

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2019

2019-TOU3-3052

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Arthur FAMILIADES

Le 7 octobre 2019

**Influence de la dimension verticale d'occlusion sur la force
isométrique maximale et la stabilité posturale chez le sportif de
haut niveau**

Directeur de thèse : Dr Vincent BLASCO-BACQUE

JURY

Président :

Pr Franck DIEMER

1^{er} assesseur :

Dr Vincent BLASCO-BAQUE

2^e assesseur :

Dr Paul MONSARRAT

3^e assesseur :

Dr Matthieu MINTY

Invité :

Dr Mathieu FRANC



Faculté de Chirurgie Dentaire

→ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONJOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

Mr Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

Mr Franck DIEMER (*Formation Continue*)

Mr Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

Mr Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

→ PERSONNEL ENSEIGNANT

→ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER +

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

→ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE et ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE (Mme BAILLEUL-FORESTIER)

ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants : Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE, Mme BROUTIN, Mr. BENETAH

ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,

Assistants : Mme ARAGON, Mme DIVOL,

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMILOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr. HAMEL)

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences : Mr. VERGNES,

Assistant : Mr. ROSENZWEIG,

Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD, Mme FOURNIER

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN, Mme VINEL

Assistants : Mr. RIMBERT, Mme. THOMAS

Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS, Mme COUSTY,
Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT,
Adjoints d'Enseignement : Mr. FAUXPOINT, Mr. L'HOMME, Mme LABADIE, Mr. RAYNALDI, Mr. SALEFRANQUE

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN
Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr. BLASCO-BAQUE
Assistants : Mr. LEMAITRE, Mr. TRIGALOU, Mme. TIMOFEEVA, Mr. MINTY
Adjoints d'Enseignement : Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC, Mr. BARRAGUE

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : Mr. DIEMER
Maîtres de Conférences : Mr. GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants : Mme. RAPP, Mme PECQUEUR, Mr. DUCASSE, Mr FISSE Mr. GAILLAC,
Assistant Associé : Mme BEN REJEB,
Adjoints d'Enseignement : Mr. BALGUERIE, Mr. MALLET, Mr. HAMDAN

PROTHESES

Professeurs d'Université : Mr. ARMAND, Mr. POMAR
Maîtres de Conférences : Mr. CHAMPION, Mr. ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT
Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mr. LEMAGNER, Mr. HENNEQUIN, Mr. CHAMPION, Mme. DE BATAILLE
Adjoints d'Enseignement : Mr. FLORENTIN, Mr. GALIBOURG, Mr. GHRENASSIA, Mme. LACOSTE-FERRE,
Mr. GINESTE, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mr. SOLYOM,
Mr. KNAFO, Mr. HEGO DEVEZA

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr. NASR, Mr. MONSARRAT
Assistants : Mr. CANCEILL, Mr. OSTROWSKI, Mr. DELRIEU,
Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET

Mise à jour pour le 14 Mai 2019

A notre président du jury de thèse,

A Monsieur le Professeur DIEMER Franck

-

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Éducation, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Responsable du Diplôme universitaire d'hypnose
- Co-responsable du diplôme Inter-Universitaire d'odontologie du Sport
- Vice- Président de la Société Française d'Endodontie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Je vous remercie sincèrement de nous avoir fait l'honneur de présider notre jury de thèse.

Votre enseignement et votre approche clinique nous ont apporté autant au niveau des connaissances médicales que sur la relation et la prise en charge du patient.

Vous nous avez toujours considérés d'égal à égal malgré la différence de nos savoirs et en cela nous vous en sommes grandement reconnaissant.

A notre directeur de thèse,

A Monsieur le Docteur BLASCO-BAQUE Vincent

- Maître de Conférence Universitaire et Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Diplôme Inter-Universitaire d'Endodontie de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse
- Diplôme Universitaire de Pédagogie en Santé de l'université paul Sabatier
- Responsable Diplôme Universitaire de Médecine bucco-dentaire du Sport
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier
- HDR

Je tiens à vous remercier pour tout ce que vous avez pu faire pour moi, de l'encadrement en clinique, en passant par votre initiation à la recherche. Merci pour votre vivacité d'esprit, j'espère de tout mon cœur que ce n'est pas la dernière fois que nous travaillerons ensemble.

Enfin merci de m'avoir donné goût à l'endodontie et de m'avoir poussé à toujours m'investir plus. Mes remerciements les plus sincères et amicaux.

A notre jury de thèse,

A Monsieur le Docteur MONSARRAT Paul

- Maître de Conférences des Universités
- Praticien Hospitalier en Odontologie,
- Master 1 Recherche : Biosanté et Méthodes d'Analyse et de Gestion en Santé Publique,
- Maître de Conférences des Universités
- Praticien Hospitalier en Odontologie,
- Master 1 Recherche : Biosanté et Méthodes d'Analyse et de Gestion en Santé Publique,
- Master 2 Recherche : mention : Biologie, santé; spécialité : Physiopathologie,
- Lauréat de la faculté de Médecine Rangueil et de Chirurgie Dentaire de l'Université Paul Sabatier,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier - Spécialité Physiopathologie,
- Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D maxillo-faciale,
- CES Biomatériaux en Odontologie
- Diplôme universitaire de Recherche Clinique en Odontologie

Nous vous remercions pour votre gentillesse, votre pédagogie ainsi que votre disponibilité durant tout notre cursus.

C'est avec plaisir que nous vous retrouverons aujourd'hui à cette soutenance, un aboutissement de ces années passées à vos côtés.

A notre jury de thèse

A Monsieur le Docteur MINTY Matthieu

- Assistant Hospitalo-Universitaire et praticien Hospitalier
- Diplôme d'État de Docteur en Chirurgie-Dentaire
- Master 2 Recherche : mention : Biologie, santé; spécialité : Physiopathologie,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier
- Diplôme Inter-Universitaire MBDS : Médecine Bucco-Dentaire du Sport
- Certificat d'étude supérieure d'Odontologie Conservatrice – Endodontie -
Biomatériaux

Nous vous remercions de faire l'honneur de siéger au jury. Merci pour vos conseils qui nous auront aidés autant sur le plan professionnel que privé. Veuillez trouver ici le témoignage de notre sincère amitié.

A notre jury de thèse

A Monsieur le Docteur FRANC Mathieu

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Diplôme Inter-Universitaire de Posturologie Clinique
- Diplôme Universitaire d'Occlusodontie et d 'Équilibre Corporel
- Attaché d'enseignement à la Faculté Dentaire de Toulouse

Nous vous remercions de siéger au sein du jury de cette thèse, ainsi que pour la confiance que vous m'avez accordée en acceptant ce travail de thèse. Vous m'avez permis de vivre une belle expérience, soyez assuré de ma respectueuse considération et de ma plus sincère reconnaissance.

Remerciements :

A ma mère, qui m'a tout donné et apporté, qui m'aura toujours soutenu et épaulé .Je tiens à te remercier pour tout ton amour et tes sacrifices. Ma réussite est avant tout la tienne.

A mon grand-père, qui me manque tout particulièrement aujourd'hui. Tu resteras mon modèle.

A ma soeur, ma tante, et à mon cousin, merci pour votre soutien tout au long de ma vie.

A la famille Devoisins et la famille Marguier, de m'avoir toujours considéré comme leur propre fils.

A ma marraine Hélène, que je suis ravi de découvrir avec le temps.

A mon plus vieil ami, Thomas, à notre magnifique amitié. A Mathieu, mon grand-frère de cœur. Et à mes amis de quasi toujours, Boris, JB et Cha, il nous reste encore beaucoup de choses à vivre ensemble.

A Coline, merci de m'apporter tout ce bonheur au quotidien, et de m'avoir fait tant évoluer. Pour le reste, tu le sais déjà. Je t'aime.

A Tuteur, mon démon, et à cette complicité qui rappelle « Dupont et Dupont ».

A mon binôme, coloc et ami, Nico, nous avons évolué ensemble et partager notre passion professionnelle. Tu es devenu au fil du temps un confident et un ami, merci pour ton soutien et ta fidélité.

Aux «Bistrot des chicos», ces merveilleuses rencontres. A Lucas, Ulysse, Geoffrey, Mathis, Bonnet, Lilian, Antho ; merci les mecs pour ces années passées à vos côtés à la fac ou à l'autre bout de l'Europe.

A Léon, ces pauses clopes à Jules et ce séjour Colombien resteront des moments formidables à tes côtés.

A mon équipe d'albigeois : Gamba, Pierro, Eliott, Titou, Pujos, MB, Mathis, Auguste, Toiné. Merci pour tous ces bons moments partagés ensemble.

A toutes les personnes avec qui j'ai passé la plupart de mon temps ces dernières années, Manu, Jeanne, Jouze, Chacha, Julie, Arnaud, Nono, Yannou, Authier, Lise, John, Bastou, Madaulo, Trolli, Sophie, Brune, Carla, Paul, Oliv, Caz et à tous ceux que je n'ai pas pu citer.

Aux praticiens qui m'ont accueilli avec générosité et ouvert les portes de leurs cabinets : Alexandre Fabre, Thomas Dalicieux, Matthieu Rimbart, Fabien Ambert pour m'avoir fait partager leur vision du métier et transmis un peu de leur passion.

TABLE DES MATIERES:

table des matieres:.....	11
1. INTRODUCTION	13
1.1 Généralités sur l’occlusion	14
1.1.1 L’Occlusion Intercuspidie Maximale (OIM)	14
1.1.2 L’Espace Libre d’Inocclusion (ELI).....	14
1.1.3 La Dimension Verticale d’Occlusion (DVO)	15
1.1.4 La classe d’angle	15
1.2 Posture corporelle	16
1.2.1 Qu’est-ce que la posture ?	16
1.2.2 Relations anatomiques dents, yeux et posture	18
1.2.3 Les chaînes musculaires	20
1.2.4 Le rôle de l’os hyoïde.....	22
1.2.5 Les tests posturaux.....	22
1.2.6 La stabilométrie.....	23
1.3 Occlusion et Performance sportive	24
1.3.1 L’effort du sportif de haut niveau	24
1.3.2 Position mandibulaire lors de l’effort	24
1.3.3 Les précédentes études.....	26
2. ETUDE CLINIQUE.....	27
2.1 Objectifs	27
2.1.1 Objectif principal de l’étude.....	27
2.1.2 Objectifs secondaires	27
2.2 Matériels et Méthodes.....	27
2.2.1 La conception de l’étude et critères d’inclusions.	27
2.2.2 Analyse de la surface stabilométrique	34
2.2.3 Analyse de la force	35
2.3 Résultats	36
2.3.1 Visualisation des paramètres généraux	36

2.3.2	Moyenne des forces et des surfaces stabilométriques	37
2.3.3	Recueil de l'ensemble des données de force et stabilométrie	37
2.3.4	Analyse complémentaire et corrélations	39
2.4	Discussion	42
CONCLUSION		43
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....		44
	Figures	44
	Tableaux	45
BIBLIOGRAPHIE.....		46
ANNEXES.....		49
	Questionnaire.....	49
	Courbes des différents sujets.....	57

1. INTRODUCTION

La pratique de sports de contact (rugby, boxe) est pourvoyeur de multiples chocs antérieurs de la face. En effet ces sports à risque peuvent entraîner différents traumatismes, tel que la fracture, la luxation ou encore l'expulsion dentaire mais également des fractures osseuses des maxillaires. Ces traumatismes, aux conséquences parfois importantes, peuvent être prévenues par la mise en place d'une protection intra-buccale (PIB ou protège dent). Depuis de nombreuses années, ceux-ci sont devenus obligatoires dans de nombreuses disciplines, même lors de leur pratique en loisir. En suppléant de leur fonction primaire, ces dispositifs pourraient-ils avoir un autre rôle ? L'objectif de cette thèse fut d'étudier le rôle sur la performance du PIB lors de la pratique des sports.

L'épaisseur du protège-dent est de 3mm, cette valeur est universelle. L'interposition de cette protection intra-buccale entre les deux arcades dentaires augmente la dimension verticale d'occlusion du sportif de façon universelle mais est-elle optimale pour tous ?

La recherche de la performance maximale, est pour le sportif de haut niveau, une quête inhérente à son activité. Or de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Dans ce travail, nous évaluerons l'influence de la dimension verticale d'occlusion dentaire sur la performance d'un effort de force maximale isométrique et sur la stabilité posturale. Dans cette perspective, existerait-il une dimension verticale d'occlusion prédictive idéale pour chaque sportif ? Et ainsi, en attendre les effets suivants : une force isométrique maximale et une stabilité posturale optimale ?

Ce travail de thèse se constituera en deux parties. La première se portant sur l'occlusion, ainsi que son implication sur la posture et les performances sportives. La seconde se consacrant à la présentation des résultats de l'étude menée au sein du DU de Médecine Bucco-dentaire du sport. Les résultats ouvrent une discussion sur la prédictibilité d'un espace d'inocclusion idéal pour chaque individu en fonction de la surface stabilométrique.

1.1 Généralités sur l'occlusion

L'occlusion est un état statique d'affrontement des deux arcades dentaires, il en existe une multitude de différentes en fonction du positionnement de la mandibule. (1)

1.1.1 L'Occlusion Intercuspidie Maximale (OIM)

L'OIM est la position d'occlusion où le rapport d'engrènement dentaire se caractérise par le maximum de contacts entre les arcades et où l'intensité des contractions isométriques est maximale (**Figure 1**). C'est la position la plus stabilisatrice. Elle est essentielle à la fonction manducatrice. Hormis certaines pathologies, elle permet une position mandibulaire unique, et répétitive, favorisant une fonction musculaire automatique et simple. L'OIM dictera le placement de la mandibule au niveau dentaire, articulaire et musculaire, ce qui nous intéresse tout particulièrement dans notre étude (2).



Figure 1: Position des dents en OIM

1.1.2 L'Espace Libre d'Inocclusion (ELI)

L'Espace Libre d'Inocclusion correspond à la distance qui sépare la dimension verticale de repos (DVR) de la dimension verticale d'occlusion (DVO). C'est l'espace entre les tables occlusales maxillaires et mandibulaires lorsque la mandibule est en position de repos.

A l'état physiologique, il existe un espace libre entre les molaires maxillaires et mandibulaires qui varie entre 1 et 2mm. L'inocclusion est économe en énergie, c'est un relâchement musculaire qui ne demande aucune contraction.

