



HAL
open science

Influence du port d'une gouttière occlusale sur les performances sportives d'escrimeurs de haut niveau

Hubert Chauveau

► **To cite this version:**

Hubert Chauveau. Influence du port d'une gouttière occlusale sur les performances sportives d'escrimeurs de haut niveau. Chirurgie. 2016. dumas-01347168

HAL Id: dumas-01347168

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01347168>

Submitted on 20 Jul 2016

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

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

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

Année 2016

N°53

Thèse pour l'obtention du

DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par Hubert CHAUVEAU

Né le 25 novembre 1990 à Paris 14^{ème} (75)

Le 13 Juillet 2016

Influence du port d'une gouttière occlusale sur les performances sportives d'escrimeurs de haut niveau

Directeur de thèse

Dr Raphaël DEVILLARD

Membres du jury

Président	M. J-Christophe FRICAIN	Professeur des Universités
Directeur	M. Raphaël DEVILLARD	Maître de Conférences des Universités
Rapporteur	M. Philippe POISSON	Maître de Conférences des Universités
Assesseur	M. Guillaume FENOUL	Assistant Hospitalo-Universitaire

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ 01/03/2016

Président M. TUNON DE LARA Manuel
Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

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

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

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

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

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Sciences biologiques	57-03
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-03
M.	Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

ASSISTANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences biologiques	57-03
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Julien	BROTHIER	Prothèse dentaire	58-02
M.	Mathieu	CONTREPOIS	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Clarisse	DE OLIVEIRA	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
M.	Guillaume	FENOUL	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
			Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Mme	Sandrine	GROS	Orthopédie dento-faciale	56-02
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Alice	LE NIR	Sciences anatomiques et physiologiques	58-03
Mme	Karine	LEVET	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-03
M.	Alexandre	MARILLAS	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-02
Mme	Darrène	NGUYEN	Sciences biologiques	57-03
M.	Ali	NOUREDDINE	Prothèse dentaire	58-02
Mme	Chloé	PELOURDE	Orthopédie dento-faciale	56-02
			Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Jean-Philippe	PIA	Prothèse dentaire	58-02
M.	Mathieu	PITZ	Parodontologie	57-01
Mme	Charlotte	RAGUENEAU	Prothèse dentaire	58-02
M.	Clément	RIVES	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-02
M.	François	VIGOUROUX	Parodontologie	57-01
			Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02
			Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-02

Remerciements

A notre président de thèse

Monsieur le Professeur Jean-Christophe FRICAIN

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche

Sous-section Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique 57-02

C'est un réel honneur de vous avoir comme président de ce jury de thèse.

Je vous remercie d'en avoir accepté la présidence sans aucune hésitation.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance et de mon respect.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Raphael Devillard

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie très sincèrement de m'avoir encouragé à réaliser cette thèse sous votre direction, d'avoir été à l'écoute et disponible durant ce travail. Vous avez réussi à susciter mon intérêt sur le rôle que l'on pouvait tenir chez les sportifs, notamment pour l'escrime, notre passion commune.

Je souhaite également vous remercier, à titre personnel, de m'avoir poussé et fait confiance pendant mes études au sein de la sous section OCE.

Veillez recevoir l'expression de ma plus grande gratitude et de mon respect, pour tout ce que vous m'avez apporté.

A notre rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Philippe POISSON

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale 56-03

Je suis très honoré que vous ayez accepté sans hésitation d'être le rapporteur de ce travail.

Merci de m'avoir accompagné et orienté pour le début de cette thèse. Je souhaite aussi vous remercier pour votre encadrement à Xavier Arnozan durant ma dernière année, ainsi que de m'avoir sensibilisé à l'Odontologie dans le sport pendant mes études.

Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux.

A notre Assesseur

Monsieur le Docteur Guillaume Fenoul

Assistant Hospitalo-Universitaire

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Je suis tellement heureux et fier que tu fasses parti de mon jury pour ce moment si important pour moi.

Cela fait maintenant de très longues années que l'on se connaît. Tu as été là pour moi, du collège à aujourd'hui, toujours présent pour m'encourager, m'écouter, me rassurer, me faire rire, et me montrer l'exemple. Tu es en quelque sorte le grand-frère, que je n'ai pas depuis tout ce temps, à l'escrime, à la fac, à l'hôpital et dans la vie de tous les jours... En bref j'espère continuer à marcher dans tes pas pendant quelques temps encore.

Je suis très honoré et te remercie par ta présence, si importante à mes yeux, dans ce jury.

Trouve dans cette thèse toute l'expression de mon amitié et de ma gratitude pour tout ce que tu as réalisé pour moi.

A ma Maman, je te remercie d'avoir toujours été présente à n'importe quel moment. Tu t'es toujours sacrifiée pour nous trois et tu nous as donné ton amour à chaque instant. Si j'en suis là, à rédiger cette thèse, c'est grâce à toi, à l'éducation que tu nous as transmise, aux valeurs que tu nous as inculquées. MERCI pour tout Maman.
Je t'aime.

A mon Papa, je te remercie pour tout Papa. Même si cela n'a pas toujours été facile, tu as toujours été là pour m'encourager, me pousser vers le haut. Tu es un exemple de gentillesse, toujours le mot juste pour me reconforter, me redonner le sourire. J'espère que tu es fier de moi. Je t'aime Papa.

A mes frères, Henry et Gonzague, je vous remercie pour tout nos moments partagés ensemble. Je suis tellement fier de vous. Ne changez rien vous êtes parfaits à mes yeux. Je vous aime fort.

A mes grands parents, je vous remercie pour tous les moments que l'on a partagés ensemble, notamment les vacances à la Dubrie. Je vous adore. Une petite pensée pour **Papitou et Mamitou**, qui me manquent et avec qui j'aurai adoré partagé ce moment.

A Freddy, mon parrain adoré, qui me redonne à chaque fois le sourire. Même loin, tu as toujours été présent pour moi. J'espère que tu es fier de ton petit « Bilu ».

A Eugénie et Albert, mes cousins avec qui on a passé nos vacances à faire tourner en rond Pépère et Mémère. Tous les moments passés ensemble à la Dubrie me rendent nostalgique.

Petite pensée au reste de la **famille Chauveau**, vous êtes trop nombreux pour tous vous citer mais sachez que je vous remercie pour toute votre affection.

A **Henri** « le grand », merci pour toute l'affection que tu m'as apporté pendant toutes ces années et de nous considérer comme des membres de ta famille. J'en profite pour aussi remercier **Alain**, qui nous a accueilli à bras ouvert.

A **Sabine, Pierre et Louis**, je vous remercie pour ces moments passés en votre compagnie de Saint-Médard à Latresne, que de souvenirs inoubliables (nos tournois Fifa et Halo me manquent !!!!). Je n'oublie pas **Marouane et Simone**, ainsi que **Marina et Guillaume** pour leur gentillesse et leur soutien pendant mes premiers remplacements.

A **Maurice, Laurence et Diane**,

Je vous remercie de m'avoir si chaleureusement accueilli dans votre famille, ainsi qu'à **Pierre et Fanny**.

A mes amis depuis (presque) toujours :

Thomas, Peyo, Bibi, Paulo, Vivi et Richie : merci tous les moments passés ensemble même après ces années à Saint Genès !! Et j'espère que ça va continuer encore longtemps !!

Au BEC, l'histoire a commencé il y a 13 ans. **Landais**, et **Feufeu** : les ancêtres ; **Max, l'Anguille, Pintade, Rémi, Viki, l'Anguilette et Fenoulette, Margaux** et tous ceux que j'oublie. Un grand merci pour toutes ces soirées « philosophiques » au Dick autour de pinte(s) et pizza !!! Et Je doute que ce soit la fin ☺

Merci enfin à mes Maîtres : **Raphael, Dimar, Dos** pour votre patience à nous entraîner tout en restant de bonne humeur !!!

A ma promo☺☺☺.

Juju, mon binôme et ami depuis la P2. Je te remercie pour tout le chemin parcouru ensemble, trop vite, pendant ces études.

Alex, le 1^{er} contact en dentaire et le plus inoubliable !!!! Je n'ai passé que de superbes moments avec toi et j'espère que ce n'est que le début.

Kéké, le Ken de la bande, toujours la classe, un ami à tout épreuve. Tes fiches écrites en hiéroglyphes me manquent^^

Timo, captain coach du mythique **BOF**, binôme de gardes inoubliables, chauffeur à plein temps pour XA. Le fameux « c'est grave et vous allez avoir des ennuis » restera gravé à tout jamais !!

Nadège, Maga, Lolo, et Fion, Axoule, Clara, Boule, Cosset (1^{ère} binôme)☺ J'ai adoré passé toutes ces années avec vous. Ne changez rien !!

Ben, Thibaut, les Réu : Lulu, Jordan et Talib, les « Koifé », « Viens viens là » me manquent. **Vianney, Jean**, la colloc' victor Hugo!! Merci pour ces années passées trop rapidement entre soirée, WEI et rallye !!

Aux autres amis dentaire,

Cécile et Fabi, trop heureux de vous avoir rencontré. On risque de venir squatter à l'île de Ré un peu plus, et j'espère qu'on s'échauffera pour le prochain semi Fabi !!!

Ségo et Nico, nos petits repas, goûter, week end à Soustons sont à chaque fois top tout comme vous.

Marine et Adrien, je suis tellement content de vous connaître un peu plus jour après jour. Je pense qu'on n'a pas fini de refaire le monde (dentaire, foot, ...) avec Adri ma pauvre Marine !!

Thibaut, le bon vieux baroudeur du BOF. Un vrai 10 à l'ancienne ;-) Et un professeur de golf émérite !!!!

Marinou, pour ta bonne humeur et ta joie naturelle !!

A mes différents binômes à XA, c'était le pied : **Pierre G, Benjamin, Nicolas**

A tous les enseignants. (**Dr d'Incau, Laviole, Oriez, Raphael, Feufeu**) vous êtes trop nombreux pour tous vous remercier, mais vous avez été réussi à me pousser à aller toujours plus loin, vos conseils ont été très précieux, ainsi que votre bonne humeur.

A toi **Dominique**, parce que sans toi, je ne serai sûrement pas là pour écrire ces mots. C'est toi qui m'a transmis cette « drôle » de passion, toi qui m'a fait confiance pour mes 1ers remplacements, toi qui m'a pris sous ton aile. Je te remercie énormément pour ce que tu m'as apporté.

Au cabinet des **Drs Lasserre, Dupin, Ganidel, Caliot et Feufeu** (encore), je vous remercie encore pour votre accueil chaleureux pendant mes remplacements et mes stages d'observation.

A **Sébastien et Delphine**, merci de m'avoir accepté en tant que stagiaire « actif » dans la joie et la bonne humeur.

A **Arnaud**, je te remercie sincèrement d'avoir eu confiance en moi pour te remplacer, ainsi que tout ce que tu m'as apporté des TP de PF jusqu'au cabinet d'implanto de XA.

A **Laurent et Sophie**, je vous remercie de la confiance que vous m'avez témoignée en me prenant en collaboration. Ça y est la thèse est enfin finie en tout cas. Merci pour tout ce que vous avez fait pour que je trouve mes marques pour le début de ma vie « active ». Une grosse pensée à **Christelle, Natacha, Marie et Brigitte** pour la bonne humeur au cabinet !!

A la **sous-section OCE**, qui m'apporte énormément dans l'approche de mon métier.

A **Mathilde**, je ne sais vraiment comment te remercier en seulement quelques lignes. Tu es ce qu'il m'est arrivé de plus beau, de plus précieux pendant toutes ces années dentaires.

Tu as été pour cette thèse, ce que tu es depuis plus de 4 ans pour moi : un soutien, un réconfort, une aide à chaque instant, un bonheur... un amour !!!

Merci pour tout ce que tu m'apportes depuis toutes ces années, je suis si heureux à tes côtés. Je t'AIME !!!

Table des matières

I. Introduction	12
II. Contexte	14
A. Influence de l'occlusion et de la position mandibulaire sur l'équilibre postural	14
1. Posture statique	14
2. Posture Dynamique.....	15
3. Une relation Occlusion/posture controversée	17
B. Occlusion / Position mandibulaire et Capacité musculaire	19
C. Protection Intra-Buccale (PIB) et Performance	24
D. Mandibular Orthopedic Repositioning Appliance (MORA) et Golf	32
E. PIB et ressenti des sportifs	35
F. Escrime et performance	37
G. Justification et objectifs de l'étude	40
III. Matériels et méthode	43
A. Conception de la recherche : schéma d'étude	43
B. Population d'étude	44
1. Critères d'inclusion.....	44
2. Critères de non-inclusion	44
C. Critères d'évaluation	45
1. Critère d'évaluation principal.....	45
2. Critères d'évaluation secondaires	46
D. Déroulement de la recherche	46
1. Information des escrimeurs.....	46
2. Réalisation des gouttières occlusales	46
3. Méthode d'observation : Analyse vidéo	50

4. Evaluation du ressenti.....	52
E. Aspect statistique.....	52
1. Calcul des paramètres de l'étude.....	52
2. Méthode statistique employée	52
IV. Résultats	54
A. Taille de l'échantillon	55
B. Vitesse (critère de jugement principal)	55
C. Distance.....	58
D. Temps.....	59
E. Accélération.....	60
F. Evaluation du ressenti	61
V. Discussion.....	62
VI. Conclusion	67
VII. Annexes.....	68
VIII. Bibliographie.....	75

I. Introduction

La recherche du résultat sportif pousse les athlètes à toujours améliorer leurs performances. Les sportifs sont demandeurs de nouvelles techniques ou technologies censées les aider à atteindre leurs objectifs. La performance sportive résulte d'une utilisation optimale des différents éléments permettant aux athlètes d'exprimer au maximum leurs capacités. Cette notion de performance sportive reste vague et dépendante du sport pratiqué. Elle peut être définie par de nombreux critères tels que : la force, l'équilibre postural, la vitesse, la précision, l'endurance, la régularité et l'explosivité. L'analyse de ces critères permet d'élaborer des stratégies d'entraînements spécifiques à chaque sport, et d'établir une préparation adaptée, au vu des qualités intrinsèques au sportif, et des échéances. Même s'il existe des facteurs communs à tous les sports, certains facteurs sont plus ou moins déterminants, d'une discipline à l'autre.

Dans cette recherche d'optimisation des performances, la question du rôle tenu par la sphère buccodentaire reste d'actualité. Aucune preuve de l'influence de l'occlusion sur les performances sportives n'est établie de façon certaine du fait d'un faible nombre d'études à ce sujet, ou de résultats contradictoires entre ces études qui présentent parfois un niveau de preuve améliorable.

La recherche d'une occlusion équilibrée, par le biais d'une gouttière occlusale chez le sportif, vise à améliorer ses performances, sans preuve scientifique flagrante. Le port d'une gouttière pendant l'entraînement permettrait la prévention des chocs et des traumatismes, le calage de la mandibule, l'amélioration de certaines composantes liées à la performance.

Nous avons émis l'hypothèse que le port d'une gouttière occlusale, équilibrant l'occlusion, modifiait certaines performances, comme la vitesse d'exécution et l'accélération des escrimeurs de haut niveau.

L'objectif général de cette étude était d'évaluer l'effet du port de gouttière occlusale sur les performances sportives, en escrime.

Nous avons comme premier objectif d'évaluer l'effet du port de gouttière occlusale sur la modification d'une action spécifique à l'escrime, en termes de distance, du temps de réalisation et de la vitesse d'exécution de l'action chez les athlètes. Le second objectif était d'évaluer le ressenti des athlètes suite au port de ces gouttières durant la pratique de l'escrime.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons conduit une étude sur un groupe d'athlètes pratiquant l'escrime, dont nous détaillerons les méthodes et les résultats obtenus. Ces résultats seront discutés à la lumière des études déjà menées. Mais dans un premier temps, nous avons réalisé une revue de la littérature pour préciser le contexte.

II. Contexte

A. Influence de l'occlusion et de la position mandibulaire sur l'équilibre postural

1. Posture statique

L'équilibre postural est susceptible d'avoir des répercussions sur les performances sportives (1-3) et peut être influencé par l'occlusion et le port d'une gouttière occlusale repositionnant la mandibule.

Plusieurs auteurs ont mis en évidence des relations entre le système stomatognathique (Articulation Temporo-Mandibulaire, muscles masticateurs et mandibule) et le système postural (*Tableau 1*).

Deux études se sont intéressées plus particulièrement à l'impact de la relation centrée (RC) sur l'équilibre postural (1, 2).

D'après Gangloff *et al.*, le contrôle postural et la stabilisation du regard augmente avec le port d'une gouttière de stabilisation en relation centrée (RC) et en position d'occlusion d'intercuspidie maximale (OIM), par rapport à une gouttière d'occlusion latérale chez des tireurs à la carabine. Cette étude démontre une influence de l'occlusion dentaire sur l'équilibre postural, la proprioception et la stabilisation visuelle (1). Cette étude portait sur un sport, dont l'incertitude spatiale et temporelle est nulle, par rapport à un sport d'opposition comme l'escrime.

Bracco *et al.* ont retrouvé des variations significatives entre la posture statique, mesurée sur plateforme stabilométrique, et les différentes positions de la mandibule, notamment pour la position en RC qui améliore l'équilibre postural

dans le plan frontal (2).

La posture statique est primordiale pour certains sports sans incertitude spatiale et temporelle (tir à l'arc, à la carabine). Ainsi, Lamendin H. rapporte des expérimentations sur des tireurs et des archers. Elles mettent en évidence que les afférences bucco-dentaires intervenant, via le nerf trijumeau, sur la motricité tonique des muscles oculomoteurs (nerf maxillaire supérieur) et nucaux (nerf mandibulaire), modifient la régulation fine de la posture orthostatique (3). Les sports de combat se basent plus sur une stabilité dynamique que statique, mais cette dernière peut, en cas de troubles, jouer sur les chaînes musculaires et favoriser des lésions musculaires.

