques d'utiliser des profils occlusaux adoucis voire nuls pour éviter les interférences.

Il est depuis admis que des dents aplaties autorisent effectivement plus de laxité horizontale, mais l'effet néfaste se situe au niveau de l'ATM qui souffre de l'amplitude des mouvements (15).

Par ailleurs il a été démontré que même pour des prothèses complètes, l'occlusion bilatérale balancée ne donnait pas de résultats significativement meilleurs qu'une occlusion avec guidage canin (16).

L'approche fonctionnelle ne prend pas uniquement en compte les organes dentaires, comme avaient tendance à le faire les gnathologues, mais considère l'appareil manducateur dans son ensemble.

Ainsi, la mastication est considérée plus verticale qu'horizontale et l'observation des arcades maxillaire et mandibulaire dans le plan occlusal permet de mettre en avant 3 fonctions :

2.2. Fonction de guidage

L'arc de guidage passe par les sommets des cuspides vestibulaires maxillaires (Fig.6). Il permet comme son nom l'indique de guider le mouvement de fermeture vers la position de calage, d'empêcher la mandibule d'avoir des libertés de mouvement trop importantes donc pathogènes. Il limite donc l'amplitude transversale du mouvement en procurant un premier repère lors de l'occlusion.

Selon Lauret et Le Gall, cet arc est dominé par la cuspide disto-vestibulaire des premières molaires maxillaires qui est plus « plongeante » sur l'arcade que les autres cuspides vestibulaires.

C'est de cette cuspide que s'initierait le guidage centripète, et la présence du pont d'émail reliant la cuspide disto-vestibulaire et la cuspide mésio-palatine préfigure le mouvement masticatoire dans les 3 dimensions de l'espace. Il y a effectivement lors de la mastication une composante verticale, latérale et propulsive.

Les anomalies de guidage sont de deux types :

- Sous-guidage : il s'agit d'un manque de repère (profils occlusaux plats notamment) entraînant une difficulté à retrouver de façon systématique la position de calage, ce qui a pour conséquence une souffrance musculo-articulaire.
- Sur-guidage : il s'agit d'un verrouillage antérieur ou postérieur par excès de guidage qui limite l'amplitude physiologique des mouvements occlusaux, invalidant l'efficacité masticatoire.

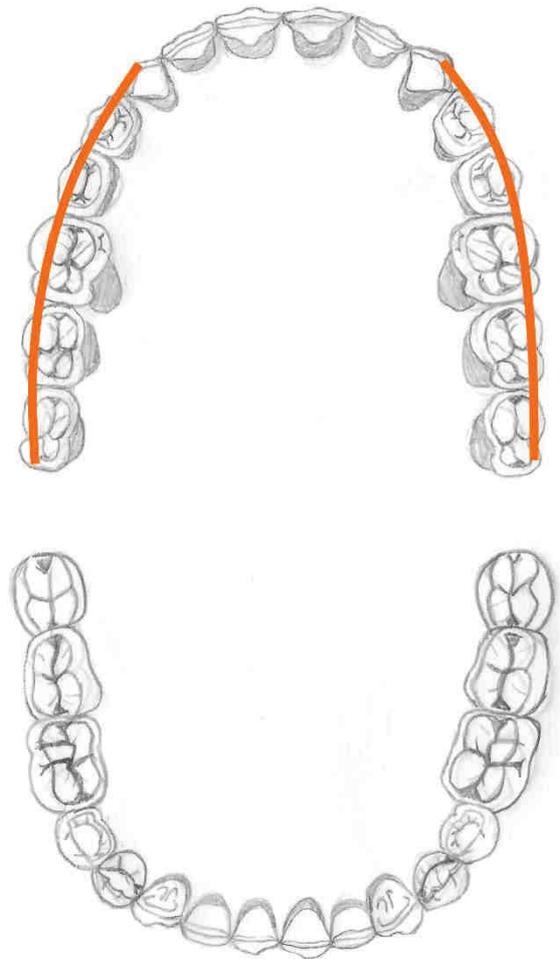


Figure 6 : Arcs de guidage (en orange)

2.3. Fonction de calage

L'arc de calage intéresse les sommets des cuspidés vestibulaires mandibulaires (Fig.7). Il permet d'atteindre la position d'OIM une fois le guidage terminé. Il représente la situation où l'engrènement est maximal. Les anomalies de calage sont évidemment aussi de deux types, beaucoup plus intuitifs et par essence interdépendants :

- Sous-occlusion : il s'agit d'un manque de calage avec une absence de contact entre deux dents antagonistes au moins.
- Sur-occlusion : il s'agit d'un excès de calage sur un ou plusieurs couples d'antagonistes créant une désocclusion sur le reste de l'arcade.

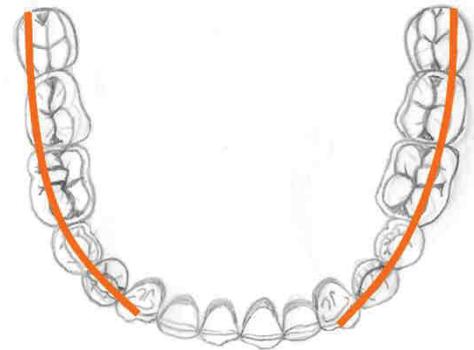


Figure 7 : Arcs de calage (en orange)

2.4. Fonction de centrage

L'arc de centrage intéresse les sommets des cuspidés palatines maxillaires et les sillons mandibulaires (Fig.8).

Il permet au calage de se faire à une position centrée dans le plan transversal de façon précise et reproductible pour que les complexes condyles/cavités glénoïdes soient symétriques.

Une anomalie de centrage est très pathogène pour l'articulation car elle provoque une déviation

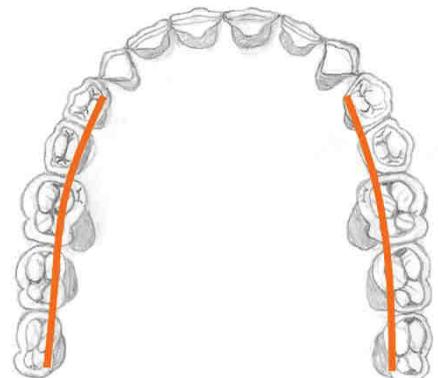


Figure 8 : Arcs de centrage (en orange)

mandibulaire à l'origine d'une asymétrie et d'une usure de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM).

2.5. Cinétique masticatoire

Lors de la cinétique masticatoire à proprement parler, il faut différencier d'une part les mouvements incisivo-canins et d'autre part les mouvements prémolo-molaires (Fig.9).

Il est par ailleurs utile de rappeler que lors de la mastication physiologique, impliquant un bolus alimentaire, les dents travaillantes ne se touchent que très rarement. Seules les molaires se toucheront en sortie de cycle une fois le bolus suffisamment « aminci ».

Les gnathologues considéraient que l'occlusion était faite de points de contact alors que l'école fonctionnelle considère des zones de contact compte-tenu de la dynamique de l'occlusion.

2.5.1. Cinétique masticatoire molaire :

- Ouverture de la bouche dans le plan sagittal médian (l'occlusion fonctionnelle s'appréhende verticalement contrairement à la gnathologie)
- Choix du côté préférentiel : droit ou gauche. Sur les schémas, le côté préférentiel est secteur 10/40.
- Entrée de cycle : guidage par affrontement de la face palatine de la cuspide vestibulaire maxillaire et de la

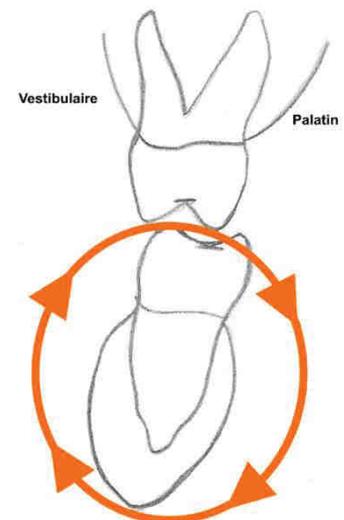


Figure 9 : Cinétique masticatoire molaire

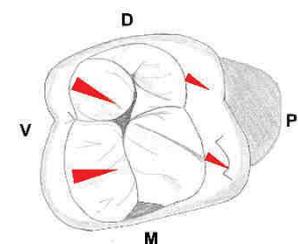


Figure 10 : Contacts d'entrée de cycle de la 16

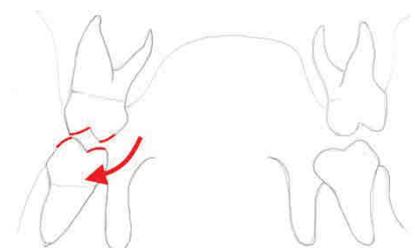


Figure 11 : Entrée de cycle

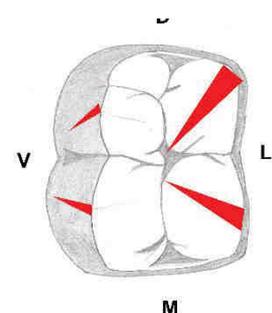


Figure 12 : Contacts d'entrée de cycle de la 46

face vestibulaire de la cuspide vestibulaire mandibulaire.

Centrage par affrontement de la face palatine de la cuspide palatine maxillaire et de la face vestibulaire de la cuspide linguale de façon concomitante (Fig.10/11/12).

Il s'agit des contacts d'entrée, représentés par des triangles représentant l'affinement du centrage vers la cible. L'entrée de cycle oppose des surfaces saillantes, agressives et représente la fonction de coupe lors de la mastication (composante carnivore).

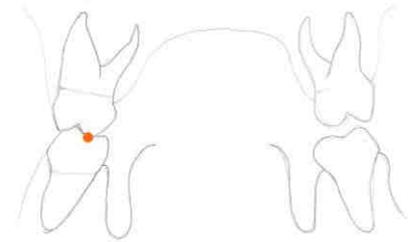


Figure 13 : Passage bref en OIM

- Passage en OIM : pendant quelques millisecondes uniquement, seulement si la fonction de calage est effective (Fig.13).

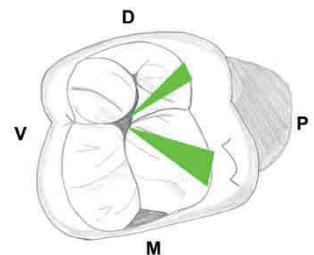


Figure 14 : Contacts de sortie de cycle de la 16

- Sortie de cycle : affrontement des faces vestibulaires des cuspides palatines maxillaires et des faces linguales des cuspides vestibulaires mandibulaires (Fig.14/15/16).

Il s'agit ici des contacts de sortie, plus larges qu'à l'entrée.

La sortie de cycle oppose des surfaces plus douces, aplanies et représente la fonction d'écrasement lors de la mastication (composante herbivore).

Les cuspides impliquées dans cette étape subissent les pressions occlusales les plus élevées, c'est pourquoi l'évolution a mis en place des structures robustes pour

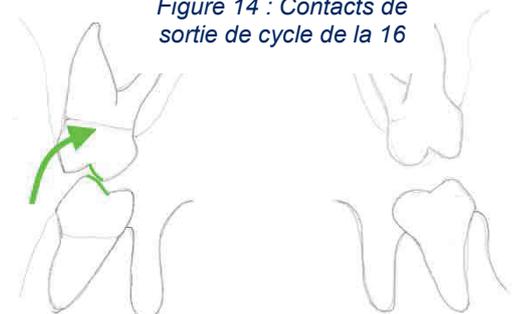


Figure 15 : Sortie de cycle

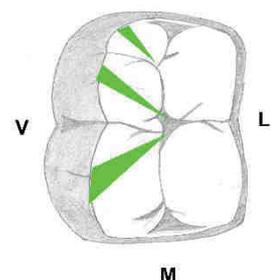


Figure 16 : Contacts de sortie de cycle de la 46

pallier ces forces. C'est notamment les tubercules de Carabelli au niveau des premières molaires maxillaires (renfort amélaire de la cuspide palatine), mais également des bombés marqués et une épaisseur d'émail accrue au niveau de chaque cuspide impliquée dans la sortie de cycle et donc l'écrasement des aliments.

2.5.2. Cinétique incisivo-canine :

- Les canines jouent un rôle de guidage et d'appui. Ce sont les canines contro-latérales au côté de mastication qui entrent en jeu (Fig.17).

Lors du passage de l'OIM à la sortie de cycle molaire, les canines opposées entrent en contact d'une part pour stabiliser le mouvement jusqu'à son terme en limitant les mouvements parasites latéraux, mais également pour y mettre un terme en provoquant en fin de cycle une désocclusion molaire. Ceci marque la fin d'un cycle masticatoire.

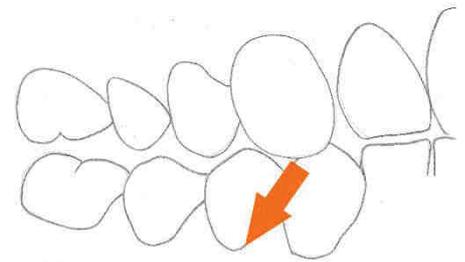


Figure 17 : Désocclusion contro-latérale par diduction et propulsion

- Les incisives quant à elles jouent un rôle de stabilisation et de proprioception dans la mastication. Les incisives mandibulaires suivent les mouvements latéraux molaires mais la mastication comporte également une dimension propulsive.

Les bords libres et une partie des faces vestibulaires des incisives mandibulaires « glissent » le long des surfaces palatines des incisives maxillaires (Fig.18) et la dimension propulsive guide la désocclusion canine dont nous avons parlé ci-dessus.

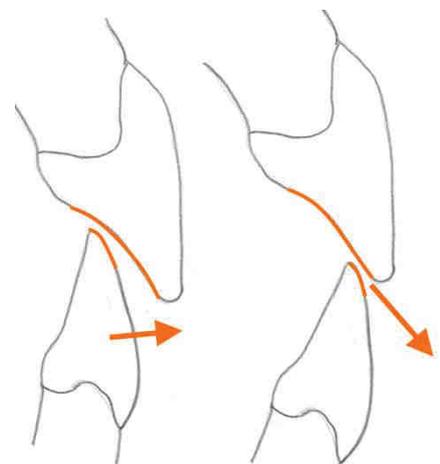


Figure 18 : Propulsion incisive

Ceci a deux implications : les incisives maxillaires limitent l'amplitude propulsive de la mastication et elles guident la sortie de cycle en coopération avec les canines contro-latérales.

L'importance de la récidive antérieure orthodontique va dans le sens de l'importance de ce guidage incisif : la position des incisives est grandement définie et maintenue par la réalisation de leur fonction occlusale (16).

La cinétique mandibulaire dans le plan sagittal (et donc les sens verticaux et antéro-postérieur) est très bien décrite par le diagramme de Posselt (Fig.19) qui reprend les positions articulaires de référence.

A noter que le trajet en pointillé du point orange au point rouge représente les mouvements mandibulaires habituels, non forcés.

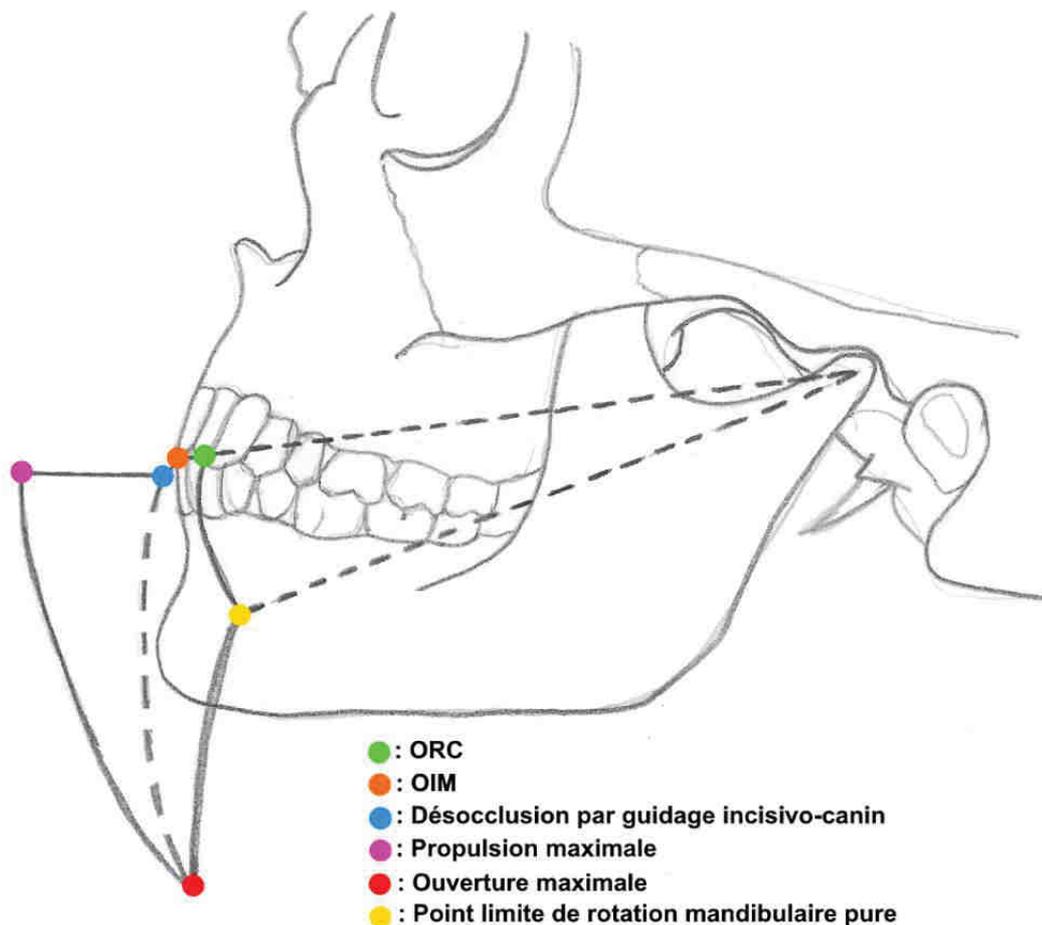


Figure 19 : Diagramme de Posselt

2.6. Types d'occlusion

Trois fonctions occlusales dynamiques sont décrites dans la littérature dont deux découlent de la cinétique occlusale décrite ci-dessus :

- La fonction de groupe : la sortie de cycle est guidée essentiellement par les cônes de sortie des molaires, et ce sont les molaires homo-latérales qui sont les guides de la mastication
- La fonction canine : la désocclusion en fin de cycle est permise par la canine contro-latérale et c'est donc le guidage canin qui est prédominant
- La fonction occlusale bilatérale balancée : les contacts sont répartis de façon équilibrée sur l'ensemble des dents postérieures, du côté homo- et contro-latéral

En réalité il a été proposé que pour des mouvements excursifs transversaux de faible amplitude, la fonction de groupe prédomine alors que pour des mouvements de plus forte amplitude chez la même personne, la fonction canine pouvait prendre le dessus (17).

De la même façon, la prévalence de la fonction de groupe semble augmenter avec l'âge des patients, ce qui est directement lié à l'usure des canines (18).