1.1.3 La Dimension Verticale d'Occlusion (DVO)

La dimension verticale(DV) est définie, comme la distance entre deux repères anatomiques, l'un fixe et l'autre mobile, situés au niveau de l'étage inférieur de la face. La plupart du temps, on évalue cette hauteur du bout du nez à la pointe du menton. On dit aussi que c'est la hauteur de l'étage inférieur de la face lorsque les dents sont en OIM. **(Figure 2)**

On peut donc se douter que la mise en place de nos mordus d'occlusion vont augmenter cette DVO en jouant un rôle, celui de l'espace d'inocclusion (inférieur ou supérieur à l'ELR physiologique).

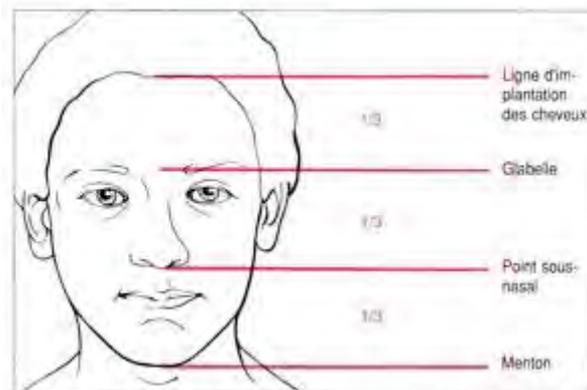


Figure 2 : schématisation de la DVO

1.1.4 La classe d'angle

La classification d'angle est basée sur la position soit de la première molaire mandibulaire par rapport à la première molaire maxillaire dans le sens sagittal, soit de la canine maxillaire par rapport à son antagoniste mandibulaire. **(Figure 3)**

- ✓ La classe I : la première molaire mandibulaire est mésiale d'une demi-cuspide par rapport à la première molaire maxillaire.

- ✓ La classe II : la première molaire maxillaire est mésiale par rapport à la molaire mandibulaire. Une précision est possible quant au rapport des incisives maxillaires et mandibulaires
 - classe II.1 : classe II qui présente un surplomb important
 - classe II.2 : classe II qui présente un recouvrement incisif important
- ✓ La classe III: la première molaire maxillaire est distalée par rapport à la première molaire mandibulaire.

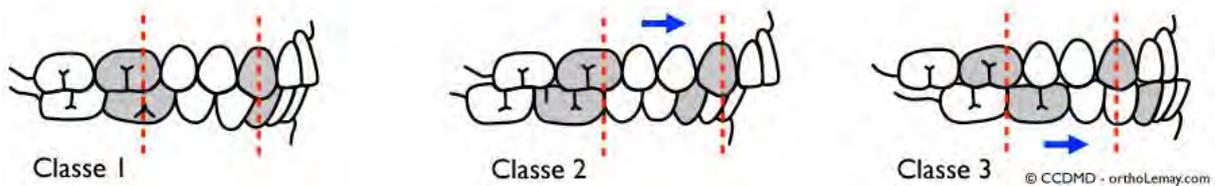


Figure 3 : Schéma de la classification d'Angle

1.2 Posture corporelle

1.2.1 Qu'est-ce que la posture ?

1.2.1.1 Le système tonique postural

La posture constitue la capacité du corps à **contrôler sa position dans l'espace** contre les forces extérieures. C'est le résultat de la connexion entre les systèmes sensoriels et moteurs du corps. (3)

Le tonus postural représente l'activité tonique minimale des muscles autorisant :

- le maintien debout
- la conservation des équilibres statiques et dynamiques selon différentes positions.

Il est sous commande réflexe mais peut aussi être commandé volontairement.

Le système tonique postural est donc un système : automatique, inconscient, fonctionnant en permanence. Il a pour mission de garder la projection du centre de gravité du corps à l'intérieur du polygone de sustentation. L'équilibre est moins stable et nécessite plus d'énergie si cette projection, dans le cas d'une posture mal centrée, se situe en périphérie ce polygone.

Ce système comprend un système **informatif** sensoriel (les capteurs posturaux), un système central **intégrateur** (responsable du traitement des informations sensorielles) et le système **effecteur** musculaire.(4)

1.2.1.2 Les capteurs

Les capteurs reçoivent les informations issues de l'extérieur ou de l'intérieur. On les différencie en deux catégories suivant la nature de l'information : les extérocepteurs et les propriocepteurs. Ils constituent les entrées du système tonique postural.

✓ Les extérocepteurs :

Ils informent l'homme sur son environnement extérieur en informant sur trois composantes de référence : visuelle, plantaire et gravitaire.

✓ Les propriocepteurs :

Ils correspondent aux pieds, à la colonne vertébrale, aux muscles et permettent à l'individu de localiser dans l'espace distinctement chaque portion de son corps et son emplacement par rapport aux autres.

Les capteurs posturaux sont au nombre de six (**Figure 4**) :

- L'oreille interne,
- L'œil,
- Les propriocepteurs musculo-squelettiques de l'appareil locomoteur (articulations et muscles)
- La peau,
- Le pied
- L'appareil manducateur, les dents

La dysfonction du système tonique postural peut être consécutive à un dérèglement des capteurs posturaux. Une mauvaise information envoyée par un des capteurs peut entraîner un déséquilibre des chaînes musculaires.



Figure 4 : Relation entre les différents capteurs posturaux et le SNC

1.2.2 Relations anatomiques dents, yeux et posture

La posture maintenue par le tonus est essentielle au maintien de l'équilibre. Le cervelet est le centre de l'équilibre et de la coordination des mouvements. Le thalamus a quant à lui, une fonction de relai des afférences sensibles et des efférences motrices. La formation réticulée est située sur toute la longueur du tronc cérébral, elle reçoit des afférences sensibles et motrices qu'elle transmet aux noyaux du thalamus. Celle-ci, est elle-même dépendante du thalamus, en se projetant dans ses noyaux. Le cervelet, le thalamus et la formation réticulée régule donc la posture en interagissant ensemble. (**Figure 5**)

Les études anatomiques ont mis en évidence la présence de connexions nerveuses entre les dents, les yeux et les muscles de la posture corporelle (5). On observe :

- des connexions nerveuses entre les différents nerfs oculomoteurs et le ganglion trigéminal
- des relations entre les récepteurs parodontaux et les muscles de la posture corporelle via la formation réticulaire (6)

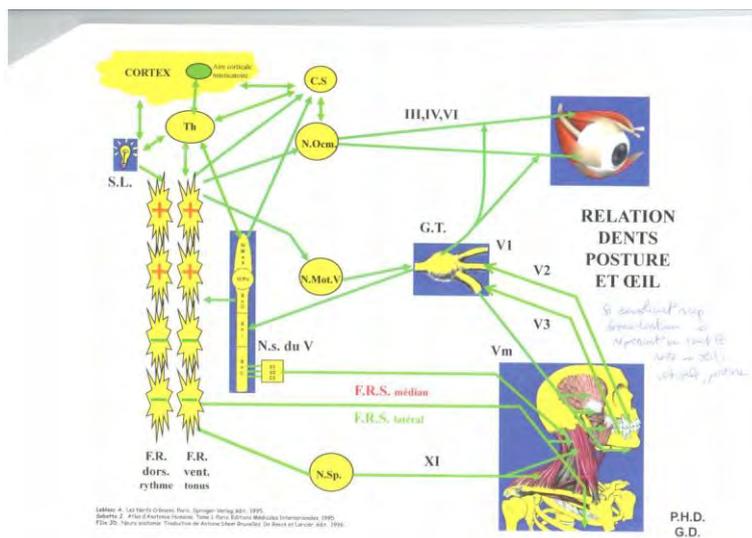


Figure 5 : Relation dents, posture et œil selon DUPAS (6)

Les différents nerfs crâniens oculomoteurs sont le III, le IV, le VI. Ils sont connectés avec le ganglion trigéminal. En effet, les informations reçues par les récepteurs parodontaux sont transmises via des branches du V2 au maxillaire et du V3 à la mandibule au ganglion trigéminal. Celui-ci transmet l'information directement au noyau sensitif du V et aux nerfs oculomoteurs.

Les yeux, les dents et les muscles de la posture corporelle, du fait de ces connexions anatomiques, sont nerveusement liés. Ceci les rend dépendant les uns des autres et leur permet de travailler simultanément. S'il y a une dysfonction de l'appareil manducateur, comme par exemple, un mauvais engrenement dentaire, les informations envoyées pourront perturber les autres fonctions, qu'elles soient oculaires ou posturales.

On comprend alors que les informations captées et transmises par le système trigéminal puissent participer au contrôle postural (7). L'appareil manducateur apparaît alors comme un effecteur de la posture au même titre que les muscles axiaux.

1.2.3 Les chaînes musculaires

Un muscle n'œuvre jamais seul. Pour assurer la coordination des mouvements, les muscles agissent par groupes d'agonistes et d'antagonistes. On peut noter que certains groupes de muscles ont la même origine d'innervation. C'est ainsi qu'une multitude d'auteurs évoquent des chaînes musculaires liant le corps. Un des concepts de chaînes musculaires les plus connus est celui décrit par Godelieve STRUYF-DENYS.

On y retrouve 5 chaînes musculaires (4 paires et une centrale) qui lient le corps dans sa totalité. Elles relient les éléments crâniens à l'organisation musculaire via des lignes de force. Les fascias et aponévroses jouent un rôle important pour unifier l'ensemble de ces chaînes (8).



Figure 6 : Les 5 chaînes musculaires selon CLAUZADE (8)

Il faudrait donc appréhender cette réaction en chaîne dans un système plus large de relations fonctionnelles complexes. Ce système comprend l'appareil manducateur, la position de la tête et les muscles du rachis et du cou.

Quand l'appareil manducateur est impliqué, les dysfonctions de l'articulation temporo-mandibulaire ne se produisent pas de façon esseulées. L'expérimentation montre que la variation de la position de la mandibule induit instantanément une variation du comportement plantaire, et des zones d'appui au sol. L'existence de mécanismes d'adaptation descendants est avérée.

La relation entre posture céphalique et la mécanique mandibulaire nous expliquent la possibilité d'une dysfonction temporo-mandibulaire d'étiologie purement posturale. Lorsque le dysfonctionnement temporo-mandibulaire est uniquement dû à un trouble postural il sera appelé : «problème ascendant». Lorsqu'un problème d'occlusion dentaire entraînera une modification de la posture, on parlera de « problème descendant ».

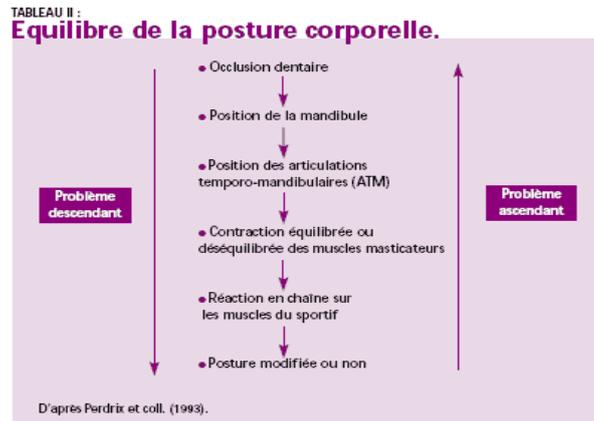


Figure 7 : Schéma de l'équilibre postural et des atteintes descendants et ascendants (Perdrix et coll. 1993)

1.2.4 Le rôle de l'os hyoïde

Surnommé le « gyroscope » du corps humain, c'est un élément clef de la posture de part ses connexions musculaires. Servant de jonction entre les muscles crano-mandibulaires (muscles sus-hyoïdiens) et squelettiques sous-jacents (muscles sous-hyoïdiens), il n'est rattaché à aucun autre os (**Figure 8**). Les muscles sus-hyoïdiens le rattachent à la mandibule et à l'occiput. Les muscles sous-hyoïdiens le rattachent au tronc squelettique. Ipso facto, sa position ne varie qu'en fonction de la mandibule et du rachis (9). Toute perturbation des muscles s'intéressant à la mandibule entraîne un déséquilibre de l'os hyoïde et par conséquent une perturbation des chaînes musculaires sous-jacentes; ces dernières jouant un grand rôle dans les mécanismes de posture. (10)

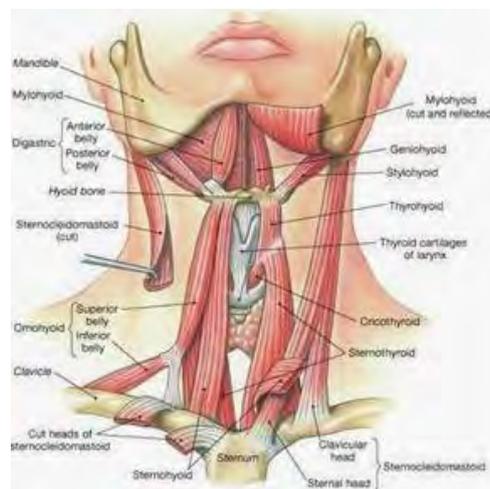


Figure 8 : Connexions musculaires entre l'os hyoïde, la mandibule et la clavicule

1.2.5 Les tests posturaux

Lors de notre prise en charge au DIU du sport, nous avons terminé la consultation par trois tests évaluant trois des capteurs posturaux (l'œil, l'oreille interne, l'appareil manducateur). Ils permettent rapidement de mettre en évidence une altération d'un des capteurs. (11)

✓ L'œil :

Nous avons réalisé le **test de convergence**. A l'aide d'une pointe de stylo rapprochée progressivement dans le plan des yeux jusqu'à la racine du nez, on observe la mobilité des yeux dans les six directions. En absence de convergence symétrique et simultanée, on peut diagnostiquer un défaut d'action des muscles oculomoteurs. Le déséquilibre postural est d'autant plus marqué que le défaut de convergence domine nettement sur un œil.

- ✓ L'oreille interne :

Nous avons réalisé **le test de Romberg**. Le patient est debout, bras le long du corps, pieds joints, yeux ouverts puis yeux fermés. Le patient sain oscille faiblement les yeux ouverts, il réalise une succession d'ajustements posturaux. Ces oscillations augmentent de manière physiologique lorsqu'il a les yeux fermés (perte d'information d'un des capteurs ?). On observe les petits mouvements qu'il réalise pour garder l'équilibre. La présence d'un trouble de l'oreille interne entraîne la déviation progressive du côté de l'oreille atteinte.