2. Posture Dynamique

Lorsqu'un sport présente des incertitudes spatiale et temporelle, la posture dynamique rentre en jeu. Le système postural est régulé, en partie, grâce à des récepteurs sensoriels périphériques, qui captent et transmettent des informations au Système Nerveux Central (SNC). Ce dernier établit une réponse motrice (activité musculaire) permettant de contrôler l'équilibre postural. Les récepteurs visuels (rétine), vestibulaires (oreille interne), et somesthésiques (voute plantaire), ont un rôle primordial dans la régulation posturale, car ils renseignent sur le centre de gravité, les surfaces d'appui et la disposition musculo-squelettique du corps.

Trois études rapportent l'implication du système stomatognathique sur l'équilibre postural dynamique (4–6).

Tardieu *et al.* ont rapporté que l'occlusion dentaire affecte de manière différente l'équilibre postural suivant les conditions statiques ou dynamiques. Ils démontrent que l'occlusion altère la posture uniquement en conditions dynamiques et en

absence de repères visuels (4). Cependant, la plupart des sports nécessitent des repères visuels, comme l'escrime.

Une partie de la proprioception provient des appuis podaux. Ces appuis sont indispensables pour les escrimeurs de haut niveau. Cuccia a étudié les relations entre les différentes positions mandibulaires et la voûte plantaire lors de la marche (5). Les résultats indiquent des différences entre le groupe témoin et le groupe présentant des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) sans troubles de l'occlusion. Il obtient, dans les deux groupes, une réduction de la charge et une augmentation de la surface sur les deux pieds, en serrant volontairement les dents. Il rapporte des résultats inverses en interposant des rouleaux de coton entre les arcades et des modifications de la répartition des charges entre l'avant et l'arrière-pied, dans le groupe présentant des troubles de l'ATM. Les rouleaux de coton sont considérés comme des témoins possibles d'un état pathologique du système stomatognathique, qui pourraient influencer la posture. Cet état pathologique du système stomatognathique impacte donc la posture lors de la marche. Nous pouvons donc considérer qu'une modification des appuis va modifier la proprioception, et avoir un impact sur l'équilibre postural dynamique.

Wakano *et al.* ont déterminé l'effet d'une déviation latérale de la mandibule sur l'équilibre postural en position debout. Il ressort que cette déviation mandibulaire interfère avec la stabilité posturale debout, sur une plateforme instable. Ceci prouve que des changements dans le système stomatognathique affectent l'équilibre dynamique (6).

Tingey *et al.* ont montré que le modèle de mouvements mandibulaires est influencé par la position de la tête et la posture du corps (7). La posture globale de l'athlète, au cours de l'effort physique, peut modifier le trajet d'ouverture ou de fermeture de la mandibule. Ces modifications sont à prendre en compte lors

de la réalisation d'orthèse. Par exemple, nous pourrions envisager d'enregistrer les rapports occlusaux des nageurs en position allongée.

3. Une relation Occlusion/posture controversée

Cependant, certains auteurs contestent l'existence du lien entre le système stomatognathique et le système postural. Ainsi, Selon Ferrario *et al.*, les troubles de l'ATM, les malocclusions asymétriques ou les différentes positions dentaires n'influencent pas sur le centre de pression du pied (8).

Michelotti *et al.* ont étudié l'influence d'une occlusion inversée unilatérale postérieure, sur la stabilité posturale du corps entier. Ils ont montré que la répartition du poids sur le pied, et la vitesse de balancement du corps, ne sont pas modifiées de manière significative par une telle occlusion. Rien ne justifie donc le traitement de cette malocclusion pour prévenir d'éventuels troubles posturaux (9).

Dans une première étude, Perinetti *et al.* n'ont trouvé aucune corrélation détectable à la posturographie, entre l'occlusion dentaire et l'équilibre postural du corps (10). Dans une seconde étude, Perinetti *et al.* ont confirmé les résultats trouvés lors de la précédente expérience. Il en ressort l'absence de lien cliniquement pertinent, entre les malocclusions dentaires et la posture générale, avec l'utilisation de la posturographie (11).

En résumé, ceci montre la possibilité d'adaptation de la chaîne posturale aux désordres occlusaux. Ces études contrastées soulignent que la relation entre la posture et l'occlusion n'est pas encore complètement élucidée. Cependant, nous remarquons que la position mandibulaire semble avoir un impact plus important

sur la stabilité posturale.

L'équilibre postural pouvant être modifié par cette position mandibulaire ainsi que par l'occlusion, nous avons cherché à connaître leur impact sur les capacités musculaires des athlètes et donc sur la performance physique.

Auteurs	Echantillon	Sport	Objectifs	Résultats	Influence
Gangloff et al. 2000 (1)	36 sujets (18 tireurs d'élite et 18 sujets sains)	Tir	Effet des gouttières de stabilisation en RC et en OIM VS gouttière occlusale latérale	Occlusion dentaire influence l'équilibre postural, la proprioception et la stabilisation visuelle	Oui
Tingey et al. 2001 (7)	24 hommes sains	-	Observer les liens entre la posture de la tête et les mouvements mandibulaires	Modèle de mouvements mandibulaires influencé par la position de la tête et du corps	Oui
Bracco et al. 2004 (2)	95 individus sains	-	Effet de différentes postures mandibulaires sur la posture, évalué par une plateforme stabilométrique	Variations significatives entre la posture et les différentes positions de la mandibule	Oui
Tardieu et al. 2009 (4)	10 sujets sains	-	Influence de l'occlusion sur le contrôle postural statique et dynamique avec présence ou absence de repères visuels, évaluée par une plateforme stabilométrique	Occlusion dentaire affecte la posture en conditions dynamiques	Oui
Cuccia 2011 (5)	Groupe témoin VS groupe présentant des troubles de l'ATM	-	Relations entre les différentes positions mandibulaires et la voûte plantaire lors de la marche	Réduction de la charge et augmentation de la surface sur les deux pieds en serrant volontairement les dents	Oui
Wakano et al. 2011 (6)	15 adultes sains	-	Effet d'une déviation latérale de la mandibule sur l'équilibre postural, évalué par une plateforme stabilométrique	Changements dans le système stomatognathique affectent l'équilibre dynamique	Oui

Lamendin 2004 (3)	Non précisé	Tireurs et archers	Effets de l'occlusion sur l'équilibre postural	Afférences bucco-dentaires modifient la régulation fine de la posture orthostatique	Oui
Ferrario et al. 1996 (8)	30 femmes : 10 saines, 10 avec une occlusion asymétrique, 10 avec des troubles des ATM	-	Evaluer l'influence de la posture sur la position de repos mandibulaire	Aucune influence des troubles de l'ATM, des malocclusions asymétriques ou des différentes positions dentaires sur le centre de pression du pied	Non
Michelotti et al. 2006 (9)	26 sujets avec une occlusion inversée unilatérale postérieure 52 sujets sains	-	Influence d'une occlusion inversée unilatérale postérieure sur la stabilité posturale du corps entier	Aucune modification de manière significative de la répartition du poids sur le pied et de la vitesse de balancement du corps	Non
Perinetti et al. 2006 (10)	26 sujets sains	-	Analyse des liens existant entre l'occlusion et la posture grâce à la posturographie	Aucune corrélation détectable entre l'occlusion dentaire et l'équilibre postural du corps	Non
Perinetti et al. 2010 (11)	122 sujets sains	-	Analyse des effets de la malocclusion sur la posture grâce à la posturographie	Aucun lien cliniquement pertinent entre les malocclusions dentaires et la posture générale	Non

Tableau 1 : Synthèse des articles traitant de l'influence de l'occlusion sur la posture.

B. Occlusion / Position mandibulaire et Capacité musculaire

Nous avons cherché, au travers de cette thèse, à savoir si le port d'une gouttière occlusale permettait d'améliorer une performance physique. Ces gouttières modifient l'occlusion et la posture mandibulaire des athlètes. Nous avons donc recherché si ces changements pouvaient avoir une influence sur la puissance

musculaire, qui est un facteur conditionnant ces performances.

Depuis les années 1980, ce thème a suscité un intérêt croissant. Garabee fut parmi les premiers à se pencher sur le sujet. Il a réalisé une étude de trois ans sur des coureurs de longues distances, bénéficiant d'une correction de la posture maxillaire et mandibulaire. Ses résultats, principalement qualitatifs, révèlent une augmentation des performances musculaires, dont l'endurance, pour des efforts moindres (12).

Forgione *et al.* ont mesuré la force isométrique des deltoïdes en fonction de l'OIM et en présence de trois dispositifs intra-buccaux différents. La force isométrique correspond à une contraction musculaire sous tension mais sans mouvement. Ils ont conclu par la présence d'une relation entre l'occlusion et la force isométrique (13).

D'autres auteurs ont analysé l'influence de l'augmentation de la dimension verticale d'occlusion (DVO) sur les performances sportives.

Abduljabbar *et al.* ont étudié ce paramètre, chez des sujets atteints de troubles des ATM et d'une perte de dimension verticale (DV), sur la force isométrique des deltoïdes. Il en ressort une amélioration de cette force avec une augmentation de la DVO (14).

al-Abbasi *et al.* ont comparé la force isométrique des muscles fléchisseurs cervicaux dans 4 positions occlusales (habituelle, bout à bout, latéralité et en rétrusion) avec une augmentation de la DVO (2,4 mm en moyenne) chez des patients atteints de troubles des ATM. Il en résulte que la force isométrique des muscles cervicaux est affectée par les différentes positions occlusales et l'augmentation de la DVO (15).

Chakfa *et al.* ont examiné les effets d'une augmentation progressive de la DVO (+2, 4, 6 et 12mm) sur la force isométrique des muscles fléchisseurs cervicaux et

des muscles deltoïdes. Les résultats montrent une augmentation significative de la force isométrique avec une augmentation de la DVO jusqu'à un seuil de 4mm, puis elle diminue à mesure que la DVO est encore augmentée (16).

Abdallah *et al.* ont mesuré l'effet de la DVO sur la force isométrique des deltoïdes chez des sujets en supraclusion. Cette étude révèle qu'un changement de la DVO a une incidence sur la force isométrique des membres supérieurs (17).

Ces quatre études mettent donc en évidence une augmentation de la force isométrique des muscles des membres supérieures lorsque l'on élève la DVO (14–17).

Baldini *et al.* ont réalisé une revue de la littérature en 2013, à partir du moteur de recherche PubMed, afin d'évaluer les preuves scientifiques montrant des corrélations entre l'occlusion dentaire et la performance sportive (7 articles retenus sur 414 entre 1965 et 2011). Il semble qu'un lien entre l'occlusion dentaire et le sport existe, par un effet sur la force musculaire, mais aussi par l'intervention d'autres facteurs, comme le contrôle de l'équilibre postural. Cela ne peut être confirmé du fait de nombreux résultats contrastés, du faible nombre et de la qualité limitée des études menées (18).

Certains auteurs contredisent l'influence de l'occlusion dans les performances sportives, ainsi que la conception de certains protocoles expérimentaux. Welch *et al.* ont critiqué les matériels et méthode de plusieurs articles et ont réalisé une étude en double insu et placebo. Les données recueillies ne présentent aucune différence significative entre un mauvais alignement des ATM et la force de préhension. Ils en ont déduit qu'un changement de la position de l'ATM n'augmente pas la force musculaire (19).

Ferrario *et al.* ont étudié l'hypothèse d'une relation entre le système

stomatognathique, les muscles de différentes parties du corps, les conditions occlusales et les performances neuromusculaires. Ils ont conclu qu'une occlusion modifiée n'aggrave pas systématiquement les performances musculaires d'autres régions du corps, et que l'utilisation de supports occlusaux n'améliore pas toujours les performances (20).

Il semble donc que l'occlusion et la position mandibulaire dentaire influent sur la force et la puissance musculaire, en particulier celles des membres supérieurs (deltoïdes, muscles cervicaux). Nous relevons qu'une augmentation de la DVO apporte une amélioration des performances athlétiques jusqu'à un certain seuil. Néanmoins, certains auteurs soulignent que des désordres temporo-mandibulaires et des malocclusions ne signifient pas forcément une diminution des performances sportives (*Tableau 2*).

Ces résultats nous ont poussés à nous renseigner sur l'influence des dispositifs occlusaux (Protection Intra Buccale et gouttière occlusale) sur la performance sportive.

Auteurs	Echantillon	Sport	Objectifs	Résultats	Influence
Garabee 1981 (12)	7 coureurs	Course de longue distance	Correction de la posture maxillaire et mandibulaire Durée de l'étude : 3 ans	Amélioration des performances avec une augmentation de l'endurance pour des efforts moindres	Oui
Forgione et al. 1992 (13)	23 sujets avec une déficience de la force isométrique des deltoïdes	-	Mesure de la force isométrique des deltoïdes en fonction de l'OIM et en présence de 3 dispositifs intra-buccaux	Existence d'une relation entre l'occlusion et la force isométrique	Oui

Abduljabbar et al. 1997 (14)	22 sujets atteints de troubles des ATM et d'une diminution de la DV	-	Effet d'une augmentation de la DVO sur la force isométrique des deltoïdes	Amélioration de la force avec une augmentation de la DVO	Oui
Al-Abbasi et al. 1999 (15)	18 sujets atteints de troubles des ATM	-	Comparaison de la force isométrique des muscles fléchisseurs cervicaux dans 4 positions occlusales avec une augmentation de la DVO	Modification de la force isométrique des muscles par les différentes positions occlusales et l'augmentation de la DVO	Oui
Chakfa et al. 2002 (16)	20 sujets sains	-	Effets d'une augmentation progressive de la DVO sur la force isométrique des muscles fléchisseurs cervicaux et des muscles deltoïdes	Augmentation significative de la force isométrique avec une augmentation de la DVO jusqu'à un seuil, puis diminution de cette force	Oui
Abdallah et al. 2004 (17)	16 sujets en supraclusion	-	Effet de la DVO sur la force isométrique des deltoïdes	Modification de la DVO a une incidence sur la force isométrique des membres supérieurs	Oui
Welch et al. 1986 (19)	9 sujets présentant des troubles de l'ATM	-	Etude à double insu et placebo. Analyser l'influence des troubles de l'ATM et de sa correction par gouttière sur la force musculaire	Aucune différence significative entre un mauvais alignement des ATM et la force de préhension → changement de la position de l'ATM n'augmente pas la force musculaire	Non
Ferrario et al. 2001 (20)	2 groupes d'hommes avec une occlusion normale (14 sujets) ou avec des malocclusions (15 sujets)	-	Relation entre le système stomatognathique, les muscles de différentes parties du corps, les conditions occlusales et les performances neuromusculaires	Pas d'aggravation systématique d'une occlusion modifiée sur les performances musculaires d'autres régions du corps Pas d'amélioration de l'utilisation de supports occlusaux	Non

				sur toujours les performances	
Baldini et al. 2013 (18)			Revue de littérature : 414 résultats entre 1965 et 2011	Corrélation entre l'occlusion dentaire et le sport Mais nombreux résultats contrastés et faible nombre et qualité limitée des études menées	Oui et non

Tableau 2 : Synthèse des articles traitant de l'Influence de l'occlusion sur les performances.

C. Protection Intra-Buccale (PIB) et Performance

Il existe dans certains sports, en particulier les sports de contact (rugby, taekwondo, karaté,...), des risques de traumatismes bucco-dentaires. Pour se protéger, les athlètes utilisent des PIB. Ces dispositifs vont pouvoir modifier l'occlusion dentaire et assurer un calage mandibulaire en plus de leur rôle protecteur. Ainsi, plusieurs études ont été menées sur l'impact de ces PIB sur les performances sportives.

Dans les années 1990, Gelb *et al.* ont montré que le repositionnement de la mandibule améliorerait la force musculaire et les performances athlétiques (21).

Francis et Brasher ont avancé que même si les PIB sont perçues comme inconfortables et qu'elles restreignent la circulation forcée de l'air expiré, elles semblent bénéfiques dans la prolongation des efforts, grâce à l'amélioration et l'économie de la ventilation (22).

D'autres études montrent une amélioration des performances sportives pour les athlètes utilisant des PIB personnalisées (23–27).

Arent *et al.* ont comparé les effets d'un protège-dent « sur mesure » sur l'endurance, la puissance et la capacité anaérobies chez des athlètes. Il ressort que ces protège-dents améliorent la puissance maximale et les efforts maximaux répétés (23).

Malpezzi *et al.* ont analysé l'effet d'une PIB sur les paramètres liés à la performance chez les cyclistes. Les résultats soutiennent que le fait de corriger la posture mandibulaire peut améliorer les performances sportives propres aux cyclistes (24).

Queiroz *et al.* ont évalué l'influence de trois PIB différentes sur les performances physiques des joueuses de football. Les joueuses portant une PIB personnalisée présentent de meilleures performances physiques que celles qui utilisent d'autres PIB ou qui n'en utilisent pas (25).

Dunn-Lewis *et al.* ont révélé qu'une PIB personnalisée améliore les performances du haut du corps chez les hommes et les femmes ainsi que la puissance du bas du corps chez l'homme sans interférer sur les autres paramètres de performance (26).