La fonction occlusale bilatérale balancée a une prévalence très inférieure aux deux précédentes (2%) et semble plus fréquente chez les sujets âgés.

Aux débuts de l'occlusodontie, la fonction occlusale bilatérale balancée était considérée comme l'occlusion idéale et sa prévalence rapportée était nettement supérieure aux autres types d'occlusion : ceci provenait de la méthode d'enregistrement statique et sans bol alimentaire qui était utilisé à l'époque. Depuis, le guidage canin est reconnu comme une protection essentielle de l'intégrité des arcades dentaires (19).

2.7. Réalité clinique

Cette description exhaustive de la mastication dans sa conception étant faite, il est utile de rappeler l'aspect théorique de ce modèle.

En effet, si ce modèle se vérifiait chez tous les sujets sains, il serait possible d'observer systématiquement 52 contacts postérieurs naturels en OIM (hors dents de sagesse). Or, seuls 18 contacts seraient observables en moyenne chez des sujets sans problèmes occlusaux (20).

Cela nous amène à distinguer quatre types d'occlusion clinique selon Orthlieb :

- La normocclusion : utopique, c'est celle décrite dans les modèles d'étude ;
- L'occlusion fonctionnelle : la mastication est effective et rien ne vient la troubler ;
- La malocclusion fonctionnelle : la capacité d'adaptation de l'appareil manducateur a été capable de surmonter l'obstacle occlusal auquel il était confronté et permet une occlusion efficace (bien que moins efficace qu'en occlusion fonctionnelle) ;
- La malocclusion pathogène : l'occlusion est invalidée par un obstacle insurmontable pas l'appareil manducateur et ses structures sont en souffrance.

Chapitre II : La dimension verticale

1. Dimension verticale d'occlusion

Selon le glossaire des termes prothétiques (7) :

La dimension verticale (DV) se définit comme la distance entre deux points définis, l'un sur le massif maxillaire et l'autre sur la mandibule (Fig.20).

La dimension verticale d'occlusion (DVO), par extension se définit également comme la distance entre deux points définis, mais lorsque les dents sont en OIM.

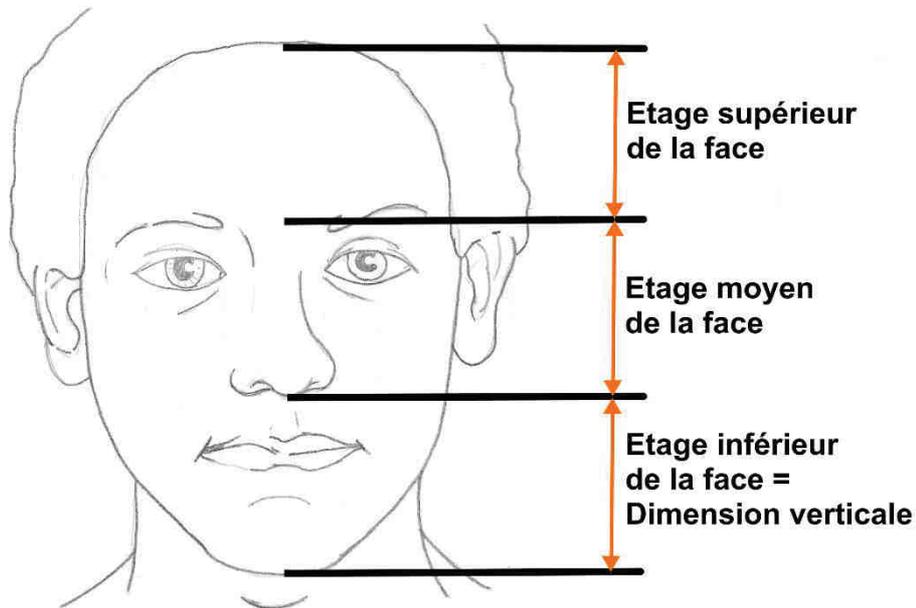


Figure 20 : Etages de la face

La dimension verticale de repos, quant à elle, est une posture articulaire lors de laquelle l'individu est droit, à l'aise, et que la contraction des muscles masticateurs associés à l'ouverture/fermeture buccale sont en contraction minimale.

L'espace libre d'inocclusion (ELI) est la distance qui sépare les incisives supérieures et inférieures lors de la posture de repos de la mandibule. C'est la différence mathématique entre la DVO et la DVR.

Ces quatre définitions sont très vagues et cela est probablement volontaire, car dû au manque de consensus qui paralyse la littérature dentaire sur ces notions.

Le manque accablant de données scientifiques à fort niveau de preuve tant pour l'évaluation de ces distances chez un patient, que pour l'évaluation de leur altération a donné lieu à d'innombrables discussions.

La dimension verticale d'occlusion (DVO) est un paramètre clinique qui apparaît compliqué à prendre en charge lorsqu'il est altéré. En effet, il n'existe à ce jour aucune

méthode précise et reproductible de mesure de la DVO originelle chez un patient denté dont la DVO a été altérée.

En 1985, Gaspard et al. énoncent qu'il « n'existe pas de méthode précise et reproductible pour définir la DVO. »

A leur tour, en 1995, Palla et al. écrivent que « malgré tout ce qu'on sait sur la DVO et ses mécanismes, sa détermination reste essentiellement basée sur l'expérience clinique du chirurgien-dentiste. ».

Cela va même plus loin encore : il n'y a aucun test objectif permettant d'affirmer avec certitude qu'une apparente perte de DVO n'a pas été compensée par une égression dentaire (voir ci-après).

Seule une analyse minutieuse de la denture, du faciès, de l'occlusion ainsi qu'une anamnèse détaillée, permettent d'élever au rang de probable une perte de DVO non compensée.

L'aspect incertain du diagnostic et les protocoles prothétiques lourds qu'engendre la pose du diagnostic dissuadent beaucoup de dentistes de se lancer dans de telles thérapeutiques.

Il existe en réalité plusieurs DVO possibles chez un même individu, qui définissent une zone de confort, dans laquelle les restaurations peuvent être réalisées sans risque. (21)

La décision d'augmenter la DVO chez un patient n'étant néanmoins pas anodine, elle doit être prise après des explications très précises au patient qui doit être pris en charge. Les bénéfices, les risques, ainsi que toutes les informations concernant la durée des soins et des périodes de transition doivent être explicitement et exhaustivement communiquées. Evidemment, un consentement éclairé et des devis signés marqueront le signal de départ du protocole.

La problématique de la DVO prend deux formes dans la pratique quotidienne :

- soit retrouver une DVO totalement perdue chez un patient édenté total ;
- soit estimer une altération (un manque ou plus rarement un surplus) de DVO et prendre une décision thérapeutique pour la réhabiliter.

Le premier cas, en dépit des difficultés techniques qu'il peut engendrer, est plus simple compte tenu de l'impératif de traitement.

Dans le second cas, la présence d'une DVO préexistante à un éventuel traitement est souvent source d'abstention compte tenu de l'incapacité à définir avec certitude l'amplitude de l'altération de la DVO, mais également l'amplitude de la réhabilitation.

2. Dimension verticale de repos

La définition telle qu'elle est donnée dans le glossaire des termes prothétiques, en plus d'être incomplète, est erronée.

La dimension verticale de repos est plutôt « la hauteur à laquelle la mandibule est suspendue, sans contact dentaire, par l'action réciproque des muscles masticateurs. La contraction suffit simplement à compenser la gravité. » (22)

Contrairement à une pensée répandue, cette contraction musculaire n'est pas minimale. (23) Si la contraction était minimale lors de la posture de repos, tout le monde aurait constamment la bouche grande ouverte étant donné que dans cette situation les muscles ne compensent même plus la gravité.

Enfin, la DVR est, en réalité, plutôt une distance bornée par une valeur minimale et une maximale. Il existe ainsi à nouveau une zone de confort au sein de laquelle un patient peut se mettre en posture de repos. Cette zone de confort varie entre les individus et chez le même individu avec le temps. (21)

Par ailleurs, la DVR varie également chez un même patient en fonction de l'état de fatigue et de tension émotionnelle (24).

Actuellement dans la pratique clinique quotidienne, la DVR optimale est toujours évaluée en fonction de la DVR du patient denté, mais aucune étude n'a prouvé qu'une altération occlusale n'imposait pas une nouvelle DVR différente de l'originale.

Nous nous efforçons donc d'être biomimétiques dans nos cabinets, mais en réalité la DVR n'est pas suffisamment fiable pour définir la DVO, parce qu'elle est trop variable et capable de s'adapter à une nouvelle DVO.

3. Evaluation de la DVO chez le patient édenté

Cette partie regroupe les protocoles les plus souvent utilisés dans les cabinets (25).

- Mesure des dimensions intra-orales : avant les dernières extractions : cette technique reflète en partie l'appréhension liée à la notion de DVO puisqu'elle implique une volonté de préserver la dernière OIM physiologique du patient. Elle n'est évidemment applicable que si l'OIM pré-extractionnelle est correcte.
- Tracés de profil : cela consiste en l'enregistrement du tiers inférieur de la face par des techniques de masque. Le masque est réalisé avant les extractions et en extra-oral et sera replacé après les extractions pour retrouver la DVO. C'est une méthode imprécise et peu reproductible qui présente de plus le même inconvénient que la première méthode décrite : une dépendance à l'OIM pré-interventionnelle.
- Analyse céphalométrique : c'est une technique qui peut être utilisée tant pour conserver une DVO pré-existante que pour en définir une nouvelle. Elle présente l'inconvénient d'exposer le patient à plusieurs radiographies puisque la radiographie ne permet que de vérifier un positionnement, et non pas de le modifier.

La DVO et la forme de la mandibule sont positivement corrélées, néanmoins, l'analyse céphalométrique ne se suffit pas à elle-même dans l'évaluation de la DVO (26).

- Tests phonétiques : la prononciation correcte des sibilants n'est possible qu'à une DVO adéquate. C'est une méthode qui fonctionne en théorie mais qui est peu reproductible, même chez un même sujet. Elle doit rester accessoire pour la validation d'une méthode plus sûre.

- Utilisation de la DVR : si la DVR était invariable et fixe tout au long de la vie d'un individu, cette méthode serait pertinente, mais la DVR est sujette à évolution en fonction de l'âge et de la situation occlusale.
Néanmoins, l'ELI étant de 2mm en moyenne dans la population, la recherche de la DVR chez un patient est pertinente bien qu'imprécise. La DVR chez l'édenté est atteinte après relaxation articulaire du patient, ou en prononçant la lettre M qui est le phonème plaçant la mandibule au plus proche de cette position de repos.

- Apparence faciale : observation du soutien de lèvre, du soutien de joue, de l'abaissement ou la surélévation des commissures des lèvres, du rapport interlabial et enfin des proportions faciales.
Même à l'aide de photographies, c'est une méthode arbitraire et difficilement reproductible. Elle donne néanmoins de bons résultats, mais reste opérateur-dépendante.

- Déglutition : méthode utilisée en partant du principe que la déglutition chez l'édenté total se produit selon une cinétique faisant passer la mandibule de la DVR à l'OIM comme chez le patient denté.
C'est une approche peu reproductible et même fautive étant donné que la déglutition chez les personnes dentées à la DVO altérée se produit en OIM.

- Repères cranio-faciaux et équation de régression : l'établissement de « portrait » de population et de moyennes physiologiques permettent effectivement de déduire une valeur de DVO prédictive à partir de mesures faciales.

Il y a néanmoins de grandes limites à cette méthode : l'équation de régression doit être différente pour les hommes/femmes, pour les ethnies, pour les classes squelettiques, etc... Si l'on pousse le raisonnement à l'extrême, il existe en fait une seule équation de régression parfaite pour chaque patient. C'est une méthode peu pertinente.

En conclusion, la majorité des auteurs ayant écrit à ce sujet sont d'accord sur un point : **aucune des méthodes décrites ne se suffit à elle-même et il est donc nécessaire de combiner plusieurs méthodes pour redéfinir une DVO fonctionnelle. L'utilisation de la DVR couplée à l'apparence faciale peut être considérée de nos jours comme l'association la plus sûre dans l'évaluation de la DVO. (27)**

4. Perturbation de la DVO chez le sujet denté

Selon Rebido et al. (28), il existe 4 profils de patients dentés présentant une perte de DVO :

- Dents manquantes et dysharmonie squelettique ;
- Dents manquantes et usure ;
- Dents manquantes et usure et migration ;
- Perte iatrogène.

La perte de dent prématurée semble être, chez cet auteur, une condition sinequanone à une perte de DVO, mais d'autres auteurs ont déjà montré qu'une perte de DVO pouvait être associée uniquement à une usure sévère : attrition, érosion ou les deux (27).

L'usure constatée lors d'un bruxisme actif est également souvent synonyme de perte de DVO puisque le taux d'usure est généralement supérieur au taux de compensation. (24) Sans parafunction, la perte de DVO se produit soit par perte de calage postérieur, soit par migration dentaire ou encore par mobilités parodontales.

4.1 Usure dentaire

L'usure physiologique des dents est de 29 microns/an en moyenne (29).

L'approche actuelle de l'usure dentaire consiste en la fusion de notions cliniques empiriques et de notions physiques dites tribologiques.

La tribologie est l'étude mécanique des frottements et de la lubrification.

La volonté contemporaine de baser la connaissance sur des faits prouvés par l'evidence based medicine (EBM) a poussé la communauté à faire correspondre les termes de l'usage dentaire avec les termes de la mécanique descriptive.

Néanmoins, la complexité de l'environnement buccal n'est pas reproductible *in vitro*. Il n'a donc jamais été développé d'outil de mesure fiable et reproductible de l'usure *in vitro*. Il est néanmoins possible de réunir les conditions nécessaires pour isoler et étudier un paramètre individuellement (30).

Ainsi, en tribologie, se distinguent (31) :

4.1.1. L'usure abrasive / attritive

Elle se scinde en 2 parties :

- L'abrasion à 2 corps qui a lieu lorsque 2 corps solides frottent l'un contre l'autre. L'interaction des états de surface des deux corps est à l'origine de cette usure.

En terme dentaire, l'abrasion à 2 corps correspond principalement à l'attrition : cad l'usure dentaire par contact dento-dentaire.

Cette usure a lieu lors de la mastication (guidage et sortie de cycle) et lors des parafunctions (bruxisme notamment mais pas exclusivement).

Les facettes d'usure créées par ce mécanisme sont brillantes, polies, bien définies, avec des angles nets, pas de marge entre émail et dentine et surtout, les surfaces antagonistes se correspondent parfaitement.

L'attrition dentaire est en réalité la combinaison de l'usure abrasive à 2 corps, de l'usure de fatigue et de l'usure adhésive (32).

- L'abrasion à 3 corps : elle se différencie de l'abrasion à 2 corps par l'interposition d'un troisième corps solide entre les 2 surfaces qui s'affrontent. Son effet est donc dépendant de la dureté et de l'élasticité relative des 3 corps.

En terme dentaire, cela va correspondre à la mastication (interaction avec le bolus alimentaire), au brossage de dent (le dentifrice étant le troisième corps) et à certaines parafunctions (onychophagie, mâchonnement).

Les facettes d'usure liées à ce mécanisme sont d'aspect lisse, contondant et il existe une marge plus ou moins nette entre l'émail et la dentine.

Ceci est lié à la différence structurelle entre l'émail et la dentine par rapport au troisième corps : la dentine (moins dure) s'use dans ce cas-là plus rapidement que l'émail (plus dur).

4.1.2. L'usure adhésive

Cette usure est provoquée par une friction forte entre 2 corps avec transfert de matière de l'un à l'autre.

En pratique dentaire, c'est un phénomène qui existe mais a très peu d'importance. En effet, il peut avoir lieu sur des restaurations en or, des amalgames ou même des

résines composites mais le processus est très limité par la lubrification salivaire et par l'élimination de la couche transférée par l'abrasion à 3 corps.

C'est une des composantes de l'attrition.

4.1.3. L'usure de fatigue / abfraction

Un frottement entre 2 corps implique la création d'une zone d'élongation en mésial et de compression en distal de la force.

Si ces forces de compression et d'élongation dépassent le seuil de fracture sur un des corps en frottement, il se produit un décrochement de matière plus ou moins important.

En pratique dentaire, c'est un phénomène très rare en occlusal sur les dents naturelles car l'organisation prismatique (perpendiculaire à la surface occlusale) et l'existence de la jonction amélo-cémentaire (dissipatrice de stress) permet à l'émail de conserver son intégrité en faisant apparaître une micro-fêlure dans sa structure inter-prismatique.

En revanche, au niveau des restaurations, notamment en céramique, qui sont bien plus dures mais encore moins élastiques que l'émail, les fractures d'usure sont plus fréquentes (on parle de « chipping »).

Enfin, au niveau du collet, des usures en forme de « coin », non carieuses, peuvent être observées chez certains patients et sont liées à des fractures d'usure de ce type : c'est l'abfraction.

L'étiologie exacte de l'abfraction n'est aujourd'hui pas expliquée et semble multifactorielle (résultante des forces masticatrice, fragilisation parodontale et/ou de la jonction amélo-cémentaire, abrasion concomitante, ...).

4.1.4. L'usure corrosive / érosive

L'usure corrosive correspond à l'effet d'un corps acide sur un autre corps.

En pratique dentaire, comme il est très rare que l'usure corrosive pure se produise, il est plus juste de parler de tribo-érosion qui est en fait la combinaison de l'usure corrosive avec les autres usures. La tribo-érosion, souvent appelée érosion dans la littérature, fait apparaître sur les dents atteintes des lésions concaves arrondies, « alvéolaire ». La salive joue un rôle dans l'usure dentaire qui dépend de son pouvoir tampon et de son flux. Son rôle protecteur se joue principalement au niveau de l'émail, moins au niveau de la dentine (33).

Ces lésions sont plus importantes sur l'émail que sur la dentine et sont très peu profondes (100µm). L'usure corrosive agit comme un catalyseur pour les autres types d'usure : en effet le tissu perdu par combinaison de l'érosion et de l'abrasion est bien supérieur à la somme des deux effets seuls (33).

4.2. Egression compensatoire

L'égression compensatoire se décompose en 3 mécanismes distincts (35) :

- l'apposition cémentaire ;
- l'apposition osseuse alvéolaire programmée ;
- l'apposition osseuse alvéolaire compensatrice.

Les deux premiers constituent l'égression continue des dents, tandis que le dernier constitue le réel mécanisme de compensation, adaptatif.

Ces mécanismes permettent de compenser deux tiers de la perte de matière en termes de dimension verticale, que l'usure soit physiologique ou pathologique.

Selon certains auteurs, il y a donc toujours 1/3 de la perte qui n'est pas compensée et représente donc une perte de DVO effective (35). Curieusement également, chez les sujets souffrant d'usures sévères, un des mécanismes de compensation se situerait au niveau de l'étage supérieur de la face (entre nasion et épine nasal antérieure) (35), ce qui maintient une dimension verticale faciale moyenne stable entre les individus avec usure sévère et ceux sans usure sévère.