- ✓ L'appareil manducateur :

Nous avons réalisé le **test de la pince pouce-index**. Le patient est debout, son pouce touchant son index. Le praticien exerce une force visant à séparer l'union de ces deux doigts. La première fois le patient ne serre pas les dents, la seconde il est en occlusion. Nous testons ici la résistance musculaire sans contact dentaire (position repos mandibulaire) puis lorsque les dents sont en occlusion.

1.2.6 La stabilométrie

La plateforme stabilométrique (**Figure 9**) permet d'enregistrer les différents paramètres qui définissent l'équilibre postural d'un sujet en position orthostatique. Elle s'intéresse aux oscillations du centre de pression. On obtient donc des informations sur la stabilité du patient et les moyens énergétiques qu'il met en œuvre pour la conserver.



Figure 9 : Plateforme stabilométrique Win Posturo de la marque Medicauteur

C'est pour cette raison que nous avons souhaité l'intégrer dans notre étude. Nous voulions voir l'impact de nos mordus d'occlusion (et donc de la modification de l'ELR/DVO) sur l'équilibre en comparant les résultats sans et avec mordus. Cela nous permet de voir si une situation expérimentale donnée équilibre ou déséquilibre la posture.

Ce test de la plateforme nous permet de nous affranchir de la subjectivité de l'examineur au cours des tests posturaux que nous avons réalisés à la fin de notre première consultation (test de convergence, test de Romberg, test de la pince pouce-index).

1.3 Occlusion et Performance sportive

1.3.1 L'effort du sportif de haut niveau

Comme la célèbre devise des Jeux Olympiques « Plus haut, plus vite, plus fort » le stipule, le sport à haut niveau met le physique et le psychique de l'athlète à rude épreuve. Cependant, en fonction du sport pratiqué, l'effort que l'organisme produit varie. Les besoins de puissance, d'explosivité, d'équilibre ou encore d'endurance ; diffèrent complètement. La pratique d'un sport d'endurance comme le marathon ne demandera pas les mêmes besoins énergétiques que ceux d'un haltérophile. De même que la pratique d'un sport dit à tendance « unilatérale », comme le tennis, déstabilisera le corps d'un côté de manière plus marquée qu'un sport dit « bilatérale » comme l'haltérophile. En effet les chaînes musculaires devront s'habituer à fonctionner unilatéralement tout en gardant un équilibre indispensable à la pratique.

1.3.2 Position mandibulaire lors de l'effort

Le laps de temps très bref précédant l'effort, le sportif prend, instinctivement, une position mandibulaire particulière nommée « Position mandibulaire d'équilibre musculaire optimal » (12). En effet, afin de produire le meilleur influx musculaire pour l'effort voulu (soulever une barre, prendre une impulsion pour un saut) les dents se serrent (**Figure 10 et 11**). La mandibule se bloque et les chaînes musculaires s'équilibrent pour pouvoir fournir la contraction la plus efficace. Juste après l'effort le sportif relâche la mandibule et expire pour exercer une ventilation pulmonaire. Un grand nombre d'athlètes de haut niveau portent des dispositifs dentaires pour optimiser leur équilibre postural. L'amélioration de l'équilibre est recherchée pour améliorer leurs performances sportives.



Figure 10 : Photographie illustrant la contraction des muscles masticateurs dents serrées chez un haltérophile



Figure 11 : Photographie illustrant la contraction des muscles masticateurs dents serrées chez un haltérophile

1.3.3 Les précédentes études

Certaines études montrent que l'occlusion dentaire semblerait influencer les performances du sportif (13) (14) (15) et d'autres montreraient au contraire que l'occlusion dentaire aurait que peu d'impact sur les performances (16) (17).

En 2000, J. Farouze porte son étude sur des nageurs professionnels et étudie leurs aptitudes avec ou sans cale, bouche fermée ou ouverte. Quand la cale améliore l'occlusion et donc l'équilibre alors les performances sont augmentées, en revanche quand l'occlusion est déséquilibrée par la cale, les performances sont diminuées. Il en déduit l'existence d'un rapport étroit entre l'occlusion, la posture, les appuis podaux et les performances sportives (17).

En 2009, Diaw étudie l'occlusion et les performances musculaires de 22 sénégalais pratiquant un sport de combat. Il en déduit que la détente et la force de traction musculaire en occlusion des combattants est supérieure à celle en innoclusion (13).

En 2018, l'étude de Leroux s'intéresse à sept rameurs du pôle France Aviron. Après différents tests successifs sur chaque athlète, il voit une perturbation de l'occlusion induisant une contraction asymétrique des muscles masticateurs ; puis par chaîne descendante : une contraction asymétrique des muscles para vertébraux provoquant un déséquilibre corporel et diminuant la puissance musculaire de l'organisme. Il en conclut donc qu'une mauvaise occlusion sera délétère pour les performances d'un athlète pratiquant l'aviron. (15)

C'est en tenant compte de ces différentes études, que nous avons décidé de mener une étude sur des protections intra-buccale personnalisées pouvant optimiser cette occlusion, donc l'équilibre et possiblement augmenter significativement les performances d'un sportif.

2. ETUDE CLINIQUE

2.1 Objectifs

2.1.1 Objectif principal de l'étude

L'objectif principal de ce travail est d'observer l'influence de la modification de l'espace d'inocclusion sur la production de force maximale isométrique sur le muscle quadriceps et sur la stabilité posturale.

2.1.2 Objectifs secondaires

Les objectifs secondaires de cette étude seront :

- ✓ Essayer de déterminer s'il existe une dimension verticale d'occlusion idéale et propre à chacun permettant de produire un maximum de force isométrique et d'avoir une stabilité posturale optimale
- ✓ Savoir quels facteurs seraient prédictifs dans le choix d'une épaisseur idéale de protection intrabuccale

2.2 Matériels et Méthodes

2.2.1 La conception de l'étude et critères d'inclusions.

2.2.1.1 Choix de notre cohorte

Nous avons donc réalisé une étude observationnelle analysant la force maximale isométrique en modifiant l'espace d'inocclusion sur une population de 17 adultes avec 11 hommes pour 6 femmes.

Pour cela, nous avons recruté des sportifs de haut niveau de la région Occitanie, afin d'évaluer leur état bucco-dentaire, d'examiner leurs habitudes alimentaires, leur hygiène bucco-dentaire ou encore leur ressenti vis-à-vis de leur santé et de leur bien-être. Cette évaluation s'est faite à l'aide d'un questionnaire individuel et anonyme. **(Voir Annexe)**

Nous avons délibérément choisi d'inclure des athlètes pratiquant une discipline les obligeant à se servir de la poutre mandibulaire comme point d'appui.

Notre étude a permis d'inclure **17 sujets** avec une moyenne d'âge de **26,4** ans.

2.2.1.1.1 Critères d'inclusion:

- ✓ Pratiquer un sport d'explosivité (haltérophile et crossfit dans notre étude)
- ✓ Pratiquer ce sport de manière intensive (plus de 4 fois par semaine)
- ✓ Etre d'accord pour répondre à un questionnaire sur les habitudes bucco-dentaires
- ✓ Etre d'accord pour se rendre au CREPS (Centre de Ressource d'Expertise et de Performances Sportives) afin de réaliser le test de force et l'examen stabilométrique
- ✓ Etre d'accord pour participer à notre étude et avoir signé un consentement éclairé, respectant les règles de la déclaration d'Helsinki

2.2.1.1.2 Caractéristiques médicales et sociodémographiques:

La collecte des données médicales et sociodémographiques a été réalisée à l'aide d'un questionnaire standardisé portant sur :

- ✓ La fréquentation du chirurgien-dentiste (raisons pour la dernière visite chez le dentiste, niveau de stress marqué sur une échelle de 10 points, fréquence des visites).
- ✓ Les comportements liés à l'hygiène bucco-dentaire (nombre de brossage quotidien, temps de brossage).

2.2.1.1.3 Recueil des données

- Au centre de soins

La mise en œuvre de l'étude a eu lieu durant 1 an (Février 2018-Février 2019) dans le Service d'Odontologie du Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse, dans le cadre du DU de Médecine Bucco-dentaire du sport en collaboration étroite avec le Diplôme Universitaire d'Occlusodontologie et de Réhabilitation de l'Appareil Manducateur.

Toutes les données ont été recueillies selon les mêmes conditions de procédure pour réduire les biais potentiellement source de confusion en uniformisant la procédure d'examen. Quatre dentistes diplômés et un externe ont procédé aux examens de santé bucco-dentaire. Avant l'inclusion, les examinateurs avaient été formés à un processus d'étalonnage concernant la classification des caries, des lésions parodontales. Les examinateurs ont été calibrés en utilisant les indices DMF et LSI, PI et BoP, en utilisant les directives iconographiques et la présentation du matériel spécifique requis qui s'est voulu simple et facile (sondes, miroirs et position de l'examen).

Lors de la consultation clinique, nous avons réalisé:

- ✓ Un examen bucco-dentaire avec un plateau technique réduit (sonde, miroir, précelle, sonde parodontale). Il a été regardé l'indice CAO, informant sur la présence de caries,

d'obturations ou de dents absente ; il correspond à la somme de celles-ci. Il permet de classer le sportif en fonction du score obtenu dans un groupe de risque carieux.

- ✓ L'indice de plaque dentaire
- ✓ L'indice de saignement
- ✓ La classe d'occlusion
- ✓ Tests kinésiologiques (convergence des yeux, test de la pince pouce-index)
- ✓ Une radio panoramique
- ✓ Une prise d'empreinte maxillaire et mandibulaire ont été réalisées au putty

A la fin de la consultation :

- ✓ Les modèles ont été coulés au laboratoire avec plâtre dur Fujirock puis montés en articulateur (Articulateur Quick Master B2 FAG) puis isolés avec un séparateur
- ✓ Réalisation des mordus en silicone dur d'occlusion avec un dual shore de 95 : Un premier mordu a été réalisé avec la tige incisive positionné à +2mm puis un autre mordu avec la tige réglée à +4mm (**Figure 12**) (**Figure 13**)
- ✓ Nous avons réalisé des mordus en silicone d'occlusion et non des gouttières d'un point de vue économique



Figure 12 et 13 : Photographies de l'articulateur en présence d'un modèle en plâtre et du mordu d'occlusion de 2mm

- Au CREPS

Dans un second temps, les sujets sont reçus au CREPS pour un **examen stabilométrique** et le **test de puissance maximale** en suivant un protocole bien précis (**Figure 14**).

	Etape	Exercice réalisé et durée récupération	
1	Test préliminaire	Prise de mesure posturale réalisé par les dentaires dans les 3 modalités de test	
2	Échauffement	Mobilisation articulaire, Course à pied durant 5 minutes, 10 air-squats, 10 squat-jumps	
3	Familiarisation (test pour connaître la machine)	3 contractions isométrique maximale de quelques secondes avec feedback visuel sur la force	3 minutes de récupération
4	Test de force maximal Isométrique en fonction de l'occlusion dentaire	<p>PRISE DE MESURE :</p> <p>3 séries de 3 contractions maximales isométrique des extenseur du genou à 60° dans les 3 modalité du test dans un ordre aléatoire (sans gouttière d'occlusion avec une gouttière d'occlusion de 1mm et avec une gouttière de 2mm)</p>	1 minutes de récupération entre chaque séries et 3 minutes de récupération entre chaque série

Figure 14 : Protocole de l'étude réalisée

L'**examen stabilométrique** est réalisé en utilisant une plateforme de stabilométrie Win Posturo de la marque Medicauteur (**Figure 15**).

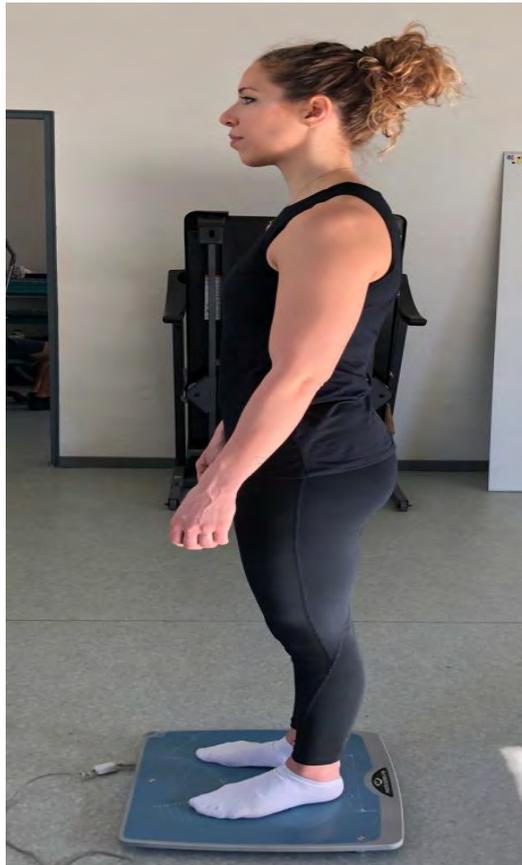


Figure 15 : *Sujet debout sur la plateforme stabilométrique*

Le test de force maximale est réalisé à l'aide d'un ergomètre de force de la marque BIODEX. Il a été réglé en mode isométrique pour tester la production de force maximale lors de l'extension du genou droit des sujets, pour un angle fixe de 60 degrés. Relié au logiciel « Biodex Advantage Software » nous avons pu enregistrer la force produite (**Figure 16,17,18**).

Lorsqu'il est utilisé en isométrie, il renvoie une force de même intensité et dans le sens inverse en opposition à la force produite par le sujet. Cette force est enregistrée afin que nous puissions l'analyser (Newton).

Cette machine peut être utilisée dans la prévention ou la rééducation des blessures pour les sportifs, ou comme dans notre cas dans la prise de mesure de force pour différentes articulations



Figure 16 : Vue du dispositif général de l'ergomètre BIODEX



Figure 17 et 18 : Angulation à 60° de la jambe droite

Le sujet arrive au CREPS, et commence par l'examen stabilométrique qui consiste en des mesures de leur stabilité posturale dans trois conditions occlusales différentes (c0 : position libre, c1 : mordu 2mm d'épaisseur, c2 : mordu de 4mm d'épaisseur).

Le sujet part en suivant à l'échauffement, il suit avec un étudiant de STAPS un protocole d'échauffement standardisé (mobilisation articulaire, cinq minutes de course à pied, 10 air-squats suivi de 10 quat-jumps).