Baldini *et al.* ont présenté le cas clinique d'une joueuse de basket-ball souffrant de problèmes musculaires en rapport avec l'appareil stomatognathique, et des douleurs dorsales limitant ses performances. Le port d'une gouttière occlusale adaptée permet la disparition de ces problèmes. Ils détectent aussi une augmentation de la force musculaire des quadriceps avec la gouttière occlusale en place (27). Ainsi, les PIB semblent apporter une amélioration des capacités musculaires des membres supérieurs et inférieurs, qui sont nécessaires dans la majorité des sports.

Quelques études présentent des résultats plus contrastés.

Jung *et al.* ont évalué plusieurs types de protège-dents. Ils ont relevé qu'une PIB avec augmentation de la DVO de 2mm, n'a que peu d'effet sur la performance anaérobie et la force musculaire isocinétique. Il s'agit d'une force réalisée à vitesse constante pour permettre à l'effort musculaire développé, de rester maintenu tout au long du mouvement. Tandis que les PIB partielles, ou à couverture partielle antérieure, améliorent les performances d'endurance et de puissance musculaire de l'articulation du genou, suivant sa flexion ou son extension. Contrairement aux travaux précédents, où une répartition optimale des charges occlusales étaient recherchée, cette étude montre que la distribution inégale des forces occlusales pourrait améliorer les performances sportives (28). De plus, l'augmentation de la DVO de 2mm, n'a presque aucune influence sur les performances alors que plusieurs expériences ont démontré le contraire (13–17).

D'Ermes *et al.* ont comparé l'influence d'un dispositif intra-buccal sur les performances d'athlètes de haut niveau. Les résultats indiquent que ce dispositif optimise la coordination neuro-musculaire, améliore la compétitivité des athlètes, mais n'augmente pas de manière significative la force musculaire (29).

Bailey *et al.* ont comparé l'effet de deux PIB : PIB ventilée et PIB traditionnelle du commerce (*Figure 1*). Les résultats montrent que les PIB traditionnelles n'ont pas d'effet négatif sur la fonction physiologique et l'agilité physique, et que les PIB ventilées peuvent augmenter la charge de travail et le saut vertical (30).



Figure 1 : PIB traditionnelle du commerce et PIB ventilée auto-adaptable par morsure (« boil-and-bite »), d'après Bailey et al. (30)

D'autres auteurs n'ont trouvé aucune influence des PIB sur les performances sportives. Rapisura *et al.* ont examiné les effets des PIB auto-adaptées et PIB du commerce sur des variables physiologiques (fréquence cardiaque, consommation d'oxygène, ventilation/minute,...). L'utilisation de ces PIB n'a affecté aucune de ces variables. Il en ressort que les athlètes peuvent utiliser ces PIB sans crainte d'effet négatif sur leurs performances aérobies (31).

Les autres travaux ont aussi étudié l'influence des PIB personnalisées sur la performance des sportifs, sans succès. Deux études ont analysé l'effet des PIB personnalisées sur les performances anaérobies, force musculaire et vitesse chez des athlètes d'élite de taekwondo. Ils n'ont trouvé aucune différence significative entre les différentes performances. Ils ont conclu que les athlètes pouvaient continuer à combattre avec ces PIB sans aucun effet négatif sur leur force et performance anaérobie (32,33).

Deux autres expériences menées par Collares *et al.*, von Arx *et al.* ont montré que les PIB sur-mesure n'ont aucune incidence sur les performances physiques et aérobies des footballeurs, hockeyeurs sur glace et handballeurs (34,35).

Manfredi *et al.* ont étudié le rapport pouvant exister entre occlusion / posture / performance chez 15 joueurs de basketball professionnels. Ils ont comparé l'apport d'une PIB sur-mesure réalisée en position myocentree par rapport à un groupe contrôle. Ils n'ont décelé aucun effet de ces gouttières sur les aptitudes sportives (36).

Duddy *et al.* ont réalisé une étude randomisée et contrôlée, dans laquelle ils ont comparé l'effet de deux types de PIB : auto-adaptable par morsure (boil-and-bite) et sur-mesure, sur la performance athlétique et la force chez des athlètes universitaires. Ils n'ont noté aucun changement bénéfique ou néfaste sur la force et les performances athlétiques (37).

Les études de l'influence du port d'une PIB sur les performances sportives rapportent donc des résultats contrastés, voire contradictoires (*Tableau 3*). Il est alors difficile d'établir un lien de causalité direct entre les PIB, l'occlusion, la position mandibulaire et la performance. Des études supplémentaires avec des protocoles similaires et comparables doivent être mise en place afin de répondre à la question d'un effet des PIB sur la performance sportive, en plus de leur rôle protecteur (sports de contact).

L'escrime est un sport ne nécessitant pas le port d'une PIB car les athlètes sont protégés lors des combats (masque d'escrime). C'est pourquoi, il était intéressant de voir s'il existait des travaux sur l'apport de gouttière occlusale sur des performances sportives.

Auteurs	Echantillon	Sport	Objectifs	Résultats	Influence
Gelb et al. 1995 (21)	-	-	Revue de la littérature	Repositionnement de la mandibule améliore la force musculaire et les performances athlétiques	Oui
Francis et Brasher 1991 (22)	17 sujets sains (10 hommes et 7 femmes)	-	Mesurer l'effet d'une PIB sur la ventilation et les échanges de gaz	PIB bénéfiques dans la prolongation des efforts	Oui
Arent et al. 2010 (23)	22 athlètes de 1 ^{ère} division universitaire	Football, basketball, lutte, arts martiaux	Effets d'un protège-dent standard sur mesure sur l'endurance, la puissance anaérobie et la capacité anaérobie	Les protège-dents adaptés améliorent la puissance maximale et les efforts maximaux répétés	Oui
Malpezzi et al. 2015 (24)	10 cyclistes amateurs	Cyclisme	Effet d'une PIB sur les paramètres liés à la performance	Corriger la posture mandibulaire améliore les performances sportives	Oui
Queiroz et al. 2013 (25)	25 sujets féminins	Football	Influence de 3 PIB sur les performances physiques	Meilleures performances physiques des joueuses portant une PIB personnalisée par rapport aux autres PIB et aux performances obtenues sans PIB	Oui
Dunn-Lewis et al. 2012 (26)	26 hommes 24 femmes	Sports universitaires	Examiner les performances sportives lors du port d'une PIB	PIB personnalisée améliore les performances du haut du corps chez les hommes et les femmes ainsi que la puissance du bas du corps chez l'homme	Oui
Baldini et al. 2012 (27)	Sujet féminin souffrant de problèmes musculaires en rapport avec l'appareil stomatognathique et des douleurs dans le bas du dos	Basketball	Cas clinique : effet d'une gouttière occluse chez une athlète souffrant de l'appareil stomatognathique et présentant des douleurs dorsales	Après le port d'une gouttière occlusale adaptée, plus de douleurs dorsales et amélioration des symptômes associés au système stomatognathique Augmentation de la force musculaire des quadriceps avec la gouttière occlusale en place	Oui

Jung et al. 2013 (28)	20 sujets	-	Evaluation de plusieurs types de protège-dents	<p>PIB avec une augmentation de la DVO de 2mm a peu d'effet sur la force musculaire isocinétique et la performance anaérobie</p> <p>PIB partielles et à couverture partielle antérieure améliorent les performances d'endurance et de puissance musculaire</p>	Oui et non
D'Ermes et al. 2012 (29)	7 athlètes de haut niveau	Natation, rugby, boxe	Influence d'un dispositif orthopédique buccal sur les performances	<p>Le dispositif intra-buccal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - optimise la coordination neuro-musculaire - améliore la compétitivité des athlètes - n'augmente pas de manière significative la force musculaire 	Oui et non
Bailey et al. 2015 (30)	15 sujets	Sports de contact	Effet de 2 PIB : ventilée et traditionnelle du commerce	Aucun effet négatif des PIB traditionnelles sur la fonction physiologique et l'agilité physique PIB ventilées augmentent la charge de travail et le saut vertical	Oui et non
Keçeci et al. 2005 (32)	22 athlètes d'élite (11 hommes et 11 femmes)	Taekwon do	Effet des PIB personnalisées sur les performances anaérobies, la force musculaire et la vitesse	Aucune différence significative entre les différentes performances	Non
Cetin et al. 2009 (33)	21 sujets (11 hommes, 10 femmes)	Taekwon do	Effet des PIB personnalisées sur les performances anaérobies, la force musculaire et la vitesse	Aucune différence significative entre les différentes performances	Non
Rapisura et al. 2010 (31)	11 femmes	Sports universitaires	Effets des PIB auto-adaptées et PIB du commerce sur des variables physiologiques	PIB n'affecte aucune de ces variables	Non
Collares et al. 2014 (34)	40 sujets	Football, futsal	Evaluer l'influence des PIB personnalisées sur	Aucune incidence des PIB sur-mesure sur les performances physiques	Non

			les performances aérobies	et aérobies	
Von Arx et al. 2008 (35)	13 sportifs professionne ls	Hockey sur glace, Handball	Déterminer l'effet des PIB sur les exercices de capacité maximale et les paramètres cardio- pulmonaires	Aucune incidence des PIB sur-mesure sur les performances physiques et aérobies	Non
Manfredi et al. 2009 (36)	15 sujets	Basket- ball	Rapport existant entre occlusion, posture et performance Comparaison de l'apport d'une gouttière occlusale sur-mesure réalisée en position myocentree par rapport à un groupe contrôle	aucun effet de ces gouttières sur les aptitudes sportives	Non
Duddy et al. 2012 (37)	18 athlètes	Sports universita ires	Etude randomisée et contrôlée : comparaison de l'effet de 2 types de PIB : auto- adaptable par morsure et sur- mesure	Aucun changement bénéfique ou néfaste sur la force et les performances athlétiques	Non

Tableau 3 : Synthèse des articles traitant de l'influence des PIB sur les performances sportives.

D. Mandibular Orthopedic Repositioning Appliance (MORA) et Golf

Le rôle des PIB sur les performances sportives n'a pas été clairement démontré, contrairement à leur importance dans la protection du sportif contre les traumatismes faciaux.

A l'inverse des sports de contacts, les golfeurs ou les escrimeurs n'ont pas la nécessité d'utiliser des PIB. C'est pourquoi, des gouttières occlusales et des gouttières plus spécifiques type MORA sont réalisées dans certains sports, afin de rétablir une occlusion optimale et un calage mandibulaire.

Kwon *et al.* ont analysé l'effet de ces gouttières sur les distances obtenues à l'entraînement et l'activité des muscles masticateurs de golfeurs professionnels. Ils ont retrouvé que les activités des muscles temporo-frontaux et masséters sont plus stables avec les gouttières et que les distances parcourues sont significativement différentes comparées à celles sans gouttière (38).

Lee *et al.* ont indiqué que le port de MORA semble augmenter l'activité musculaire et la puissance de préhension de l'avant bras et des masséters (39).

Les Drs Clauzade ont rajouté que des malocclusions créent des tensions musculaires, voire des spasmes douloureux. Par conséquent les MORA peuvent apporter des corrections appropriées et rétablir un équilibre dans les relations crânio-mandibulaires (40).

A l'inverse, Egret *et al.* n'ont montré aucune différence dans le modèle cinématique du swing entre le port ou non de MORA. Cependant, ils ont rapporté des différences significatives pour la vitesse de la balle lors de l'impact et une vitesse plus régulière liées au port de MORA (41).

Pae *et al.* ont comparé les effets des PIB et MORA chez des golfeurs professionnels. Ils n'ont pas observé de différence entre ces deux dispositifs lors d'une occlusion bilatérale. Mais la stabilité occlusale augmente la vitesse de la tête du club et la distance de la balle. Au contraire, une occlusion unilatérale diminue considérablement ces paramètres par rapport à la balle initiale (42).

Ringhof *et al.* ont décrit que les améliorations des performances par stabilisation occlusale ne peuvent pas être transposables à des sports de coordination exigeant comme le golf. Les résultats de cette étude ne montrent pas de différence significative pour la vitesse de la tête du club et de la balle. L'étiologie multifactorielle de l'activité parafunctionnelle du système crânio-mandibulaire ne permet pas d'indiquer un traitement dentaire pour améliorer les performances sportives (43).

Les performances sportives sont donc multifactorielles (occlusion, équilibre postural, dispositifs intra-buccaux, performances recherchées variables selon le sport). Le fait de travailler sur des athlètes présentant des troubles occlusaux ou temporo-mandibulaires donne des résultats plus probants (27,43).

L'apport d'une stabilisation occlusale grâce aux MORA semble améliorer certains paramètres chez les golfeurs (vitesse de la tête du club, distance de la balle). Cependant, il n'y a aucune modification de la cinématique du swing et donc de l'équilibre postural du golfeur. Il semblerait d'après ces études que les MORA influent principalement sur la force musculaire des golfeurs (*Tableau 4*).

Les études précédentes analysaient principalement l'apport de ces dispositifs occlusaux sur les performances sportives. Cependant, elles ne rapportaient pas le ressenti des athlètes vis à vis des PIB et des gouttières occlusales. Nous étions donc curieux de recueillir des témoignages sur le port de ces dispositifs.

Auteurs	Echantillon	Sport	Objectifs	Résultats	Influence
Kwon et al. 2010 (38)	10 golfeurs professionnels	Golf	Effets des gouttières sur les distances d'entraînement et l'activité des muscles masticatoires	Activités des muscles temporo-frontaux et masséters sont plus stables et les distances sont significativement différentes avec les gouttières	Oui
Lee et al. 2014 (39)	28 adultes sains	-	Mesure de l'activité musculaire des masséters et de la puissance de préhension de l'avant bras avec un EMG	Port de MORA augmente l'activité musculaire et la puissance de préhension de l'avant bras et des masséters	Oui
Clauzade 2012 (40)	-	-	-	Malocclusions créent des tensions musculaires, voire des spasmes douloureux	
Egret et al. 2002 (41)	6 golfeurs professionnels	Golf	Analyser l'effet des MORA sur la stabilité du modèle cinématique du swing et sa reproductibilité	Aucune différence dans le modèle cinématique du swing Différences significatives pour la vitesse de la balle lors de l'impact et vitesse plus régulière liées au port de MORA	Oui et non
Pae et al. 2013 (42)	8 golfeurs professionnels	Golf	Effets des PIB et MORA	Aucune différence entre ces 2 dispositifs lors d'une occlusion bilatérale Stabilité occlusale augmente la vitesse de la tête du club et la distance de la balle Occlusion unilatérale diminue ces paramètres	Oui et non
Ringhof et al. (43) 2015	14 golfeurs professionnels (7 avec bruxisme du sommeil et 7 sans)	Golf	Effet du serrement volontaire sur les performances : précision et longueur de tir	Aucune différence significative pour la précision, la longueur et la vitesse de la tête du club et de la balle	Non

Tableau 4 : Synthèse des articles traitant de l'influence des MORA sur les performances sportives et dans le golf.

E. PIB et ressenti des sportifs

Les principales raisons du refus du port des PIB, ou des gouttières occlusales, sont les difficultés à respirer, à parler, et l'effet qu'elles ont sur la consommation d'oxygène dans les sports nécessitant de grandes performances aérobies.

Ces raisons ont été évoquées par Collares *et al.* pour expliquer que le faible taux d'utilisation des PIB dans le football est lié à l'inconfort causé par ces gouttières(34).

Duarte-Pereira *et al.* ont mesuré le confort, les effets physiologiques et l'influence sur la performance sportive entre différentes PIB : protège-dent du commerce, auto-adapté par morsure (boil-and-bite) et sur-mesure. Ils en ont conclu que la PIB sur-mesure présente un plus grand confort et une meilleure acceptation grâce à sa conception individualisée (44).

von Arx *et al.* ont réalisé une échelle visuelle analogique (EVA : 0-100mm) pour que les sportifs jugent l'interférence des PIB avec la respiration, l'élocution, la concentration et les performances sportives. Ils ont obtenu une amélioration des avis favorables sur le port des PIB dans le temps (35).

Brionnet *et al.* ont comparé deux types de PIB (silicone et résine acrylique) chez des rugbyman à l'aide d'un questionnaire avec EVA. Ils n'ont trouvé aucune différence significative pour le confort, l'encombrement, la capacité à respirer et à parler, la sécheresse buccale et les nausées. Les PIB en résine acryliques sont plus dures et plus stables (45).

De nombreux athlètes ne portent pas de dispositifs intra-buccaux par peur de voir leur respiration et leur élocution altérées, voire de créer des réflexes nauséux et donc de gêner leur performance. Plusieurs études ont déjà démontré que les PIB n'influencent que très peu la capacité respiratoire des sportifs (23,24,30–33,37).

Cependant, les auteurs notent la nécessité d'améliorer le confort des PIB en privilégiant la réalisation de PIB personnalisée (*Tableau 5*).

Auteurs	Echantillon	Sport	Objectifs	Résultats
Collares et al. 2014 (34)	40 sujets	Football, futsal	Faible taux d'utilisation des PIB lié à l'inconfort causé	Principales raisons du refus du port des PIB : difficultés à respirer, parler et l'effet qu'elles pourraient avoir sur la consommation d'oxygène
Duarte-Pereira et al. 2008 (44)	10 sujets sains	Rugby	Mesurer le confort, les effets physiologiques et l'influence sur la performance sportive entre différentes PIB	PIB sur-mesure présente un plus grand confort et une meilleure acceptation
Von-Arx et al. 2008 (35)	13 sportifs professionnels	Hockey sur glace, Handball	EVA pour juger l'interférence des PIB avec la respiration, l'élocution, la concentration et les performances sportives	Amélioration des jugements sur le port des PIB
Brionnet et al. 2001 (45)	52 sujets	Rugby	Comparaison de 2 types de PIB à l'aide d'un questionnaire avec EVA	Aucune différence significative pour le confort, l'encombrement, la capacité de respirer et de parler, la sécheresse buccale et les nausées

Tableau 5 : Synthèse des articles traitant du ressenti des sportifs sur le port des PIB.