4.3 Proglissement mandibulaire

L'usure dentaire pathologique est associée à des mécanismes de compensation basale qui sont responsables de l'apparition d'une pseudo-classe III et souvent, d'une occlusion antérieure en bout-à bout.

Ces mécanismes sont de plusieurs ordres (31) :

- la dérive mésiale des molaires : l'attrition liées aux forces de mastication tend à réduire le diamètre mésio-distal des molaires, ce qui sur le plan de l'arcade tend à la raccourcir et crée de l'encombrement ;
- la lingualisation/« palatisation » des secteurs antérieurs maxillaire et mandibulaire : les incisives usées s'inclinent vers le palais en haut et la langue en bas pour éviter la création de « diastèmes d'usure » et ainsi assurer une stabilité statique et une efficacité dynamique en faisant coïncider centre de résistance et centre de rotation des dents (36) ;

- La rotation mandibulaire antérieure provoque un avancement de la mandibule par croissance résiduelle. La réduction du surplomb combinée à la réduction par usure du recouvrement cause ce passage de l'occlusion normale en ciseau à l'occlusion antérieure en bout-à-bout.

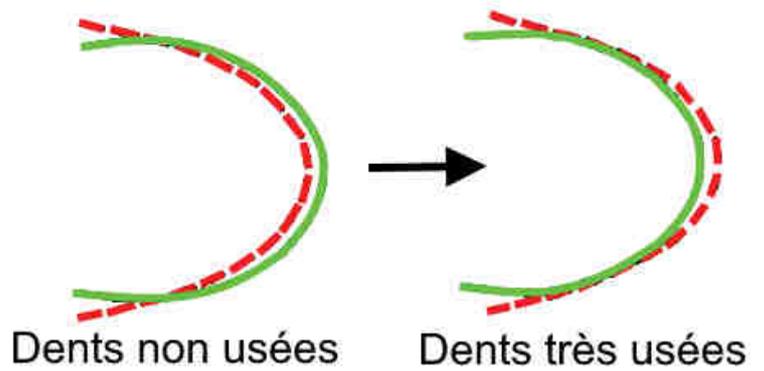


Figure 21 : Pseudo-classe III (maxillaire en vert, mandibule en rouge)

Par adjonction, la forme elliptique du maxillaire et parabolique de la mandibule font paraître la mandibule plus large que le maxillaire lors de cette dérive sagittale (37) (Fig.21).

5. Dysfonctions temporo-mandibulaires (DTM)

5.1. Généralités

En 1970, Rozencweig parlait de syndrome algo-dystrophique de l'articulation temporo-mandibulaire (SADAM) pour décrire les pathologies de l'ATM.

En 1995, il revient sur ses mots et supprime le « syndrome » de son approche : il parle de ADAM.

En effet, le syndrome est une confluence de différents symptômes or les tableaux cliniques de cette pathologie sont très variables.

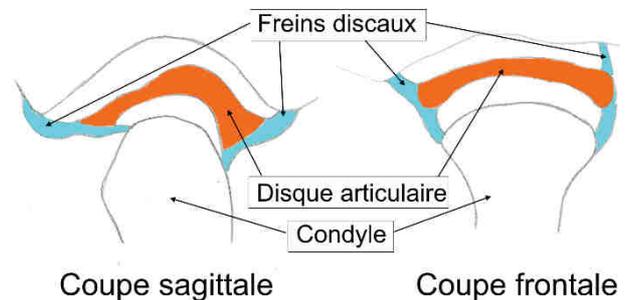


Figure 22 : Schéma simplifié de l'ATM

Aujourd'hui, il est plus commode de parler de dysfonctions temporo-mandibulaires (DTM) étant donné que le terme fait état de la cinétique de l'appareil manducateur.

D'autres appellations synonymes sont également utilisées dans la littérature : dysfonctions cranio-mandibulaire (DCM) ou dysfonctions de l'articulation mandibulaire (DAM).

C'est une pathologie très répandue qui fait partie du top 3 des algies chroniques (avec les maux de tête et les dorsalgies) (38) (39).

Dans la population générale, sur 100 personnes, 60 présentent au moins un signe de DTM. Seulement 15 en ont conscience et seulement 3 vont consulter pour cela (40).

Pour ce type de consultation le ratio homme/femme est de 1 pour 4.

Le motif de consultation est généralement des douleurs de type crampe au niveau des muscles masticateurs ou des craquements douloureux au niveau de l'ATM (39).

Ces douleurs sont exacerbées par des soins longs.

Une douleur située directement devant le tragus et qui se projette au niveau de l'oreille, du temporal, du menton et le long de la mandibule est un signe fort de DTM.

Les 3 dysfonctions les plus fréquentes sont : les douleurs musculaires, les anomalies internes (type déplacement discal) et l'arthrose articulaire (Fig.23).

Les douleurs musculaires sont les plus répandues et proviennent fréquemment d'une parafonction type serrement ou bruxisme.

Ces parafonctions sont reconnues comme étant une source prépondérante de stress mécanique au niveau de l'articulation, ce qui augmente l'incidence des déplacements discaux et donc les pathologies articulaires : ces entités cliniques sont intimement liées (41).

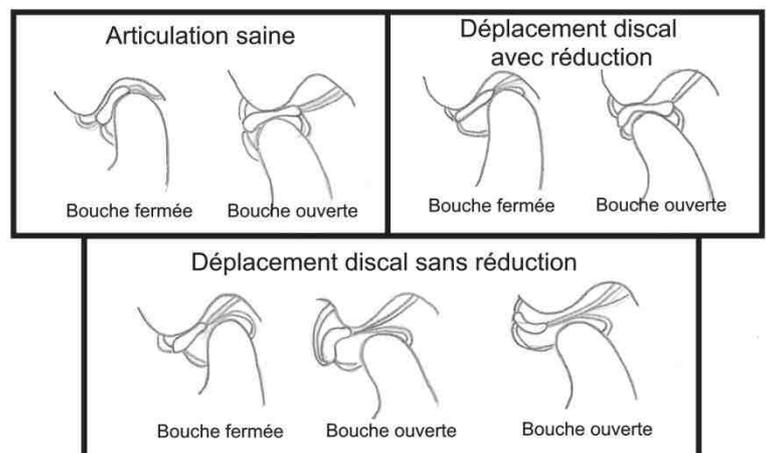


Figure 23 : Anomalies internes de l'ATM

Elles sont souvent associées à des symptômes psychogènes tels que maux de tête/fibromyalgie/dorsalgie chronique/syndrome de Bowel (stress, anxiété et dépression).

L'aspect psychologique est aujourd'hui accepté comme une composante à part entière des DTM. L'évaluation pré-traitement du niveau de dépression, des limitations douloureuses et de l'exposition à des conditions de vie stressantes met en évidence chez les patients une corrélation positive avec le DTM.

Une étude récente de 2016 (42) a par ailleurs mis en évidence que l'intensité des troubles douloureux était directement liée à la détresse psychologique des patients. Elle a également montré que la conception qu'a un patient de sa pathologie et de sa prise en charge pouvait influencer sur sa capacité à accepter un traitement. Enfin, elle conclue que les patients considèrent les parafunctions orales comme principal catalyseur de leur douleur (et non l'aspect mécanique de leur articulation) et sont beaucoup plus conscients du versant psychologique de leur pathologie. L'établissement d'un profil psycho-social avant traitement pourrait alors être un outil clinique nous permettant d'augmenter la compliance et l'efficacité du traitement.

5.2. Corrélations entre DTM, Occlusion et DVO

Le lien entre l'occlusion et les DTM n'est pas net. Une étude récente de 2017 compare l'occlusion statique et dynamique de sujets atteints (cad signalant un ou plusieurs des symptômes suivants douleur/ crépitement/ craquement/ fatigue/ limitation d'ouverture/blocage/déviatiion) et de sujets sains et conclut à un lien significatif entre occlusion statique et DTM (43). L'étude met en évidence des différences significatives entre les forces occlusales et le centre des forces occlusales chez les sujets « atteints » ayant rapporté des douleurs. Chez ces sujets, le centre de force occlusale est statistiquement plus éloigné (sens spatial non indiqué dans l'étude) que chez les sujets du groupe témoin et il existe des asymétries droite/gauche plus marquées en termes de forces

occlusales. Les autres sujets du groupe « atteint » ne présentent pas de différence significative avec le groupe témoin.

L'étude souffre donc de biais importants au niveau du recrutement des sujets étant donné que le type de DTM et leur intensité ne sont pas pris en compte lors de la constitution des groupes étudiés, et que le diagnostic des DTMs est uniquement basé sur les plaintes des patients.

Par ailleurs, il n'y a pas de lien prouvé entre douleurs musculaires et bruxisme pour le moment, étant donné que beaucoup de patients bruxistes ne souffrent pas de douleurs musculaires. Néanmoins, les études qui ne mettent pas en évidence de corrélation entre ces deux paramètres, ne séparent pas les bruxismes nocturnes des bruxismes diurnes, or ce sont ces derniers qui sont plus susceptibles de provoquer des douleurs musculaires. En effet, les muscles masseters seraient plus « fatiguables » par les « serremments / tapotements / balancements » qui se produisent préférentiellement le jour que par le grincement qui se produit préférentiellement la nuit (41).

Il est de nos jours possible d'identifier beaucoup de facteurs favorisant mais l'étiologie des DTM reste à élucider (44).

Il est possible de lister les facteurs étiologiques en fonction de leur niveau de preuve dans la littérature (38) :

- fort niveau de preuve : Origine centrale (génétique, neuro-modulation de la douleur), psycho-somatisation, sexe (les femmes sont bien plus touchées), comorbidité (fibromyalgie) ;
- niveau de preuve modéré : traumatismes faciaux, **iatrogénicité**, âge, psychologie (stress, dépression, enfance), **occlusion**, **parafonction**, nutrition, tabac, trouble du sommeil et enfin comorbidité (migraines, lombalgies, syndrome de Bowel) ;
- faible niveau de preuve : affections neuro-dégénératives, **orthodontie**, ethnie, trouble de la personnalité et infections.

C'est pour cela que le panel de traitement pour les DTM est large : traitements occlusaux, chirurgie de l'ATM, pharmacothérapie (en phase aiguë), thérapie de relaxation ou encore thérapie comportementale et cognitive.

Les gouttières occlusales semblent globalement soulager les patients souffrant de DTM mais le mécanisme du soulagement est encore débattu. L'utilisation de gouttières complètes en matériaux durs ne donne pas de résultats statistiquement supérieurs aux autres types de traitement (gouttières semi-rigides, application palatine, rééducation ou même acupuncture) (45).

En 1991, Seligman et Pullinger avançaient qu'il n'y a pas de corrélation statistique entre modification de la DVO et DTM.

Depuis, il n'y a eu aucune étude prouvant un lien entre DTM et perte de DVO (24)

Rien ne prouve donc dans le plan vertical que la DTM est lié à la DVO.

Il en va de même dans le plan sagittal : il n'y a pas de preuve qu'une différence trop importante entre ORC et OIM est cause de DTM ou si c'est l'inverse qui se produit (8).

Ce manque de certitude scientifique provient probablement du fait qu'une adaptation musculaire à la douleur se produit et modifie l'occlusion en cas de DTM (46).

Bien que la littérature manque de preuve, il faut souligner que la plupart des études soutenant que l'augmentation de la DVO n'est pas dangereuse utilise des méthodes d'évaluation de « l'adaptation prothétique » qui sont subjectives.

Par ailleurs, compte tenu de l'étendue du traitement prothétique qu'une augmentation de DVO représente, le nombre de participants à ces études est généralement faible : ils ne sont donc pas forcément représentatifs de la population générale.

6. Augmentation de la DVO

La DVO pourrait être augmentée de façon sûre et atraumatique si elle induit une rotation pure de la mandibule, si elle n'aggrave pas une classe squelettique (II ou III), si elle conserve le contact labial, et enfin si le patient qui en bénéficie ne présente pas de désordre neuro-musculaire. (28). La rotation pure n'existe néanmoins pas en ouverture naturelle : il devient donc intéressant de considérer l'utilisation d'une cale occlusale pour augmenter la DVO le long d'un trajet occlusal habituel. Cette cale occlusale a été mise au point et décrite pour la première fois en 1964 par Lucia : c'est le JIGs de Lucia (47).

6.1. Pré-requis prothétiques

Plusieurs critères sont à prendre en compte avant de décider d'augmenter la DVO et sont par ordre d'importance :

- La hauteur prothétique disponible : si elle est insuffisante, c'est en faveur de l'augmentation.
- La relation occlusale antérieure : dans la population générale, le recouvrement est de 3-4mm et le surplomb de 2-3mm en moyenne. Ils doivent donc être évalués car une augmentation de DVO va diminuer le recouvrement et augmenter le surplomb.
- La classe squelettique : pour la même raison que la relation occlusale, une augmentation de DVO ne sera pas réalisée chez un patient en classe II pour ne pas accentuer son défaut. A l'inverse, l'augmentation pourra être indiquée chez des patients en classe III pour son effet compensateur. *A fortiori*, les patients en pseudo-classes III par perte de DVO effective, seront les meilleures indications d'augmentation.

- L'ATM et les muscles masticateurs : le principe de précaution impose d'être prudent en présence d'une articulation pathologique, car une augmentation égale ou supérieure à 3mm aggrave le tableau clinique de l'articulation. Ceci s'explique par le fait qu'à cette élévation, le déplacement de l'interface condylo-discale est non négligeable et représente donc une perturbation supplémentaire de l'articulation.
- L'esthétique : l'esthétique du sourire et ses critères de réhabilitation sont à prendre en compte. En revanche, une augmentation de DVO n'aura que peu d'influence sur l'esthétique faciale étant donné qu'une augmentation de DVO de plus de 5mm en secteur inter-incisif n'est quasi jamais justifiée. En dessous de cette hauteur d'augmentation, les changements faciaux sont peu perceptibles.

6.2. Bénéfices prothétiques

Les avantages notables d'une augmentation de DVO pour le patient sont :

- le gain esthétique : surtout au niveau du sourire, plus discrètement au niveau du visage ;
- la compensation d'une classe III ou pseudo-classe III ;
- la mise en place de thérapeutiques prothétiques moins invasives : l'augmentation de DVO permet bien souvent de réaliser des artifices prothétiques collés sur dents vitales et d'éviter par conséquent dévitalisations et élongations coronaires ;
- le plus important peut-être : la restauration d'une fonction occlusale correcte et pérenne.

6.3. Adaptation prothétique

L'adaptation à une nouvelle DVO se produit par deux mécanismes concomitants (24) :

- un mécanisme dento-alvéolaire : par apposition et remaniement osseux, bien que la bonne adaptation des augmentations de DVO supra-implantaires laissent supposer que cet aspect est négligeable ;
- un mécanisme musculaire : par élongation musculaire, ce qui implique une interaction directe avec une DTM déjà présente et invite à la prudence.

La période critique après une augmentation de DVO est de 2 semaines (27). Les gênes signalées sont la difficulté d'élocution, les sensibilités, le serrement, l'augmentation des forces masticatoires et enfin les symptômes articulo-musculaires.

Ces derniers semblent peu fréquemment signalés tandis que la difficulté d'élocution semble être le problème le plus fréquemment rapporté.

Passé cette période critique, ces gênes se résolvent spontanément dans la plupart des cas ou nécessitent de petites retouches occlusales dans les autres.

Des contrôles à 12 puis 18 mois ont permis de valider cette affirmation.

Paradoxalement, un bruxisme signalé par le patient avant l'augmentation de DVO aura tendance à diminuer voire disparaître pendant la période critique, puis à l'inverse des autres gênes, il pourra se réinstaller après 2 semaines. Ceci est certainement dû aux changements proprioceptifs importants qui ont lieu au niveau de l'occlusion. Ils provoquent un réflexe d'évitement au lieu du cycle de bruxisme habituel.

L'adaptation à la nouvelle DVO et sa « normalisation » physiologique contribuent ensuite à la réactivation du bruxisme.

Lorsqu'elle est bien maîtrisée, l'augmentation de la DVO est donc une thérapeutique sans risque (jusqu'à +5mm en inter-incisif), qui provoque un inconfort de deux semaines en moyenne après sa mise en place, mais qui ne permet en aucun cas de soigner le bruxisme. Cette considération clinique impose, après tout traitement

restaurateur, la prise en compte d'une protection nocturne et/ou d'une approche cognitive diurne, afin de protéger les réalisations prothétiques.

Chapitre III : Protocole d'étude

1. Introduction

La dimension verticale d'occlusion chez le patient denté est un facteur fluctuant, difficile à évaluer et compliqué à restaurer. Les recherches dans la littérature effectuées dans les deux premiers chapitres de cet ouvrage font ressortir deux points :

- évaluer une altération de dimension verticale d'occlusion chez un patient denté est un acte diagnostique nécessitant la collection du plus grand nombre possible d'indices cliniques allant dans ce sens. Il n'existe pas de symptôme pathognomonique d'une altération de DVO. L'altération de DVO est dès lors probable mais reste sujette à la subjectivité du praticien ;
- restaurer une DVO est une procédure extensive qui, si elle respecte certains impératifs de réalisation, apparaît sans grand risque pour le patient.

Parmi ces impératifs, n'est pas citée la méthode d'enregistrement et de validation de l'augmentation de DVO. En effet, s'il est vrai que la période d'adaptation est d'environ 2 semaines et que la plupart des gênes peuvent être résolues par des retouches occlusales, ne serait-il pas possible de réduire cette période et de limiter ce type de retouches ?

De façon tout à fait théorique, il est admis que la cinétique de l'ATM se décompose en deux types de mouvement successifs : la rotation puis la translation (28) (27). La rotation initierait le mouvement, suivie de la translation. Les augmentations de DVO dépassant rarement 5mm, la translation serait en fait inexistante lors du mouvement de la DVO « à restaurer » à la DVO « restaurée ». Dès lors, il devrait être possible, après montage en articulateur, de réaliser l'augmentation voulue à partir d'une simple augmentation de la tige incisive au laboratoire ; l'articulateur (non programmé) fonctionnant en rotation pure. Si ce concept était vrai, cela ne devrait générer aucune interférence/prématurité occlusale après application chez le patient.

Notre étude a pour but de définir si une augmentation « au laboratoire » est cliniquement acceptable, ou si un enregistrement *in situ* doit être recommandé systématiquement. Ce qui revient à évaluer l'hypothèse selon laquelle la cinétique

d'ouverture mandibulaire correspondrait plus à une « roto-translation » qu'à une rotation pure (Fig.24).



Figure 24 : Schéma de la cinétique mandibulaire

Nous opposerons, dans cette étude, deux méthodes d'augmentation de la DVO, l'une par augmentation « au laboratoire » à partir de la tige incisive de l'articulateur, et l'autre « *in situ* » par réalisation préalable d'une cale occlusale de type JIG de Lucia (47).

Chaque patient testé fera l'objet d'un enregistrement selon les deux méthodes puis d'une reconstruction simulée à la nouvelle hauteur (DVO). Notre hypothèse de travail est que l'augmentation « au laboratoire » générera des prématurités occlusales postérieures contrairement à la méthode « *in situ* » (Fig.25).