Quand le sujet est échauffé, il est installé sur la machine de mesure de force maximale. Il est familiarisé avec l'ergomètre. Les consignes de standardisation de la contraction lui sont expliquées. L'écran est tourné vers lui, il peut donc voir sa courbe de contraction. On lui demande une contraction avec une montée progressive suivie d'une phase de plateau. Après avoir réalisé ces trois contractions, le sujet est mis au repos pendant trois minutes.

Le sujet va devoir réaliser trois séries de trois contractions ; au total neuf contractions seront donc enregistrées. Chaque série correspond à chaque condition occlusale différente. Trois contractions en position libre (condition c0) espacées d'une minute, trois contractions avec un mordu de 2mm (condition c1) espacées d'une minute et trois contractions avec le mordu de 4mm (condition c2) espacées d'une minute aussi. Entre chaque série, le sujet récupère pendant trois minutes. Afin de limiter les biais, nous avons utilisé un ordre aléatoire des séries pour chaque sujet. Certains commenceront en condition c0, ou c1, ou encore c2 (**Figure 19 et 20**).

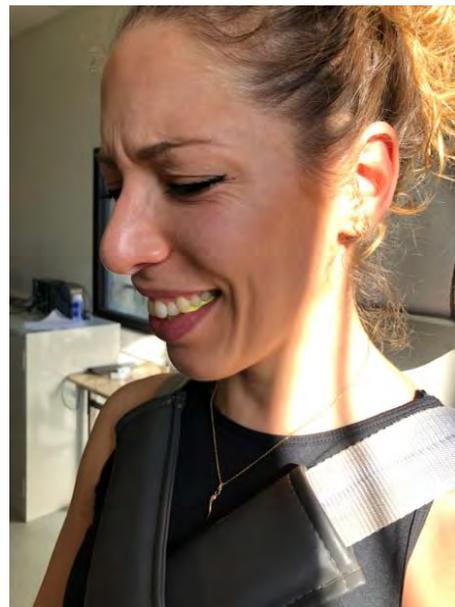


Figure 19 et 20 : Mordu d'occlusion interposé entre les arcades dentaires

2.2.2 Analyse de la surface stabilométrique

La plateforme donne de nombreux paramètres sur la stabilité posturale (**Figure 21**). Nous avons décidé de relever le paramètre de stabilité le plus important décrit par l'association française de Posturologie qui est la **surface** du statokinésigramme, surface exprimé en mm². Cette surface est déterminée par la plateforme et évalue les positions successives échantillonnées du centre de pression des pieds par rapport à un référentiel dont l'origine est située au barycentre du polygone de sustentation déterminé par les pieds du sujet.

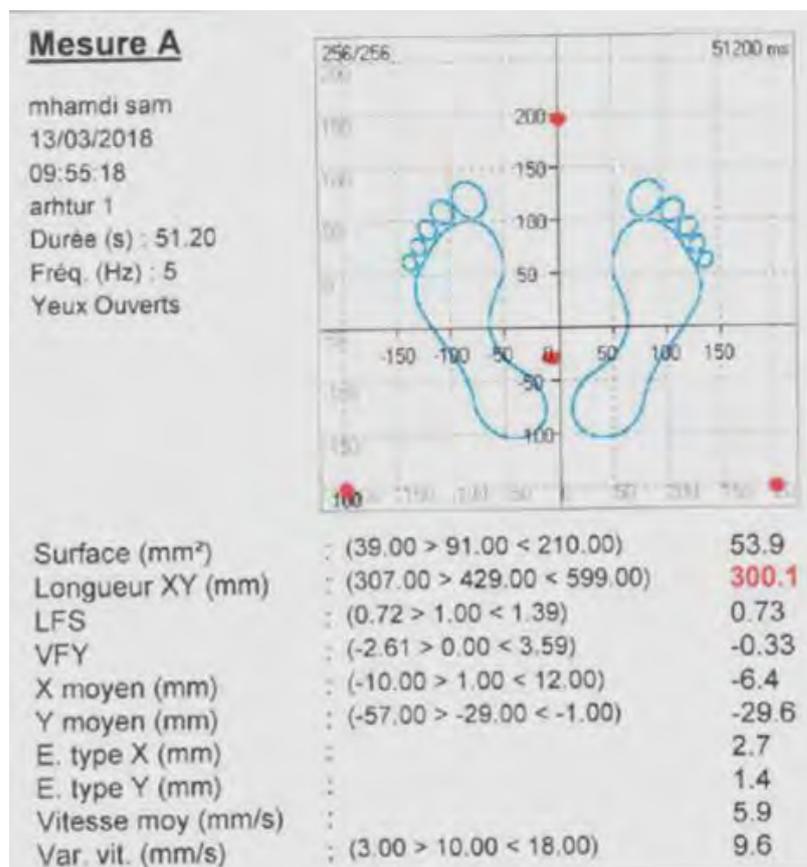


Figure 21 : Exemple de résultat de la plateforme de stabilométrie pour une des conditions données

Chacun de nos sujets est monté sur la plateforme de stabilométrie (**Figure 15**), réglée à une fréquence d'acquisition de 5HZ, pendant 51 secondes dans trois dimensions verticales d'occlusion différentes : en position libre, en occlusion sur mordure de 2 mm et en occlusion sur le mordure de 4 mm.

Les valeurs enregistrées peuvent être comparées aux normes 85 déterminées par l'Association Française de Posturologie, nous avons préféré dans notre étude comparer le

sujet à lui-même dans les différentes situations occlusales. Il s'agit donc d'études de type quantitatives dans lesquelles les valeurs de chaque individu sont comparées à lui-même (étude de type N-of one clinical trial).

2.2.3 Analyse de la force

Le graphique ci-dessous (**Figure 22**) montre les données obtenues par le Biodex. Ces données seront ensuite « filtrer » afin d'éviter le bruit. Les trois pics correspondent aux trois essais de contractions maximales dans l'une des trois conditions d'occlusion. En accord avec les étudiants de STAPS, pour étudier la performance maximale, nous avons sélectionné le meilleur des trois essais, plutôt que de moyenner la somme des trois pics de performance. Ce choix arbitraire s'inscrit dans la continuité des différentes études sur le sujet (18).

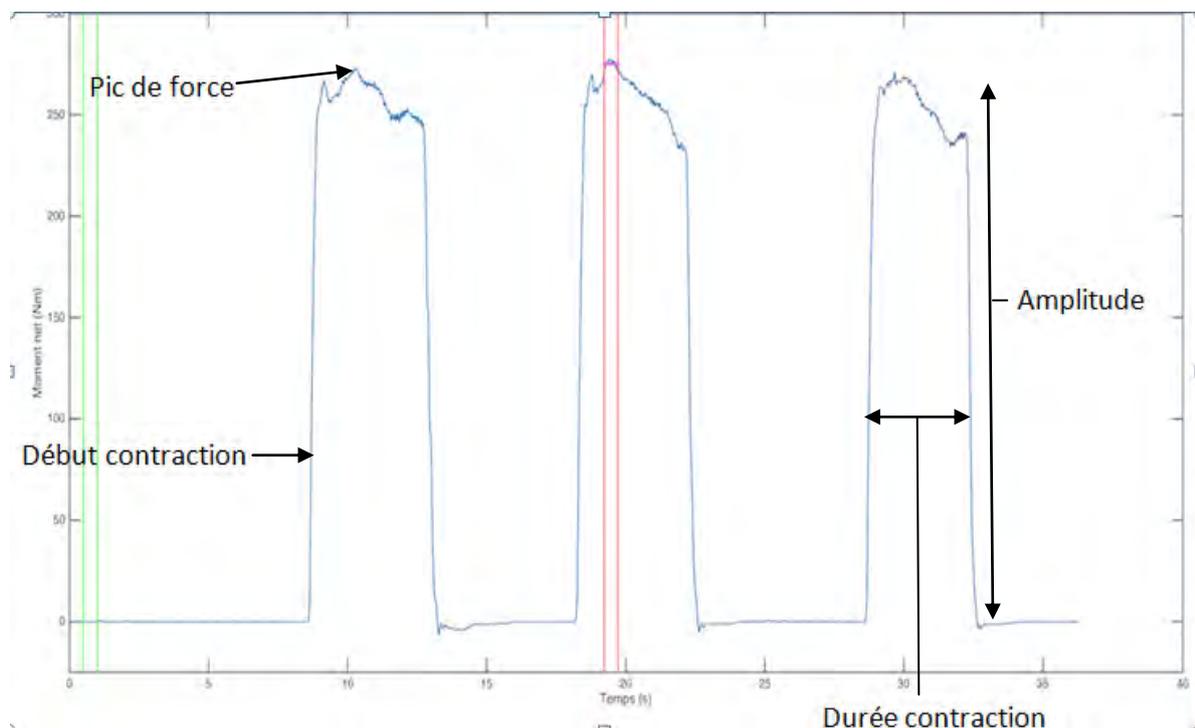


Figure 22 : Courbes réalisées sur la machine Biodex ; représentation de trois contractions maximales pour un sportif en une condition d'occlusion

Sur chaque courbe, nous avons sélectionné la fenêtre de **0,5s** où la moyenne de la performance est la plus élevée. Cette fenêtre est illustrée en rouge au-dessus.

2.3 Résultats

Notre étude porte sur une cohorte de 17 sportifs (11 hommes et 6 femmes). Nous avons recueilli leur force maximale selon 3 conditions occlusales ; la première sans gouttière, la deuxième avec un mordue de 2mm d'épaisseur, la troisième avec un mordue de 4mm d'épaisseur.

La modification de la dimension verticale d'occlusion par la mise en place de différents dispositifs intra oraux, a entraîné des modifications de performances chez les sportifs que cela soit en force isométrique maximale sur le quadriceps, ou en stabilité posturale.

2.3.1 Visualisation des paramètres généraux

Le tableau ci-dessous (**Tableau 1**), nous présente les caractéristiques des participants à notre étude selon les critères préalablement décrits dans Matériel et Méthodes (2.2.1.1.1.)

Paramètres	Groupe étudié (n=17)
Âge (années)	26.35 ± 2.69
Poids (kg)	77.24 ± 14.31
Taille (m)	1.75 ± 0.07
IMC (kg/m ²)	24.98 ± 3.60
Pointure	41.56 ± 2.68
Taille Pied (cm)	26.71 ± 1.79
Score stress	2.29 ± 1.96
Dent absente	0.29 ± 0.99
Dent obturée	3.71 ± 2.42
Dent cariée	1.06 ± 2.05
Indice CAO	5.06 ± 2.84
Indice de Plaque	0.65 ± 0.50
Sic Index	8,17

Tableau 1 : Visualisation des paramètres généraux

La moyenne d'âge de nos sujets est de 26.35 ans (± 2.69). La moyenne de la taille de nos sujets est de 175 cm (± 0.07) et du poids moyen est de 77.24 kg (± 14.31), l'écart type de poids s'explique dans le choix d'avoir pris des sujets mixtes avec 11 hommes et 6 femmes. Les paramètres d'indice CAO 5.06 (± 2.84) et d'indice de plaque 0.65 (± 0.50) mettent en évidence des sujets en bonne santé dentaire avec une bonne hygiène buccal.

2.3.2 Moyenne des forces et des surfaces stabilométriques

Les moyennes des résultats trouvées chez tous nos sujets confondus, hommes et femmes pour les tests de force et de stabilité dans les trois situations de dimension verticale d'occlusion ont été regroupés (**Tableau 2**). On constate que les mordus ont tendance à augmenter la puissance chez nos sujets, avec une moyenne plus importante en C1 et C2 par rapport à la situation de base C0. Pour la stabilité, le mordu C1 diminue la surface du statokinésigramme et le mordu C2 l'augmente par rapport à la situation de base. En moyenne le mordu C1 semble être le plus performant en augmentant la force maximale isométrique par rapport à C0 ou C2 et en diminuant la surface du statokinésigramme et donc en augmentant la stabilité par rapport à C0 et C2. Le p-value correspond à notre probabilité statistique sur l'hypothèse que les différents mordus modifient de manière significative la puissance et la stabilité. Il ne semble pas avoir en moyenne de modification significative de nos différents mordus sur la production de puissance et sur la surface de la stabilométrie.

	C0	C1	C2
Puissance (Nm)	189.88 ± 47.02 p=0.88 vs C1	192.40 ± 46.08 p=0.92 vs C2	190.81 ± 42.60 p=0.95 vs C0
Stabilométrie (mm ²)	208.83 ± 186.54 p=0.38 vs C1	162.55 ± 109.19 p=0.33 vs C2	226.81 ± 248.23 p= 0.68 vs C0

Tableau 2 : Moyenne, écart-type et p-value des résultats obtenus

2.3.3 Recueil de l'ensemble des données de force et stabilométrie

Le tableau ci-dessous, donne les résultats de force et de stabilométrie selon les trois conditions. Les données sont d'abord celles des hommes, en suivant nous avons celles des femmes. Des pourcentages ont été réalisés pour montrer l'impact de la modification de la dimension verticale d'occlusion en condition 1 (+2mm) et en condition 2 (+4mm) par rapport à la situation de base c'est-à-dire en condition 0. Une moyenne des résultats obtenus a été réalisée entre les hommes et les femmes et enfin une moyenne des deltas entre hommes et femmes (**Tableau 3**).