Toutes ces études nous ont permis d'établir des éléments de comparaison pour notre sujet. Toutefois, il était important d'établir le type de performance caractéristique à l'escrime de haut niveau.

F. Escrime et performance

Très peu d'études ont été menées chez les escrimeurs de haut niveau. L'escrime est un sport latéral, asymétrique présentant des incertitudes spatiales (mouvements de l'adversaire), temporelles (temps effectif d'un assaut avec sa nature, son intensité, et son temps de récupération aléatoire) et évènementielles (perspectives émotionnelle, attaque d'un adversaire, ...). Il s'agit donc d'un sport difficile à analyser avec plusieurs paramètres pouvant influencer la performance sportive. H. Leseur (Maître d'armes national) met en avant quatre facteurs de la performance d'escrimeurs de haut niveau : tactique, technique, mental et physique.

Dans un rapport de recherche, mené à l'INSEP ; pour le ministère de la Jeunesse et des Sports et la Fédération Française d'Escrime ; Bauer *et al.* ont examiné l'effet d'un programme de renforcement musculaire ciblé sur les performances des escrimeurs internationaux (force, puissance et vitesse du membre inférieur). Ils ont constaté un progrès de toutes les qualités musculaires et un gain en explosivité, comparé au groupe n'ayant pas suivi le programme. De plus, il est intéressant de remarquer qu'après l'instauration de ce programme musculaire, les sabreurs français se sont maintenus au 1^{er} rang mondial pendant 4 saisons. Cette étude met en valeur la notion de vitesse d'exécution qui est une caractéristique fondamentale pour l'escrimeur de haut niveau (46).

Brunet *et al.* ont analysé le temps de réaction et la précision en fonction de l'intensité de l'effort. Ce travail analyse deux paramètres décrits par H. Leseur : la technique (précision) et le physique (intensité de l'effort et temps de réaction). Il en est ressorti une augmentation de la précision lorsque l'effort augmente jusqu'à

50% du potentiel maximal et diminue au delà de ce seuil, proportionnellement à l'intensité. Le temps de réaction est altéré par une charge de travail supra-maximale, ainsi que dans des situations présentant des feintes.

Cette altération du temps de réponse serait causée par l'incertitude spatiale, temporelle et événementielle, notamment avec la présence de feintes où l'escrimeur nécessite plus de temps pour établir une stratégie de réponse (47).

Dans le même thème, nous avons trouvé deux articles mesurant le temps de réaction et la précision entre des escrimeurs débutants et de haut niveau. Harmenberg *et al.* ont réalisé trois tests (action simple, attaque en « flèche », mouvements complexes simulant un assaut) ayant pour but de mesurer le temps de réaction, la vitesse de mouvement en réponse à un signal lumineux, et en présence d'une cible (plastron du maître d'armes). Ils n'ont trouvé des différences significatives uniquement pour la vitesse de mouvement lors du test le plus technique (48). Outre les résultats, il est intéressant de noter que les auteurs ont étudié des mouvements comprenant aucune incertitude spatiale et temporelle.

Dans le second article, Williams et Walmsley ont analysé les temps de réaction, la vitesse de mouvement, le temps d'exécution en fonction de trois niveaux de cible, et de trois distances différentes. Ils ont en plus analysé l'activité électromyographique de muscles des membres supérieurs et inférieurs. Contrairement au travail précédent, les auteurs ont trouvé une différence significative du temps de réaction et d'exécution, ainsi qu'une plus grande précision dans le groupe d'escrimeurs d'élite. L'EMG a mis en évidence une différence des systèmes de réponse musculaire entre les escrimeurs d'élite et les novices (49).

Deux études analysent l'impact de la composante mentale sur les performances des escrimeurs de haut niveau (pôle Espoir du CREPS). Dinca *et al.* ont examiné les réponses de coping et les conséquences que pourrait avoir le coping sur leurs performances. Le coping correspond à l'ensemble des efforts, cognitifs, affectifs et comportementaux qu'un individu utilise pour gérer le stress. Ils ont relevé que le coping centré sur le problème serait bénéfique pour la réalisation de leurs objectifs. Tandis que le coping centré sur l'émotion et l'évitement aurait des conséquences positives et/ou négatives en fonction des caractéristiques individuelles et situationnelles (50).

Doron et Gaudreau ont analysé, s'il existait un lien entre les processus psychologiques et la probabilité de réaliser une série de points lors d'un assaut. Ils ont souligné que la performance varie au cours d'un combat et, que les processus psychologiques diffèrent suivant les moments où l'escrimeur est dans une situation gagnante ou perdante (51). Par conséquent, le facteur mental semble jouer un rôle prépondérant chez l'escrimeur de haut niveau.

Roi et Bianchedi ont cherché à créer un modèle multifactoriel de la performance à l'escrime, au travers de la littérature. L'escrime est un sport exigeant sur le plan physique. Il implique des métabolismes aérobie et anaérobie, et l'âge, le sexe, le niveau de formation technique et tactique influencent la performance physique. Ils ont aussi mis en évidence, que le paramètre physique était affecté par les paramètres psychologique et physiologique (perception grâce aux neuro-récepteurs). L'escrimeur doit donc bénéficier d'une condition psycho-physique optimale, afin d'anticiper l'adversaire et de dissimuler son propre jeu (52).

Ce travail expose la complexité d'établir un profil type de la performance sportive chez l'escrimeur, étant donné le nombre de facteurs intervenant (physique, psychologique, tactique, technique).

G. Justification et objectifs de l'étude

Il semblerait qu'une modification de la position mandibulaire, voire de l'occlusion, provoquerait un changement de l'équilibre postural. Cette modification de l'équilibre postural pourrait induire une amélioration ou une altération des performances sportives. La recherche d'un calage mandibulaire, ainsi que d'une occlusion stable et équilibrée, à l'aide d'un dispositif occlusal, paraissait pertinente dans le cadre de notre étude (1-11).

Nous avons aussi relevé, qu'une augmentation de la DVO grâce à des dispositifs occlusaux optimiserait la puissance musculaire de nos athlètes (12-17).

Nous avons donc réalisé, dans le cadre de notre étude, des gouttières occlusales avec augmentation de la DVO et engrènements afin de caler la mandibule des athlètes.

L'escrime est un sport de combat opposant deux athlètes qui doivent toucher leur adversaire à l'aide de leur arme (fleuret, épée ou sabre). L'escrimeur doit ainsi présenter certaines caractéristiques propres à ce sport : des appuis au sol dynamiques, de l'endurance, de la vivacité et de la précision dans l'exécution des gestes techniques (53). L'escrimeur recherche donc un maximum de rapidité dans la réalisation de ses mouvements tout en conservant une haute précision, ce qui se retranscrit dans la vitesse et l'accélération lors des déplacements.

Ces caractéristiques se retrouvent dans les autres sports de combat. Ces sports présentent des incertitudes spatiales, temporelles, évènementielles, notamment due à la présence d'un adversaire.

Les résultats, des travaux réalisés chez les sportifs portant un PIB, étaient trop contrastés pour affirmer une quelconque influence d'un dispositif occlusal sur les

performances de ces sportifs. Ces résultats pourraient être influencés par les incertitudes liés à ces sports.

Il était donc préférable, dans notre thèse, d'analyser les caractéristiques d'une attaque propre à l'escrimeur (marché-fente), sans incertitudes et paramètres non maîtrisables.

Des sports étudiés, le golf est celui qui se rapproche le plus de l'escrime. Ce sont tous les deux des sports où les athlètes sont en position latérale, ils présentent donc une cinématique posturale similaire. Contrairement, à l'escrime, il n'existe pas d'incertitudes. Les travaux réalisés sur les performances des golfeurs, en fonction du port ou non de gouttières occlusales, mesuraient la vitesse de mouvement de la tête du club et la distance parcourue par la balle.

Par conséquent, ces données constituaient un moyen de comparaison pour les résultats de notre étude.

Nous observons que la performance sportive chez l'escrimeur de haut niveau est multi-factorielle. Il est donc difficile d'analyser toutes ses composantes. Nous nous sommes limités à un de ces paramètres. Notre travail a porté sur l'analyse des paramètres de la performance physique chez l'escrimeur de haut niveau.

Nous avons noté, que dans les études menées chez les escrimeurs, la vitesse d'exécution et l'explosivité ont beaucoup été analysées et sont considérées comme des caractéristiques primordiales chez l'escrimeur (46-49).

A l'instar des études portant sur le mouvement de swing au golf, nous avons recherché la distance parcourue, la vitesse d'exécution d'un mouvement précis (mouvement de marché-fente) à partir d'un point fixe (ligne de mise en garde).

Il nous semblait aussi nécessaire de réaliser notre travail sur des athlètes présentant un niveau sensiblement identique (niveau national et international) afin de pouvoir comparer les effets des gouttières occlusales (49).

Notre premier objectif était donc d'analyser les caractéristiques de performance physique (vitesse, distance, temps, accélération) d'une attaque d'escrime, le « marché-fente », en fonction du port ou non d'une gouttière occlusale, chez des escrimeurs de haut niveau.

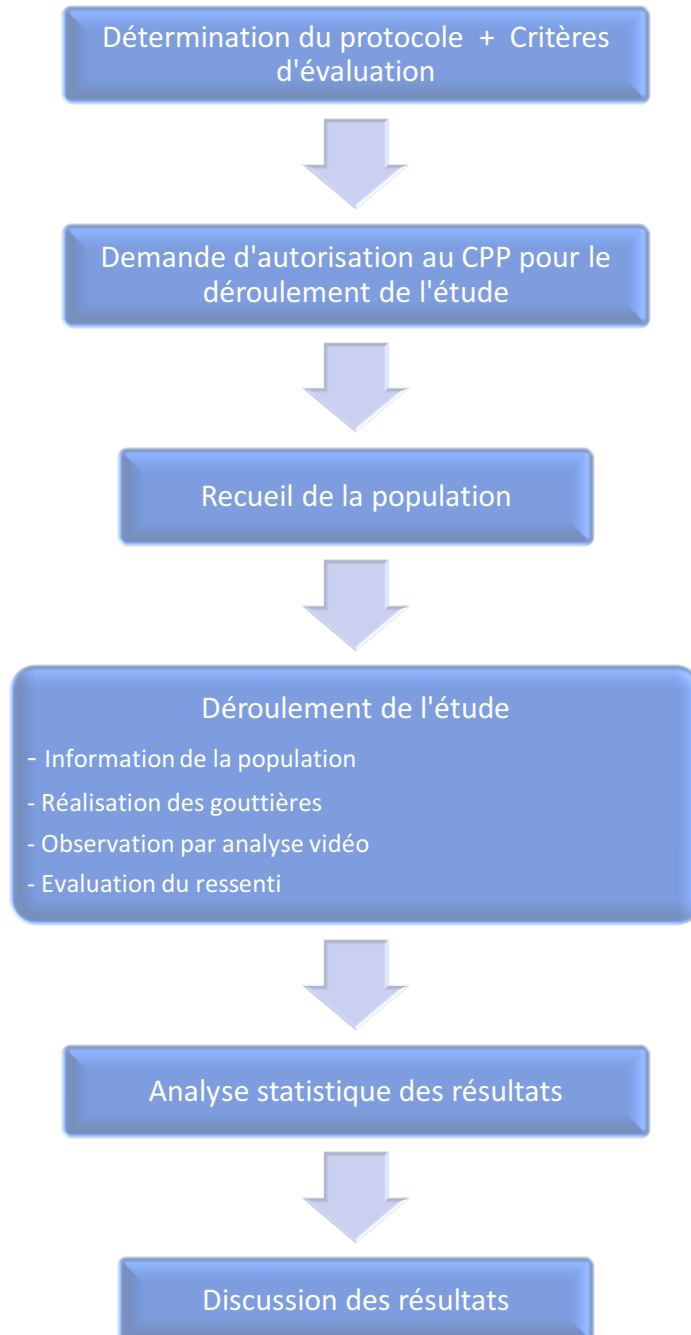
Ceci constituait la première expérience réalisée dans ce cadre, sans réelle possibilité de comparaison exacte.

Enfin, si les gouttières sont perçues comme une gêne, elles entraîneront un refus pouvant influencer négativement leur rôle. Notre second objectif était donc, de savoir si, les gouttières occlusales présentaient un inconfort chez nos athlètes. Ainsi, les résultats obtenus devaient être pondérés par la sensation de confort / inconfort des athlètes.

A partir de tous ces éléments, nous avons pu mettre en place un protocole visant à répondre à nos objectifs.

III. Matériels et méthode

A. Conception de la recherche : schéma d'étude



Une demande d'autorisation au Comité de Protection des Personnes du Sud Ouest et Outre Mer III a été effectuée. Ce comité a jugé que cette recherche était observationnelle « hors du champ des dispositions du code de la Santé Publique régissant la recherche biomédicale et les soins courants » (Annexe 1).

B. Population d'étude

Deux groupes d'escrimeurs ont été approchés

- un de niveau international (Pôle espoir féminin épée de la Fédération Française d'Escrime (FFE). CREPS Talence) et ;
- un de niveau national (BEC escrime), reconnu par la Fédération Française d'Escrime (FFE).

1. Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- escrimeurs de haut niveau et niveau national ;
- consentement éclairé de l'ensemble des participants ;
- athlètes bénéficiaires ou affiliés à un régime de la Sécurité Sociale ;
- disponibilité des athlètes durant l'étude.

2. Critères de non-inclusion

Des critères de non-inclusion ont été mis en place, pour les athlètes (29) :

- présentant des troubles de l'ATM ;
- présentant un mauvais état de santé général ;

- présentant une pathologie orthopédique ou ORL pouvant influencer leur équilibre postural ;
- présentant plus de 2 dents absentes par héli-arcade.

Les classes d'occlusion n'ont pas été prises en compte dans cette étude.

C. Critères d'évaluation

1. Critère d'évaluation principal

L'objectif premier de cette étude était d'évaluer l'effet du port de gouttière occlusale sur la modification d'une action spécifique à l'escrime, en terme de performances physiques (distance, temps, vitesse, accélération).

Nous avons choisi la vitesse comme variable la plus pertinente. L'escrime étant un sport de rapidité, où les touches se jouent au 1/25^{ème} de seconde, la vitesse d'exécution d'une attaque, nous paraissait être le paramètre principal.

Le second objectif était de recueillir le ressenti des athlètes suite au port de ces gouttières durant la pratique de l'escrime. A l'aide d'une Echelle Visuelle Analogique (EVA), nous avons choisi comme critère principal le confort des athlètes, gouttière en place.

2. Critères d'évaluation secondaires

Pour répondre complètement à notre premier objectif, nous avons étudié la distance, le temps d'exécution et l'accélération du mouvement chez l'escrimeur.

Pour notre second objectif, nous avons recueilli, grâce à notre EVA, les sensations des athlètes par rapport à la respiration, l'élocution, la salivation, l'influence sur leurs performances sportives et les nausées.

D. Déroulement de la recherche

1. Information des escrimeurs

Une explication complète du protocole est donnée aux sportifs sans aucune information sur le rôle des gouttières occlusales. Leur consentement oral a été recueilli.

2. Réalisation des gouttières occlusales

Des empreintes maxillaire et mandibulaire ont été réalisées à l'alginate (hydrocolloïdes irréversibles, Zelgan +, Dentsply[®]) pour chaque athlète (*Figure 2*).

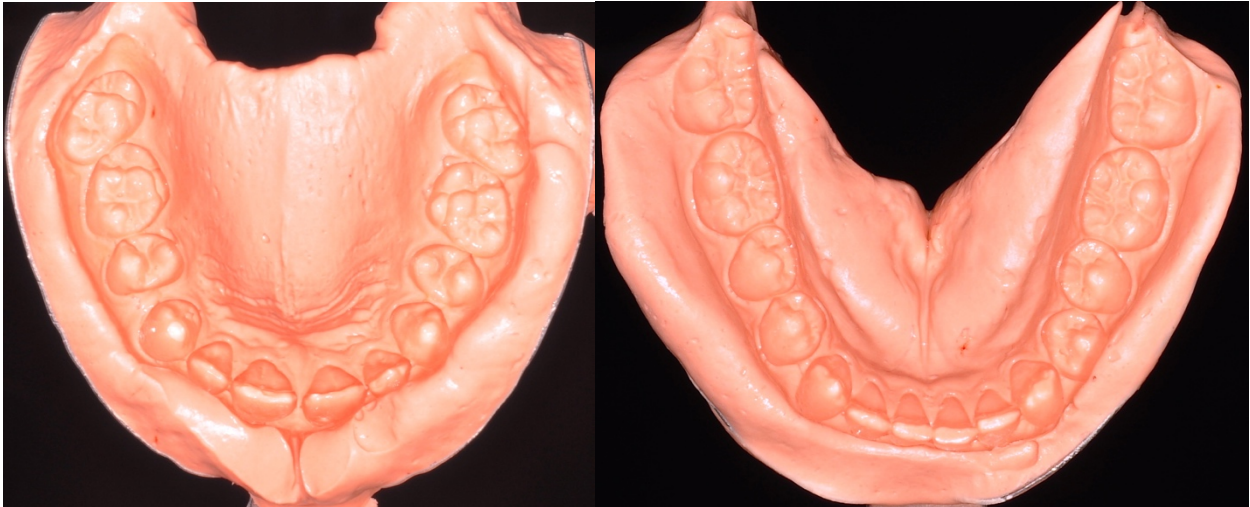


Figure 2 : Empreinte à l'alginate maxillaire et mandibulaire.