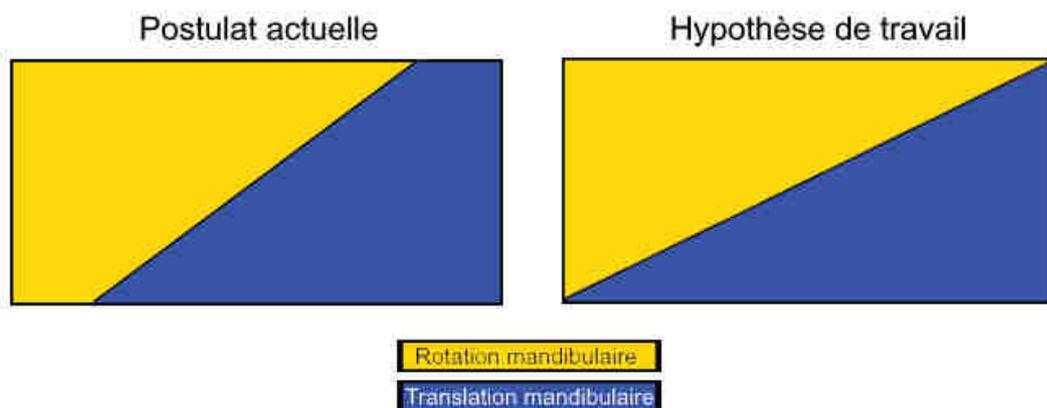


Figure 25 : Représentation simplifiée de l'hypothèse de travail

2. Matériel et méthode

2.1 Population et opérateur

L'étude clinique inclut 12 femmes et 10 hommes âgés de 21 à 48 ans, sains, avec un âge médian de 22 ans. La grande majorité est étudiante à la Faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg.

Le recrutement a été basé sur le volontariat, la disponibilité des sujets et les critères d'inclusion suivants :

- Classe I d'Angle (canine et molaire) ;
- Absence d'altération occlusale ;
- Absence de DTM rapportée ;
- Héli-arcades complètes de 1 à 7 (8 facultatives) ;
- Absence d'apparente perte de DVO ;
- Aucun traitement orthodontique en cours.

Chaque étudiant est son propre témoin : les deux méthodes sont appliquées simultanément chez un même sujet, après enregistrement des contacts en OIM.

Un opérateur unique (moi-même) a réalisé l'ensemble des opérations et manipulations décrites plus loin (Fig.26).

Chaque étudiant est allé au bout du protocole et a réalisé l'intégralité des étapes de l'étude.

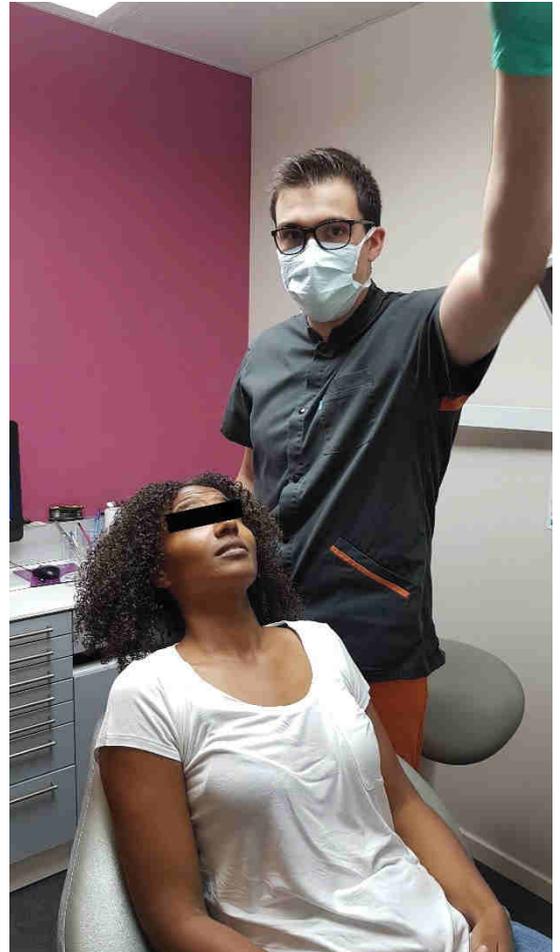


Figure 26 : Opérateur (debout) et sujet (assis)

2.2 Matériel

2.2.1. Matériel non spécifique

Les empreintes ont été réalisées avec de l'alginate de classe I (Hydrogum 5 de Zhermack) et avec des porte-empreintes du commerce métalliques perforés de taille variable (Inox ASA de L1 à L5 et de U1 à U5).

Les modèles ont été coulés à l'aide de plâtre (Molda Dur de Placo) et mis en articulateur avec du plâtre à prise rapide (Snow White de Kerr).

Les cales occlusales ont été réalisées à l'aide de silicone réticulant (cf paragraphe Aquasil Bite) et à l'aide de feuilles de bloc à spatuler en PVC transparentes et épaisses (0,5mm).

Les JIG de Lucia (47) ont été réalisés avec de la résine dure auto-polymérisable (Pattern resin LS de GC).

2.2.2. Articulateur Artex CPR

L'articulateur Artex CPR de la marque AmannGirrbach a été utilisé pour l'ensemble des cas (Fig.27).

Des réglages standardisés tels qu'utilisés chez un prothésiste dentaire utilisant un articulateur simple ont été mis en place avant toute manipulation et ont été conservés durant toute la durée de l'étude, à savoir :

- une pente condylienne sagittale de 35° ;
- des angles de Bennett de $+15^{\circ}$ de chaque côté ;
- un blocage en protrusion et rétrusion.



Figure 27 : Articulateur Artex CPR

Cet articulateur a été choisi pour sa qualité de précision dans le repositionnement des modèles sur l'articulateur une fois montés. En effet, le verrouillage est réalisé via deux

plaques aimantées et est parfaitement engageant grâce à la correspondance des plaque-bases.

Ceci a pu garantir un repositionnement optimal des modèles tout au long de l'étude, permettant d'effectuer autant de vérifications que nécessaire pour que les résultats soient fiables et reproductibles.

Un plateau de montage arbitraire a également été utilisé pour monter le modèle maxillaire de chaque sujet sur l'articulateur. Ce même plateau a été utilisé pour l'ensemble des cas.

L'articulateur nous a été prêté gracieusement par la société Schein que nous remercions ici.

2.2.3. Aquasil bite (Dentsply)

L'Aquasil bite de la marque Dentsply (Fig.28) a été doublement utilisé lors de cette étude clinique : un usage habituel et un usage détourné.

Sa première utilisation a permis l'enregistrement statique du positionnement des arcades dentaires des sujets avant et après augmentation afin de pouvoir réaliser le transfert des modèles sur l'articulateur.



Figure 28 : Aquasil Bite

Sa seconde utilisation est inhabituelle : la stabilité dimensionnelle importante du produit ainsi que sa dureté élevée remplissaient au mieux le cahier des charges que nous avons dressé pour le matériau de réalisation des cales d'occlusion.

En effet, l'aquasil bite a une dureté shore de 95 en classe A. La classe A représente des matériaux mous (en l'occurrence le silicone) et l'échelle va de 0 à 100, 0 étant le plus mou et 100 le plus dur. Cette dureté idéale a permis l'enregistrement précis des points et zones de contacts des sujets après leur augmentation de DVO.

Le procédé de réalisation des cales occlusales sera décrit dans la partie « méthode ».

L'intégralité de l'Aquasil Bite utilisé nous a été gracieusement offert par la société productrice Denstsply que nous remercions.

2.2.4. Occlusense

L'Occlusense est un dispositif médical à visée diagnostique développé par Bausch (Fig.29/30).

L'appareil était à l'état de prototype lorsque l'étude a débutée et a depuis peu été commercialisé dans plusieurs pays.

Cet appareil électronique fonctionne à l'aide d'une application pour le moment uniquement disponible pour les systèmes d'exploitation iOs (en l'occurrence un iPad).

Il permet d'enregistrer non seulement la répartition précise des contacts dentaires sur les deux arcades mais également leur force et leur dispersion.

C'est l'outil idéal pour examiner une occlusion après des changements lourds tels qu'une augmentation de dimension verticale, c'est pourquoi nous avons décidé d'utiliser cet appareil innovant pour l'étude.

Nous remercions la société Bausch qui a réussi à nous mettre à disposition un des rares exemplaires de prototype de cet appareil.



Figure 29 : Malette Occlusense



Figure 30 : Matériel de l'Occlusense

2.3. Méthode

La méthode décrite ci-après a été scrupuleusement appliquée à chaque sujet de l'étude, point par point, après inclusion dans le protocole.

- Empreintes en alginate : chaque sujet s'est vu enregistrer 1 fois le maxillaire et 2 fois la mandibule. Les surfaces occlusales ont été soigneusement beurrées lors des empreintes pour assurer la précision des enregistrements (Fig.32).
- Enregistrement de l'OIM à l'aide d'Aquasil Bite (Dentsply) pour le montage sur l'articulateur (Fig.33).
- Coulée des 3 modèles, démoulage, examen attentif d'éventuels défauts sur les faces occlusales, détourage. Environ 20% des modèles ont été refaits pour cause de « bulles occlusales », fractures d'incisives, fissures ou d'abrasions du plâtre sur la durée totale de l'étude.
- Montage en articulateur du modèle maxillaire à l'aide du plateau de montage arbitraire.
- Montage en articulateur du premier modèle mandibulaire en position d'OIM grâce au mordue occlusal réalisé précédemment. La tige de l'articulateur est sur la position 0 (Fig.31/34/36).
- Augmentation arbitraire de la DVO de 4mm précisément à l'aide de la tige incisive qui est désormais sur la position +4mm (Fig.35/38).

- Réalisation du premier jeu de cales occlusales à l'aide d'Aquasil Bite et d'une feuille de bloc à spatuler en plastique transparent fin.

Mise en place du bloc à spatuler sur les dents mandibulaires (Fig.45).

Modèles en place sur l'articulateur retourné, l'Aquasil Bite est appliqué sur les faces occlusales des dents **maxillaires**, de 3 à 7 (ou 8 si existante) de chaque côté (Fig.46).

L'articulateur est refermé jusqu'à contact de la tige incisive avec son socle et maintenu ainsi (Fig.47).

Une spatule à ciment est ensuite passée en vestibulaire puis en palatin des dents maxillaires avant prise du silicone pour assurer l'englobement total des dents maxillaires par les cales (Fig.52).

Enfin, une fois la prise du silicone terminée, la feuille de bloc à spatuler est retirée du dessus des cales et l'articulateur est à nouveau refermé pour vérifier si les contacts sont existants sur chacune des pointes cuspidiennes. Les 2 cales ainsi créées sont ensuite marquées d'un « T » et dégrossies de façon à gêner le moins possible lors de l'insertion (Fig.48/49/50/51/53).

Ce premier jeu de cales est appelé « Cales Tige » dans la suite des explications, en référence à l'augmentation de DVO purement exécutée via la tige incisive de l'articulateur.

- Réalisation d'un JIG de Lucia sur l'articulateur à +4mm (Fig.35/38). Ceci permet d'enregistrer la position « *in situ* » correspondante à cette augmentation de DVO de 4mm par la tige.

Une boule de résine pattern est appliquée sur les incisives du modèle maxillaire préalablement vaseliné et l'articulateur est refermé (position +4mm) (Fig.39).

Une fois la résine totalement prise, désinsertion et fraisage de la pente palatine de la cale à environ 30° par rapport à la verticale (Fig.37).

Remise en place sur le modèle et vérification du contact avec les dents mandibulaires correspondantes.

- Avec le sujet, insertion du JIG de Lucia précédemment réalisé, fermeture sur la cale sans contrainte avec la pente de la cale empêchant le proglissement (Fig.40/41). Enregistrement à l'Aquasil Bite de la position des arcades avec cette nouvelle DVO (Fig.42).
- Montage du deuxième modèle mandibulaire à l'aide du mordue occlusal réalisé à l'étape précédente (tige sur +4mm) (Fig.43/44).
- Réalisation du second jeu de cales occlusales, rigoureusement de la même manière que les premières. Ces cales sont marquées d'un « J » et seront appelées « Cales JIG » dans la suite de l'explication, en référence à l'augmentation de DVO qui découle de l'enregistrement de la position à l'aide du JIG, directement en bouche.
- Avec le sujet, séance d'enregistrement des rapports occlusaux à l'aide de l'Oclusense.
Enregistrements de 4 secondes à 100Hz pour chacune des 3 captures.
Première capture avec le sujet serrant simplement les dents jusqu'au contact d'OIM (Fig.53/55).
Seconde capture avec les « Cales Tiges » (Fig.56/57/58).
Dernière capture avec les « Cales JIG » (Fig.56/57/58).
Il a été demandé au sujet de serrer de la même façon que lors de la première capture pour les 2 captures suivantes en termes d'intensité de serrage.
Le déclenchement de l'enregistrement était manuel : une fois le sujet en position, sans contact dentaire avec le capteur, la capture est lancée et le sujet en est averti par un « top », signalant qu'il doit serrer.
Tout déserrement prématuré du sujet a induit le renouvellement de la capture. Tout décentrage de la capture par rapport au milieu inter-incisif également.



Figure 32 : Empreintes alginate (1 maxillaire et 2 mandibulaires)



Figure 33 : Enregistrement occlusal de l'OIM



Figure 31 : Montage en articulateur OIM



Figure 36 : Modèle monté en articulateur en OIM



Figure 35 : Augmentation de la DVO par la tige à +4mm



Figure 34 : Vérification du réglage de la tige à 0mm

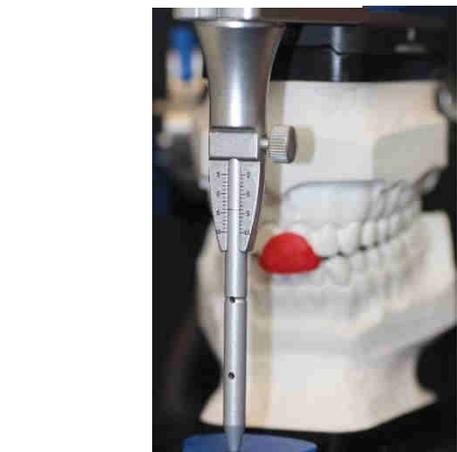


Figure 39 : Confection du JIG sur l'articulateur réglé à +4mm

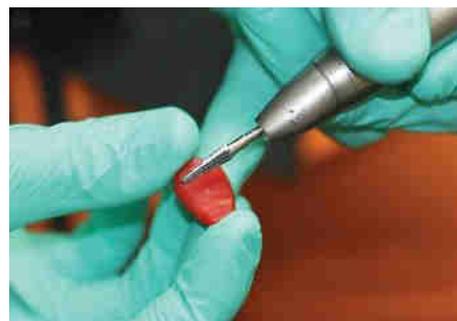


Figure 37 : JIG dégrossi, nettoyé et poli



Figure 38 : DVO augmenté à +4 sur l'articulateur

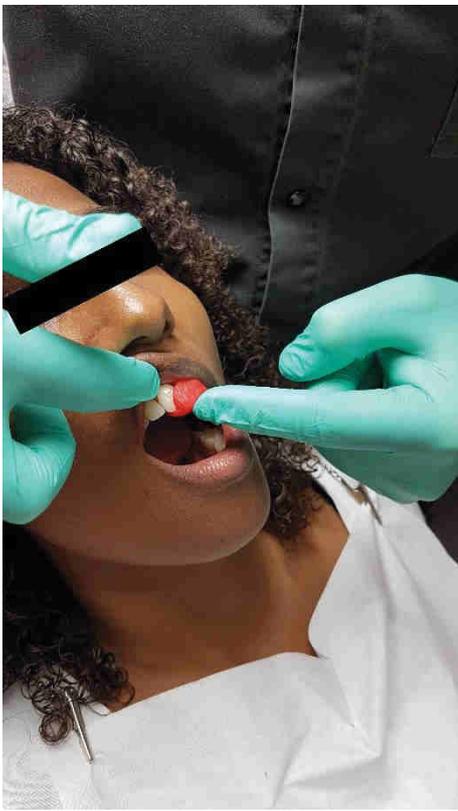


Figure 41 : Essayage du JIG en bouche



Figure 40 : Guidage de fermeture du sujet

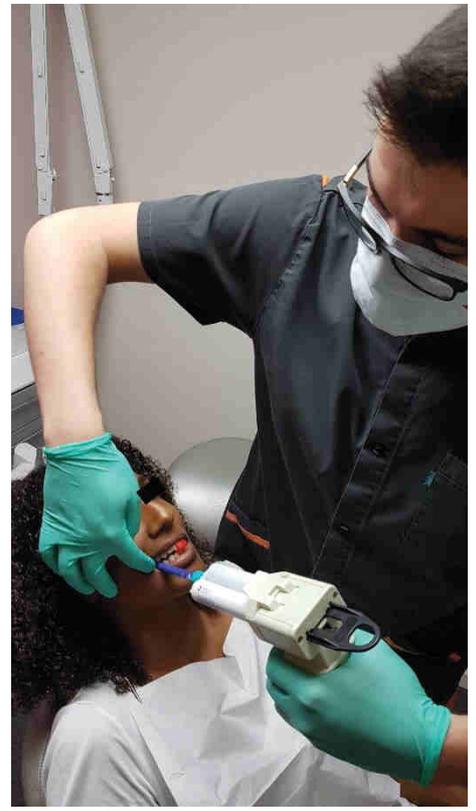


Figure 42 : Enregistrement dents serrées de l'augmentation JIG



Figure 43 : Modèles en articulateur après augmentation JIG



Figure 44 : Montage en articulateur de l'augmentation JIG



Figure 45 : Mise en place du bloc à spatuler



Figure 46 : Fermeture de l'articulateur et maintien de la pression durant la prise



Figure 47 : Mise en place de molaires à canines de l'Aquasil bite



Figure 52 : Passage d'une spatule à ciment pour assurer un englobement complet des dents