Sujets		Sans gouttière (C0)		Gouttière 2mm (C1)		Gouttière 4mm (C2)	
		Force	Stabilo	Force (%) vs C0)	Stabilo (% vs C0)	Force (%vs C0)	Stabilo (%) vs C0)
Sujet 2	H	170,79	67	192,88 (+12,94%)	22,3 (-66,72%)	201,38 (+17,91%)	25,1 (-62,54%)
Sujet 3	H	257,65	281,3	249,68 (-3,09%)	214,6 (-23,71%)	231,07 (-10,31%)	1073,8 (+282%)
Sujet 4	H	275,14	764,1	278,15 (+1,09%)	315,8 (-58,67%)	255,64 (-7,10%)	473,6 (-38,02%)
Sujet 5	H	202,68	169,2	198,21 (-2,20%)	154 (-8,98%)	225,92 (+11,47%)	95,1 (-43,80%)
Sujet 7	H	246,45	253,2	253,41 (+2,83%)	126,1 (-50,20%)	249,78 (+1,36%)	270,6 (+6,87%)
Sujet 8	H	218,21	228,6	229,24 (+5,05%)	256,3 (+12,12%)	195,72 (-10,31%)	366,7 (+60,41%)
Sujet 9	H	188,71	153,2	192,74 (+2,13%)	247,3 (+61,42%)	212,52 (+12,61%)	220,4 (+43,86%)
Sujet 11	H	225,14	547,2	225,21 (=)	388,7 (-28,97%)	217,34 (-3,46%)	236,1 (-56,85)
Sujet 14	H	178,62	252,3	172,19 (-3,60%)	320,5 (+27,03%)	179,43 (+0,5%)	237,9 (-5,71%)
Sujet 15	H	166,14	78,8	163,77 (-1,43%)	98,3 (+24,75%)	165,68 (-0,28%)	98,8 (+23,38%)
Sujet 16	H	165,02	189,8	166,02 (+0,61%)	97,2 (-48,79%)	159 (-3,65%)	101,5 (-46,52%)
<u>Moyen</u>	<u>H</u>	208,6	271,34	211,04	203,74	208,5	290,88
Sujet 1	F	226,22	100,6	228,55 (+1,03%)	147,9 (+47,02%)	232,89 (+2,95%)	116,6 (+15,90%)
Sujet 6	F	107,63	75,7	124,61 (+15,77%)	47,9 (-36,72%)	123,15 (+14,41%)	48,2 (-36,33%)
Sujet 10	F	135,52	53,9	134,04 (-1,10%)	54,2 (+0,56%)	142,21 (+4,94%)	107,8 (+100%)
Sujet 12	F	183,34	91,6	177,92 (-2,96%)	125,1 (+36,57%)	178,72 (-2,52%)	182,1 (+98,80)
Sujet 13	F	125,48	117,2	124,12 (-1,10%)	92,2 (-21,33%)	117,88 (-6,06%)	143,9 (+22,78%)
Sujet 17	F	155,17	126,4	160,12 (+3,20%)	54,9 (-56,7%)	155,52 (+0,23%)	57,5 (-54,51%)

<u>Moyen</u>	<u>F</u>	155,56	94,23	158,23	87,03	158,39	109,35
DELTA (H et F)				+1,72%	-11,25%	+1,33%	+18,32%

Tableau 3 : Recueil des données de stabilométrie et de force maximale

Nos résultats montrent qu'il existe une variabilité importante interindividuelle. En effet certains sujets augmentent considérablement leur force avec un dispositif intra-buccal. Pour exemple, le sujet 2 augmente sa force maximale de 17,91% avec un mordu de plus 4 mm (C2). En revanche, le sujet 8 diminue sa force maximale de 10,31% avec le même mordu. On peut donc proposer une réponse variable selon l'individu à évaluer avant toute prise en charge de protection intra-buccale.

2.3.4 Analyse complémentaire et corrélations

Suite à la réalisation de différentes courbes (**voir Annexe**), on s'est aperçu que pour plusieurs sujets, la force maximale isométrique augmentait quand leur surface du statokinésigramme augmentait aussi. Nous avons donc décidé de réaliser des corrélations pour suivre cette observation.

Nos résultats montrent une corrélation positive entre la force maximale dégagée en Newton et la surface du statokinésigramme en mm² quel que soit le dispositif intra-buccal utilisé (**Figure 23**). Cette corrélation est retrouvée en condition C0 (**Figure 24**), en condition C1 (**Figure 25**) et en condition C2 (**Figure 26**).

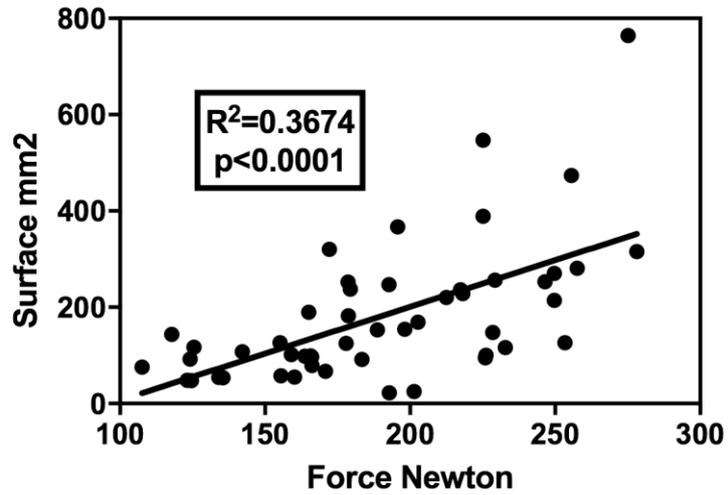


Figure 23 : Corrélation entre la surface stabilométrique et la force maximale

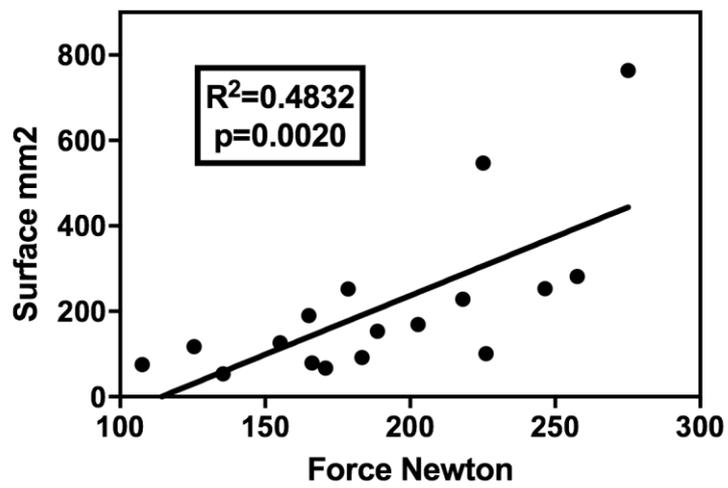


Figure 24 : Corrélation entre force et surface lorsque le sujet ne possède pas de mordus d'occlusion

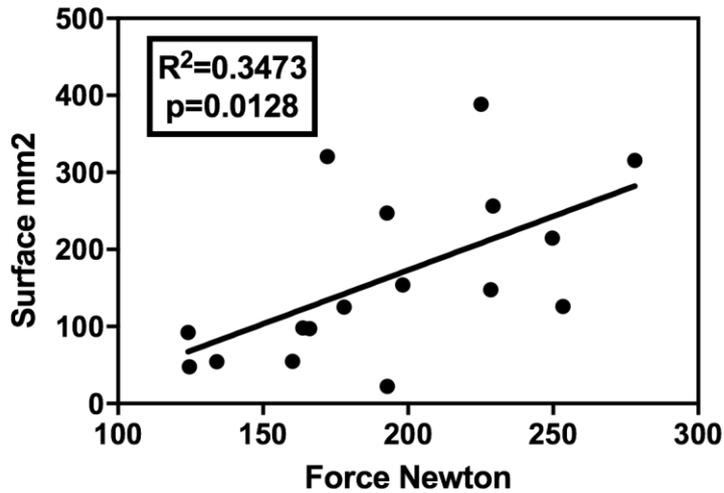


Figure 25 : Corrélation entre la surface stabilométrique et la force maximale avec le mordu d'occlusion de +2mm

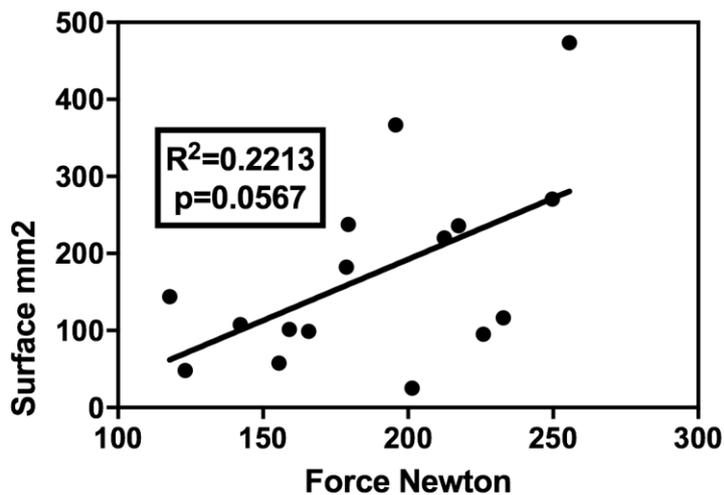


Figure 26 : Corrélation entre la surface stabilométrique et la force maximale avec le mordu d'occlusion de +4mm

Il existe donc une corrélation positive entre les forces isométriques maximales sur le quadriceps et la surface du statokinésigramme au cours des modifications de la dimension verticale d'occlusion. Cette corrélation permet de proposer l'analyse stabilométrique en préambule à la réalisation d'un dispositif intra-oral. Ces résultats sont statistiquement significatifs en condition c0, c1. En condition c2 ce n'est pas significatif mais $p=0.0567$.

2.4 Discussion

Notre étude avait pour but d'observer si l'occlusion dentaire en modifiant la dimension verticale d'occlusion pouvait influencer la production de force du quadriceps et la stabilité posturale. Nous pouvons nous poser des questions sur le choix de notre test et sur les biais éventuels pour plusieurs raisons :

- ✓ Nombre limité de sujet (n=17) ce qui limite la puissance de l'étude. Il nous a été difficile de regrouper plus de sportif disponible pour suivre le protocole à la lettre. Serait-il judicieux de créer un partenariat entre un centre regroupant des sportifs de haut niveau et un service dentaire spécialisé dans leur prise en charge afin de faciliter la mise en place et le suivi de ces protocoles d'étude ?
- ✓ Le Biodex ne test qu'un seul muscle unilatéral (le quadriceps droit). Nous avons mesuré la force maximale dégagée quand le sujet était assis. Le fait de travailler assis entraîne une perte d'information d'un des capteurs, en l'occurrence le capteur podal. Est-ce vraiment représentatif des conditions de production de force lors des efforts en crossfit et en haltérophilie ? Pourrions-nous envisager un test bilatéral utilisant le capteur podal ?
- ✓ En position libre (C0) de la mâchoire durant nos tests, certains ont serrés les dents et d'autres non. Comment comparer les uns par rapport aux autres ? Devrions-nous rajouter une condition à l'étude en divisant la condition c0 en 2 conditions (Une condition en OIM et une condition sans contact dento-dentaire) ?

Toutes ces questions peuvent se poser suite à notre étude qui nécessite évidemment d'être complétée par d'autres recherches et tests sur le sujet. D'autres tests et mesures pourraient être réalisés en essayant de gommer nos biais et mettre en évidence l'impact de la dimension verticale d'occlusion sur la production de force et la stabilité posturale.

CONCLUSION

L'occlusion dentaire et la posturologie en lien deviennent un paramètre non négligeable dans la prise en charge du sportif de haut niveau avec l'avènement de la médecine individuelle.

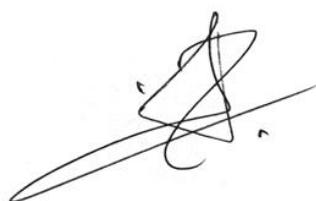
Notre travail avait comme objectif, d'analyser l'occlusion dentaire en modifiant la dimension verticale d'occlusion, et son influence sur la production de force maximale du quadriceps et la stabilité posturale.

Notre étude montre que l'augmentation de la DVO chez le sportif est un facteur influençant la force maximale et la stabilité posturale d'un athlète. Nos résultats ne montrent pas une augmentation universelle de la DVO applicable à tous les sportifs. En revanche, nous avons identifié des modifications individuelles de la DVO permettant d'améliorer significativement la force isométrique maximale du quadriceps tout en modifiant les surfaces stabilométriques. Ces variations interindividuelles sur les forces isométriques maximales et la surface stabilométrique mettent en avant l'intérêt d'une analyse préalable individualisée avant la réalisation d'un dispositif intra-buccal. La corrélation positive entre la force maximale et la surface stabilométrique, nous permet de proposer une analyse par plateforme stabilométrique avant la réalisation de PIB. Cette analyse permettra de déterminer une dimension verticale d'occlusion idéale individuelle qui placera la mandibule dans une position favorable aux forces dégagées. Des études complémentaires seraient intéressantes à réaliser sur ce sujet, notamment en faisant varier la position mandibulaire dans les trois sens de l'espace et non plus seulement dans le sens verticale (DVO).

Ce travail m'aura permis de regrouper deux univers faisant partie de mon quotidien, à savoir le monde du dentaire et celui du sport. J'ai pu travailler en collaboration avec deux étudiants de STAPS, mais surtout en équipe avec le Dr FRANC et le Dr BLASCO-BAQUE avec lesquels, nous avons pu échanger tout le long.