Une position de confort mandibulaire reproductible pour chaque athlète a été enregistrée à l'aide d'un silicone d'occlusion (Imprint™ 4 Bite, 3M ESPE®) (Figure 3). (36)



Figure 3 : Enregistrement de la position de confort au silicone d'occlusion.

Les empreintes sont coulées à l'aide d'un plâtre extra dur de type IV (GC FUJIROCK[®] EP), les modèles sont par la suite soclés (*Figure 4*).

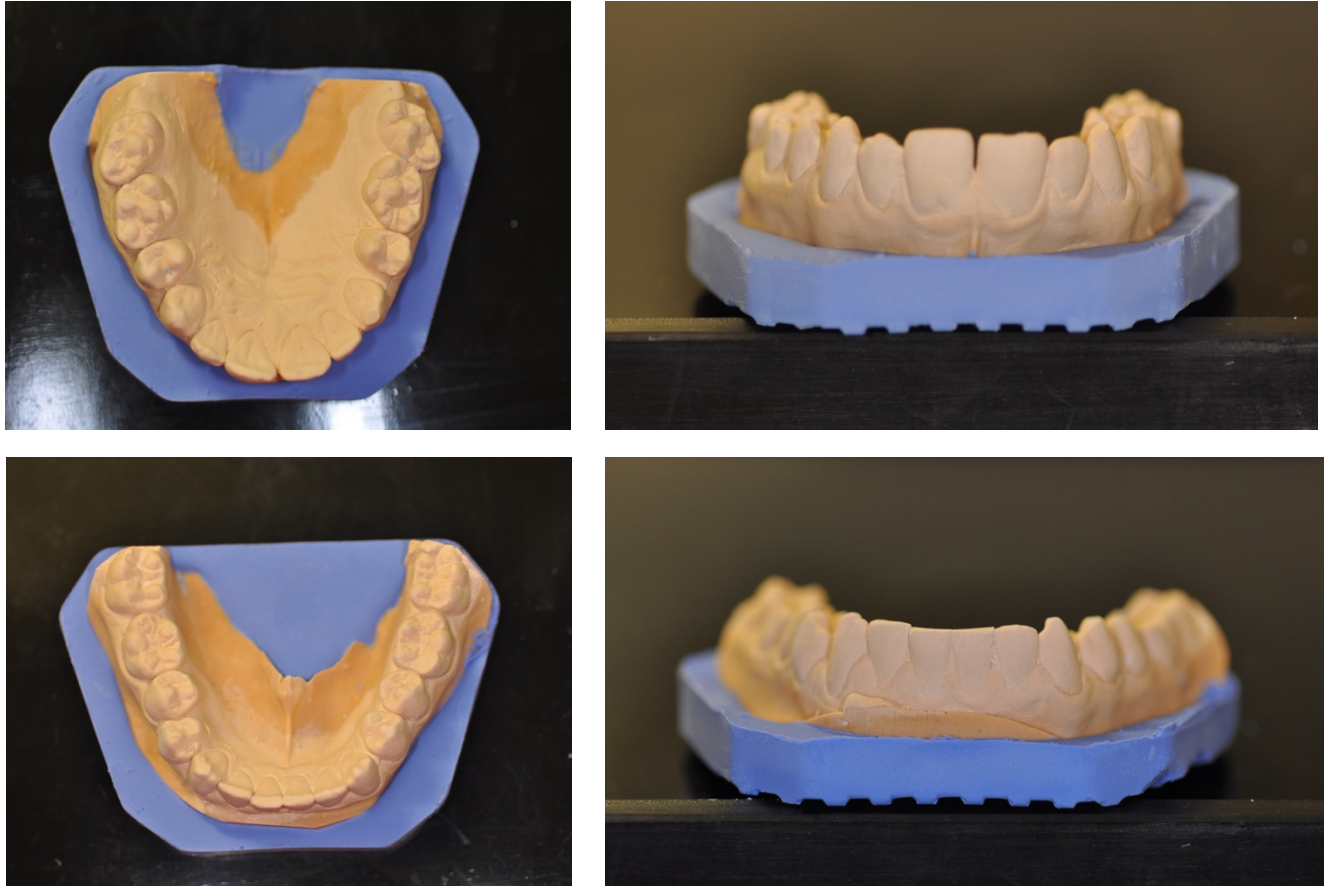


Figure 4 : Coulée des modèles maxillaire et mandibulaire en plâtre extra-dur de type IV avec soclage.

Les gouttières occlusales ont été réalisées en éthylène-acétate de vinyle (EVA). Ces plaques thermoformables (BIOPLAST[®]) sont d'une épaisseur de 4mm afin d'obtenir des gouttières thermoformées d'une épaisseur d'au moins 2mm après thermoformage.

Ces gouttières occlusales ont été réalisées au maxillaire pour éviter que la langue ne vienne les déstabiliser, augmentant ainsi le confort.

Les modèles ont ensuite été montés sur des articulateurs semi-adaptables (Quick-Master de FAG[®]). (Figure 5) Enfin, des indentations mandibulaires sont réalisées pour assurer un calage de la mandibule, avec la tige incisive réglée à + 2mm. La dimension verticale (DV) est ainsi augmentée (33,42).

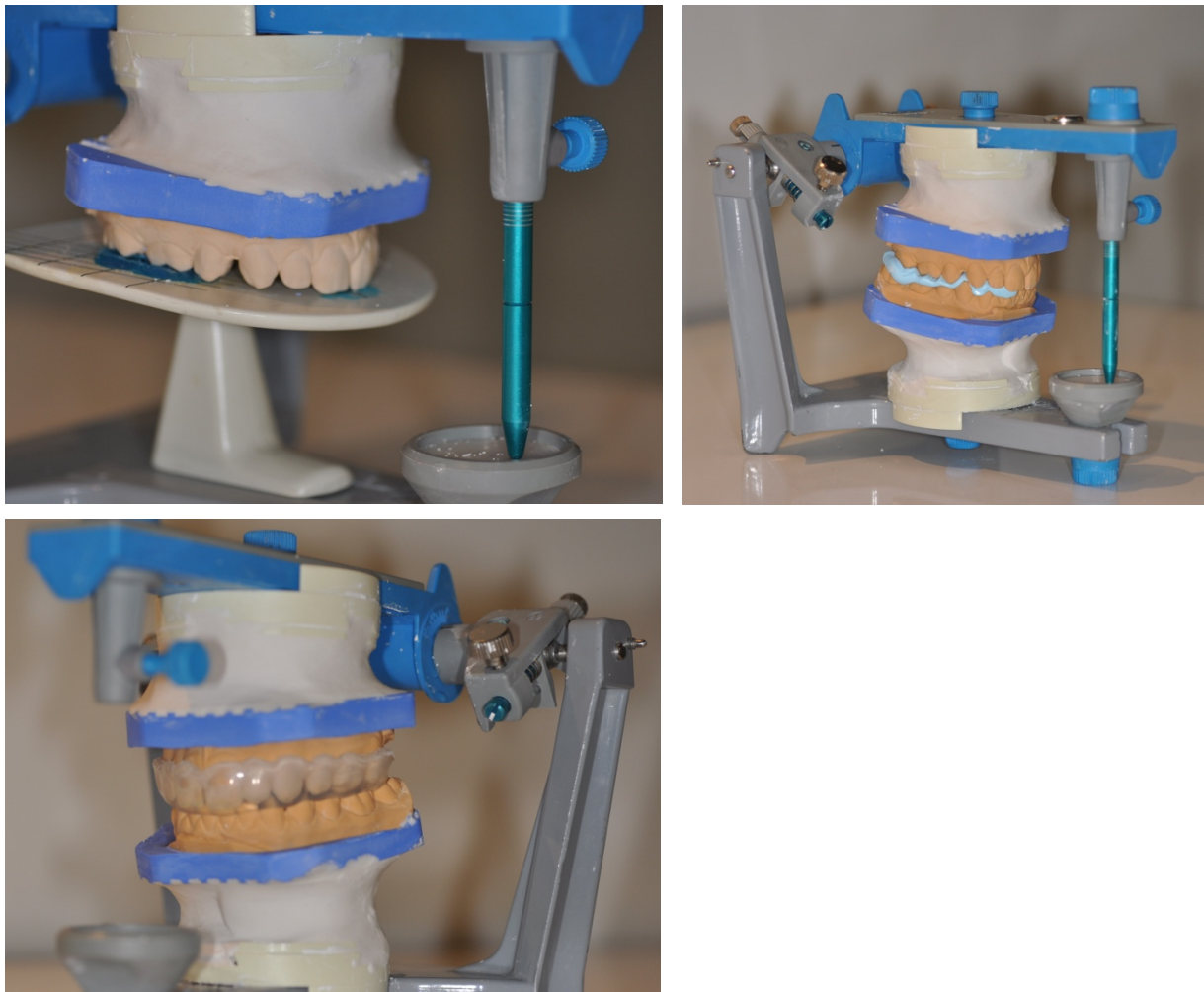


Figure 5 : Montage en articulateur en position de confort et réalisation de la gouttière occlusale.

Les gouttières sont remises aux athlètes et leur ajustage est vérifié (*Figure 6*).

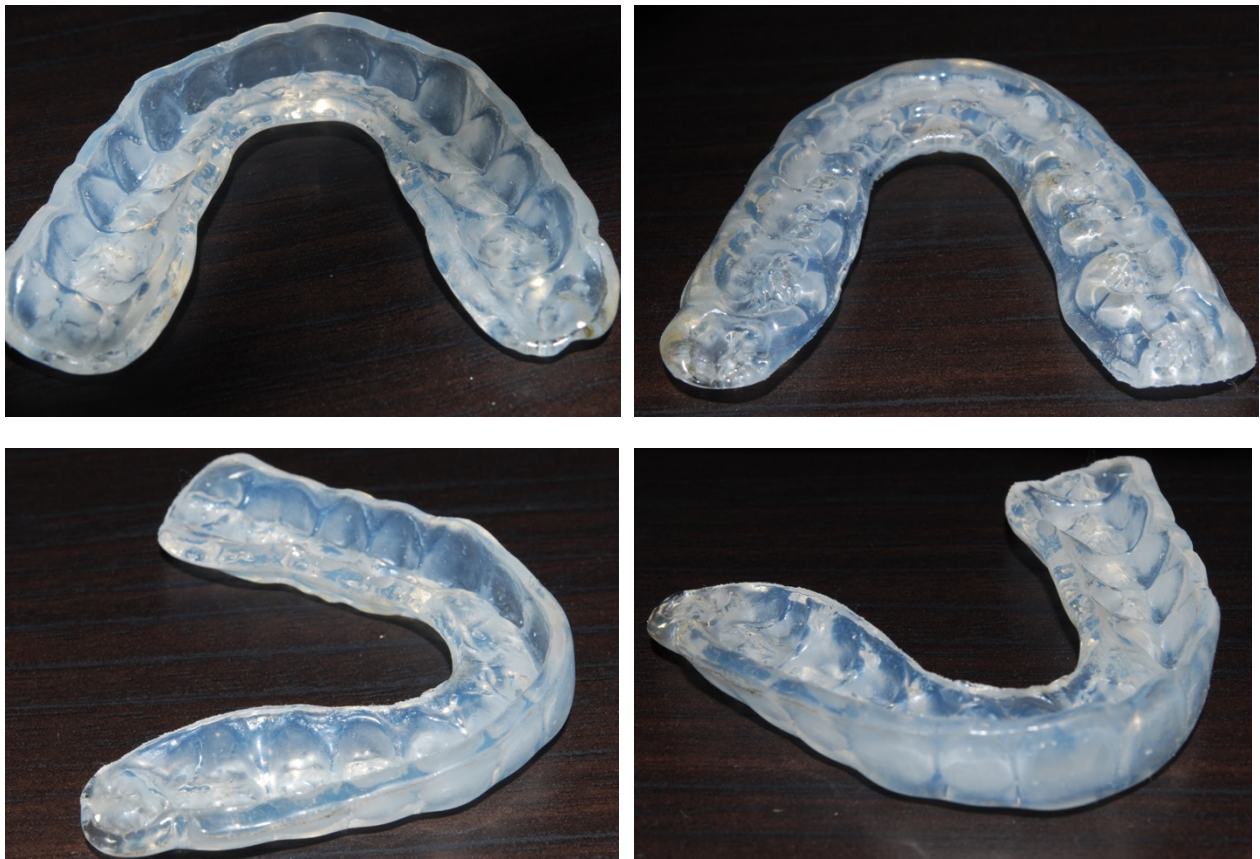


Figure 6 : Gouttière occlusale après finitions.

3. Méthode d'observation : Analyse vidéo

Les escrimeurs se sont échauffés pendant 10 minutes, gouttière en place. Puis, ils ont dû réaliser cinq exercices de type « marché-fente » avec et sans gouttière. Les escrimeurs ont été soumis aux mêmes conditions : masque et épée en place. Pour chaque « marché-fente », la distance a été mesurée grâce à des repères au sol : fixe (ligne de mise en garde) et un repère pour chaque fin d'action. La distance obtenue pour chaque attaque correspond à la distance entre ces deux repères. Le temps a été mesuré par analyse vidéo. L'enregistrement vidéo est

réalisée à l'aide d'une caméra sportive (GoPro Hero 3 Silver edition[®]) stabilisée par un trépied et d'une qualité d'image de 720p/60fps. Le logiciel d'analyse vidéo GoPro Studio[®] est utilisé pour étudier les mouvements de chaque athlète. Cette analyse a pour but d'enregistrer le temps d'exécution du « marché-fente » avec et sans gouttière occlusale (42). Les données ont été recueillies au 1/100^{ème} de seconde.

Les athlètes ont débuté leur action lorsqu'ils se sentaient prêts, aucun signal ne leur a été donné. Le temps d'exécution a été mesuré entre le moment où l'athlète débute le mouvement (déplacement du pied avant), et l'instant où il se termine (fente stable) sur la vidéo (*Figure 7*). Toutes les actions ne se finissant pas par une fente stable n'ont pas été analysées et l'exercice a été répété.

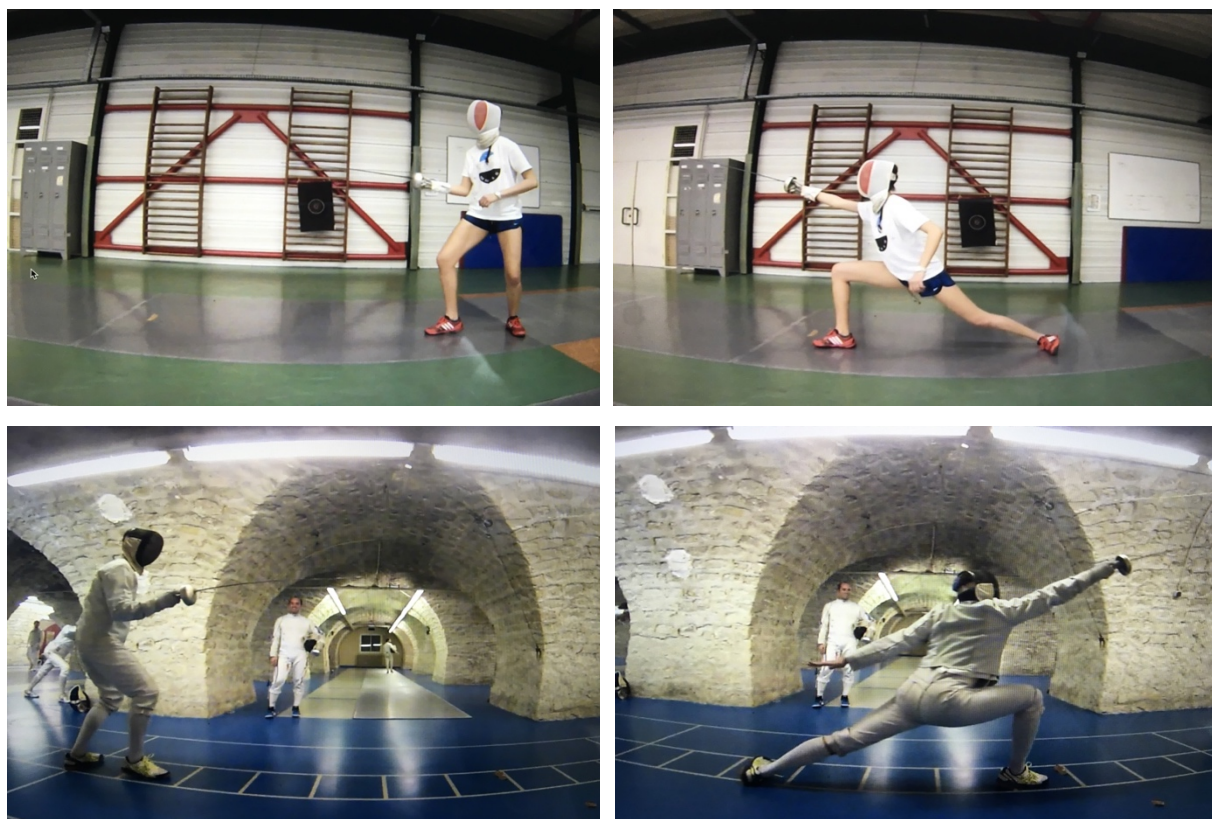


Figure 7 : Début et fin du mouvement de « marché-fente » chez les 2 groupes d'escrimeurs.

10 distances et temps (5 avec gouttière et 5 sans) ont donc été relevés pour chaque athlètes. A partir de ces 2 paramètres, nous avons obtenu par calcul la vitesse (= Distance/Temps) et l'accélération (= Vitesse/Temps) pour chaque « marché-fente ».