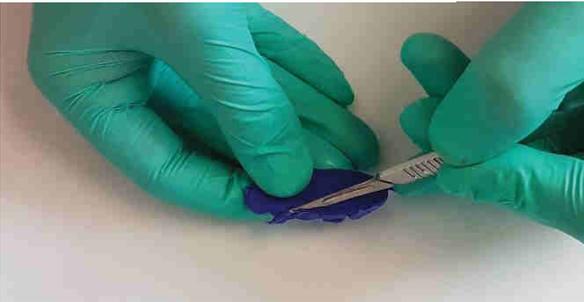


Figure 50 : Taille de la cale pour éviter les surextensions en bouche

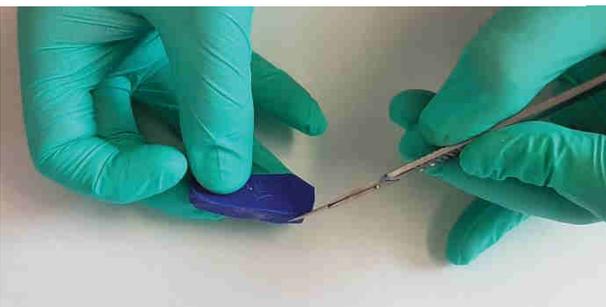


Figure 51 : Finitions de la cale



Figure 55 : Insertion de l'Occlusense pour l'enregistrement de l'OIM



Figure 53 : Ouverture de l'articulateur après prise de la cale de silicone



Figure 48 : Intrados de la cale avant nettoyage

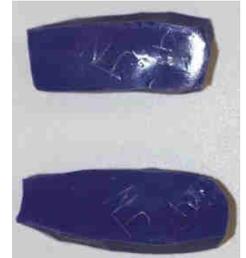


Figure 49 : Extrados de la cale, très lisse

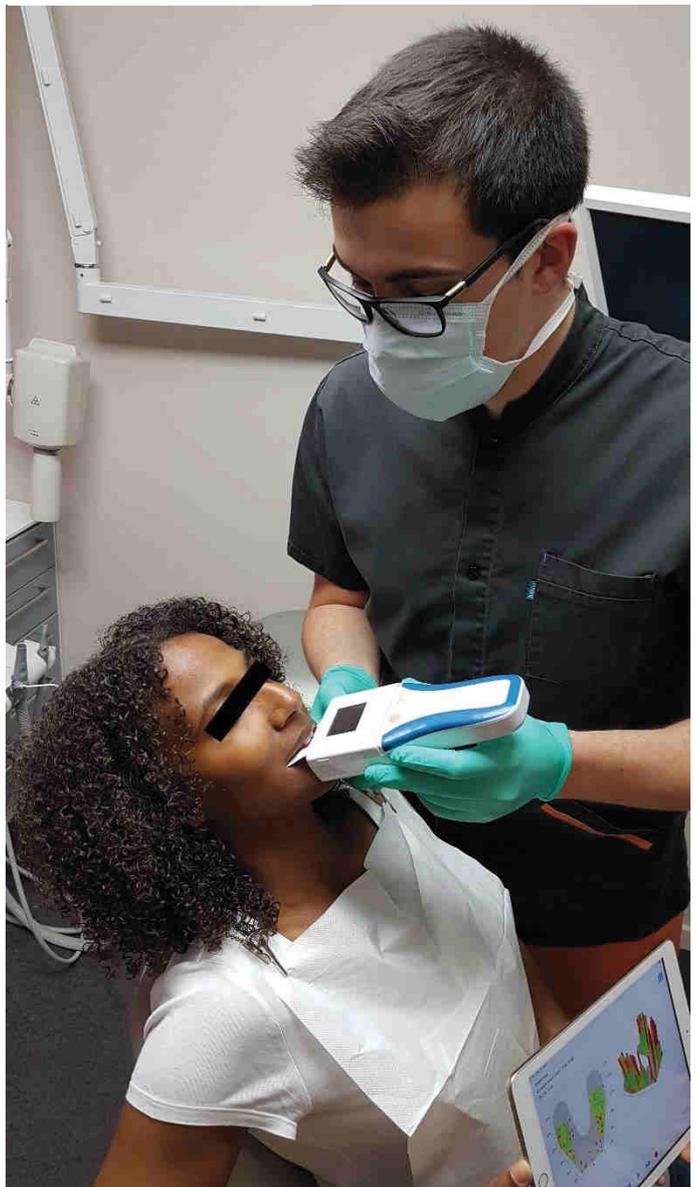


Figure 54 : Enregistrement Occlusense de l'OIM



Figure 56 : Essayage et mise en place des cales

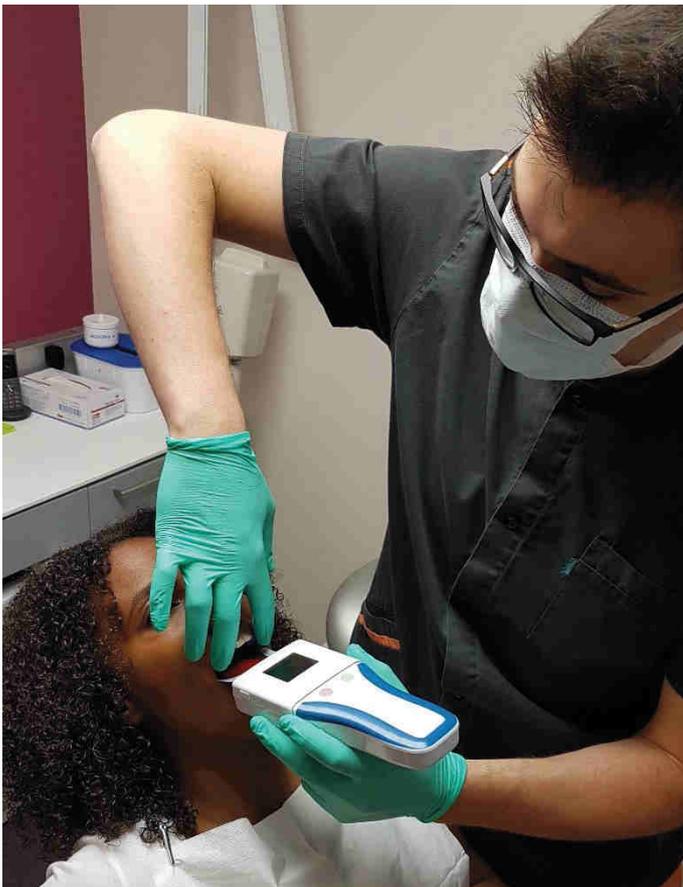


Figure 57 : Maintien des cales pour l'insertion de l'Occlusense

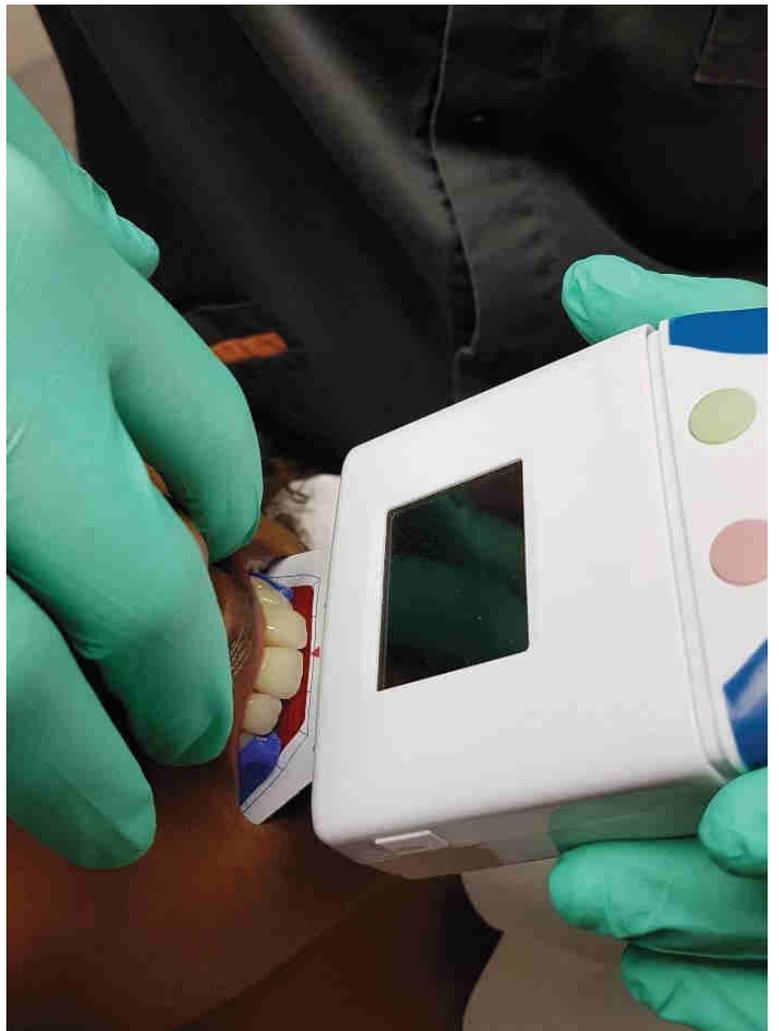


Figure 58 : Enregistrement Occlusense cales en place

- Analyse des résultats numériques pour chaque sujet, avec comme enregistrement-témoin sa propre capture en OIM.

Les résultats se présentent sous la forme de fichiers vidéo MP4 de 3 à 10Mo chacun et correspondent à l'enregistrement de chacune des situations testées (OIM/TIGE/JIG). Ce sont donc de courtes séquences représentant l'arcade du sujet et l'évolution des contacts sur celle-ci comme représentées ci-dessous (Fig.59).

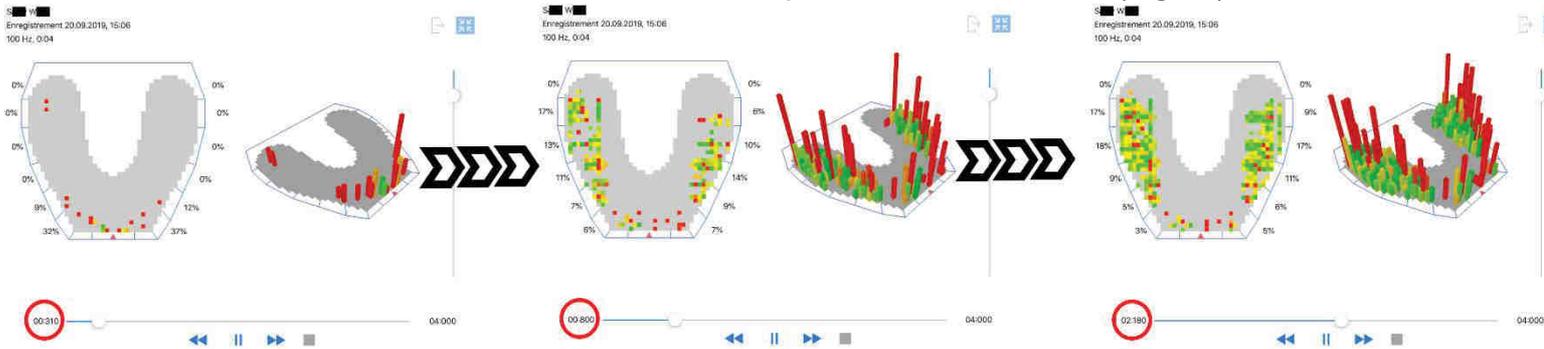


Figure 59 : Aspect des séquences Occlusense

Cette première image permet de mettre en évidence un point important de l'interprétation des résultats : les seules données chiffrées que l'occlusense est en mesure de donner sont la répartition pondérée sur 100 des contacts dans les 12 zones représentées (soit 6 par héli-arcades).

En effet, les couleurs et la hauteur des « barres » sont respectivement indicatives de la répartition du contact (vert = zone / rouge = point) et de l'intensité du contact (petite barre = faible contact / grande barre = fort contact).

Ceci rend l'analyse statistique difficile et il a fallu trouver des méthodes reproductibles d'un enregistrement à l'autre.

D'autre part, le « profil » des images obtenues est très variable entre les individus, et ce, même en OIM (sans aucune contrainte et aucun biais possible), comme mis en avant ci-dessous (Fig.60).

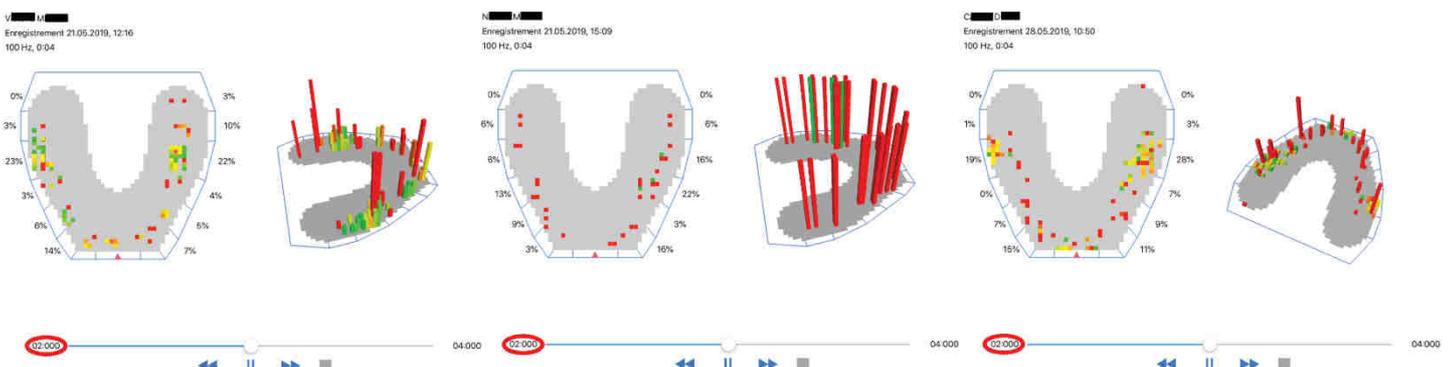


Figure 60 : Disparité de l'allure des enregistrements Occlusense. Ces enregistrements sont tous en OIM chez 3 sujets différents, à 2 secondes dans l'enregistrement. Très grande hétérogénéité avec la première image qui met en avant des contacts plus marqués en postérieur, la seconde avec des contact très puissants et très répartis et la dernière avec des contacts faibles et plus antérieurs.

Ces observations vont dans le sens d'une analyse intra-sujet, comme évoquée plus haut, la superposition inter-sujet étant impossible.

L'hypothèse de cette étude est que les contacts obtenus après une augmentation par la tige incisive sont plus postérieurs et moins bien répartis sur l'arcade que lors d'une augmentation par JIG.

Il semble donc cohérent de rechercher une éventuelle prématurité postérieure ainsi qu'une prédominance postérieure lors des enregistrements « TIGE ».

Il va donc s'agir d'isoler pour chaque situation (OIM/TIGE/JIG) deux temps primordiaux : les premiers contacts significatifs et les contacts maximaux.

Les premiers contacts significatifs correspondent aux premiers contacts apparaissant sur l'enregistrement et qui vont persister jusqu'au contacts maximaux. Cette dernière condition est absolument fondamentale, car les cales étant totalement lisses et planes, l'arc de guidage (voir partie 2.2) ne peut pas jouer son rôle et les sujets se retrouvent « perturbés » en début d'enregistrement pendant quelques dixièmes de secondes. Ce phénomène correspond à l'habitude de guidage et donc à la recherche de la position la plus usuelle et confortable. Le sujet « perturbé » va donc inconsciemment repositionner son arcade jusqu'à atteindre une position efficace. Nous appellerons ce phénomène le « tremblement occlusal » en raison de l'aspect dynamique du processus sur les séquences vidéos.

Ci-dessous, une séquence vidéo (enregistrement TIGE) est décortiquée et met bien en évidence le tremblement occlusal. La première image représente le premier contact observable de l'enregistrement, à 0,750 secondes (Fig.61).

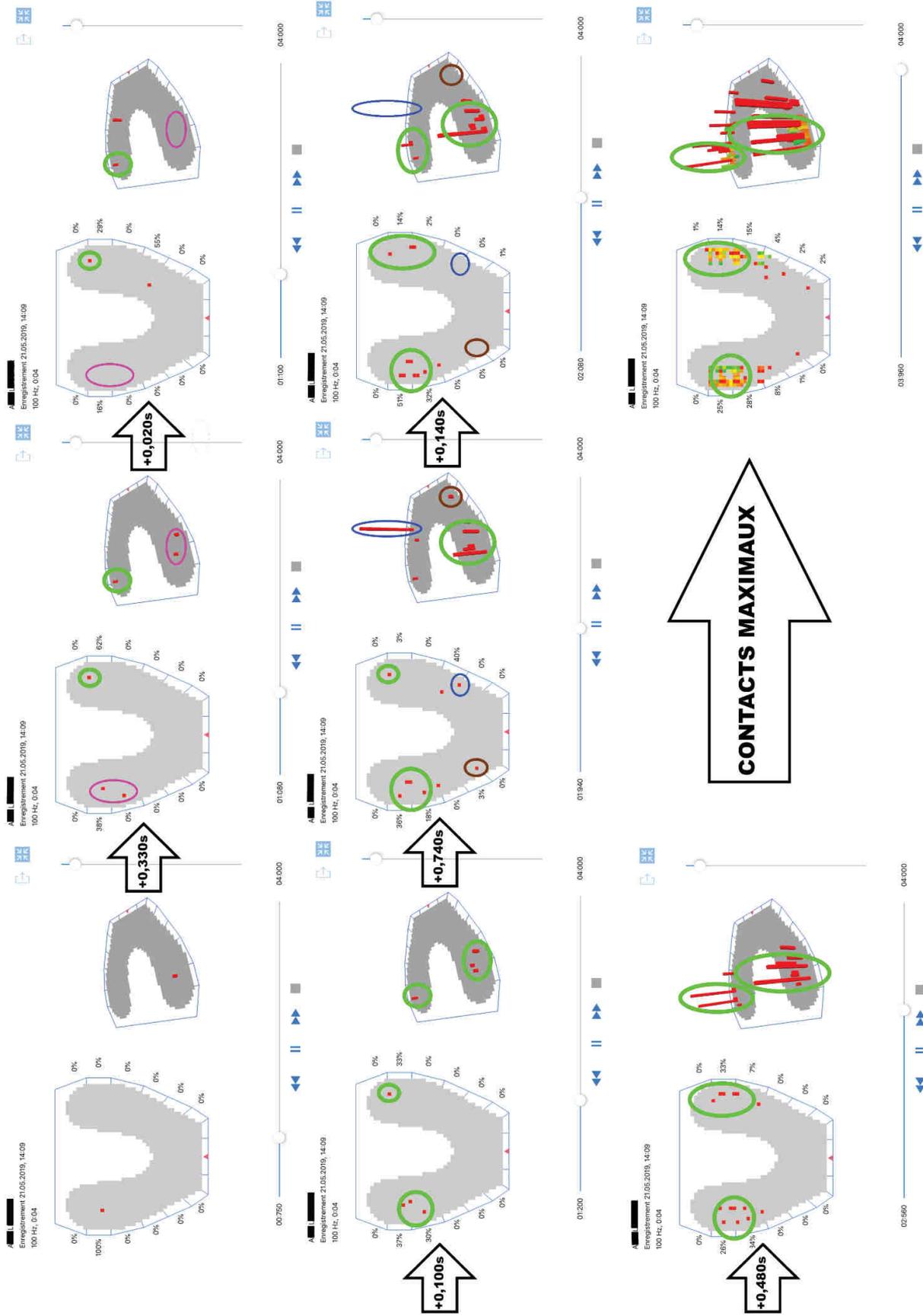


Figure 61 : Explication du tremblement occlusal

Durée d'apparition des premiers contacts significatifs : 0,330 secondes
Durée du tremblement occlusal : 1,810 secondes

Les contacts maximaux sont plus faciles à mettre en évidence car il s'agit d'un « plateau de stabilité » avec très peu de variation d'intensité sur la durée. Les contacts maximaux sont observables sur la dernière image des enregistrements et ils s'analysent donc en « rembobinant ».

En effet, il est intéressant de connaître d'une part le profil des contacts maximaux pour pouvoir comparer les situations TIGE et JIG à l'OIM, mais d'autre part également la durée d'atteinte des contacts maximaux.