Vu par la directeur de thèse

V Blasco-Baque



Vu par le président du jury

Pr. F. Diemer



TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1: Position des dents en OIM

Figure 2 : schématisation de la DVO

Figure 3 : Schémas de la classification d'Angle

Figure 4 : Relation entre les différents capteurs posturaux et le SNC

Figure 5 : Relation dents, posture et œil selon Dupas (13)

Figure 6 : Les 5 chaînes musculaires selon CLAUZADE (15)

Figure 7 : Schéma de l'équilibre postural et des atteintes descendants et ascendants (Perdrix et coll. 1993)

Figure 8 : Connexions musculaires entre l'os hyoïde, la mandibule et la clavicule

Figure 9 : Photographie illustrant la contraction des muscles masticateurs dents serrées chez un haltérophile

Figure 10 : Photographie illustrant la contraction des muscles masticateurs dents serrées chez un haltérophile

Figure 11 : Plateforme stabilométrique Win Posturo de la marque

Figure 12 et 13 : Photographies de l'articulateur en présence d'un modèle en plâtre et du mordru d'occlusion de 2mm

Figure 14 : Protocole de l'étude réalisée

Figure 15 : Sujet debout sur la plateforme stabilométrique

Figure 16 : Ergomètre BIODEX

Figure 17 et 18 : Angulation à 60° de la jambe droite

Figure 19 et 20 : Mordru d'occlusion interposé entre les arcades dentaires

Figure 21 : Résultat de la stabilométrie pour une des conditions données

Figure 22 : Courbes réalisées sur la machine Biodex ; représentation de trois contractions maximales pour un sportif en une condition d'occlusion

Figure 23 : Corrélation entre la surface stabilométrique et la force maximale

Figure 24 : *Corrélation entre force et surface lorsque le sujet ne possède pas de mordus d'occlusion*

Figure 25 : *Corrélation entre la surface stabilométrique et la force maximale avec le mordu d'occlusion de +2mm*

Figure 26 : *Corrélation entre la surface stabilométrique et la force maximale avec le mordu d'occlusion de +4mm*

Tableaux

Tableau 1 : *Visualisation des paramètres généraux*

Tableau 2 : *recueil des données de stabilométrie et de force maximale*

Tableau 3 : *Moyennes et significativité*

BIBLIOGRAPHIE

1. Orthlieb J-D. Occlusodontie pratique. Wolters Kluwer France; 2000. 240 p
2. Abjean J. L'occlusion en pratique dentaire. Saint Thonan, imprimerie du Cloitre, 2002, 175p
3. Gilot S. La place de la posture dans le diagnostic et les décisions thérapeutiques. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Chirurgie Dentaire Nancy, 2010
4. Amouyal D. Interrelations entre posture et occlusion dentaire, conséquences pathologiques et traitement global. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Chirurgie Dentaire Lyon, 2014
5. Clauzade M, Darailans B. L'homme, le crane et les dents. Seo.1992
6. Dupas PH et Dupas G. Occlusodontie et posture. Cah Prothèse. 2000, 110 : 21-34
7. Meyer J. Participation des afférences trigéminales dans la régulation tonique posturale orthostatique Intérêt de l'examen systématique du système manducateur chez le sportif de haut niveau. Thèse : 3^{ème} cycle Sci Odontol, Paris V, 1997
8. Clauzade M., Darailans B. Concept ostéopathique de l'occlusion. Perpignan : SEOO, 1989, 429p
9. Harding-Kaba MB, Ferret C, Batifol D, Kamal D, Goudot P, Yachouh J. Variation de la position de l'os hyoïde chez l'adulte dans les dysmorphies maxillo-mandibulaires et les dysfonctions de l'appareil manducateur. Int Orthod. juin 2008;6:199-207.
10. Lamendin H. Odontologie et stomatologie du sportif. 2^e édition MASSON. 1993.
11. Vallier G. Traité de posturologie clinique et thérapeutique. 2012
12. Perdrix G, Perdrix P, Champenois M, Sanchez R. Sport et occlusion dentaire. Influence de l'occlusion dentaire sur la capacité musculaire. Chir Dent Fr. 1997;859:35-41
13. Diaw M. Influence de l'occlusion sur les performances motrices de sportifs sénégalais, étude réalisée sur 22 sportifs. Clinic. 2009;30(1):82-86
14. Farouze J. Incidence d'une modification de l'occlusion sur la performance des nageurs de haut niveau. Thèse : Doctorat en Chirurgie Dentaire, Lyon, 2000
15. Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O. Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers : a pilot study. Clinics (Sao Paulo). 2018 Nov 29;73 e453

16. Redinha LA, Dias AA, Silva LM, Pezarat-Correia PC. Effects of dental occlusion on body sway, upper body muscle activity and shooting performance in pistol shooters. *Appl Bionics Biomech.* 2018 jul 24;2018
17. Golem DL, Davitt PM, Arent SM. The effect of over the counter jaw repositioning mouthguards on aerobic performance. *J Sport Med Phys Fitness.* 2017
18. Billot M, Duclay J, Simoneau-Buessinger EM, Ballay Y & Martin A. Is co-contraction responsible for the decline in maximal knee joint torque in older males? 2014; 899-910
19. Redinha LA, Dias AA, Silva LM, Pezarat-Correia PC. Effects of dental occlusion on body sway, upper body muscle activity and shooting performance in pistol shooters. *Appl Bionics Biomech.* 2018 jul 24;2018
20. Michael TJ, Miller MG, Miller CL, Lothian DD, Hanson NJ. Over the counter performance enhancing mouthguards are unable to decrease blood lactate and improve power output during a wingate anaerobic test. *J Exerc Sci Fit;* 2018 Dec; 16(3) :83-86
21. Gagey P.M, Weber B. Régulation et dérèglement de la station debout, Paris : MASSON, 2004. 201p
22. Lippold C, Danesh G, Schilgen M, Drerup B, Hackenberg L. Sagittal jaw position in relation to body posture in adult humans – a rasterstereographic study. *BMC Musculoskelet Disord.* 31 janv 2006;7:8.
23. Ciancaglini R, Cerri C, Saggini R, Bellomo RG, Ridi R, Pisciella V, et al. On the Symposium: Consensus Conference Posture and Occlusion: Hypothesis of Correlation. *Int J Stomatol Occlusion Med.* juin 2009;2(2):87-96
24. Lamendin H. *Odontologie du sport.* CdP. 2004
25. Gelb H, Mehta NR, Forgione AG. The Relationship Between Jaw Posture and Muscular Strength in Sports Dentistry: A Reappraisal. *CRANIO®.* oct 1996;14(4):320-5
26. Piero M, Simone U, Jonathan M, Maria S, Giulio G, Francesco T, et al. Influence of a Custom-Made Maxillary Mouthguard on Gas Exchange Parameters During Incremental Exercise in Amateur Road Cyclists: *J Strength Cond Res.* mars 2015;29(3):672-7
27. Tijardovic M. Intérêt d'une occlusion équilibrée chez handballeur de haut niveau. Thèse : Doctorat en chirurgie dentaire, Lyon ; 1998
28. D'Erme V, Basile M, Rampello A, Paolo CD. Influence of occlusal splint on competitive athletes performances. *Ann Stomatol (Roma).* 2012;6
30. Manson J. Influence de l'occlusion sur les performances sportives . Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Chirurgie Dentaire Nantes, 2010

31. Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J, Busca B, Moreno-Doutres D, Pena J, Morales J.

Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in mal high-standard basketball players. *J Exerc Sci Fit.* 2018, Apr; 16(1) : 5-11

32. Cremers E. Relation entre position mandibulaire et performance sportives chez les kayakistes de haut niveau. Mémoire : Diplôme d'Université d'Occlusodontologie et de traitements des désordres cranio-mandibulaires, Nantes, 2000

ANNEXES

Questionnaire

PATIENT :

DATE :

QUESTIONNAIRE :

Partie 1 ORDRE GENERAL :

- Date de naissance : .../.../.....
- Pays de naissance : Nationalité :
- Sexe : Femme ou Homme
- Quel est votre niveau d'étude ?
Primaire Collège/CAP/BEP Lycée Bac Bac+1à+3 Bac ≥+4
- Depuis quand êtes-vous sportif de haut niveau :.....
- Quel sport pratiquez- vous :
- Fumez-vous ? Oui Non
Si oui depuis combien de temps :
Et combien de cigarettes par jour :
- Présentez-vous des allergies ? Oui Non
Si oui lesquelles :
.....
.....
.....
.....
.....
- Quel est votre taille (cm) :..... Et votre poids (kg) :.....

- Quel est la date de votre dernière visite chez le Chirurgien-dentiste :

.....

- RAISON visite

Partie 2 SANTE BUCCO-DENTAIRE :

- Quel est votre fréquence de brossage des dents :
Jamais Tous les mois Toutes les semaines Une fois par jour
Au moins deux fois par jour Au moins trois fois par jour
- Combien de temps vous brossez vous les dents :
Moins de 30 secondes Entre 30 secondes et 1 minute Entre 1 minute et 2 minutes
Plus de 2 minutes
- Quel(s) moment(s) de la journée ?
Matin Midi Soir Aléatoire
- Quel type de brosse à dent ?
Plutôt souple Rigide Electrique
- Décrivez le mode de brossage ?
.....
.....
.....
.....
- Quel est votre fréquence d'utilisation du fil dentaire :
Jamais Tous les mois Toutes les semaines Une fois par jour
Au moins deux fois par jour

- Quel est votre fréquence d'utilisation du bain de bouche :
Jamais Tous les mois Toutes les semaines Une fois par jour

Au moins deux fois par jour

Si oui quel produit utilisez-vous ?

- Quel est votre fréquence d'utilisation des brossettes inter-dentaires :
Jamais Tous les mois Toutes les semaines Une fois par jour

Au moins deux fois par jour

- Quelle est en moyenne votre fréquence de consultation chez le chirurgien-dentiste ?

Moins d'une fois tous les deux ans 1 fois tous les 2ans 1fois par an

Au moins 2 fois par an

- Allez-vous chez le dentiste alors que vous n'avez pas mal (simple visite de contrôle) ?

Oui Non

- Etes- vous à l'aise lorsque vous êtes assis sur le fauteuil dentaire ou dans la salle d'attente ?

Oui Non

Mettre échelle de stress

- Vous sentez vous assez informé sur les mesures d'hygiène bucco-dentaire ?

Oui Non

- En dehors de cette visite avez-vous reçu des informations concernant la santé bucco-dentaire chez le sportif de haut niveau ? Oui Non

Si oui par quelles voies,

Médecin Dentiste Média Caisse d'assurance maladie Mutuelle

Famille/Amis Autres (précisez) :.....

- Pour vous, c'est important d'avoir une bonne hygiène bucco-dentaire ? Oui Non

Pourquoi ?.....
.....

-
-
- Pouvez vous évaluer votre niveau de stress avec un score de 0 pas du tout de stress et 10 stress absolu

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Examen Clinique :

Nom

INDICE CAO :

	Nombre
Caries	
Obturation	
Absente	

Indice Loe Illness

Nom
Nom Nom
 Patient

	Dent	V	MV	DV	L
Ic Mx					
Ic Md					
Cn Mx					
Cn Md					
PM Mx					
PM Md					
Mmax					
Mmand					

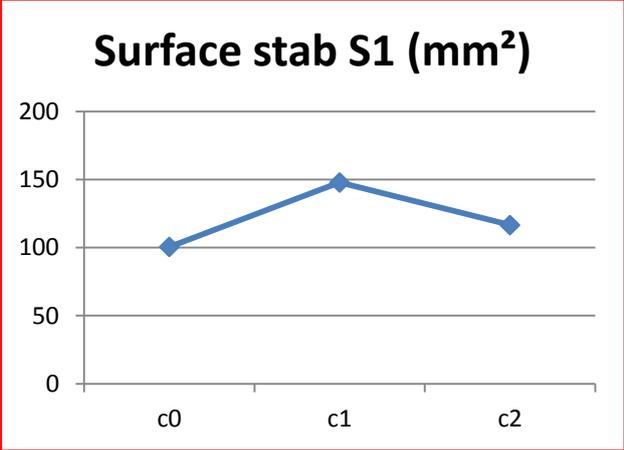
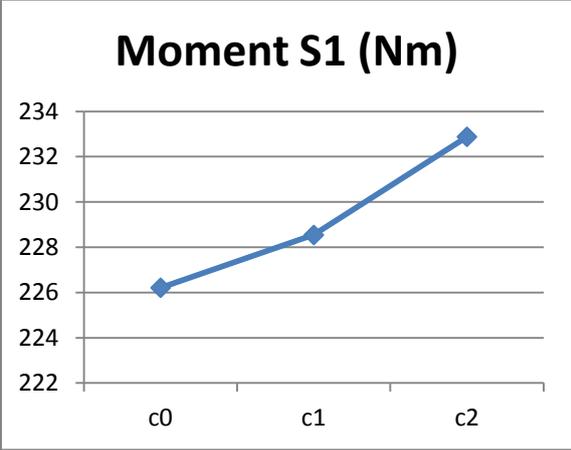
Indice de Plaque et de saignement

Nom

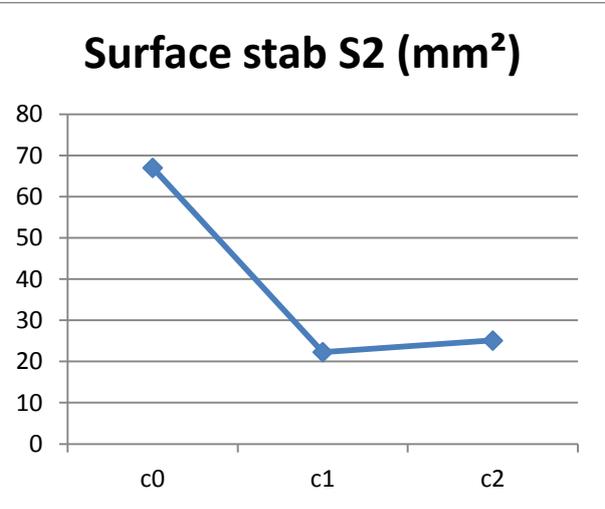
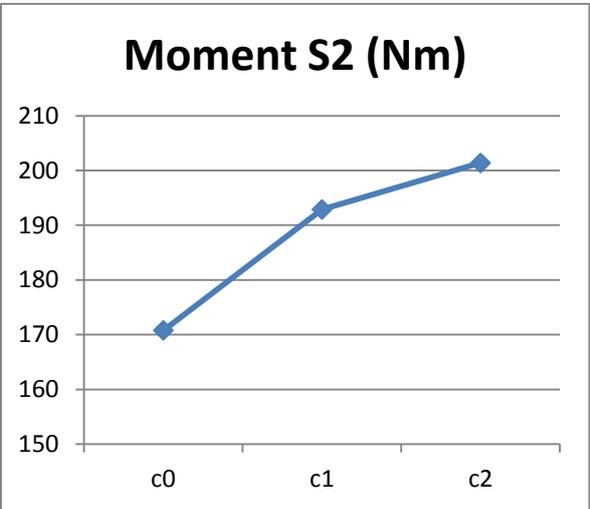
	Dent	V	MV	DV	L
Ic Mx					
Ic Md					
Cn Mx					
Cn Md					
PM Mx					
PM Md					
Mmax					
Mmand					