4. Evaluation du ressenti

Un questionnaire est remis à chaque athlète. Ils ont dû compléter une échelle visuelle analogique (EVA) de dix points concernant : la respiration, l'élocution, la salivation, le confort, l'influence sur leurs performances sportives et les nausées (Annexe 2).

E. Aspect statistique

1. Calcul des paramètres de l'étude

La moyenne et l'écart type des quatre paramètres étudiés (distance, temps, vitesse, accélération) ont été calculés avec et sans gouttière, pour chacun des athlètes des deux groupes.

2. Méthode statistique employée

Nous avons réalisé un test global pour savoir si, en moyenne, le port de la gouttière augmente les performances sportives. Puis, nous avons effectué un modèle mixte pour prendre en compte la nature répétée des mesures chez un

même individu. Le modèle mixte nous fournit une estimation de l'effet du port de la gouttière avec son écart type. Ce rapport, effet du port / écart type, suit une loi de Student, qui nous permet de calculer une valeur de p (Test de Wald).

L'analyse statistique a été réalisée par l'USMR | CHU de Bordeaux.

Pour l'EVA, nous avons réalisé, à partir des données recueillies, une moyenne des réponses de chaque groupe d'athlètes. Nous avons, par la suite, observé et comparé les résultats des deux groupes. Aucun test statistique n'a été réalisé pour l'analyse de l'EVA.

IV. Résultats

Les résultats obtenus pour chaque athlète lors de l'expérience ont été répertoriés (Annexe 3 : *Tableaux 6 à 16*). Puis une moyenne de chaque paramètre, par athlète a été établie afin de donner une tendance à nos résultats (*Tableaux 17 et 18*).

Athlète	Distance moyenne		Temps moyen		Vitesse moyenne		Accélération moyenne	
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Port								
BEC 1	3,066	2,764	1,126	1,090	2,727	2,545	2,431	2,351
BEC 2	2,550	2,362	1,034	1,006	2,468	2,366	2,394	2,382
BEC 3	2,734	2,744	1,028	0,990	2,669	2,772	2,612	2,801
BEC 4	2,990	2,814	0,948	1,004	3,156	2,805	3,334	2,798
BEC 5	3,078	2,970	1,214	1,170	2,545	2,540	2,111	2,174
BEC 6	3,060	2,980	1,120	1,134	2,736	2,632	2,451	2,327
Moyenne	2,913	2,772	1,078	1,066	2,717	2,61	2,556	2,472

Tableau 17 : Résultats moyens dans le groupe BEC.

Athlète	Distance moyenne		Temps moyen		Vitesse moyenne		Accélération moyenne	
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
CREPS 1	2,406	2,272	1,082	1,104	2,226	2,060	2,063	1,870
CREPS 2	2,612	2,668	0,990	0,982	2,641	2,727	2,675	2,800
CREPS 3	2,132	2,100	0,942	0,974	2,264	2,166	2,405	2,241
CREPS 4	2,408	2,172	0,994	1,108	2,422	1,971	2,438	1,794
CREPS 5	2,920	2,652	1,102	1,226	2,649	2,168	2,406	1,778
Moyenne	2,496	2,373	1,022	1,079	2,440	2,218	2,397	2,097

Tableau 18 : Résultats moyens dans le groupe CREPS.

A. Taille de l'échantillon

6 athlètes féminines de haut niveau (Pôle espoir France, CREPS) et 6 athlètes masculins de niveau national (BEC escrime) ont été recrutés. 7 escrimeurs n'ont pas été inclus pour ce travail. Au cours de cette étude, une athlète du pôle espoir s'est blessée et n'a pu participer à cette étude.

L'échantillon final est donc de 11 athlètes : 5 athlètes du pôle espoir et 6 du BEC escrime. La moyenne d'âge est de 20,4 ans pour les escrimeuses du pôle Espoir contre 29,7 ans pour le groupe du BEC escrime.

B. Vitesse (critère de jugement principal)

En moyenne, le port de la gouttière permet d'améliorer la vitesse des athlètes de +0.157 m/s [Intervalle de Confiance (IC) à 95% : 0.091 - 0.223], $p < 0.001$.

Nous observons aussi que l'effet de la gouttière occlusale sur la vitesse est différent entre les athlètes ($p = 0,002$).

Pour la plupart des athlètes, le port de la gouttière améliore significativement les performances sur la vitesse, mais il existe des différences d'effet significatives entre athlètes. Les résultats observés dans le *Tableau 19* montrent que deux escrimeurs n'améliorent pas leur vitesse (BEC 3, CREPS 2) et que neuf l'améliorent, dont trois de manière plus importante (BEC 4, CREPS 4 et 5).

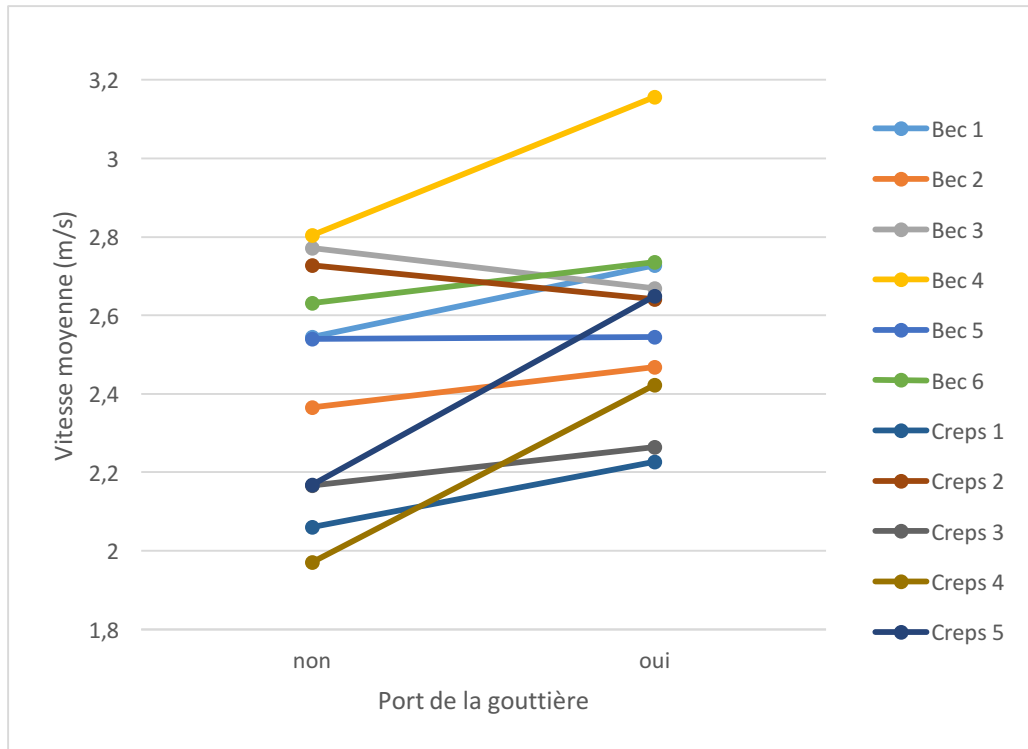


Tableau 19 : Vitesse moyenne de chaque athlète suivant le port ou non de gouttière occlusale.

Nous avons réalisé un modèle mixte en commençant par analyser les différences de vitesse entre athlète (Tableau 20). Chaque point correspond à la différence entre la moyenne globale et la moyenne de l'athlète. Le trait noir correspond à l'intervalle de confiance pour chaque athlète.

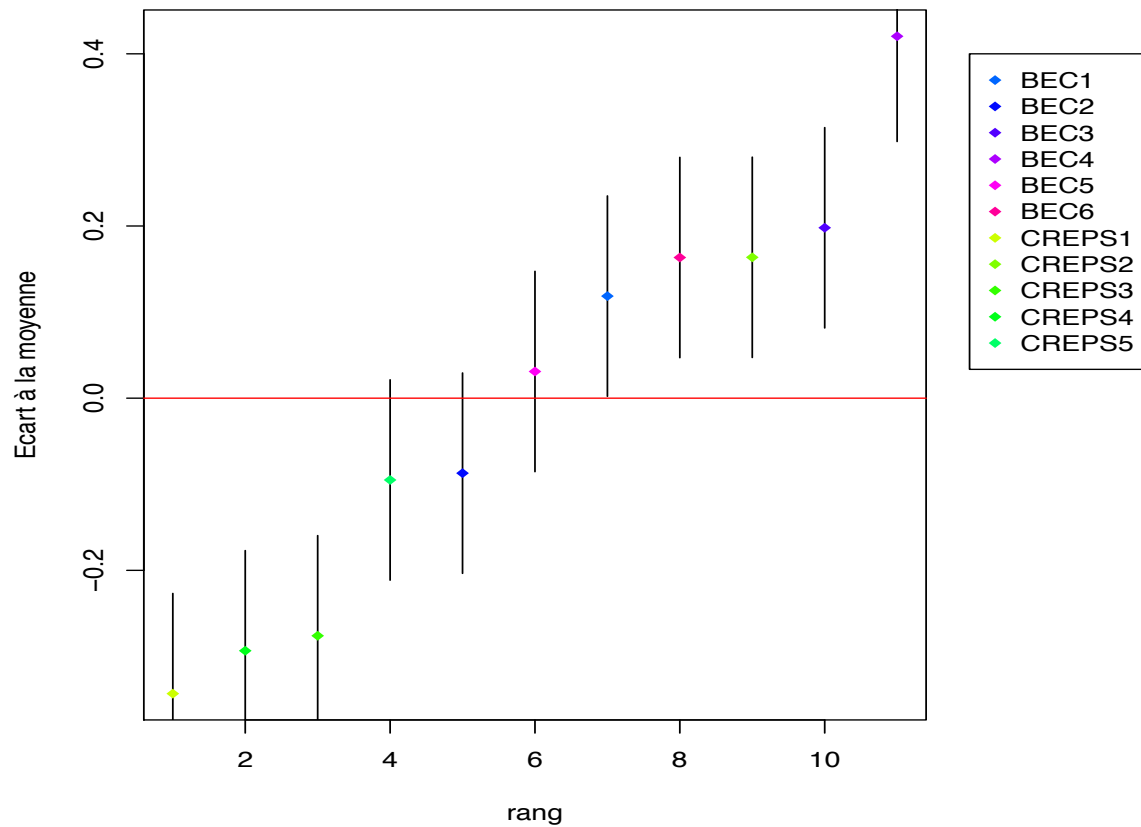


Tableau 20 : Ecart à la moyenne de la vitesse moyenne de chaque athlète.

Un « effet athlète » très important existe car 60% de la variabilité des vitesses observées est liée aux différences entre athlète et 40% est lié aux différences intra-athlète.

C. Distance

En moyenne, le port de la gouttière permet d'améliorer significativement la distance des athlètes de +0.132 m [IC95% : 0.089 - 0.175] $p < 0.001$ (Tableau 21).

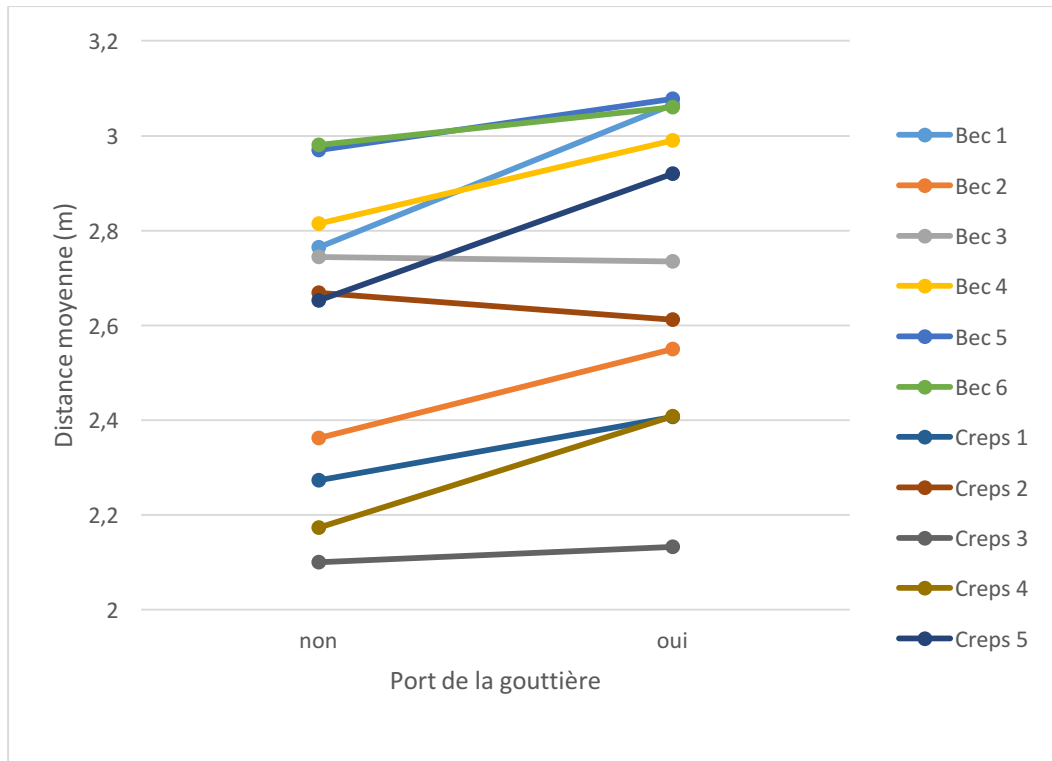


Tableau 21 : Distance moyenne de chaque athlète suivant le port ou non de gouttière occlusale.

D. Temps

En moyenne, le port de la gouttière permet de diminuer faiblement le temps des athlètes de -0.018 s [IC95% : -0.04 - 0.004] $p = 0.11$ (Tableau 20).

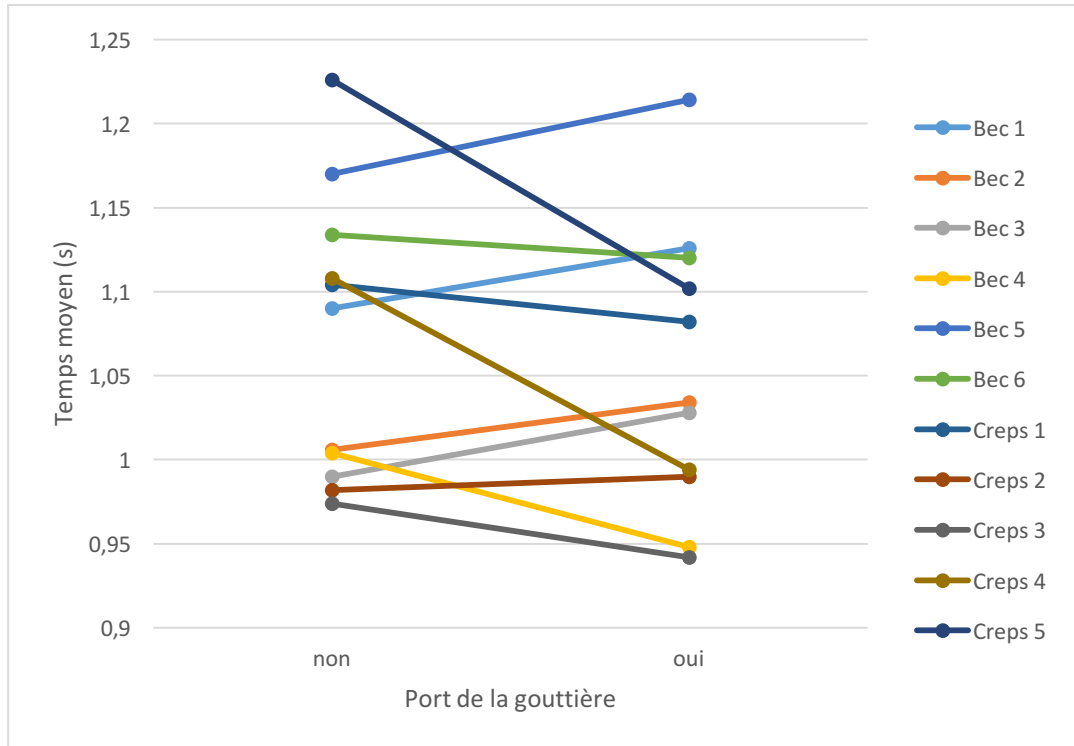


Tableau 22 : Temps moyen de chaque athlète suivant le port ou non de gouttière occlusale.