Cette durée sera courte si les treblotements occlusaux sont courts et longue s'ils sont longs.

Le schéma ci-après résume les temps observables sur les enregistrements (Fig.62).

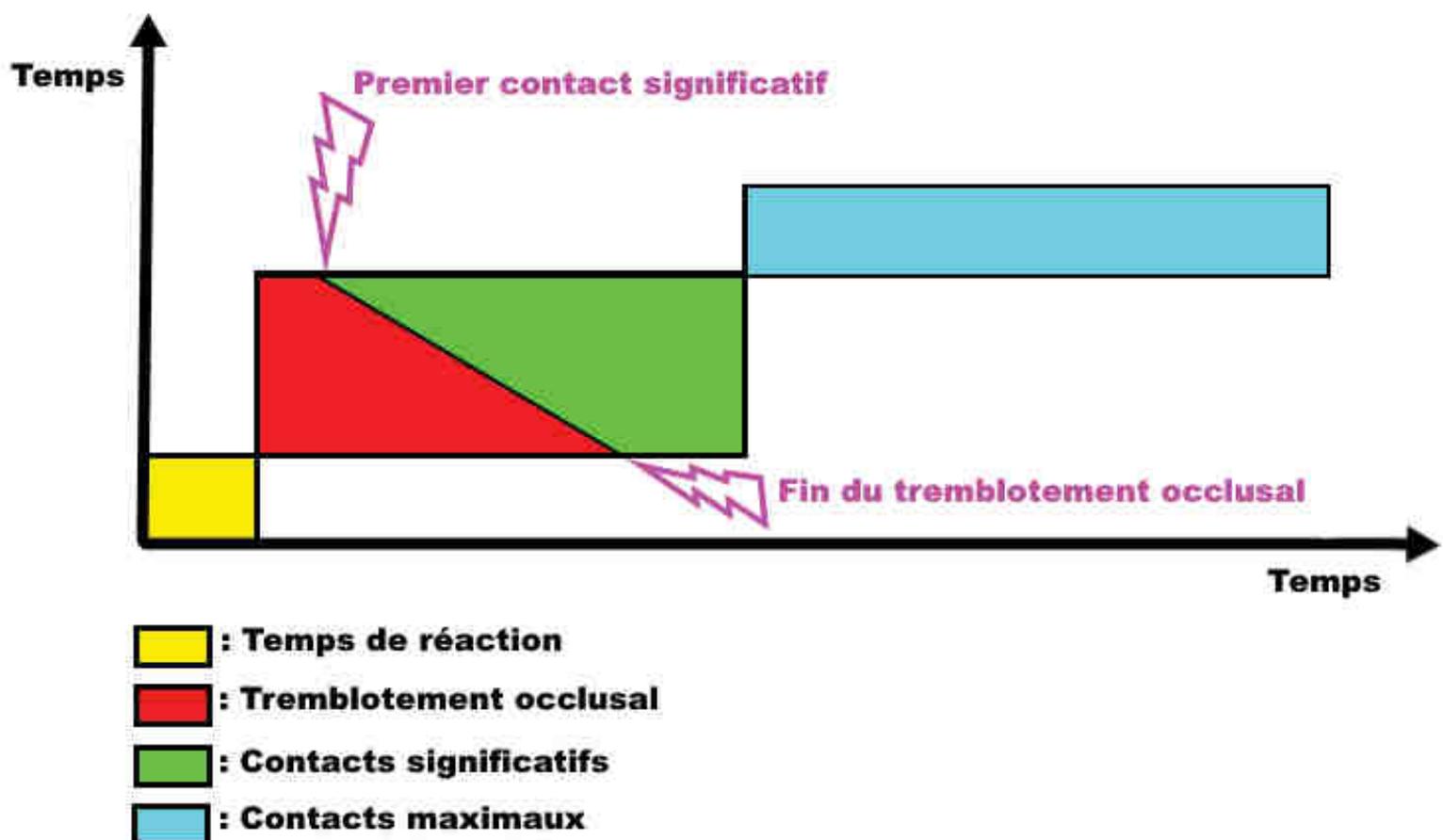


Figure 62 : Décomposition des "temps" de l'enregistrement Occlusense

Pour chaque sujet, la comparaison a été faite sur les critères suivants :

- La position relative des premiers contacts significatifs par rapport à ceux de l'OIM. Les premiers contacts sont évalués en fonction de leur position sur

l'arcade (cartographiée) et de leur répartition. La zone avec le premier contact significatif le plus important fait référence.

Pour comparer JIG et TIGE dans les tableaux de résultats : mention TIGE si le premier contact en situation TIGE est positionné plus antérieurement que le premier contact en situation JIG et vice-versa. Les premiers contacts en OIM ne sont pas pris en compte, ils sont indicatifs, mais nous y reviendrons dans la partie discussion.

- La durée du tremblement occlusal dans les situations TIGE et JIG. En situation d'OIM il s'agit plutôt de la durée du guidage, qui est généralement très courte.

Pour comparer JIG et TIGE dans les tableaux de résultats, mention TIGE si la durée du tremblement occlusal en situation TIGE est plus courte qu'en situation JIG et vice-versa. La durée de guidage en OIM n'est pas prise en compte, elle est indicative, mais nous y reviendrons dans la partie discussion.

- La durée d'atteinte des contacts maximaux.

Pour comparer JIG et TIGE dans les tableaux de résultats, mention TIGE si la durée d'atteinte des contact maximaux en situation TIGE est plus courte qu'en situation JIG et vice-versa. La durée d'atteinte des contacts maximaux en OIM n'est pas prise en compte, elle est indicative, mais nous y reviendrons dans la partie discussion.

- La répartition des contacts maximaux pour laquelle il a été possible d'utiliser un indice de dispersion mathématique simple : l'écart type. La pondération sur 100 de la répartition en 12 zones des contacts que fournit l'application de l'Oclusense rend l'analyse facile. La moyenne de la répartition est systématiquement $100/12=8,3$.

Pour comparer JIG et TIGE dans les tableaux de résultats, mention TIGE si l'écart type de la répartition en situation TIGE est plus proche de 1 qu'en situation JIG et vice-versa. La valeur de l'écart type en OIM n'est pas prise en compte, elle est indicative, mais nous y reviendrons dans la partie discussion.

- L'axe de force bilatéral en contacts maximaux.

Pour comparer JIG et TIGE dans les tableaux de résultats, mention TIGE si l'axe de force en situation TIGE est plus proche de l'axe de force de référence (OIM) dans le sens antéro-postérieur qu'en situation JIG et vice-versa.

Pour illustrer le protocole d'analyse, un des vingts cas est présenté ci-après comme exemple (Fig.63/64/65/66).

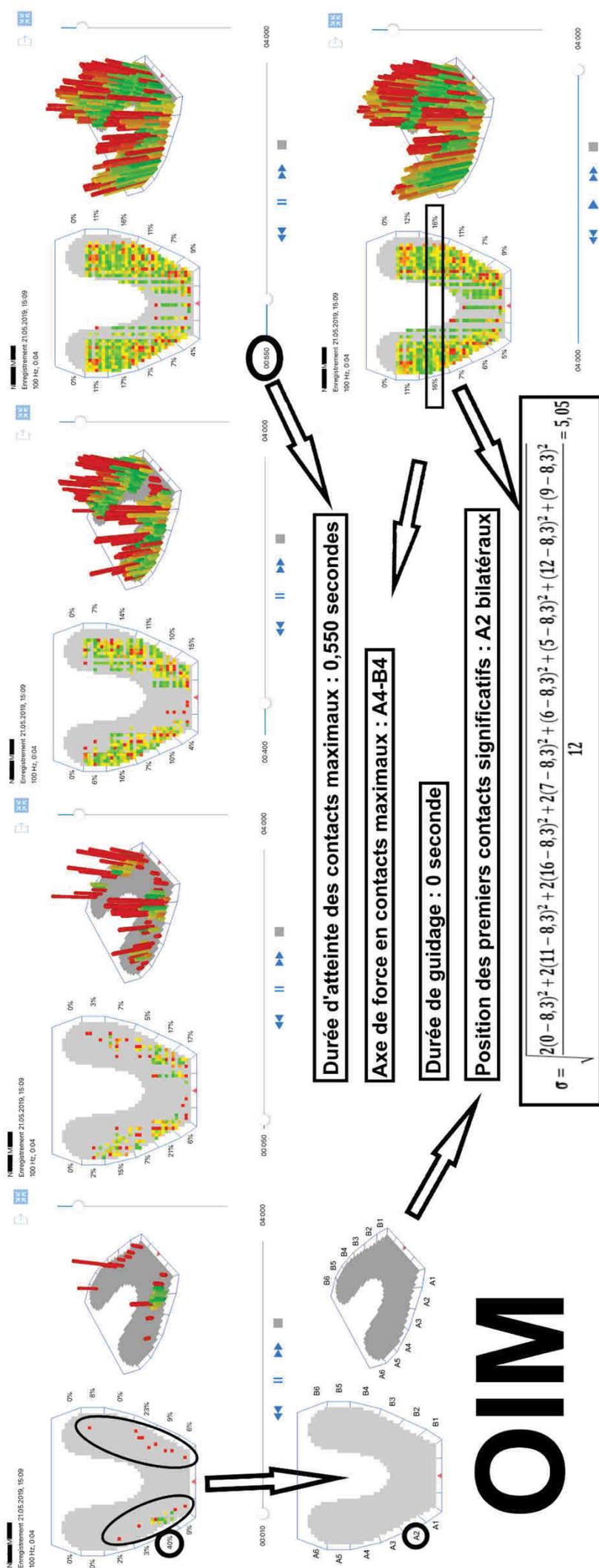
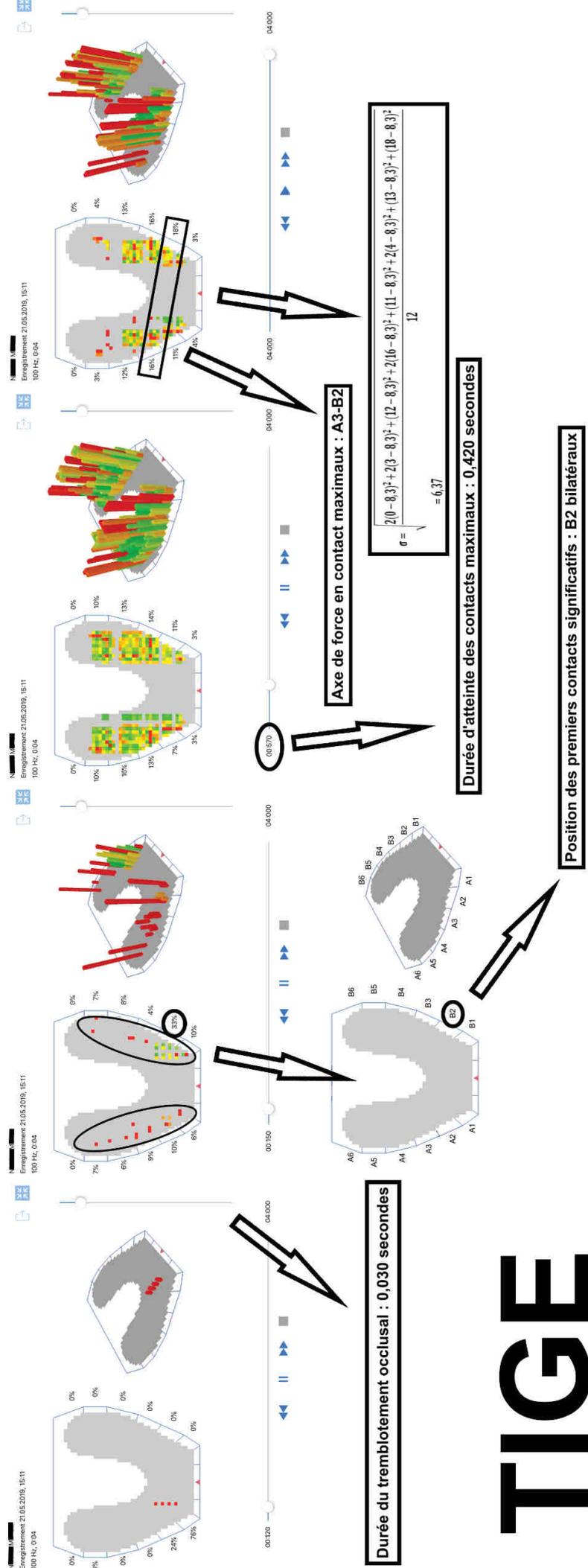


Figure 63 : Analyse de l'OIM du sujet NM



TIGE

Figure 64 : Analyse de l'augmentation TIGE du sujet NM

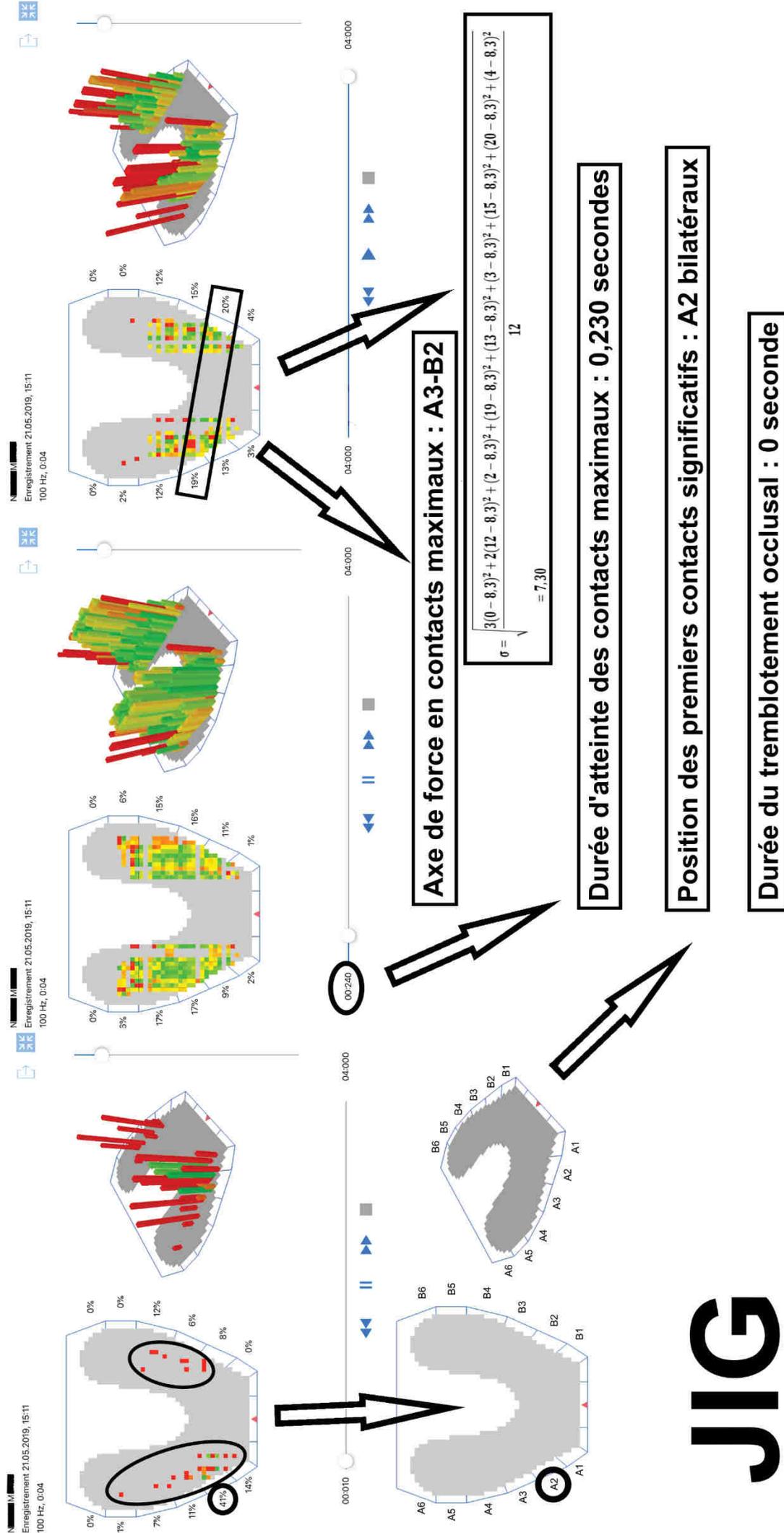


Figure 65 : Analyse de l'augmentation JIG du sujet NM

	Ecart type de la répartition	Position relative premier contact significatif	Axe de force en contacts maximaux	Durée atteinte contacts maximaux	Durée tremblement occlusal
OIM	5,05	A2 bilatéral	A4-B4	0,550 sec	0 sec
TIGE	6,37	B2 bilatéral	A3-B2	0,420 sec	0,030 sec
JIG	7,30	A2 bilatéral	A3-B2	0,230 sec	0 sec
TIGE VS JIG	TIGE	Equivalent	Equivalent	JIG	JIG

Figure 66 :: Récapitulatif des résultats du sujet NM

L'ensemble des cas a été abordé de cette façon afin d'assurer cohérence et reproductibilité des résultats.

2. Résultats

Les résultats ont été obtenus après réalisation rigoureuse de l'ensemble des étapes décrites dans la partie précédente pour l'intégralité des sujets, et ils ont été regroupés dans des tableaux pour permettre une vue d'ensemble plus nette.

Ecart type de la répartition				
Sujets	OIM	TIGE	JIG	TIGE VS JIG
AV	7,77	9,83	8,92	JIG
AL	6,88	9,52	7,61	JIG
CD	7,78	9,38	12,63	TIGE
JK	11,18	12,23	9,09	JIG
GN	7,50	8,71	10,98	TIGE
DK	8,41	9,27	11,64	TIGE
EL	7,10	9,50	8,35	JIG
JS	7,55	9,10	8,10	JIG
LB	6,64	7,43	8,39	TIGE
LK	7,49	7,81	11,74	TIGE
LS	7,75	8,57	7,40	JIG
MB	7,77	7,65	5,30	JIG
MV	10,24	8,46	8,16	JIG
<u>MBo</u>	10,30	13,31	11,34	JIG
NM	5,05	6,37	7,30	TIGE
SW	5,39	7,12	8,60	TIGE
TV	12,64	10,06	13,10	TIGE
VP	8,61	14,92	10,45	JIG
VM	7,30	7,28	6,87	JIG
SP	10,43	11,00	10,04	JIG

Figure 68 : Tableau exhaustif des résultats pour la répartition des contacts sur l'arcade

Position des premiers contacts significatifs				
Sujets	OIM	TIGE	JIG	TIGE VS JIG
AV	B1	B4	A5	TIGE
AL	A3	B5	B3	JIG
CD	B1	B5	B5	EQUIVALENT
JK	B6	B5	B5	EQUIVALENT
GN	B2	B3	B4	TIGE
DK	B5	B3	B4	TIGE
EL	B1	A4	A5	TIGE
JS	B4	A4	A2	JIG
LB	A4	B4	A3	JIG
LK	B1	A4	A3	JIG
LS	B5	A6	A6	EQUIVALENT
MB	B1	A5	B2	JIG
MV	A5	A5	A5	EQUIVALENT
<u>MBo</u>	B4	A3	A3	EQUIVALENT
NM	A2	B2	A2	EQUIVALENT
SW	B2	A3	A3	EQUIVALENT
TV	B5	B5	B5	EQUIVALENT
VP	B5	B5	B5	EQUIVALENT
VM	A1	B5	A4	JIG
SP	B5	A4	A5	TIGE

Figure 67 : Tableau exhaustif des résultats pour la position des premiers contacts significatifs

Axe de force en contacts maximaux				
Sujets	OIM	TIGE	JIG	TIGE VS JIG
AV	A4-B4	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT
AL	A4-B1	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT
CD	A1-B4	A3-B4	A5-B5	TIGE
JK	A6-B6	A5-B5	A5-B5	EQUIVALENT
GN	A4-B4	A3-B3	A4-B4	JIG
DK	A4-B4	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT
EL	A4-B4	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT
JS	A2-B2	A2-B4	A2-B2	JIG
LB	A4-B4	A3-B3	A3-B3	EQUIVALENT
LK	A4-B5	A4-B4	A2-B3	TIGE
LS	A4-B4	A6-B5	A6-B6	TIGE
MB	A4-B4	A4-B4	A3-B3	TIGE
MV	A4-B4	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT
MBo	A1-B4	A3-B3	A3-B1	EQUIVALENT
NM	A4-B4	A3-B2	A3-B2	EQUIVALENT
SW	A4-B4	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT
TV	A5-B5	A4-B4	A5-B5	JIG
VP	A5-B5	A5-B5	A4-B4	TIGE
VM	A4-B4	A3-B3	A4-B4	JIG
SP	A5-B5	A4-B4	A4-B4	EQUIVALENT

Figure 70 : Tableau exhaustif des résultats pour l'axe de force en contact maximaux

Durée d'atteinte des contacts maximaux				
Sujets	OIM	TIGE	JIG	TIGE VS JIG
AV	0,400 sec	2,150 sec	0,710 sec	JIG
AL	3,160 sec	2,690 sec	2,210 sec	JIG
CD	0,780 sec	1,1130 sec	0,710 sec	JIG
JK	0,020 sec	0,580 sec	0,370 sec	JIG
GN	0,490 sec	0,520 sec	0,420 sec	JIG
DK	0,470 sec	0,690 sec	0,730 sec	TIGE
EL	1,100 sec	1,330 sec	1,420 sec	JIG
JS	0,420 sec	0,560 sec	0,370 sec	JIG
LB	0,250 sec	0,560 sec	0,400 sec	JIG
LK	1,690 sec	1,260 sec	1,630 sec	TIGE
LS	0,350 sec	1,210 sec	1,310 sec	TIGE
MB	2,200 sec	0,830 sec	0,680 sec	JIG
MV	2,580 sec	2,220 sec	2,360 sec	TIGE
MBo	0,480 sec	0,930 sec	0,500 sec	JIG
NM	0,550 sec	0,420 sec	0,230 sec	JIG
SW	1,490 sec	1,510 sec	1,230 sec	JIG
TV	0,420 sec	0,620 sec	0,490 sec	JIG
VP	0,750 sec	1,170 sec	0,680 sec	JIG
VM	0,370 sec	1,670 sec	0,790 sec	JIG
SP	0,350 sec	0,740 sec	0,880 sec	TIGE

Figure 69 : Tableau exhaustif des résultats pour la durée d'atteinte des contacts maximaux

Durée du tremblement occlusal				
Sujets	OIM	TIGE	JIG	TIGE VS JIG
AV	0,800 sec	2,370 sec	0,850 sec	JIG
AL	2,780 sec	1,810 sec	1,070 sec	JIG
CD	0,950 sec	0,310 sec	0	JIG
JK	0 sec	0 sec	0 sec	EQUIVALENT
GN	0,190 sec	0 sec	0 sec	EQUIVALENT
DK	0,300 sec	0,330 sec	0,260 sec	JIG
EL	0,680 sec	0,380 sec	0,050 sec	JIG
JS	0,100 sec	0 sec	0 sec	EQUIVALENT
LB	0,030 sec	0,170 sec	0,090 sec	JIG
LK	0,440 sec	0,260 sec	0,580 sec	TIGE
LS	0,140 sec	1,800 sec	1,370 sec	JIG
MB	0,650 sec	0,280 sec	0,320 sec	TIGE
MV	1,090 sec	1,310 sec	0 sec	JIG
MBo	0,670 sec	0,540 sec	0,670 sec	TIGE
NM	0 sec	0,030 sec	0 sec	JIG
SW	0,700 sec	0,290 sec	0,140 sec	JIG
TV	0,260 sec	0,060 sec	0 sec	JIG
VP	0,510 sec	2,530 sec	0,500 sec	TIGE
VM	0,680 sec	0,890 sec	0,530 sec	JIG
SP	0 sec	0 sec	0 sec	EQUIVALENT

Figure 71 : Tableau exhaustif des résultats pour la durée du tremblement occlusal

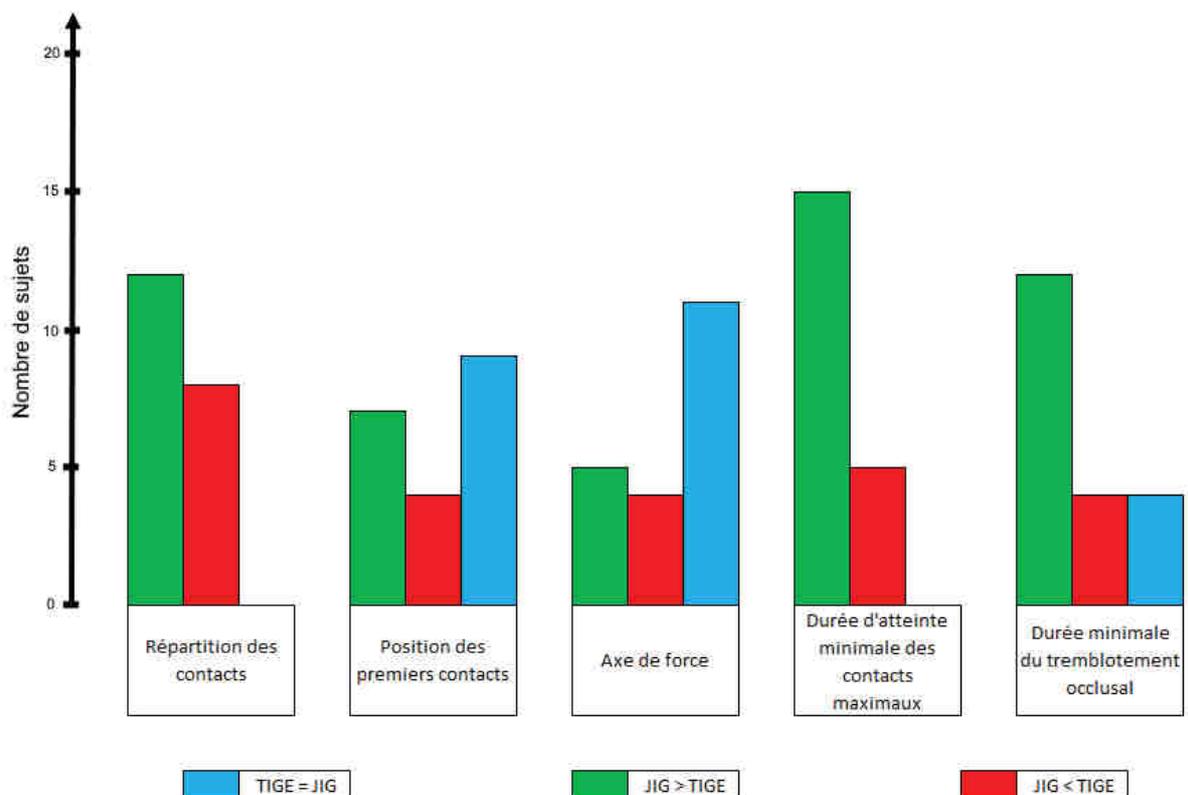


Figure 72 : Histogramme de la répartition des résultats par catégorie étudiée

Récapitulatif des résultats

Sujets	Ecart type minimal de la répartition	Position premier contact significatif plus proche d'OIM	Axe de force plus proche d'OIM en contacts maximaux	Durée minimale atteinte contacts maximaux	Durée minimale tremblement occlusal
AV	JIG	TIGE	EQUIVALENT	JIG	JIG
AL	JIG	JIG	EQUIVALENT	JIG	JIG
CD	TIGE	EQUIVALENT	TIGE	JIG	JIG
JK	JIG	EQUIVALENT	EQUIVALENT	JIG	EQUIVALENT
GN	TIGE	TIGE	JIG	JIG	EQUIVALENT
DK	TIGE	TIGE	EQUIVALENT	TIGE	JIG
EL	JIG	JIG	EQUIVALENT	JIG	JIG
JS	JIG	JIG	JIG	JIG	EQUIVALENT
LB	TIGE	JIG	EQUIVALENT	JIG	JIG
LK	TIGE	JIG	TIGE	TIGE	TIGE
LS	JIG	EQUIVALENT	TIGE	TIGE	JIG
MB	JIG	JIG	TIGE	JIG	TIGE
MV	JIG	EQUIVALENT	EQUIVALENT	TIGE	JIG
<u>MB_o</u>	JIG	EQUIVALENT	EQUIVALENT	JIG	TIGE
NM	TIGE	EQUIVALENT	EQUIVALENT	JIG	JIG
SW	TIGE	EQUIVALENT	EQUIVALENT	JIG	JIG
TV	TIGE	EQUIVALENT	JIG	JIG	JIG
VP	JIG	EQUIVALENT	JIG	JIG	TIGE
VM	JIG	JIG	JIG	JIG	JIG
SP	JIG	TIGE	EQUIVALENT	TIGE	EQUIVALENT

Figure 73 : Tableau récapitulatif de l'intégralité des résultats par sujet, toutes catégories confondues

En termes statistiques :

- Répartition des contacts sur arcade : **60%** des cas en faveur du JIG et **40%** en faveur de la Tige.
- Position des premiers contacts significatifs : **35%** des cas montrent des contacts plus antérieurs avec le JIG, **45%** ne montrent pas de différence entre JIG et Tige et **20%** sont en faveur de la Tige.
- Axe de force : **25%** des cas montrent un axe de force plus approchant de l'axe d'OIM avec le JIG, **55%** ne montrent pas de différence entre JIG et Tige et **20%** sont en faveur de la Tige.
- Durée minimale d'atteinte des contacts maximaux : **75%** des cas montrent un calage très rapide de l'occlusion avec le JIG, **25%** sont plus rapide en Tige
- Durée minimale du tremblement occlusal : **60%** des cas tremblotent moins avec le JIG qu'avec la Tige, **20%** ne tremblotent pas plus en Tige qu'en JIG et **20%** tremblotent plus en JIG qu'en Tige.

Globalement, toutes catégories confondues :

- **51%** des cas sont en faveur d'une meilleure occlusion et d'un meilleur confort avec le JIG
- **24%** des cas présentent des résultats équivalents en JIG et Tige
- **25%** des cas présentent de meilleurs résultats avec la Tige.

Quelle que soit la catégorie testée, le nombre de sujets démontrant des résultats supérieurs avec une augmentation JIG est **systématiquement** plus important que le nombre de sujet présentant des résultats supérieurs avec la tige.

3. Discussion

Les résultats semblent venir confirmer l'hypothèse de travail, c'est-à-dire que la cinétique mandibulaire met en œuvre une roto-translation dès les premiers instants du mouvement.

Néanmoins, il faut rappeler que cette étude est une série de cas qui ne bénéficie que d'un très faible niveau de preuve scientifique selon la HAS (Fig.74).

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Figure 74 : Tableau récapitulatif du niveau de preuve selon la HAS

Plusieurs paramètres ont pu influencer sur les résultats dans un sens ou dans l'autre et il semble nécessaire d'expliquer ici certains choix méthodologiques :

- La population étudiée est constituée essentiellement de sujets jeunes (âge médian : 22ans), constituant un premier biais étant donné que l'échantillon n'est pas représentatif de la population générale et encore moins d'une population avec une denture usée.

L'échantillon est composé de sujets sains sur le plan articulaire et ne possédant pas d'artifice prothétique en bouche : ceci est un choix protocolaire visant à limiter les facteurs pouvant influencer les résultats. Il va

sans dire que des études supplémentaires devront transposer les résultats sur des sujets pathologiques.

- La taille de l'échantillon est restreinte.
- L'augmentation de DVO a été arbitrairement fixée à +4mm **au niveau de la tige**, ce qui représente une augmentation faible de la DVO selon la règle des tiers (Fig.75).

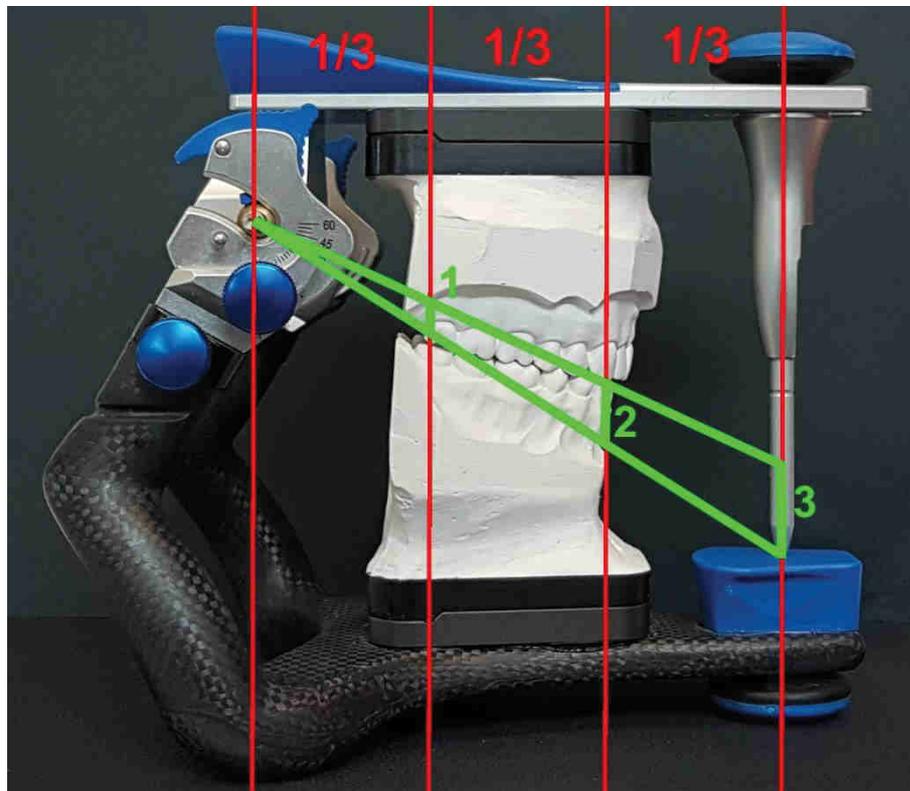


Figure 75 : Règle des tiers

Une augmentation de +4mm au niveau de la tige représente en fait une augmentation de 1,3mm au niveau molaire et de 2,5mm au niveau des incisives centrales (28).

Ce choix est délibéré : il permet d'évaluer la cinétique mandibulaire dès ses premiers instants et correspond à une réalité clinique dans les traitements restaurateurs.

Néanmoins ce choix influe sur la variabilité des résultats puisque les valeurs observées sur de si petits changements occlusaux sont parfois très proches les unes des autres.

- La réalisation des JIG sur l'articulateur est également un biais jouant probablement en faveur de la Tige.

En effet, pour assurer une augmentation de DVO similaire en situation JIG et Tige, ainsi que pour limiter le nombre de séances d'enregistrement, les JIG ont dû être réalisés et adaptés sur l'articulateur, à +4mm.

Ils ont ensuite été insérés en bouche pour réaliser le mordus occlusal « JIG » au silicone avant le second montage en articulateur et la confection des cales JIG.

Néanmoins il a été possible de constater un phénomène récurrent lors de ces mordus : la zone d'impact des incisives mandibulaires sur le JIG était quasi systématiquement plus antérieure (et donc inférieure) que sur l'articulateur. Ceci est mis en évidence sur la photographie ci-dessous (Fig.76).

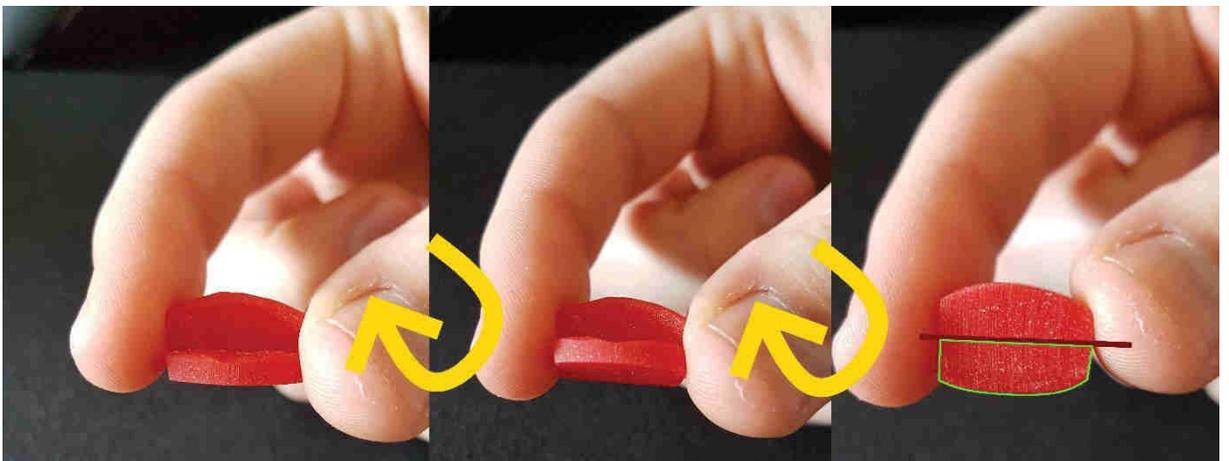


Figure 76 : JIG de Lucia.

En brun : niveau de la zone d'impact des incisives mandibulaires sur l'articulateur.

En vert : zone d'impact fréquente des incisives mandibulaires en bouche

Ceci a 2 répercussions : la première est un élément direct en faveur de l'hypothèse de travail, et la seconde est une surélévation de la DVO en situation JIG par rapport à la situation Tige.

Afin d'explorer ce possible biais, nous avons réalisé 3 cas supplémentaires en concevant 2 JIG par sujet : un JIG sur l'articulateur et un JIG en bouche en nous aidant de calibres occlusaux placés en postérieur pour assurer une augmentation de la DVO stable. Il s'est avéré que les résultats entre les 2 types de JIG étaient relativement similaires, permettant de négliger ce biais.

- La configuration des cales pourrait également être un biais : réalisées uniquement au maxillaire et opposant une surface totalement lisse à l'arcade mandibulaire des sujets, elles peuvent expliquer en partie les différences observées entre les 2 situations testées et l'OIM (guidage puis affrontement dento-dentaire).

Ceci est un choix protocolaire purement pratique : la réalisation de wax-up puis mock-up sur chacun des sujets et deux fois par sujet (soit 40 arcades waxées puis les mock-up correspondants) était irréalisable en termes de coût et de temps.

- L'existence d'une seule taille de capteur pour l'Occlusense a pu influencer sur les résultats : il est probable que pour les grandes arcades, certains contacts n'aient pas pu être enregistrés faute de contact avec le capteur.

C'est un biais mineur étant donné que les résultats sont issus de comparaisons intra-sujets mais cela a pu influencer sur les résultats.

- La réalisation des enregistrements Occlusense toujours dans le même ordre : bien que les sujets ne sussent jamais sur quelles cales ils mordaient, nous avons systématiquement enregistré avec les cales Tige d'abord, puis avec les cales JIG. Cela a peut-être facilité l'enregistrement JIG par « habitude » et a pu influencer positivement en faveur du JIG.

- Pour la répartition des contacts, la supériorité d'une méthode par rapport à l'autre a été basée sur la répartition des contacts la plus équilibrée, c'est-à-

dire un écart type le plus proche possible de 1. Dans plusieurs cas, la répartition des contacts est meilleure avec les cales qu'en OIM, ce qui questionne aussi les attentes pour les cales : biomimétisme ou supériorité absolue ?

- Pour la position des premiers contacts significatifs, la supériorité d'une méthode par rapport à l'autre a été reconnue si les premiers contacts se faisaient plus antérieurement qu'avec la seconde méthode.

Ici encore, le fait que chez certains sujets les premiers contacts significatifs en OIM étaient très postérieurs n'a pas été pris en compte. Or, tous les sujets étudiés ont une occlusion saine : c'est un critère d'inclusion.

- L'étude des séquences vidéos Occlusense dans le cadre de ce protocole a été très laborieuse compte tenu de la quantité énorme d'information à analyser en même temps sur chacune des images. Chaque enregistrement fait 4 secondes et comporte 400 images (une image toutes les 0,010 secondes) pour un total de 24000 images analysées.

En raison de l'absence d'outil informatique permettant de systématiser l'analyse (l'application Bausch est encore prototypale), tout a été observé humainement.

Ceci implique qu'un opérateur différent aurait pu trouver des valeurs légèrement différentes. L'étude ne peut donc, concrètement, que faire ressortir une « tendance » dans les résultats.

- Comment expliquer la supériorité de la situation tige dans 25% des cas ? Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour répondre à cette question.

Premièrement, la très faible augmentation (et donc les modifications occlusales mineures qu'elle inclut) fait que la réalisation d'une étape clinique supplémentaire augmente les risques de biais.

Deuxièmement, il est possible que l'articulation temporo-mandibulaire ait assez de laxité pour compenser et « forcer » des contacts répartis. C'est

pour cela que les catégories « durée d'atteinte des contacts maximaux » et « durée du tremblement occlusal » sont particulièrement intéressantes dans cette étude. Ce sont deux marqueurs de confort qui sont très en faveur de la situation JIG.

Troisièmement, comme expliqué ci-dessus, les augmentations JIG étaient probablement plus importantes que les augmentations Tige, or il est intuitif de dire que plus la DVO est changée, plus les rapports occlusaux changent et plus les risques de perturbation augmentent.

Enfin, il est également possible que l'hypothèse ne soit vérifiée que pour une partie de la population : certaines personnes ne réalisent peut-être pas de roto-translation en début de mouvement d'ouverture et obtiennent donc des résultats conformes à la rotation pure de l'articulateur non programmé.

Les résultats les plus en faveur de la tige se retrouvent de façon très intéressante chez des femmes, ce qui pourrait indiquer une différence physiologique de l'articulation-temporo-mandibulaire homme-femme.

Une fois encore, la faible taille de l'échantillon ne permet de tirer aucune conclusion à ce sujet.

4. Conclusions

Toutes les réserves nécessaires ayant été émises quant aux résultats lors de la discussion autour de cette étude, il semble néanmoins clair qu'une très nette tendance en faveur de la réalisation du JIG lors d'augmentations même minimales de la dimension verticale d'occlusion se dégage du travail accompli.

Le JIG semble significativement diminuer l'inconfort des sujets chez qui l'on réalise une augmentation de DVO.

Sans pouvoir conclure à une supériorité absolue du JIG, il est possible de dire que c'est une manipulation clinique simple qui augmente les chances de réussite du traitement et diminue les risques de non-acceptation en augmentant le confort.

En ce qui concerne la cinétique mandibulaire, l'hypothèse de ce travail est confirmée par la série de cas : la roto-translation commence dès le début du mouvement d'ouverture chez la grande majorité des sujets.

De prochaines études, de niveau 1 à 3, seraient nécessaires pour transformer les présomptions de cette étude en réel consensus scientifique.

Iconographie

Figure 1 : Mouvements dans le sens mésio-distal.....	12
Figure 2 : Courbe de Spee	12
Figure 3 : Mouvement dans le sens vestibulo-lingual	14
Figure 4 : Courbe de Wilson	15
Figure 5 : Mouvements dans le sens vertical.....	15
Figure 6 : Arcs de guidage (en orange)	20
Figure 7 : Arcs de calage (en orange)	21
Figure 8 : Arcs de centrage (en orange).....	21
Figure 9 : Cinétique masticatoire molaire	22
Figure 10 : Cônes d'entrée de cycle de la 16	22
Figure 11 : Entrée de cycle.....	22
Figure 12 : Cônes d'entrée de cycle de la 46	22
Figure 13 : Passage bref en OIM.....	23
Figure 14 : Cône de sortie de cycle de la 16	23
Figure 15 : Sortie de cycle	23
Figure 16 : Cônes de sortie de cycle de la 46.....	23
Figure 17 : Désocclusion contro-latérale par diduction et propulsion	24
Figure 18 : Propulsion incisive.....	24
Figure 19 : Diagramme de Posselt	25
Figure 20 : Etages de la face.....	29
Figure 21 : Pseudo-classe III (maxillaire en vert, mandibule en rouge)	40
Figure 22 : Schéma simplifié de l'ATM	40
Figure 23 : Anomalies internes de l'ATM	41
Figure 24 : Schéma de la cinétique mandibulaire.....	51
Figure 25 : Représentation simplifiée de l'hypothèse de travail.....	51
Figure 26 : Opérateur (debout) et sujet (assis).....	52
Figure 27 : Articulateur Artex CPR	53
Figure 28 : Aquasil Bite.....	54
Figure 29 : Malette Occlusense	55
Figure 30 : Matériel de l'Occlusense.....	55
Figure 31 : Montage en articulateur OIM	59
Figure 32 : Empreintes alginate (1 maxillaire et 2 mandibulaires)	59
Figure 33 : Enregistrement occlusal de l'OIM	59
Figure 34 : Vérification du réglage de la tige à 0mm	59
Figure 35 : Augmentation de la DVO par la tige à +4mm	59
Figure 36 : Modèle monté en articulateur en OIM	59
Figure 37 : JIG dégrossi, nettoyé et poli	59
Figure 38 : DVO augmenté à +4 sur l'articulateur.....	59
Figure 39 : Confection du JIG sur l'articulateur réglé à +4mm.....	59
Figure 40 : Guidage de fermeture du sujet	60
Figure 41 : Essayage du JIG en bouche	60
Figure 42 : Enregistrement dents serrées de l'augmentation JIG	60
Figure 43 : Modèles en articulateur après augmentation JIG	60
Figure 44 : Montage en articulateur de l'augmentation JIG	60
Figure 45 : Mise en place du bloc à spatuler	60
Figure 46 : Fermeture de l'articulateur et maintien de la pression durant la prise	60
Figure 47 : Mise en place de molaires à canines de l'Aquasil bite.....	60

Figure 48 : Intrados de la cale avant nettoyage.....	61
Figure 49 : Extrados de la cale, très lisse.....	61
Figure 50 : Taille de la cale pour éviter les surextensions en bouche	61
Figure 51 : Finitions de la cale.....	61
Figure 52 : Passage d'une spatule à ciment pour assurer un englobement complet des dents.....	61
Figure 53 : Ouverture de l'articulateur après prise du silicone.....	61
Figure 54 : Enregistrement Occlusense de l'OIM	61
Figure 55 : Insertion de l'Occlusense pour l'enregistrement de l'OIM.....	61
Figure 56 : Essayage et mise en place des cales.....	62
Figure 57 : Maintien des cales pour l'insertion de l'Occlusense.....	62
Figure 58 : Enregistrement Occlusense cales en place.....	62
Figure 59 : Aspect des séquences Occlusense.....	63
Figure 60 : Disparité de l'allure des enregistrements Occlusense. Ces enregistrements sont tous en OIM chez 3 sujets différents, à 2 secondes dans l'enregistrement. On observe ici une très grande hétérogénéité avec la première image qui met en avant des contacts plus marqués en postérieur, la seconde avec des contact très puissants et très répartis et la dernière avec des contacts faibles et plus antérieurs.	63
Figure 61 : Explication du tremblement occlusal	65
Figure 62 : Décomposition des "temps" de l'enregistrement Occlusense	66
Figure 63 : Analyse de l'OIM du sujet NM	69
Figure 64 : Analyse de l'augmentation TIGE du sujet NM	70
Figure 65 : Analyse de l'augmentation JIG du sujet NM	71
Figure 66 : : Récapitulatif des résultats du sujet NM	72
Figure 67 : Tableau exhaustif des résultats pour la position des premiers contacts significatifs.....	74
Figure 68 : Tableau exhaustif des résultats pour la répartition des contacts sur l'arcade.....	74
Figure 69 : Tableau exhaustif des résultats pour la durée d'atteinte des contacts maximaux	75
Figure 70 : Tableau exhaustif des résultats pour l'axe de force en contact maximaux	75
Figure 71 : Tableau exhaustif des résultats pour la durée du tremblement occlusal	76
Figure 72 : Histogramme de la répartition des résultats par catégorie étudiée.....	76
Figure 73 : Tableau récapitulatif de l'intégralité des résultats par sujet, toutes catégories confondues.....	77
Figure 74 : Tableau récapitulatif du niveau de preuve selon la HAS	79
Figure 75 : Règle des tiers.....	80
Figure 76 : JIG de Lucia.	81

Bibliographie

1. Fonctions occlusales : aspects physiologiques de l'occlusion dentaire humaine. :11.
2. Spee FG, Biedenbach MA, Hotz M, Hitchcock HP. The Gliding Path of the Mandible along the Skull. *J Am Dent Assoc.* mai 1980;100(5):670-5.
3. Halimi A, Benyahia H, Azeroual M-F, Bahije L, Zaoui F. Relations entre la courbe de Spee et les variables craniofaciales : analyse de régression. *Int Orthod.* juin 2018;16(2):361-73.
4. Angle EH. Classification of Malocclusion. [Volume 41, Issue 3, March, 1899, pp. 248-264]. *Dent Cosm Mon Rec Dent Sci Vol XLI Vol 41* [Internet]. 1899; Disponible sur: <http://name.umdl.umich.edu/acf8385.0041.001>
5. Stuart CE. Good occlusion for natural teeth. *J Prosthet Dent.* juill 1964;14(4):716-24.
6. Wiens JP, Goldstein GR, Andrawis M, Choi M, Priebe JW. Defining centric relation. *J Prosthet Dent.* juill 2018;120(1):114-22.
7. The Glossary of Prosthodontic Terms. *J Prosthet Dent.* mai 2017;117(5):C1-e105.
8. Jiménez-Silva A, Tobar-Reyes J, Vivanco-Coke S, Pastén-Castro E, Palomino-Montenegro H. Centric relation–intercuspal position discrepancy and its relationship with temporomandibular disorders. A systematic review. *Acta Odontol Scand.* 3 oct 2017;75(7):463-74.
9. Posselt U. Terminal hinge movement of the mandible. *J Prosthet Dent.* juill 2001;86(1):2-9.
10. An evidence-based evaluation of the concept of centric relation in the 21st century. *Quintessence Int.* 14 sept 2018;49(9):755-60.
11. Dawson PE. New definition for relating occlusion to varying conditions of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent.* déc 1995;74(6):619-27.
12. Henriques JCG, Fernandes Neto AJ, Almeida G de A, Machado NA de G, Lelis ÉR. Cone-beam tomography assessment of condylar position discrepancy between centric relation and maximal intercuspation. *Braz Oral Res.* 1 déc 2011;26(1):29-35.
13. Al-Nimri KS, Bataineh AB, Abo-Farha S. Functional Occlusal Patterns and Their Relationship to Static Occlusion. *Angle Orthod.* janv 2010;80(1):65-71.
14. Orthlieb J-D, Giraudeau A, Jeanny M, Ré J-P, Manière-Ezvan A. Regards sur l'insuccès occlusal. *Orthod Fr.* mars 2016;87(1):13-22.
15. McCoy G. Occlusion Confusion. *Dent Res Manag.* 30 mai 2019;16-23.

16. Farias-Neto A, Carreiro A da FP. Complete Denture Occlusion: An Evidence-Based Approach: Complete Denture Occlusion. *J Prosthodont.* févr 2013;22(2):94-7.
17. Abduo J, Tennant M, McGeachie J. Lateral occlusion schemes in natural and minimally restored permanent dentition: a systematic review. *J Oral Rehabil.* août 2013;n/a-n/a.
18. Woda A, Vigneron P, Kay D. Nonfunctional and functional occlusal contacts: A review of the literature. *J Prosthet Dent.* 1 sept 1979;42(3):335-41.
19. Thornton LJ. Anterior guidance: Group function/canine guidance. A literature review. *J Prosthet Dent.* oct 1990;64(4):479-82.
20. McNamara DC, Henry PJ. Terminal hinge contact in dentitions. *J Prosthet Dent.* oct 1974;32(4):405-11.
21. Rivera-Morales WC, Mohl ND. Relationship of occlusal vertical dimension to the health of the masticatory system. *J Prosthet Dent.* avr 1991;65(4):547-53.
22. Niswonger ME. Obtaining the Vertical Relation in Edentulous Cases That Existed Prior to Extraction. *J Am Dent Assoc Dent Cosm.* nov 1938;25(11):1842-7.
23. Rugh JD, Drago CJ. Vertical dimension: A study of clinical rest position and jaw muscle activity. *J Prosthet Dent.* juin 1981;45(6):670-5.
24. Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review: Increasing occlusal vertical dimension. *Aust Dent J.* mars 2012;57(1):2-10.
25. Alhadj MN, Khalifa N, Abduo J, Amran AG, Ismail IA. Determination of occlusal vertical dimension for complete dentures patients: an updated review. *J Oral Rehabil.* nov 2017;44(11):896-907.
26. Orthlieb J-D, Laurent M, Laplanche O. Cephalometric estimation of Vertical Dimension of Occlusion. *J Oral Rehabil.* sept 2000;27(9):802-7.
27. Fabbri G, Sorrentino R, Cannistraro G, Mintrone F, Bacherini L, Turrini R, et al. Increasing the Vertical Dimension of Occlusion: A Multicenter Retrospective Clinical Comparative Study on 100 Patients with Fixed Tooth-Supported, Mixed, and Implant-Supported Full-Arch Rehabilitations. *Int J Periodontics Restorative Dent.* mai 2018;38(3):323-35.
28. Rebibo M, Darmouni L, Jouvin J, Orthlieb JD. Vertical dimension of occlusion: the keys to decision: We may play with the VDO if we know some game's rules. *Int J Stomatol Occlusion Med.* sept 2009;2(3):147-59.
29. Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. Quantitative in vivo wear of human enamel. *J Dent Res.* déc 1989;68(12):1752-4.

30. Lee A, He LH, Lyons K, Swain MV. Tooth wear and wear investigations in dentistry: TOOTH WEAR. *J Oral Rehabil.* mars 2012;39(3):217-25.
31. d'Incau E, Couture C, Maureille B. Human tooth wear in the past and the present: Tribological mechanisms, scoring systems, dental and skeletal compensations. *Arch Oral Biol.* mars 2012;57(3):214-29.
32. Mair LH. Wear in dentistry—current terminology. *J Dent.* juin 1992;20(3):140-4.
33. Shellis RP, Addy M. The Interactions between Attrition, Abrasion and Erosion in Tooth Wear. In: Lussi A, Ganss C, éditeurs. *Monographs in Oral Science* [Internet]. Basel: S. KARGER AG; 2014 [cité 7 août 2019]. p. 32-45. Disponible sur: <https://www.karger.com/Article/FullText/359936>
34. Murphy T. Compensatory mechanisms in facial height adjustment to functional tooth attrition. *Aust Dent J.* oct 1959;4(5):312-23.
35. Crothers A, Sandham A. Vertical height differences in subjects with severe dental wear. *Eur J Orthod.* 1 déc 1993;15(6):519-25.
36. Kaifu Y. Tooth wear and compensatory modification of the anterior dentoalveolar complex in humans. *Am J Phys Anthropol.* mars 2000;111(3):369-92.
37. Reinhardt GA. Attrition and the Edge-to-Edge Bite. *Angle Orthod.* 1 avr 1983;53(2):157-64.
38. Ghurye S, McMillan R. Pain-related temporomandibular disorder – current perspectives and evidence-based management. *Dent Update.* 2 juill 2015;42(6):533-46.
39. Ahmad M, Schiffman EL. Temporomandibular Joint Disorders and Orofacial Pain. *Dent Clin North Am.* janv 2016;60(1):105-24.
40. Dimitroulis G. Management of temporomandibular joint disorders: A surgeon's perspective. *Aust Dent J.* mars 2018;63:S79-90.
41. Robin O. Tooth clenching as a risk factor for temporomandibular disorders: A synthesis of recent publications. *Int J Stomatol Occlusion Med.* mars 2012;5(1):1-9.
42. Forssell H, Kotiranta U, Kauko T, Suvinen T. Explanatory Models of Illness and Treatment Goals in Temporomandibular Disorder Pain Patients Reporting Different Levels of Pain-Related Disability. *J Oral Facial Pain Headache.* janv 2016;30(1):14-20.
43. Dzingutė A, Pileičikienė G, Baltrušaitytė A, Skirbutis G. Evaluation of the relationship between the occlusion parameters and symptoms of the temporomandibular joint disorder. *Acta Medica Litu.* 12 nov 2017;24(3).

44. Auerbach SM, Laskin DM, Frantsve LME, Orr T. Depression, pain, exposure to stressful life events, and long-term outcomes in temporomandibular disorder patients. *J Oral Maxillofac Surg.* juin 2001;59(6):628-33.
45. Türp JC, Komine F, Hugger A. Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a qualitative systematic review. *Clin Oral Investig.* déc 2004;8(4):179-95.
46. Mobilio N, Catapano S. Effect of experimental jaw muscle pain on occlusal contacts. *J Oral Rehabil.* juin 2011;38(6):404-9.
47. Lucia VO. A technique for recording centric relation. *J Prosthet Dent.* mai 1964;14(3):492-505.