Courbes des différents sujets

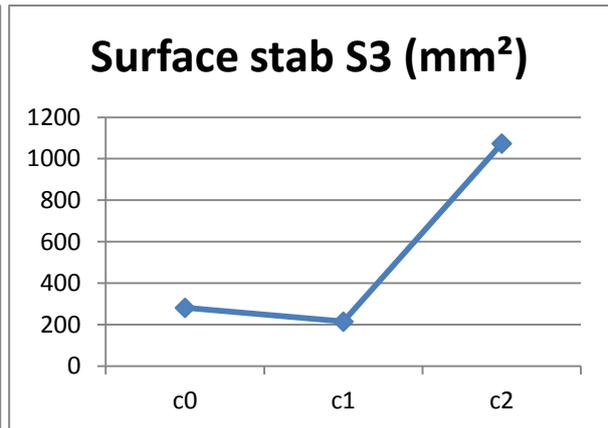
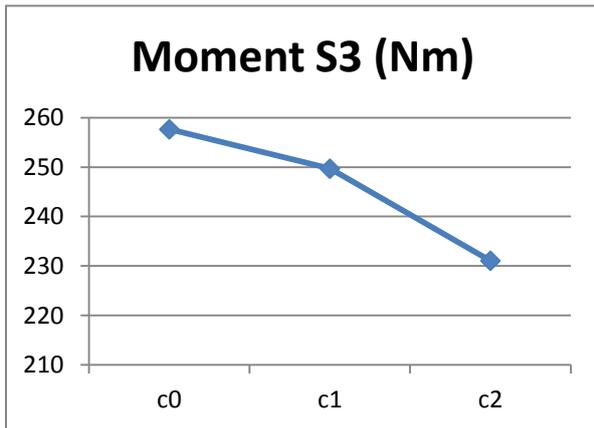
SUJET 1 (Alice) :



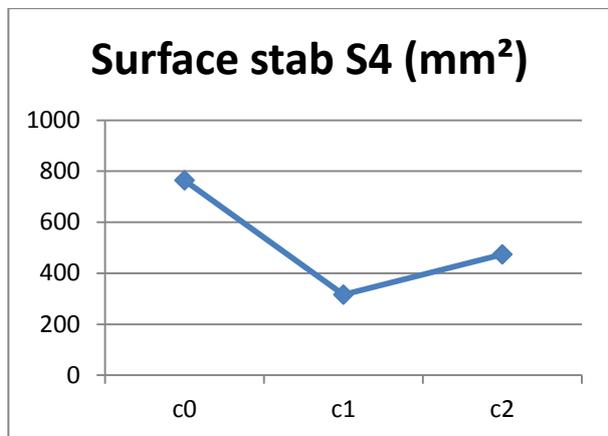
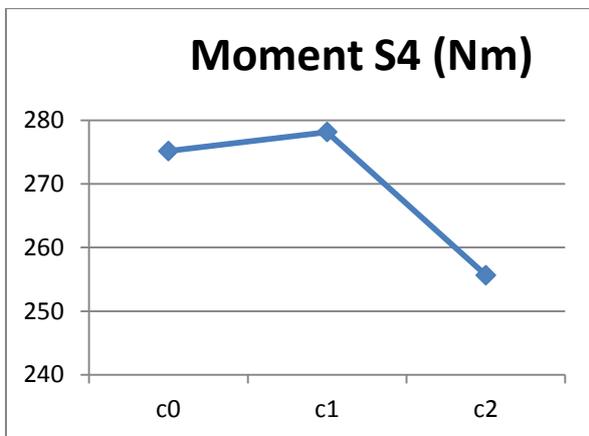
SUJET 2 (Benjamin) :



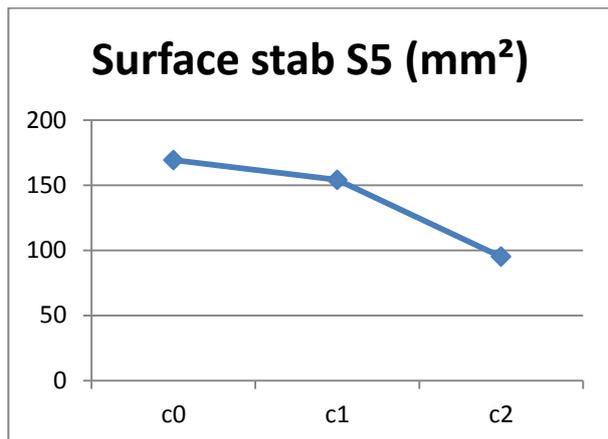
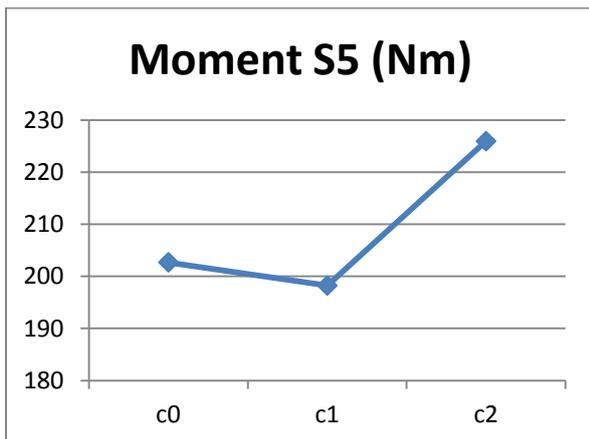
SUJET 3 (François Gn) :



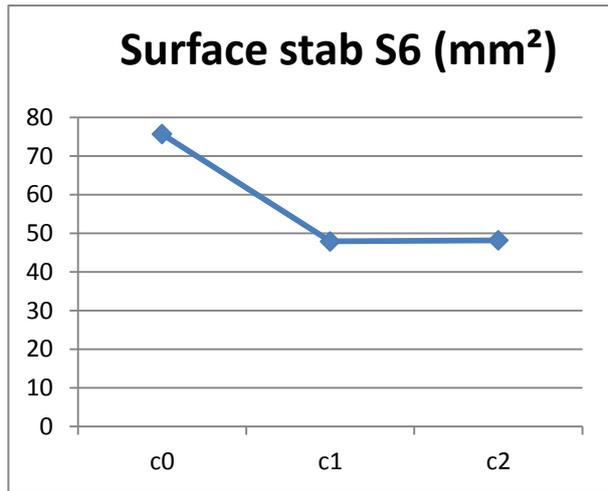
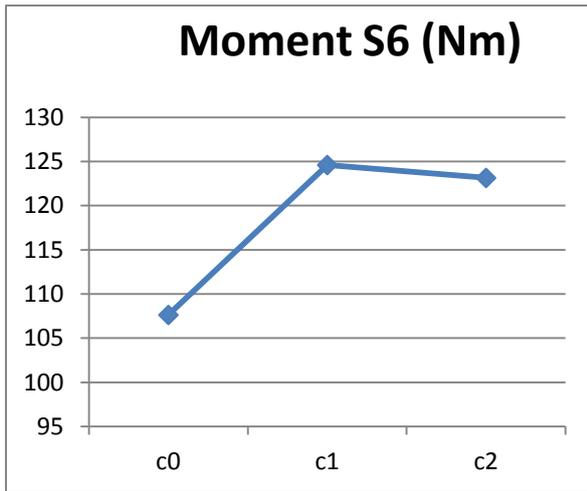
SUJET 4 (Francois) :



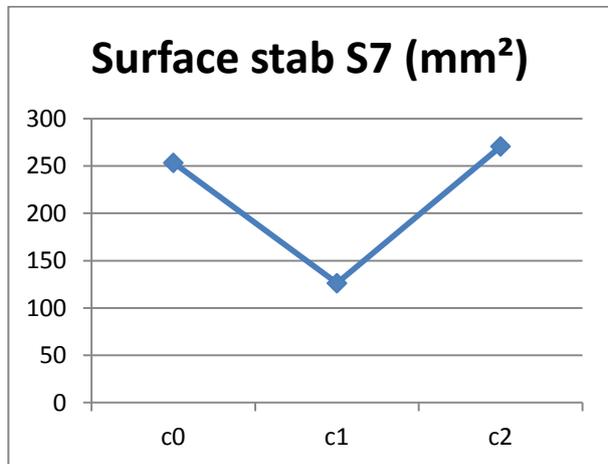
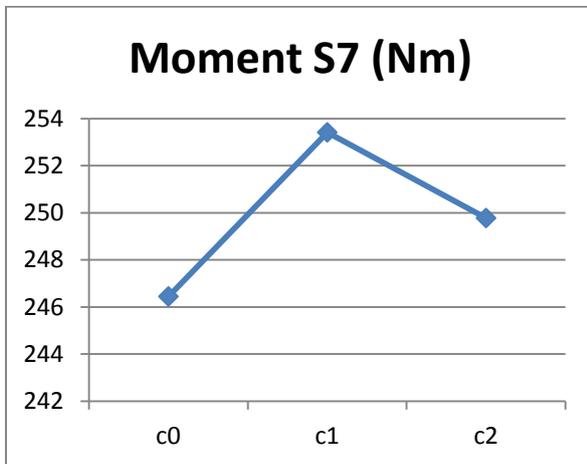
SUJET 5 (Jeremy) :



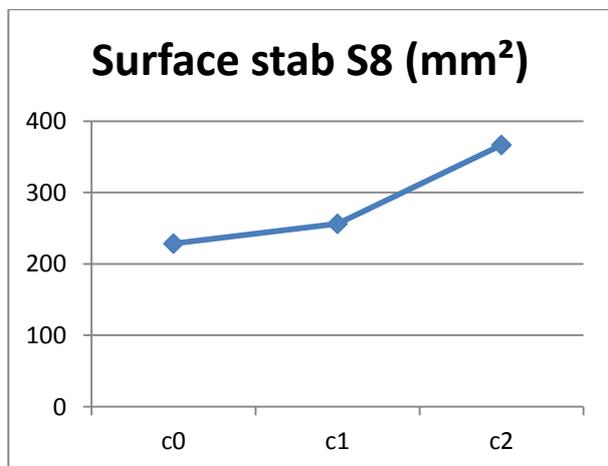
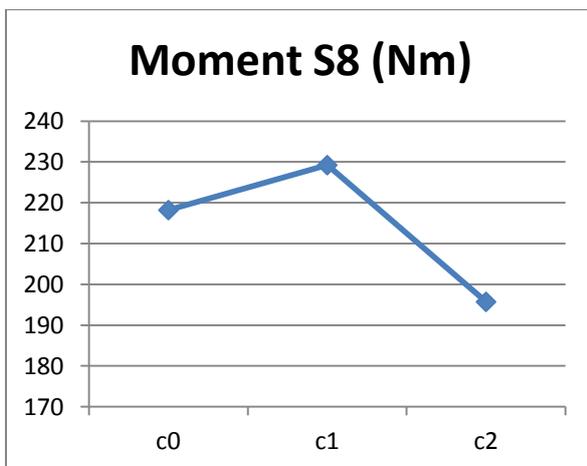
SUJET 6 (Jessica) :



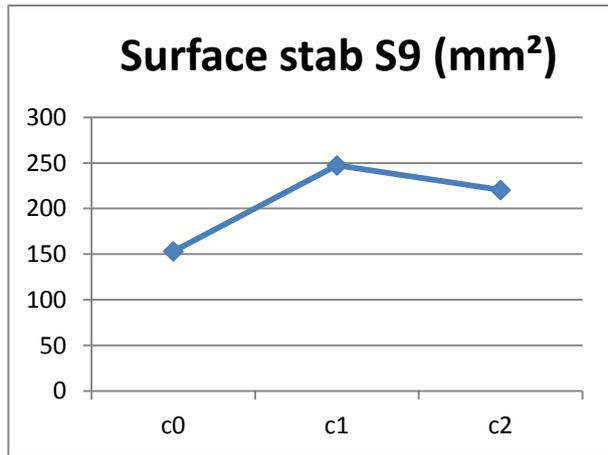
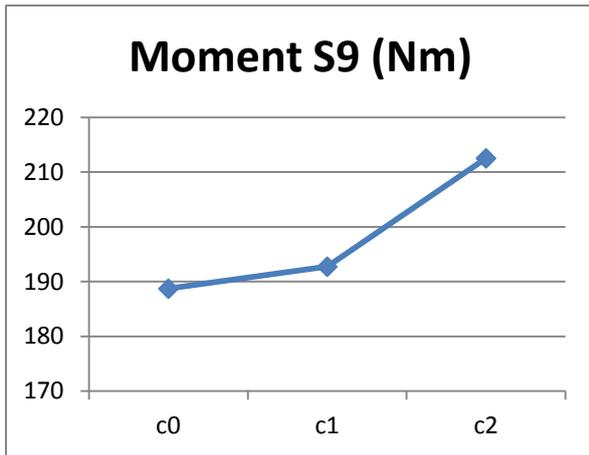
SUJET 7 (Joris) :



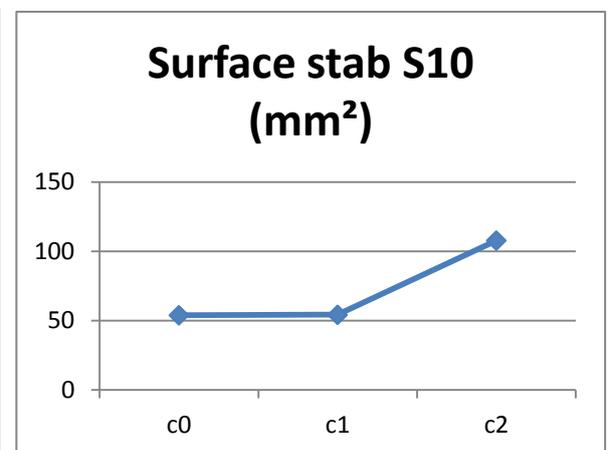
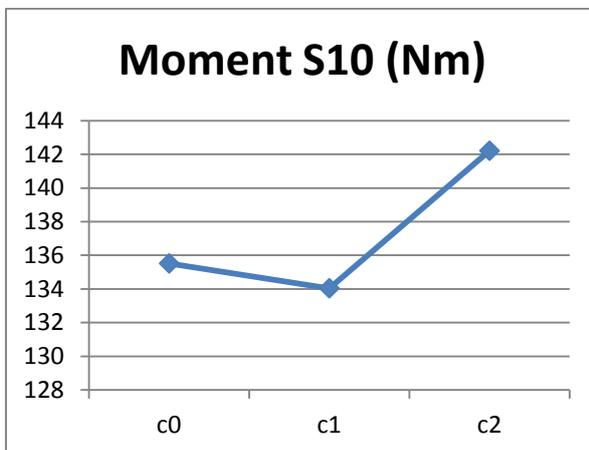
SUJET 8 (Marco) :



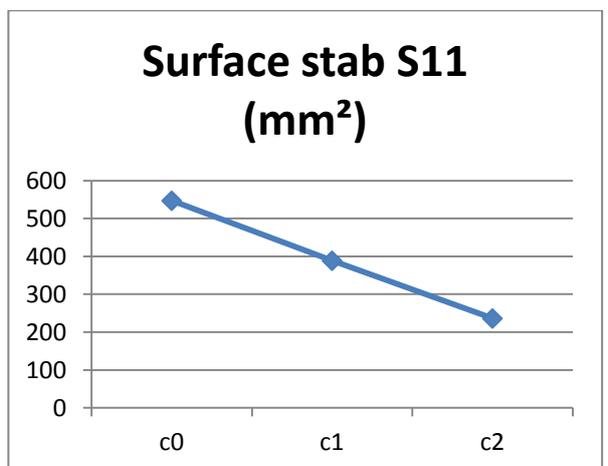
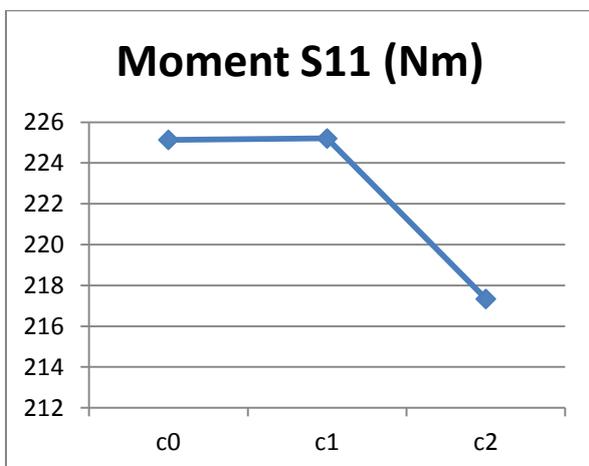
SUJET 9 (Maxime) :



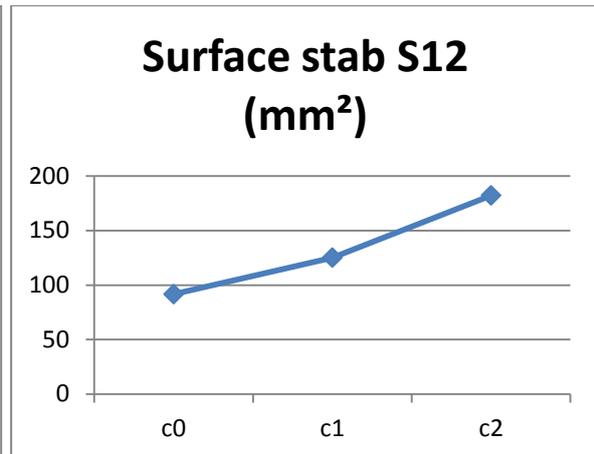
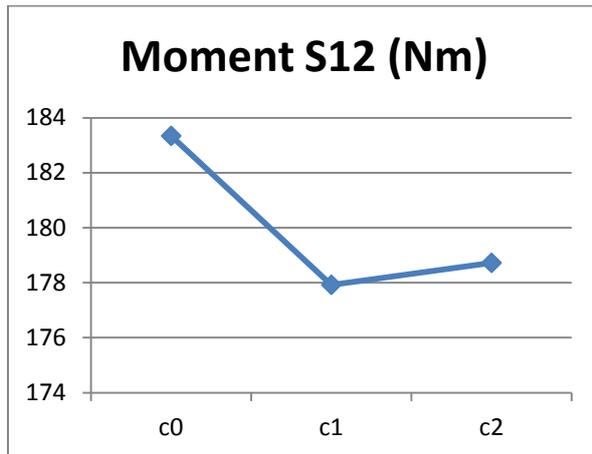
SUJET 10 (Sam) :



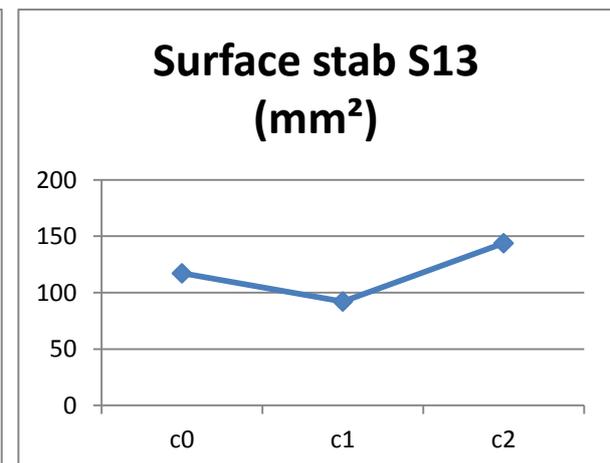
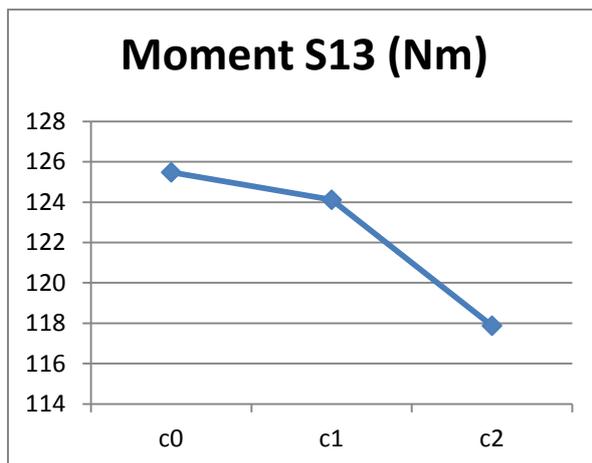
SUJET 11 (Yannick) :



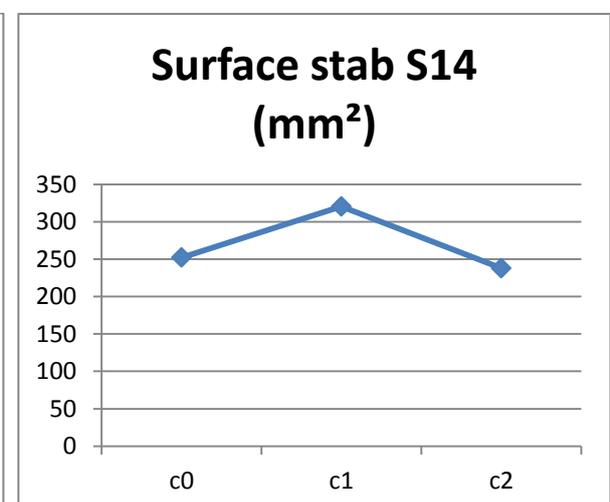
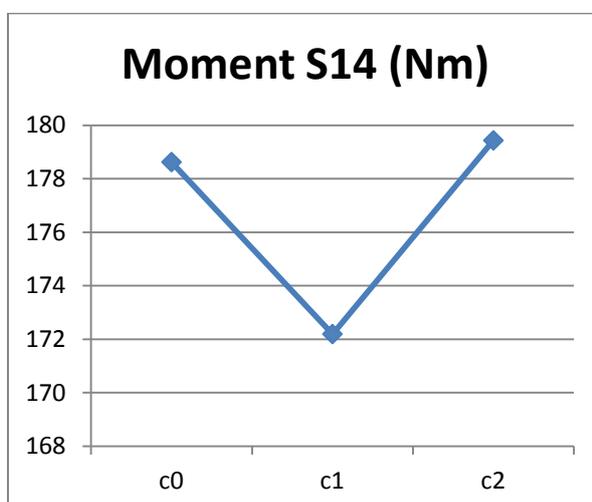
SUJET 12 (Lisa) :



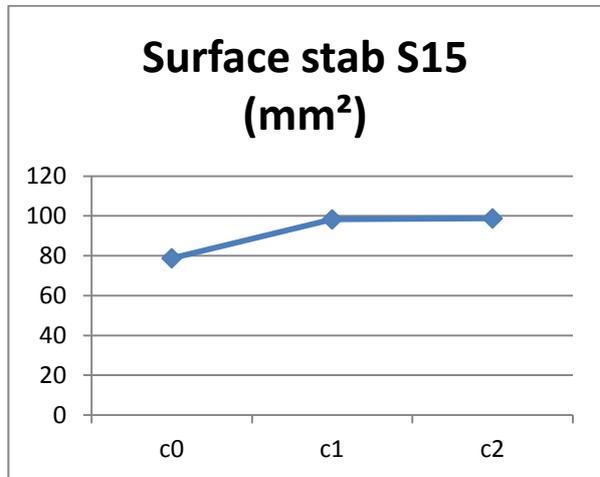
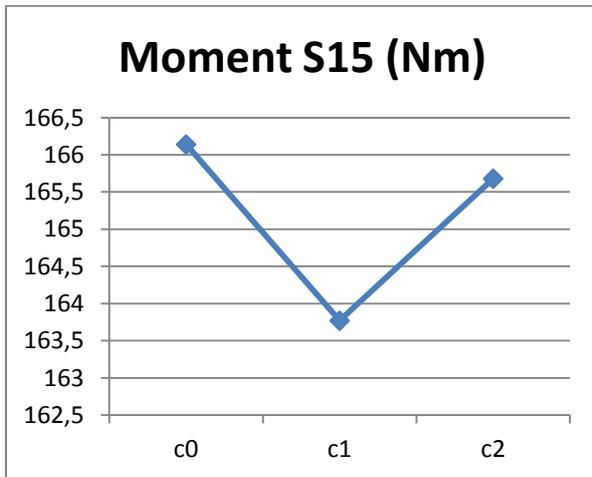
SUJET 13 (Sanaa) :



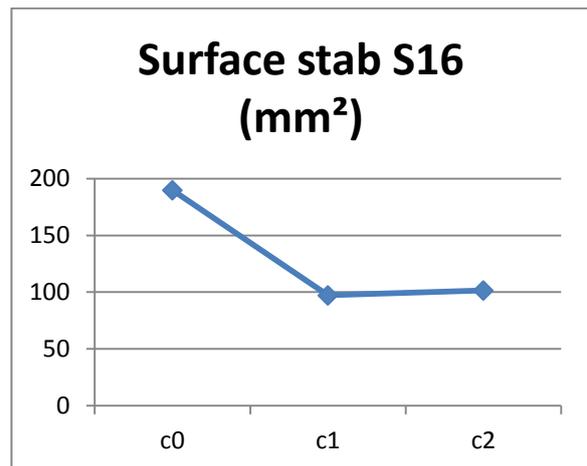
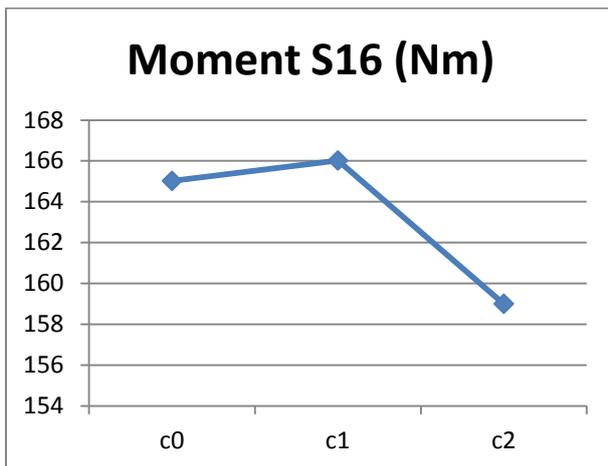
SUJET 14 (Flavien) :



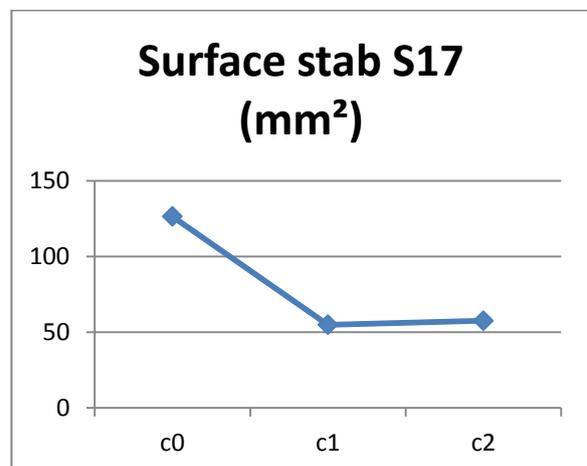
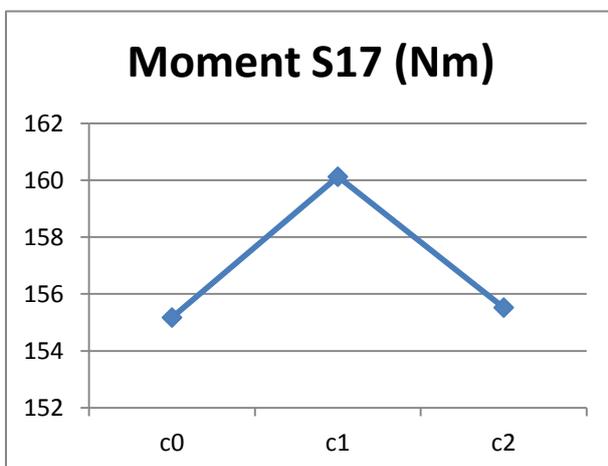
SUJET 15 (Vincent) :



SUJET 16 (Adrien) :



SUJET 17 (Nolwenn) :



TITRE EN FRANÇAIS : Influence de la dimension verticale d'occlusion sur la force isométrique maximale et la stabilité posturale chez le sportif de haut niveau

RESUME EN FRANÇAIS : L'occlusion dentaire et la posturologie en lien deviennent un paramètre non négligeable dans la prise en charge du sportif de haut niveau avec l'avènement de la médecine individuelle. Notre travail analyse l'occlusion dentaire en modifiant la dimension verticale d'occlusion, et son influence sur la production de force maximale du quadriceps et la stabilité posturale. Notre étude montre que l'augmentation de la DVO chez le sportif est un facteur influençant la force maximale et la stabilité posturale d'un athlète. Nos résultats ne montrent pas une augmentation universelle de la DVO applicable à tous les sportifs. En revanche, nous avons identifié des modifications individuelles de la DVO permettant d'améliorer significativement la force isométrique maximale du quadriceps tout en modifiant les surfaces stabilométriques. Ce résultat souligne donc l'intérêt d'une analyse préalable individualisée avant la réalisation d'un dispositif intra-buccal.

TITRE EN ANGLAIS : Influence of the vertical dimension of occlusion on maximum isometric strength and postural stability in high-level athletes

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : performance, haltérophile, force isométrique, stabilométrie, dimension verticale d'occlusion

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire

3 chemin des Maraîchers

31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : Docteur Vincent BLASCO-BAQUE