E. Accélération

En moyenne, le port de la gouttière permet d'améliorer significativement l'accélération des athlètes de $+0.177 \text{ m/s}^2$ [IC95% : 0.073 - 0.281] $p = 0.001$.
(Tableau 23)

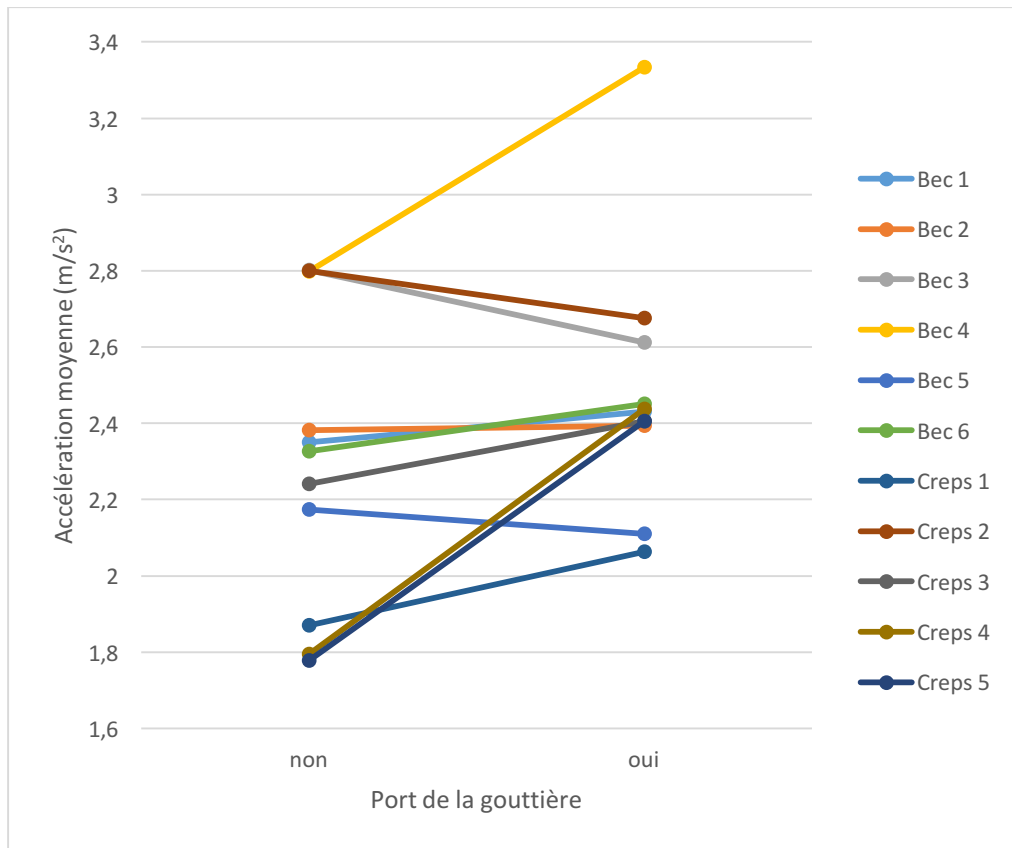


Tableau 23 : Accélération moyenne de chaque athlète suivant le port ou non de gouttière occlusale.

F. Evaluation du ressenti

Nous avons réalisé un tableau comportant les résultats obtenus pour chaque groupe (*Tableau 24*).

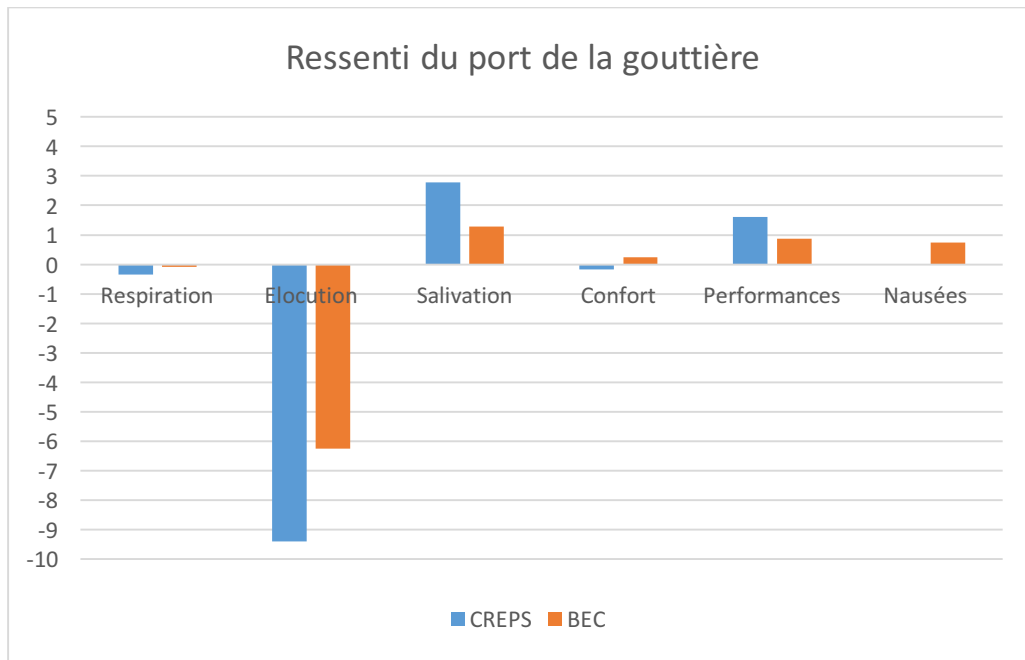


Tableau 24 : Ressenti des athlètes du port de la gouttière occlusale.

Nous notons une similitude des résultats entre les deux groupes. La gouttière n'impacte que très peu la respiration et les réflexes nauséux. Son port ne gêne pas les athlètes, malgré une hypersalivation et une difficulté d'élocution. Nous relevons aussi que les escrimeurs se sentent plus performants lorsqu'ils utilisent leur gouttière occlusale.

V. Discussion

Le premier objectif de cette étude était d'évaluer la distance, le temps, la vitesse et l'accélération d'un mouvement spécifique à l'escrime : « marché-fente », en fonction du port ou non de gouttière occlusale. Ces paramètres sont indispensables chez les escrimeurs de haut niveau, où chaque touche se joue à $1/25^{\text{ème}}$ de seconde. Les résultats montrent une amélioration significative de la vitesse (critère de jugement principal), la distance et l'accélération. Le temps est peu influencé par le port d'une gouttière occlusale.

Le second objectif était de recueillir le ressenti des athlètes sur ces gouttières. Il est important que les athlètes ne se retrouvent pas gênés par ces gouttières. Cela pourrait influencer négativement leurs performances. Il est ressorti, que hormis la difficulté pour s'exprimer, elles ne gênaient en aucun cas les athlètes lors des exercices.

L'hypothèse était que le port d'une gouttière de repositionnement mandibulaire modifie certaines performances propres aux escrimeurs de haut niveau. Ce sujet est donc intéressant par son originalité puisqu'aucune étude ne l'a traité à ce jour. De manière plus générale, peu d'études ont recherché l'impact de ces gouttières sur les performances de sportifs de haut niveau. L'escrime de haut niveau étant un sport de rapidité, il est important d'analyser l'apport d'une gouttière occlusale pour optimiser les performances inhérentes à ce sport. Les résultats de ce travail étaient en accord avec cette hypothèse. En effet, on a retrouvé une amélioration de la vitesse et de l'accélération du mouvement, ainsi qu'une augmentation de la distance parcourue.

Cette étude présente l'avantage d'être réalisée sur une sélection d'athlètes de haut niveau. Ce critère de sélection rend les résultats de cette étude plus pertinents. Les travaux similaires dans le golf sont aussi réalisés sur des sportifs professionnels (37, 40- 42). Les biais de sélection ont été limités par l'exclusion des sportifs présentant des troubles articulaires et occlusaux (38,41,42). Ces troubles peuvent influencer les résultats comme nous avons pu le voir à travers la littérature internationale. Ainsi, les résultats trouvés par Ringhof *et al.* ont pu être influencé par la présence de bruxomanes dans l'échantillon (43).

De même que pour le golf, nous avons utilisé les gouttières occlusales comme dispositifs intra-buccaux. Celles-ci ont pour but de caler la mandibule par rapport au maxillaire pour parvenir à un état physiologique efficace du système stomatognathique. L'utilisation de ces gouttières, nous permet de comparer nos résultats à ceux obtenus chez les golfeurs, voire chez les basketteurs professionnels (35,37,40,41). Ringhoff *et al.* n'utilisent que des gouttières du commerce. Par conséquent, leur expérience présente un biais d'intervention et les résultats obtenus ne peuvent être retenus dans cette thèse (43).

Il convient aussi que la variabilité de la vitesse observée intra et inter-athlète confirme l'intérêt d'un modèle mixte qui prend en compte les différences entre athlète.

L'EVA portant sur le confort est un autre point fort de ce travail. Elle regroupe les critères représentant les problèmes les plus fréquemment décrits lors du port d'une gouttière occlusale (Annexe 2). Ces gouttières occlusales ne perturbent pas la respiration et les athlètes ont la sensation que leurs performances s'améliorent. Ces résultats se retrouvent dans d'autres études utilisant un questionnaire avec une EVA similaire (33,34,44).

La taille de l'échantillon retenu (11 sujets) est limitée. Une étude menée avec un échantillon plus important semble nécessaire pour confirmer nos résultats. Néanmoins, les études similaires menées chez les golfeurs et basketteurs professionnels présentent des échantillons similaires (36,38,43), voire inférieurs (41,42). Les résultats obtenus sont comparables entre ces expériences.

Les deux groupes sélectionnés sont inégaux : il y a une différence de sexe, d'âge (9,3 ans d'écart en moyenne) et de niveau. Ainsi, les performances attendues ne sont pas les mêmes. Nous pouvons supposer, que le groupe du pôle Espoir étant plus jeune et de plus haut niveau, présente des performances supérieures au groupe BEC, d'autant que leur niveau d'entraînement et d'implication est plus élevé. De plus, le groupe du pôle Espoir peut être plus motivé par cette étude, puisqu'elle peut leur apporter un nouvel outil afin d'améliorer leur compétitivité sur la scène internationale. Ce travail présente donc des biais de sélection (âge, sexe, niveau) qui nous empêche de comparer les deux groupes entre eux.

La réalisation des gouttières occlusales est opérateur-dépendant. Aucune étude recensée ne s'accorde sur la manière de les réaliser. L'augmentation de la DVO est aléatoire : + 2mm dans notre étude et pour Pae et al (42) ; + 3mm dans d'autres travaux similaires (38,41). La position mandibulaire est aussi discutée : en OIM (41), en RC (38,42) ou en position myocentrée enregistrée à l'aide d'un électromyographe (36). Il existe donc des biais de réalisation des gouttières.

De plus, nous n'avons pas enregistré les rapports occlusaux en condition d'escrime, c'est à dire en tenue avec masque et épée à la main, comme nous suggère l'étude de Tingey et al (7). Ceci peut être considéré comme un biais d'enregistrement occlusal.

Cette étude comprend aussi des biais de mesure. Nous n'avons pas repris les tests en fin d'exercice pour observer si la fatigue musculaire a une influence sur

les résultats ou si les athlètes étaient plus motivés par le simple fait de tester les gouttières (16). Il aurait aussi été intéressant de suivre sur plusieurs mois les athlètes avec le port des gouttières et analyser l'évolution des performances (36). De plus, l'analyse vidéo est également opérateur-dépendant. Les études menées sur le golf utilisent des systèmes avec capteurs plus précis que dans notre étude (accéléromètre 3D, capteurs sensoriels, électromyographe) (38,41,42). Notre étude n'étant pas réalisée en double aveugle, le port ou non des gouttières ne permet pas d'éliminer la partie placebo.

Dans l'analyse du ressenti des gouttières avec une EVA, il reste une part de subjectivité que l'on ne peut maîtriser.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent une amélioration significative de la distance, de la vitesse et de l'accélération avec le port d'une gouttière occlusale chez les escrimeurs de haut niveau. Seul le temps n'est pas modifié de manière significative. Nous retrouvons ces résultats dans les travaux étudiant l'effet des gouttières occlusales et MORA sur les performances de golfeurs professionnels (41,42). Au vue de notre faible échantillon, nous pouvons émettre plusieurs hypothèses expliquant ces résultats. Une, de ces hypothèses, serait que le dispositif occlusal provoque un relâchement et une contraction musculaire plus efficace.

Nous observons aussi que ces résultats se retrouvent dans les deux groupes même si le port des gouttières semble avoir été plus bénéfique au groupe du pôle Espoir du CREPS (CREPS 4 et 5). Les filles étant plus entraînées, elles bénéficient plus des effets de la gouttière. Par conséquent, ces gouttières occlusales semblent être une piste de recherche intéressante dans l'amélioration des performances physiques, telle que la vitesse d'exécution d'une action de combat, voire mentale (effet placebo). Cette augmentation significative de la

vitesse est d'autant plus intéressante que les touches d'escrime se jouent au $1/25^{\text{ème}}$ de seconde.

Cependant, il faut être prudent sur ces résultats car ils peuvent dépendre de biais non contrôlés dans la réalisation des exercices.

Notre EVA sur le ressenti des gouttières occlusales et les études similaires, nous permet de déduire que malgré la nécessité d'améliorer le confort, les gouttières de repositionnement mandibulaire ne semblent pas constituer une gêne pour les athlètes. Néanmoins, nous notons que les escrimeuses du CREPS sont un peu plus gênées par le port des gouttières (élocution, hypersalivation, respiration, confort) mais se sentent légèrement plus performantes avec gouttière, comparé au groupe BEC.

Au final, cette expérience fait lieu de pré-étude permettant de mesurer les difficultés rencontrées, afin de réaliser une expérience à plus grande échelle.

VI. Conclusion

Il s'agit de la première étude analysant les effets d'une gouttière occlusale sur les performances d'escrimeurs de haut niveau. D'après celle-ci, ces gouttières améliorent certaines performances sportives (performance physique). En effet, la vitesse, la distance et l'accélération sont augmentées de manière significative avec le port des gouttières occlusales. Il est cependant difficile de tirer des conclusions sur l'influence du port de ces gouttières car ces résultats peuvent dépendre de plusieurs biais.

Nous avons aussi pu constater dans cette étude, que les escrimeurs n'ont pas été gênés par le port des gouttières occlusales lors des tests ; certains se sentent même plus performants grâce à elles.

Malgré le rôle que peuvent apporter ces gouttières de repositionnement mandibulaire, l'amélioration des performances sportives fait partie d'un ensemble pluridisciplinaire comportant : médecin, kinésithérapeute, podologue, chirurgien dentiste, etc... (54). De plus les performances des escrimeurs de haut niveau sont dépendantes d'autres facteurs (mental, technique, tactique et physique), qui ne sont pas nécessairement relié au simple port d'une gouttière occlusale. D'autres études paraissent donc nécessaires afin d'établir un réel lien entre le calage de la mandibule et son influence sur les performances sportives via l'équilibre postural, notamment dans des situations présentant des incertitudes spatiales, temporelles et évènementielles.

VII. Annexes

Annexe 1 : Réponse du CPP

COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES SUD-OUEST ET OUTRE MER III

Président : Docteur Driss BERDAÏ

Monsieur Hubert CHAUVEAU

Bordeaux, le 1^{er} décembre 2015.

Réf. CPP : DC 2015/164
Vos réf. : demande d'avis cadre réglementaire.

En date du 25 NOVEMBRE 2015, conformément aux dispositions du Code de la Santé Publique, le CPP Sud-Ouest et Outre Mer III a examiné la **demande de cadre réglementaire** d'un projet de recherche intitulé :

"INFLUENCE DU PORT D'UNE GOUTTIÈRE OCCLUSIVE SUR LES PERFORMANCES PHYSIQUES SPORTIVES D'ESCRIMEURS DE HAUT NIVEAU. "

Cette étude a pour objectif d'évaluer le temps de réaction et l'aboutissement de l'action chez des escrimeurs de haut niveau en fonction du port ou non d'une gouttière occlusive.

Cette recherche observationnelle, basée sur un recueil de données à l'aide de capteurs donnant des signaux sonores et lumineux, est hors du champ des dispositions du code de la santé publique régissant la recherche biomédicale et les soins courants.

Pour le Comité et le Président

Le Secrétaire général



Dr Roland-Igor GALPERINE

1/2

COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES SUD-OUEST ET OUTRE MER III

DOCUMENTS EXAMINES PAR LE COMITE

- Courrier électronique de demande d'avis de Monsieur CHAUVEAU en date du 30 octobre 2015 ;
- Résumé du protocole.

MEMBRES PRESENTS

Catégorie médecins ou personnes qualifiées dans la recherche biomédicale :

- ❖ Professeur Nicholas MOORE (titulaire)
- ❖ Docteur Antoine BENARD - compétent en matière biostatistique ou d'épidémiologie (titulaire)
- ❖ Docteur Mélina FATSEAS (suppléante)
- ❖ Docteur Igor GALPERINE – pédiatre (suppléant)

Catégorie médecins généralistes

- ❖ Docteur Stéphane FRAIZE (titulaire)

Catégorie pharmaciens hospitaliers :

- ❖ Mademoiselle Marie-Claude SAUX (titulaire)

Catégorie personnes qualifiées dans le domaine de l'éthique :

- ❖ Monsieur André CALAS (titulaire)
- ❖ Docteur Didier CUGY (suppléant)

Catégorie psychologues :

- ❖ Professeur Pascal-Henri KELLER (titulaire)

Catégorie travailleurs sociaux :

- ❖ Madame Christiane GABORIAU (titulaire)

Catégorie juridique :

- ❖ Maître Philippe ROGER (titulaire)

Catégorie Représentants des associations agréées de malades et d'usagers du système de santé :

- ❖ Monsieur Michel PERDRISSET (titulaire)
- ❖ Madame Françoise TISSOT (titulaire)

Annexe 2 : Questionnaire sur le ressenti du port des gouttières occlusales.

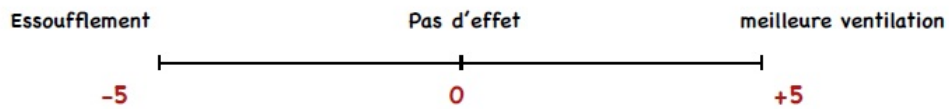
Questionnaire de satisfaction

Nom:

Prénom:

Age:

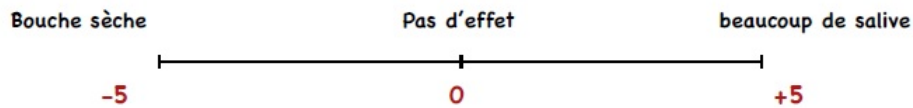
1. Quel est l'effet de la gouttière sur votre façon de respirer ?



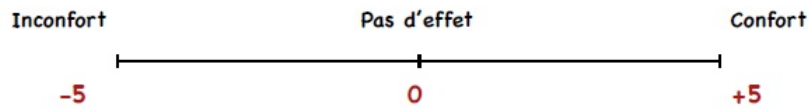
2. Quel est l'effet de la gouttière sur votre façon de parler ?



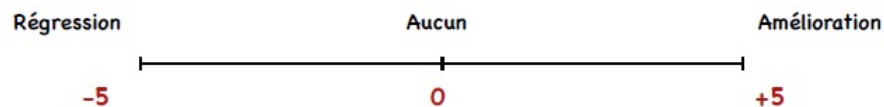
3. Quel est l'effet de la gouttière sur votre salivation ?



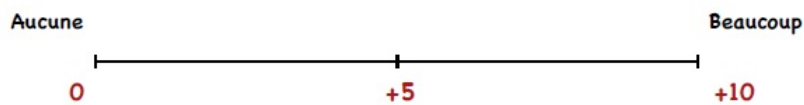
4. Quel est votre ressenti sur le port de la gouttière ?



5. Quel est l'effet du port de la gouttière sur vos sensations sportives ?



6. Le port de la gouttière provoque-t-il des nausées ?



Annexe 3 : Résultats obtenus pour chaque athlète.

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
BEC 1	Oui	2,960	1,030	2,874	2,790
		3,110	1,180	2,636	2,234
		3,040	1,120	2,714	2,423
		3,140	1,130	2,779	2,459
		3,080	1,170	2,632	2,250
	Non	2,730	1,220	2,238	1,834
		2,730	1,030	2,650	2,573
		2,770	1,080	2,565	2,375
		2,860	1,070	2,673	2,498
		2,730	1,050	2,600	2,476

Tableau 6 : Mesures obtenues chez BEC 1

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
BEC 2	Oui	2,440	1,020	2,392	2,345
		2,440	0,970	2,515	2,593
		2,560	1,030	2,485	2,413
		2,640	1,030	2,563	2,488
		2,670	1,12	2,384	2,129
	Non	2,240	1,03	2,175	2,111
		2,350	1,000	2,350	2,350
		2,300	1,130	2,035	1,801
		2,480	0,970	2,557	2,636
		2,440	0,900	2,711	3,012

Tableau 7 : Mesures obtenues chez BEC 2

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
BEC 3	Oui	2,710	1,030	2,631	2,554
		2,750	1,000	2,750	2,750
		2,630	1,130	2,327	2,060
		2,830	0,980	2,888	2,947
		2,750	1,000	2,750	2,750
	Non	2,590	1,000	2,590	2,590
		2,760	1,000	2,760	2,760
		2,860	1,000	2,860	2,860
		2,740	0,980	2,796	2,853
		2,770	0,970	2,856	2,944

Tableau 8 : Mesures obtenues chez BEC 3

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
BEC 4	Oui	2,930	0,950	3,084	3,247
		2,940	0,930	3,161	3,399
		3,020	0,930	3,247	3,492
		3,070	0,980	3,133	3,197
		Non réalisable			
	Non	2,730	1,020	2,676	2,624
		2,710	1,030	2,631	2,554
		2,840	0,970	2,928	3,018
		2,840	0,980	2,898	2,957
		2,950	1,020	2,892	2,835

Tableau 9 : Mesures obtenues chez BEC 4

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
BEC 5	Oui	3,120	1,130	2,761	2,443
		3,080	1,150	2,678	2,329
		3,060	1,230	2,488	2,023
		3,080	1,230	2,504	2,036
		3,050	1,330	2,293	1,724
	Non	3,010	1,170	2,573	2,199
		2,920	1,150	2,539	2,208
		2,940	1,220	2,410	1,975
		3,010	1,130	2,664	2,357
		2,970	1,180	2,517	2,133

Tableau 10 : Mesures obtenues chez BEC 5

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
BEC 6	Oui	3,020	1,150	2,626	2,284
		3,130	1,100	2,845	2,587
		3,080	1,120	2,750	2,455
		3,060	1,180	2,593	2,198
		3,010	1,050	2,867	2,730
	Non	2,900	1,130	2,566	2,271
		3,070	1,100	2,791	2,537
		3,030	1,220	2,484	2,036
		2,880	1,120	2,571	2,296
		3,020	1,100	2,745	2,496

Tableau 11 : Mesures obtenues chez BEC 6

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
CREPS 1	Oui	2,320	1,020	2,275	2,230
		2,320	1,130	2,053	1,817
		2,460	1,070	2,299	2,149
		2,490	1,070	2,327	2,175
		2,440	1,120	2,179	1,945
	Non	2,150	1,100	1,955	1,777
		2,220	1,130	1,965	1,739
		2,300	1,150	2,000	1,739
		2,340	1,070	2,187	2,044
		2,350	1,070	2,196	2,053

Tableau 12 : Mesures obtenues chez CREPS 1

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
CREPS 2	Oui	2,740	0,970	2,825	2,912
		2,720	1,070	2,542	2,376
		2,580	0,950	2,716	2,859
		2,450	0,970	2,526	2,604
		2,570	0,990	2,596	2,622
	Non	2,620	1,020	2,569	2,518
		2,700	1,070	2,523	2,358
		2,720	0,970	2,804	2,891
		2,630	0,880	2,989	3,396
		2,670	0,970	2,753	2,838

Tableau 13 : Mesures obtenues chez CREPS 2

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
CREPS 3	Oui	2,040	0,950	2,147	2,260
		2,140	0,930	2,301	2,474
		2,140	0,970	2,206	2,274
		2,140	0,930	2,301	2,474
		2,200	0,930	2,366	2,544
	Non	1,940	1,070	1,813	1,694
		2,100	0,920	2,283	2,481
		2,130	0,950	2,242	2,360
		2,160	0,930	2,323	2,497
		2,170	1,000	2,170	2,170

Tableau 14 : Mesures obtenues chez CREPS 3

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
CREPS 4	Oui	2,480	1,000	2,480	2,480
		2,420	1,000	2,420	2,420
		2,260	0,950	2,379	2,504
		2,430	1,000	2,430	2,430
		2,450	1,020	2,402	2,355
	Non	1,980	1,220	1,623	1,330
		2,150	1,130	1,903	1,684
		2,230	1,070	2,084	1,948
		2,260	1,070	2,112	1,974
		2,240	1,050	2,133	2,032

Tableau 15 : Mesures obtenues chez CREPS 4

Athlète	Port	Distance	Temps	Vitesse	Accélération
CREPS 5	Oui	2,670	1,100	2,427	2,207
		2,810	1,070	2,626	2,454
		2,860	1,050	2,724	2,594
		3,060	1,130	2,708	2,396
		3,200	1,160	2,759	2,378
	Non	2,390	1,300	1,838	1,414
		2,520	1,200	2,100	1,750
		2,540	1,130	2,248	1,989
		2,790	1,180	2,364	2,004
		3,020	1,320	2,288	1,733

Tableau 16 : Mesures obtenues chez CREPS

VIII. Bibliographie

1. Gangloff P, Louis JP, Perrin PP. Dental occlusion modifies gaze and posture stabilization in human subjects. *Neurosci Lett.* 3 nov 2000;293(3):203-6.
2. Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neurosci Lett.* févr 2004;356(3):228-30.
3. Lamendin H. *Odontologie du sport.* [Rueil-Malmaison]: Éditions CdP; 2004.
4. Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc J-L, Cheynet F, Borel L. Dental occlusion and postural control in adults. *Neurosci Lett.* janv 2009;450(2):221-4.
5. Cuccia AM. Interrelationships between dental occlusion and plantar arch. *J Bodyw Mov Ther.* avr 2011;15(2):242-50.
6. Wakano S, Takeda T, Nakajima K, Kurokawa K, Ishigami K. Effect of experimental horizontal mandibular deviation on dynamic balance. *J Prosthodont Res.* oct 2011;55(4):228-33.
7. Tingey EM, Buschang PH, Throckmorton GS. Mandibular rest position: A reliable position influenced by head support and body posture. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* déc 2001;120(6):614-22.
8. Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Taroni A. Occlusion and center of foot pressure variation: Is there a relationship? *J Prosthet Dent.* sept 1996;76(3):302-8.
9. Michelotti A, Buonocore G, Farella M, Pellegrino G, Piergentili C, Altobelli S, et al. Postural stability and unilateral posterior crossbite: Is there a relationship? *Neurosci Lett.* janv 2006;392(1-2):140-4.
10. Perinetti G. Dental occlusion and body posture: No detectable correlation. *Gait Posture.* oct 2006;24(2):165-8.
11. Perinetti G, Contardo L, Biasati AS, Perdoni L, Castaldo A. Dental

malocclusion and body posture in young subjects: A multiple regression study. Clinics. 2010;65(7):689-95.

12. Garabee WF. Craniomandibular orthopedics and athletic performance in the long distance runner: a three year study. Basal Facts. 1981;4(3):77-81.

13. Forgione AG, Mehta NR, McQuade CF, Westcott WL. Strength and bite, Part 2: Testing isometric strength using a MORA set to a functional criterion. Cranio J Craniomandib Pract. janv 1992;10(1):13-20.

14. Abduljabbar T, Mehta NR, Forgione AG, Clark RE, Kronman JH, Munsat TL, et al. Effect of increased maxillo-mandibular relationship on isometric strength in TMD patients with loss of vertical dimension of occlusion. Cranio J Craniomandib Pract. janv 1997;15(1):57-67.

15. al-Abbasi H, Mehta NR, Forgione AG, Clark RE. The effect of vertical dimension and mandibular position on isometric strength of the cervical flexors. Cranio J Craniomandib Pract. avr 1999;17(2):85-92.

16. Chakfa AM, Mehta NR, Forgione AG, Al-Badawi EA, Lobo SL, Zawawi KH. The effect of stepwise increases in vertical dimension of occlusion on isometric strength of cervical flexors and deltoid muscles in nonsymptomatic females. Cranio J Craniomandib Pract. oct 2002;20(4):264-73.

17. Abdallah EF, Mehta NR, Forgione AG, Clark RE. Affecting upper extremity strength by changing maxillo-mandibular vertical dimension in deep bite subjects. Cranio J Craniomandib Pract. oct 2004;22(4):268-75.

18. Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Tecco S. Dental occlusion and sports performance : a critical review. Gazz Med Ital. 2013;172(10):791-7.

19. Welch MJ, Mac Edington CD, Ritter MR. Muscular Strength and Temporomandibular Joint Repositioning. J Orthop Sports Phys Ther. mars 1986;7(5):236-9.

20. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Fragnito N, Grassi G. The influence of different jaw positions on the endurance and electromyographic pattern of the

biceps brachii muscle in young adults with different occlusal characteristics. *J Oral Rehabil.* août 2001;28(8):732-9.

21. Gelb H, Mehta NR, Forgione AG. Relationship of muscular strength to jaw posture in sports dentistry. *N Y State Dent J.* nov 1995;61(9):58-66.

22. Francis KT, Brasher J. Physiological effects of wearing mouthguards. *Br J Sports Med.* 1991;25(4):227-31.

23. Arent SM, McKenna J, Golem DL. Effects of a neuromuscular dentistry-designed mouthguard on muscular endurance and anaerobic power. *Comp Exerc Physiol.* mai 2010;7(02):73-9.

24. Piero M, Simone U, Jonathan M, Maria S, Francesco T, Gabriella C, et al. Influence of a Custom-Made Maxillary Mouthguard on Gas Exchange Parameters During Incremental Exercise in Amateur Road Cyclists. *J Strength Cond Res.* 2015;29(3):672-7.

25. Queiróz AFVR, de Brito Jr RB, Ramacciato JC, Motta RHL, Flório FM. Influence of mouthguards on the physical performance of soccer players. *Dent Traumatol.* 1 déc 2013;29(6):450-4.

26. Dunn-Lewis C, Luk H-Y, Comstock BA, Szivak TK, Hooper DR, Kupchak BR, et al. The effects of a customized over-the-counter mouth guard on neuromuscular force and power production in trained men and women. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc.* avr 2012;26(4):1085-93.

27. Baldini A, Beraldi A, Nota A, Danelon F, Ballanti F, Longoni S. Gnathological postural treatment in a professional basketball player: a case report and an overview of the role of dental occlusion on performance. *Ann Stomatol (Roma).* avr 2012;3(2):51-8.

28. Jung J-K, Chae W-S, Lee K-B. Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power. *J Adv Prosthodont.* nov 2013;5(4):388-95.

29. D'Erme V, Basile M, Rampello A, Di Paolo C. Influence of occlusal splint

on competitive athletes performances. *Ann Stomatol (Roma)*. juill 2012;3(3-4):113-8.

30. Bailey SP, Willauer TJ, Balilionis G, Wilson LE, Salley JT, Bailey EK, et al. Effects of an over-the-counter vented mouthguard on cardiorespiratory responses to exercise and physical agility. *J Strength Cond Res Res J NSCA*. 2015;29(3):S. 678-84.

31. Rapisura KP, Coburn JW, Brown LE, Kersey RD. Physiological variables and mouthguard use in women during exercise. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc*. mai 2010;24(5):1263-8.

32. Keçeci AD, Çetin C, Eroğlu E, Baydar ML. Do custom-made mouth guards have negative effects on aerobic performance capacity of athletes? *Dent Traumatol*. 2005;21(5):276-80.

33. Cetin C, Keçeci AD, Erdoğan A, Baydar ML. Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. *Dent Traumatol*. juin 2009;25(3):272-6.

34. Collares K, Correa MB, Silva ICM da, Hallal PC, Demarco FF. Effect of wearing mouthguards on the physical performance of soccer and futsal players: a randomized cross-over study. *Dent Traumatol*. 1 févr 2014;30(1):55-9.

35. von Arx T, Flury R, Tschann J, Buergin W, Geiser T. Exercise capacity in athletes with mouthguards. *Int J Sports Med*. mai 2008;29(5):435-8.

36. Manfredi M, Lombardo L, Bragazzi R, Gracco A, Siciliani G. An investigation into explosive force variation using occlusal bites. *Prog Orthod*. 2009;10(2):54-63.

37. Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: a controlled-randomized trial. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol*. août 2012;28(4):263-7.

38. Kwon T-H, Shin S-W, Ryu J-J, Lee RSB, Ahn S-J, Choi Y-J. Effect of

occlusal stabilization appliance on driving distance in golf. *J Dent Rehabil Appl Sci.* 2010;26:157-68.

39. Lee S-Y, Park Y-J, Park H-M, Bae H-J, Yu M-J, Choi H-W, et al. Effect of the Mandibular Orthopedic Repositioning Appliance (MORA) on Forearm Muscle Activation and Grasping Power during Pinch and Hook Grip. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(2):195-7.

40. Clauzade M-A, Clauzade N. Dents et performance sportive: [Équilibration occlusale - Traitement - Conseils aux sportifs]. Paris: Chiron; 2012.

41. Egret C, Leroy D, Loret A, Chollet D, Weber J. Effect of mandibular orthopedic repositioning appliance on kinematic pattern in golf swing. *Int J Sports Med.* févr 2002;23(2):148-52.

42. Pae A, Yoo R-K, Noh K, Paek J, Kwon K-R. The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* févr 2013;29(1):47-51.

43. Ringhof S, Hellmann D, Meier F, Etz E, Schindler HJ, Stein T. The effect of oral motor activity on the athletic performance of professional golfers. *Front Psychol.* 2015;6:750.

44. Duarte-Pereira DMV, Del Rey-Santamaria M, Javierre-Garcés C, Barbany-Cairó J, Paredes-Garcia J, Valmaseda-Castellón E, et al. Wearability and physiological effects of custom-fitted vs self-adapted mouthguards. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* août 2008;24(4):439-42.

45. Brionnet JM, Roger-Leroi V, Tubert-Jeannin S, Garson A. Rugby players' satisfaction with custom-fitted mouthguards made with different materials. *Community Dent Oral Epidemiol.* juin 2001;29(3):234-8.

46. Bauer C, Miller C, Quievre J. Effet d'un programme annuel de renforcement musculaire sur le développement des qualités musculaires des escrimeurs d'élite.

47. Brunet R, Keller D, Moreaux A. Effet de l'effort sur le temps de réponse

- simple et de choix en situation d'escrime. *Sci Sports*. janv 1995;10(4):215-7.
48. Harmenberg J, Ceci R, Barvestad P, Hjerpe K, Nyström J. Comparison of Different Tests of Fencing Performance. *Int J Sports Med*. déc 1991;12(06):573-6.
49. Williams LRT, Walmsley A. Response timing and muscular coordination in fencing: A comparison of elite and novice fencers. *J Sci Med Sport*. déc 2000;3(4):460-75.
50. Dinca A, Rosnet E. Motivation, réponses de coping et performances sportives des escrimeurs: une analyse qualitative exploratoire. *Rev Eur Psychol Appliquée European Rev Appl Psychol*. déc 2007;57(4):201-11.
51. Doron J, Gaudreau P. A Point-by-Point Analysis of Performance in a Fencing Match: Psychological Processes Associated With Winning and Losing Streaks. *J Sport Exerc Psychol*. 1 févr 2014;36(1):3-13.
52. Roi GS, Bianchedi D. The Science of Fencing: Implications for Performance and Injury Prevention. *Sports Med*. 2008;38(6):465-81.
53. Benguerbi E, Isidro S, Campillo M, Bettan M, Doleux D, Pin P, et al. Pied du sportif. *EMC - Podol*. 2012;8(3):1-19.
54. Poisson P, Performance sportive et orthèse. *L'information dentaire*. 2012; 22 : 3-4.

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, le Directeur de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :