

**UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

---

ANNÉE 2021

2021-TOU3-3060

**THÈSE**

**POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE  
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**Mathilde ANDERHALT**

Le 07 décembre 2021

**Impact du déséquilibre occlusal sur le cavalier et son  
cheval**

Directeur de thèse : Pr DIEMER Franck

---

**JURY**

Président :

Pr DIEMER Franck

1<sup>er</sup> assesseur :

Dr BLASCO-BAQUE Vincent

2<sup>ème</sup> assesseur :

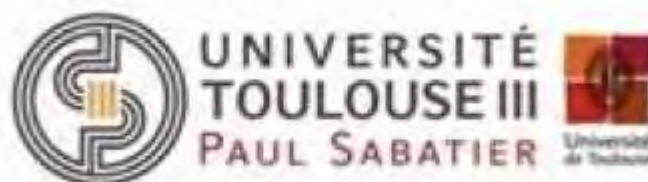
Dr DESTRUHAUT Florent

3<sup>ème</sup> assesseur :

Dr HENNEQUIN Antonnin

4<sup>ème</sup> assesseur :

Dr FRANC Mathieu



## Faculté de Chirurgie Dentaire

### ➔ DIRECTION

#### DOYEN

M. Philippe POMAR

#### ASSESSEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONJOT  
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

#### DIRECTRICE ADMINISTRATIVE

Mme Muriel VERDAGUER

#### PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

### ➔ HONORARIAT

#### DOYENS HONORAIRES

M. Jean LAGARRIGUE +  
M. Jean-Philippe LODTER +  
M. Gérard PALOUDIER  
M. Michel SIXOU  
M. Henri SOULET

#### CHARGÉS DE MISSION

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)  
M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)  
M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)  
M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)  
M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

### ➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

## Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

### 56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

#### ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE  
Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRIE-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY  
Assistants : Mme Marion GUY-VERGER, Mme Alice BROUTIN (associée)  
Adjoint(e)s d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE,

#### ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG  
Assistants : Mme Isabelle ARAGON, Mme Anaïs DIVOL,

### 56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES  
Assistant : Mme Géromine FOURNIER  
Adjoint(e)s d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Fabien BERLIOZ  
M. Jean-Philippe GATIGNOL, Mme Carole KANJ

## Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

### 57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Philippe KEMOUN)

#### PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL  
Assistants : Mme. Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN  
Adjoint(e)s d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE,  
Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT,

### CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY  
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS  
Assistants : Mme Léonore COSTA-MENDES, M. Clément CAMBRONNE  
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY,  
M. Jérôme SALEFRANQUE

### BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : M. Philippe KEMOUN  
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal COULET, M. Vincent BLASCO-BAQUE  
Assistants : Mme Inessa TIMOFEEVA, M. Mathieu MINTY, Mme Chiara CECCHINI-ALBERTONI, M. Maxime LUIS  
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANCO, M. Hugo BARRAGUE, M. Olivier DENY

## **Section CNU 58 : Réhabilitation Orale**

### **58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX** (M. Franck DIEMER)

#### **DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE**

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER  
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE  
Assistants : M. Jérôme FISSE, M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE, Mme Manon SAUCOURT  
Adjoints d'Enseignement : M. Ludovic PELLETIER, M. Nicolas ALAUX  
M. Eric BALGUERIE, M. Jean-Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE

#### **PROTHÈSES**

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR  
Maîtres de Conférences : M. Jean CHAMPION, M. Rémi ESCLASSAN, M. Florent DESTRUHAUT, M. Antoine GALIBOURG,  
Assistants : M. Antonin HENNEQUIN, M. Bertrand CHAMPION, Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE  
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER,  
M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA, M. Victor EMONET-DENAND  
M. Thierry DENIS, M. Thibault YAGUE

#### **FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONIODI, M. Karim NASR, M. Paul MONSARRAT, M. Thibault CANCEILL  
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, Mme Julie FRANKEL  
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, Mme Josiane BOUSQUET, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 01 novembre 2021

## REMERCIEMENTS

A mes parents, je ne pourrai jamais vous remercier assez, vous m'avez soutenue et accompagnée à chaque étape, vous avez toujours cru en moi. Aujourd'hui cette thèse je vous la dois. Merci pour tout le temps et l'amour inconditionnel que vous m'avez donné. J'espère que vous êtes fiers des parents que vous êtes.

A mes deux grands frères, Lucas et Mathieu, merci d'avoir veillé sur votre petite sœur et merci pour tous ces bons moments partagés, il y en aura pleins d'autres j'en suis sûre. Ne changez rien vous êtes des frères parfaits.

A mes grands-parents, merci pour toute la disponibilité et l'attention que vous m'avez porté depuis ma naissance. Mamie, merci pour tes plats tous aussi bons les uns que les autres qui réchauffent les cœurs. Une pensée pour papi qui n'est plus avec nous aujourd'hui mais qui continue de veiller sur tous ses petits-enfants.

A mes copines de promo "La Plage", grâce à vous, ces années étudiantes sont passées trop vite. Ça a été un plaisir de partager tous ces bons moments, en clinique et en cours. Toutes ces fêtes passées à vos côtés sont des moments gravés que je n'oublierai jamais.

A Elisa et Maxence mes voisins préférés, merci pour ses longues soirées à m'écouter, me conseiller, depuis le confinement, toujours un stock de bières dans le frigo et de bons petits plats pour remonter le moral. Elisa, merci de ton implication pour cette thèse, tu fais partie de ces amis sur lesquels on peut vraiment compter.

A Jo et Elvia, merci de m'avoir remise en selle après mes années de PACES et d'avoir fait de moi la cavalière que je suis devenue. Vous êtes des coachs incroyables dans les carrières et de véritables amis en dehors. J'espère que l'on continuera longtemps à partager tous ces bons moments en concours, aux écuries et autour de shooters.

A mes copains du cheval qui partagent avec moi quotidiennement cet amour pour les chevaux.

A Cécile, Baptiste et Hugo, mes amis d'enfance. Déjà à cette époque dans la cour de récré en maternelle j'avais détecté les amis géniaux que vous alliez devenir. Merci pour toutes ces années de partage, de rires, de soirées je n'en garde que de bons souvenirs.

A mes coéquipières du basket, merci pour toutes ces années à arpenter les routes de la région, toujours soudées dans les victoires et les défaites.

A mon chéri, qui ne comprend rien aux chevaux ni aux dents mais qui a été d'un soutien sans faille pendant la rédaction de cette thèse.

A notre président de thèse,

**Monsieur le Professeur DIEMER Franck**

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

*Vous m'avez fait l'honneur d'accepter de diriger ma thèse et pour cela je vous en suis très reconnaissante.*

*Je vous remercie sincèrement pour vos précieux conseils, votre écoute et votre disponibilité dans la préparation de ce travail ainsi que tout au long de mes études. Veuillez trouver à travers ce travail le témoignage de mon profond respect.*

A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur BLASCO-BAQUE Vincent**

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

*Nous vous remercions pour avoir accepté la participation à ce jury.  
Nous vous remercions pour vos conseils pratiques et théoriques tout au long de nos études.  
Voyez en ce travail, l'expression de notre profond respect.*

A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur DESTRUHAUT Florent**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Habilitation à Diriger des Recherches
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Directeur adjoint de l'Unité de Recherche Universitaire EvolSan (Evolution et Santé Orale)”
- Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Conjointe,
- Diplôme Universitaire de Prothèse Complète Clinique de Paris V,
- Diplôme universitaire d'approches innovantes en recherche de TOULOUSE III
- Responsable du diplôme universitaire d'occlusodontologie et de réhabilitation de l'appareil manducateur
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de juger notre travail.  
Toutes ces années, votre enseignement nous a apporté des connaissances théoriques et  
cliniques indispensables à notre exercice.  
Nous vous prions de bien vouloir trouver ici l'assurance de notre plus profonde  
reconnaissance.*

A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur HENNEQUIN Antonnin**

- Assistant Hospitalo-Universitaire –Faculté d’Odontologie de Toulouse
- Diplôme d’état de Docteur en Chirurgie Dentaire – Université de TOULOUSE III
- DU de Prothèse et Occlusodontologie, Université de TOULOUSE III
- DU de Recherche Clinique en Odontologie, Université de TOULOUSE III
- Co-Responsable du DU D’occlusodontologie et de Réhabilitation de l’Appareil Manducateur
- Lauréat de L’Université Paul Sabatier TOULOUSE III
- CES de Prothèse Conjointe-classement : 3ème national
- CES de Biologie de la Bouche

*Nous sommes honorés de l’intérêt que vous avez pu porter à notre travail et nous vous remercions d’avoir accepté de siéger dans ce jury.  
Nous vous remercions pour la qualité et la rigueur de vos enseignements théoriques et cliniques tout au long de notre cursus universitaire.  
Veuillez trouver, au travers de ce travail, l’expression de notre estime et de notre reconnaissance.*



A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur FRANC Mathieu**

- Adjoint d'enseignement à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse
- Diplôme Inter-universitaire de Posturologie Clinique
- Diplôme Universitaire d'Occlusodontie et d'Equilibre Corporel
- Diplôme Universitaire de Médecine Bucco-Dentaire du Sportif de Haut Niveau
- Diplôme Universitaire d'Occlusodontie et de Réhabilitation de l'Appareil Manducateur

*Nous vous remercions d'avoir accepté la participation à ce jury.  
Nous vous remercions pour votre disponibilité envers ce travail.  
Veuillez trouver ici le témoignage de notre gratitude et de notre reconnaissance la plus  
sincère.*

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	12
I. Occlusion dentaire et posturologie .....	13
I.1 Occlusion et connexion de l'appareil manducateur .....	13
I.1.1 L'appareil manducateur.....	13
I.1.2 L'occlusion dentaire.....	14
I.2. La posturologie .....	16
I.2.1 Principe postural : la position.....	16
I.2.1.1. Les capteurs posturaux .....	17
I.2.1.2. Le centre intégrateur .....	19
I.2.1.3. Le système effecteur.....	20
I.2.2. Le cavalier, une posture spécifique .....	20
I.3 Conséquence d'un déséquilibre dentaire .....	22
I.3.1. Dans la sphère orale .....	23
I.3.2. Sur la posture.....	24
II. Notion d'équitation .....	26
II.1. Interaction cheval/cavalier.....	26
II.1.1. Comment ? .....	26
II.1.2. Pourquoi l'harmonie est indispensable ? .....	27
II.2. La position du cavalier .....	28
II.2.1. Position de référence.....	28
II.2.2. Enjeux d'une position idéale.....	29
III. Impact d'un déséquilibre occlusal sur un cavalier et son cheval : application expérimentale.....	30
III.1. Présentation du protocole .....	30
III.1.1. Objectif .....	30
III.1.1.1. Évaluer l'impact d'un déséquilibre occlusal sur la position du cavalier .....	30
III.1.1.2. Observer les conséquences sur le cheval : .....	30
III.1.2. Matériel et méthode .....	31
III.1.2.1 Participants à l'étude : .....	31
III.1.2.2. Réalisation des cales occlusales .....	32
III.1.2.3. Données observées.....	33
III.1.2.3.1. Sur le cavalier en statique : .....	33

III.1.2.3.2. Sur le cavalier à cheval.....	34
III.1.2.3.3. Sur le cheval .....	34
III.1.2.4. Questionnaire final.....	37
III.1.2.5. Protocole expérimental .....	38
III.2. Étude de faisabilité : application du protocole sur un cavalier .....	39
III.2.1. Analyse vidéo .....	40
III.2.1.1. Du cavalier .....	40
III.2.1.2. Du cheval .....	43
III.2.2. Résultats.....	43
III.2.2.1. Analyse stabilométrique.....	43
III.2.2.2. Du cavalier .....	46
III.2.2.3. Du cheval .....	49
III.2.2.4. Questionnaire final.....	53
III.2.3. Discussion.....	53
III.2.3.1. Sur le cavalier .....	53
III.2.3.2. Sur le cheval.....	56
III.2.4. Perspective.....	57
CONCLUSION.....	60
ANNEXE .....	61
BIBLIOGRAPHIE .....	70

## INTRODUCTION

Les dents maxillaires et les dents mandibulaires entrent en contact continuellement au cours de la journée pour assurer des mouvements physiologiques tels que la mastication, la déglutition mais également avant ou pendant un effort physique. La normalité de l'occlusion est déterminante afin d'assurer un fonctionnement correct des chaînes musculaires.

La station debout équilibrée est permise par la synergie de différents groupes musculaires. L'interdépendance de ces différents groupes est largement admise et un dysfonctionnement de l'un aurait des conséquences en cascade sur les autres avec pour finalité un déséquilibre postural.

Avant ou pendant un effort, les dents se serrent automatiquement, obligeant les chaînes musculaires à s'équilibrer pour fournir la contraction la plus efficace possible. Un grand nombre d'athlètes de haut niveau portent des appareils dentaires, qui optimisent leur équilibre postural pour chercher à améliorer leurs performances sportives.

L'équitation est un sport où la posture et l'équilibre sont les maîtres mots pour obtenir une osmose parfaite entre le cavalier et son cheval. C'est ainsi que nous nous sommes demandés si comme dans d'autres sports tels que le handball ou le rugby les traitements occlusaux pouvaient avoir des répercussions sur le cavalier et son cheval.

Ce travail se décline en trois parties. La première et la seconde, théoriques, relient l'occlusion, la posture et l'équitation. La troisième met en avant un protocole expérimental avec ses résultats détaillés et critiqués afin d'observer si un déséquilibre occlusal peut avoir des conséquences sur la position du cavalier et la locomotion du cheval.

# I. Occlusion dentaire et posturologie

## I.1 Occlusion et connexion de l'appareil manducateur

### I.1.1 L'appareil manducateur

Il fait partie intégrante du massif facial. Il est constitué du maxillaire, de la mandibule, des articulations temporo-mandibulaire (ATM), des dents, du parodonte, des muscles manducateurs, des éléments vasculo-nerveux, ainsi que de la langue, des joues et des lèvres. (10)

De nombreuses relations s'organisent autour de l'appareil manducateur. Le bon fonctionnement de celui-ci est dépendant de la santé des éléments qui le constituent mais également d'une pérennité des relations qu'il entretient.

Les relations retrouvées sont :

- **Articulaires** : bien que le maxillaire soit un os fixe, la mandibule quant à elle est mobile. Cette mobilité est permise grâce aux condyles mandibulaires qui interfèrent avec l'os temporal : c'est l'articulation temporo-mandibulaire (ATM). Les ATM permettent les mouvements physiologiques de la mandibule tels que la mastication, la déglutition, la phonation, la diduction, la propulsion.
- **Occlusales** : La position de la mandibule est dépendante de l'interaction entre les dents maxillaires et mandibulaires. L'interface entre ces deux éléments constitue la dimension verticale d'occlusion (DVO). La DVO est définie comme la hauteur de l'étage inférieur de la face, ou plus simplement la distance entre le point sous nasal et le gnathion pendant l'OIM.
- **Musculaire** : l'appareil manducateur est composé des muscles élévateurs et abaisseurs de la mandibule, des muscles cervicaux et des muscles de la langue, des joues et de l'oropharynx. Ces muscles relient l'appareil manducateur à l'ensemble du corps humain. Les muscles élévateurs vont permettre de relier la mandibule avec l'os temporal, l'os zygomatique et le sphénoïde. Les muscles abaisseurs vont avoir de nombreuses insertions sur l'os hyoïde, ce qui le relie ainsi directement à la mandibule. Les muscles cervicaux fonctionnent en association avec les muscles masticateurs et ont un rôle primordial dans le positionnement de la tête.

L'ensemble de ces muscles va avoir une grande action sur le positionnement mandibulaire et s'associe à des structures anatomiques qui interviennent dans la posture céphalique. (10)(13)(21)

- **Hyoïdienne** : La mandibule est reliée par l'intermédiaire des muscles sus ou sous hyoïdiens à l'os hyoïde. L'os hyoïde suit en principe les mouvements mandibulaires. L'os hyoïde a la particularité d'être le seul os qui n'est relié à aucun autre os du corps humain. En revanche, celui-ci est maintenu en regard de C3/C4 par le biais de nombreuses insertions musculaires. (6)

Selon Clauzade, l'os hyoïde fait le relais entre les muscles crano-mandibulaires et la musculature sous-jacente. Il est relié à la mandibule par les muscles sus hyoïdiens (digastrique, mylo et génio hyoïdien), à l'occiput par le stylo-hyoïdien et le digastrique et à la langue par le muscle hypoglosse. Par les muscles sous hyoïdiens il est relié au sternum et à la clavicule par le muscle sterno hyoïdien, à l'omoplate par l'omo-hyoïdien. L'os hyoïde est également relié au pharynx, au fascia superficiel et au fascia cervical profond. Un déséquilibre mandibulaire entraînerait une modification de la position de l'os hyoïde avec des répercussions musculaires à distance. (6)

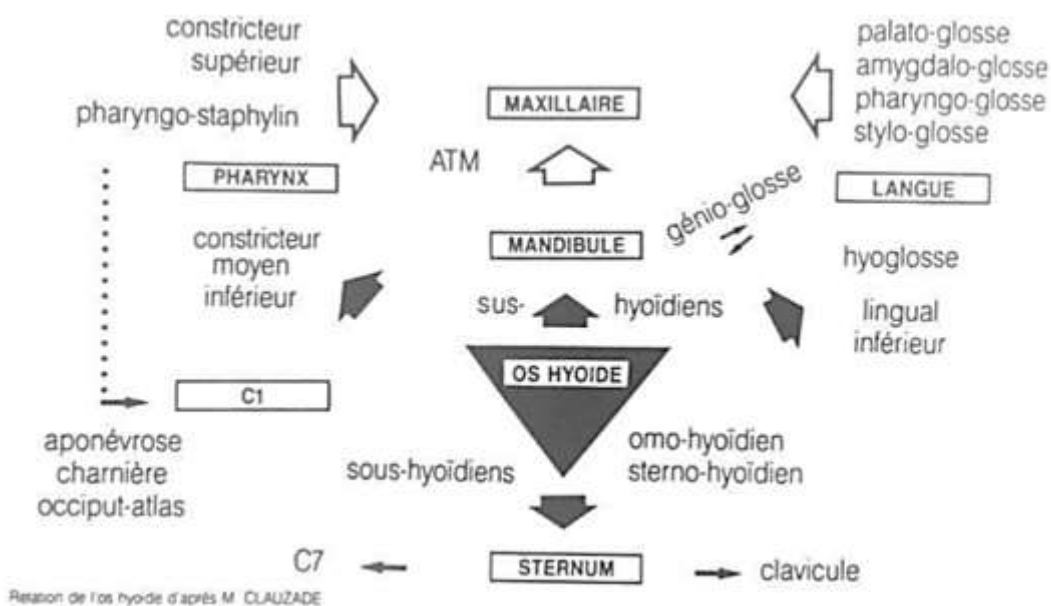


Figure 1 : Rapport de l'os hyoïde selon CLAUZADE

L'occlusion dentaire est définie par la capacité que possède l'appareil manducateur à amener en contact les dents du maxillaire et de la mandibule. L'engrènement entre les deux arcades est codifié par des règles anatomiques et biomécaniques qui décrivent une occlusion plus ou moins fonctionnelle. L'occlusion statique et l'occlusion dynamique sont distinguées. Si les rapports entre les arcades maxillaires et mandibulaires sont étudiés en mouvement, c'est une occlusion dynamique. Dans le cas contraire, elle est dite statique. L'occlusion considérée comme la plus stabilisante est nommée l'occlusion d'intercuspédie maximale (OIM). Elle est représentée par une position mandibulaire de référence où les contacts dentaires inter arcades sont maximaux. (14)

L'occlusion s'organise comme un ensemble hiérarchisé par une morphologie occlusale fonctionnelle, une arcade correctement agencée et un affrontement des arcades respectant des règles biomécaniques. Les fonctions qui en découlent permettent une économie d'énergie et une pérennité structurelle du système. (14)



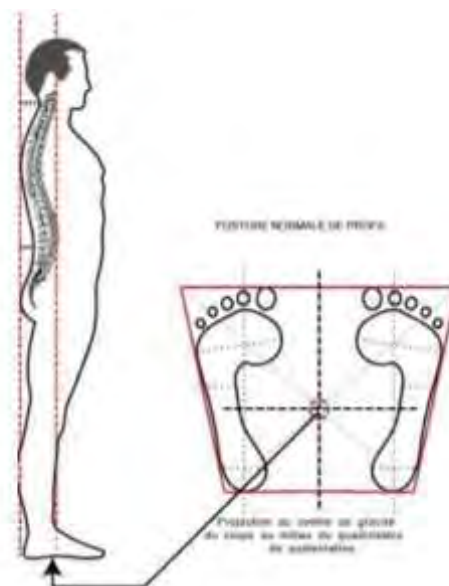
*Figure 2 : représentation de l'OIM*

L'occlusion dentaire par le biais de l'appareil manducateur est intimement lié aux dents, à la sphère maxillo-faciale, aux articulations temporo-mandibulaires, à l'os hyoïde ainsi qu'à l'appareil neuro-musculaire environnant. C'est pourquoi, penser que les dysfonctionnements occlusaux peuvent avoir des répercussions non pas uniquement sur la sphère orale mais sur l'ensemble du corps est envisageable.

## I.2. La posturologie

### I.2.1 Principe postural : la position

Les mécanismes d'équilibration du corps consistent à organiser la posture de telle sorte que la ligne centrale de gravité du corps se projette à l'intérieur de la surface des pieds d'appuis au sol. Chez l'homme, cette surface se nomme le polygone de sustentation. La ligne centrale de gravité du corps débute au niveau de la suture occipitomastoiïdienne, passe par le centre de la dent de l'axis, par le centre des processus transverses de C3/C4/C5/C6 puis en avant de T4 et passe au centre du corps vertébral de L3. L3 est le centre d'équilibre du corps humain. A partir de L3, la ligne centrale de gravité se projette au niveau de l'articulation coxofémorale pour se terminer dans le polygone de sustentation. Pour que le corps humain soit en équilibre debout, il est primordial que la projection de son centre de gravité se situe dans ce polygone de sustentation, sinon il chute. (4)

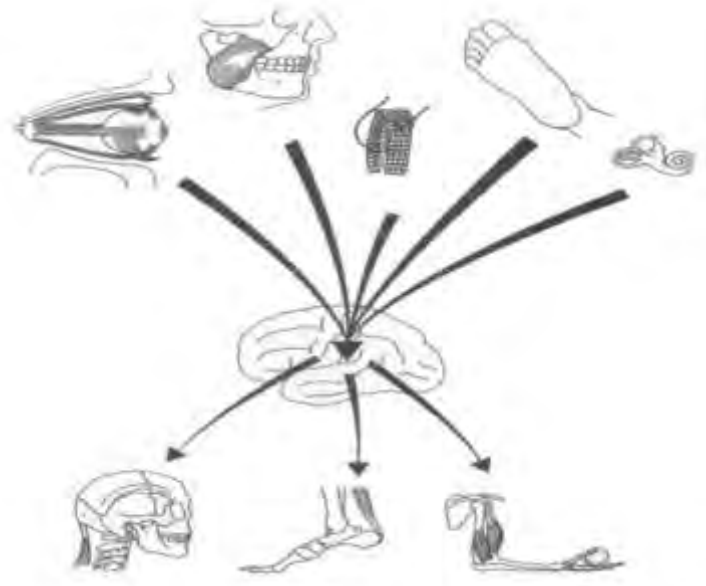


*Figure 3 : Position debout de référence*

Le corps humain étant soumis constamment à la pesanteur et à des oscillations extérieures, il utilise un tonus postural qui va lui permettre de maintenir la station debout et l'équilibre du corps. Ce système postural comprend :

- Des capteurs posturaux qui représentent le système informatif
- Un centre intégrateur, qui traite les informations ici le système nerveux central (SNC)
- Un système effecteur musculaire





*Figure 4 : Système postural*

#### I.2.1.1. Les capteurs posturaux

Les capteurs posturaux peuvent recevoir des informations venant de l'extérieur qui identifient le corps dans le milieu environnant, ce sont des extérocepteurs. Les capteurs posturaux peuvent également recevoir des informations directement de l'intérieur qui permettent à l'individu de positionner précisément chaque partie du corps, ce sont des propriocepteurs.

Les capteurs posturaux sont au nombre de cinq. Sont identifiés :

- Le capteur oculaire

Il est à la fois extérocepteur et propriocepteur. Extérocepteur car il permet de transmettre l'image extérieure perçue par les capteurs réiniens au SNC. Il est aussi propriocepteur grâce aux muscles oculomoteurs qui permettent de connaître la position exacte de l'œil dans l'orbite. (18)(23)

- Le capteur vestibulaire

Il se situe dans l'oreille interne et est primordial dans l'équilibration d'un individu. Il est composé de canaux semi circulaires et d'un système otolithique utrico-sacculaire qui permettent de transmettre aux SNC les mouvements ainsi que l'inclinaison de la tête. (18)(24)

- Le capteur manducateur

L'appareil manducateur est constitué de l'articulation temporo-mandibulaire, des arcades maxillaires et mandibulaire, des organes dentaires, des muscles masticateurs (comme vu précédemment) ainsi qu'une innervation assurée essentiellement par le nerf trijumeau (5<sup>ème</sup> paire de nerf crânien).

L'appareil manducateur comprend de nombreux récepteurs :

- Des récepteurs articulaires de Pacini, de Ruffini et de Golgi au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire.
- Des récepteurs musculo tendineux : Par le biais des fuseaux neuro musculaire et des organes tendineux de Golgi, les muscles masticateurs créent des influx nerveux qui parviennent jusqu'au ganglion de Gasser.
- Des récepteurs parodontaux qui se situent à la fois dans le desmodonte, dans la gencive et dans l'os alvéolaire. Ils permettent par le biais de la proprioception de renseigner sur l'intensité des forces et/ou d'éventuelles douleurs appliquées sur les dents. (27)(28)

- Le capteur podal

Il est considéré comme l'organe de l'équilibration. Les pieds vont transmettre au SNC des informations à la fois proprioceptives et extéroceptives. Les fuseaux neuromusculaires sont sensibles à la longueur du muscle et à sa vitesse d'étirement. Les récepteurs tendineux (ou récepteur de Golgi) ainsi que les récepteurs articulaires (ou corpuscule de Pacini et Ruffini) fournissent des informations sur les forces de contractions ainsi que sur la vitesse et la direction des mouvements articulaires. (4)(28)

- La proprioception des muscles squelettiques

Ces récepteurs sensitifs sont des fuseaux neuro musculaires disséminés dans les fibres musculaires des muscles de l'ensemble de l'organisme. Comme cités précédemment les fuseaux neuro musculaires associés aux récepteurs de Golgi et aux corpuscules de Pacini et Ruffini permettent de transmettre au SNC des informations sur les contractions, les vitesses d'étirement des muscles ainsi que des informations sur les mouvements réalisés. (18)

L'ensemble de ces capteurs vont permettre de transmettre les informations nécessaires au maintien de l'équilibre au SNC. Ces effecteurs sensitifs jouent donc un rôle primordial dans le maintien de la posture.

### I.2.1.2. Le centre intégrateur

Le centre intégrateur permet d'intégrer les informations perçues par les capteurs posturaux et de réagir en fonction de ces informations perçues. Il est composé :

- Des voies ascendantes de la sensibilité dans lesquelles l'information transite jusqu'à arriver au cortex intégrateur.
- Du cortex intégrateur situé dans le cortex cérébral
- Des zones corticales de mémorisation des schémas moteurs et posturaux
- Des voies descendantes extra pyramidales et pyramidales qui arrivent au système effecteur. (27)

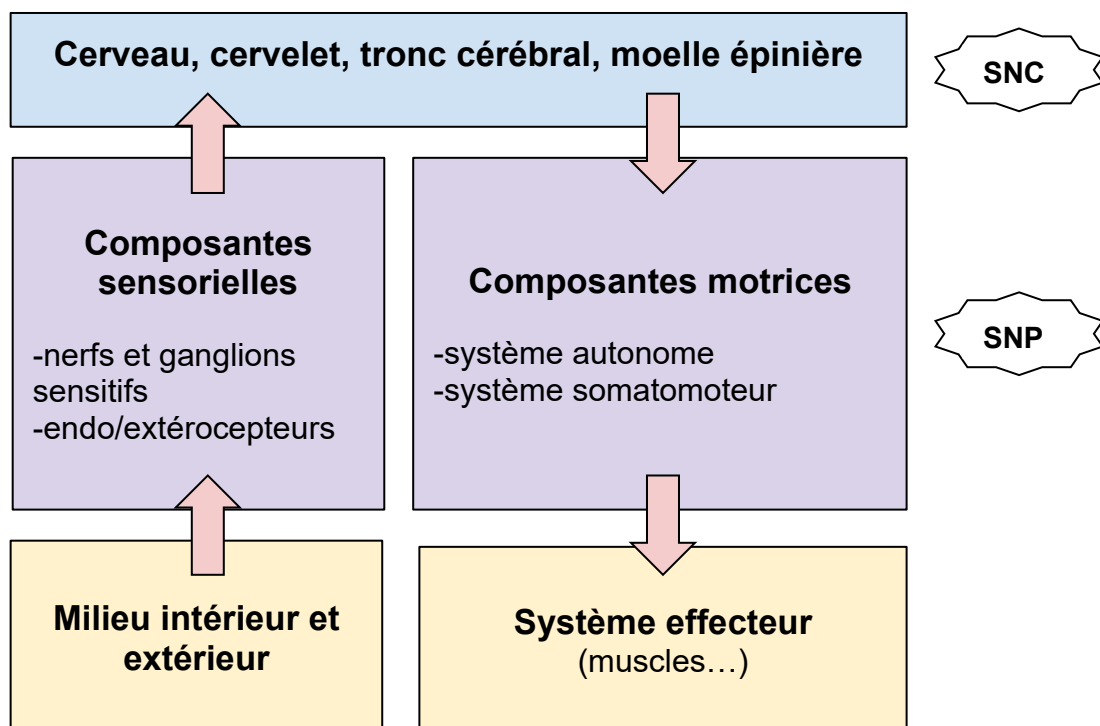


Figure 5 : Schéma du système intégrateur

### I.2.1.3. Le système effecteur

Après avoir perçu et traité l'ensemble des informations, le SNC renvoie des directives qui vont impacter les muscles posturaux. Les muscles posturaux sont les effecteurs terminaux du système du tonus postural. Leurs mobilités et leurs adaptations sont fonction des conclusions faites par le SNC. L'objectif principal des muscles posturaux est de maintenir la projection du centre de gravité du corps dans le polygone de sustentation afin d'assurer un équilibre debout. (27)

### I.2.2. Le cavalier, une posture spécifique

L'équitation est une discipline sportive particulière en terme d'équilibre puisque celui-ci résulte d'une interaction entre le cavalier et son cheval. Le cavalier va devoir passer d'un état d'équilibre sur ses pieds à un état d'équilibre modifié dit à califourchon sur son bassin lorsqu'il est sur son cheval. Ainsi le polygone de sustentation qui était jusqu'à présent délimité par les appuis au sol est alors modifié. La surface de sustentation du cavalier va être constituée par le pubis en avant, les ischions postérieurement, avec des surfaces d'appui des cuisses jusqu'aux chevilles. Le cavalier étant assis à califourchon sur son cheval, son centre de gravité va également être modifié. Celui-ci puisqu'il est assis se trouve au niveau de l'appendice xiphoïde soit environ 66% de la hauteur totale entre le sommet du crâne et la surface d'appui. (3)

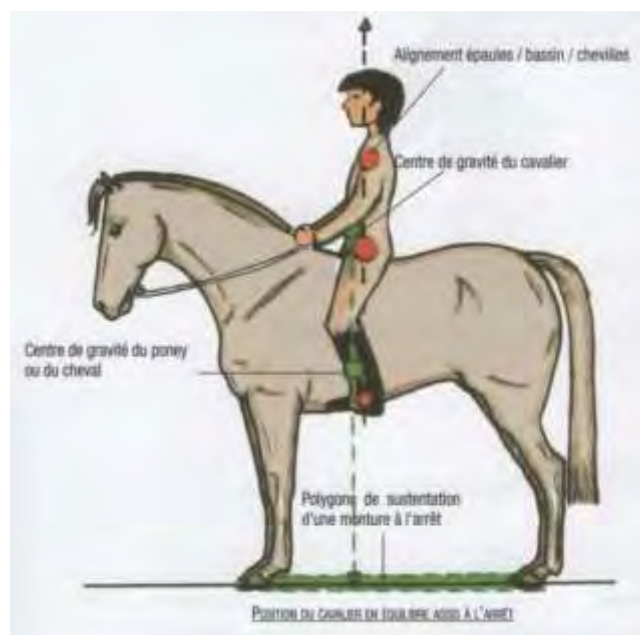


Figure 6 : Position de référence du cavalier vue de profil

Si par un mouvement brusque du cheval, la ligne centrale de gravité venait à passer en dehors du polygone de sustentation, l'équilibre serait rompu et le cavalier chuterait. (3)

Le cavalier doit réduire au plus possible les mouvements de son buste et être fixe dans l'assiette (notion qui sera développée dans la seconde partie) pour optimiser le déplacement de son centre de gravité et éviter le déséquilibre. Comme nous pouvons le voir sur ces études réalisées grâce à un simulateur équestre Equimetric par Simone Ravenel, le centre de gravité du cavalier au trot va décrire des oscillations d'avant en arrière.

Ces études ont été réalisées avec le même cheval, la même selle, le même sol, la même allure et deux cavaliers de même poids mais de niveaux différents.

Les figures 7 et 8 représentent les surfaces d'appuis au niveau de la selle d'un cavalier assis sur le dos de son cheval. Au centre, la zone marron décrit les oscillations du centre de gravité du cavalier au trot. Les couleurs autour représentent les pressions exercées au niveau de la selle. L'échelle à droite du schéma, indiquent un gradient d'intensité croissant du noir vers le rose. Les zones bleues indiquent des pressions plus faibles que les zones vertes ou jaune par exemple.

Ces mesures nous montrent que chez un cavalier équilibré, les pressions exercées sur la selle sont correctement réparties et son centre de gravité suit un tracé court et rectiligne d'avant en arrière. A l'inverse, chez un cavalier en déséquilibre qui n'arrive pas à suivre les mouvements de son cheval, le tracé est plus étendu d'avant en arrière, moins rectiligne. La répartition des pressions exercées sur la selle est plus hétérogène.

Ainsi, le centre de gravité du cavalier doit accompagner les mouvements du cheval pour obtenir un fonctionnement optimal du couple. (1)(25)

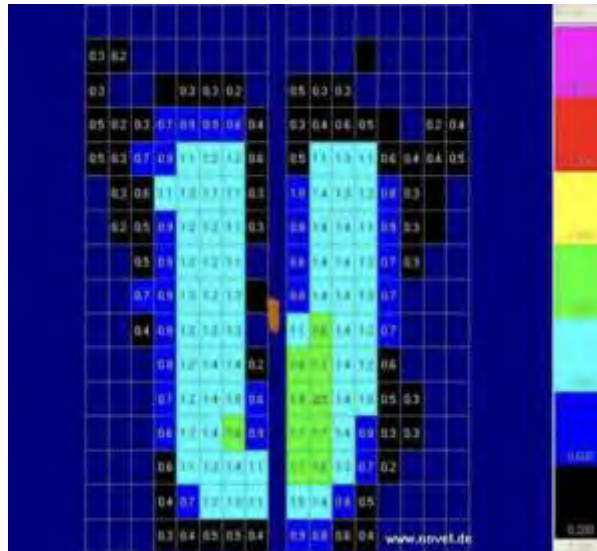


Figure 7 : Centre de gravité (zone marron) d'un cavalier qui possède une assiette fixe

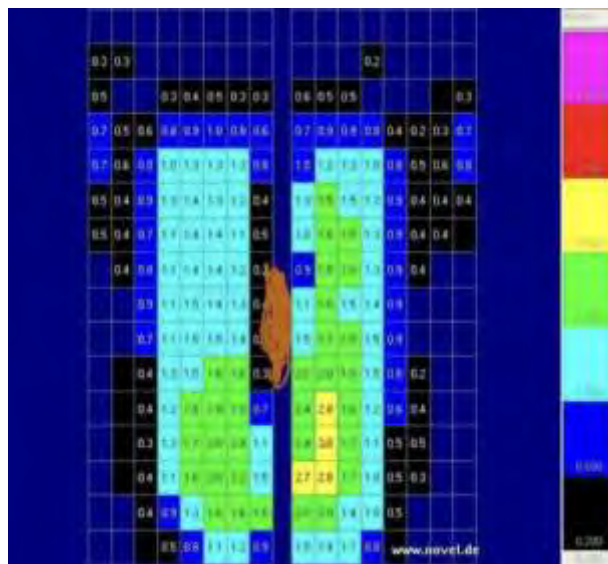


Figure 8 : Centre de gravité (zone marron) d'un cavalier qui possède une assiette pas fixe

### I.3 Conséquences d'un déséquilibre dentaire

Comme nous l'avons vu précédemment, le maxillaire, la mandibule ou même les ATM ont un rôle important dans le maintien d'un équilibre aussi bien au niveau de la sphère orale que pour le corps de manière globale. C'est pourquoi, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'un déséquilibre occlusal aura des conséquences aussi bien au niveau des structures adjacentes mais également à distance sur le corps entier.

### I.3.1. Dans la sphère orale

Des déséquilibres occlusaux peuvent être causés par de nombreux facteurs tels que des dysmorphoses maxillo-faciales et classe d'ANGLE, des séquelles traumatiques, de mauvaises obturations coronaires, des para-fonctions. Les incidences des troubles de l'occlusion dans la sphère orale vont être nombreuses.

Sur les dents en elles même par exemple, des défauts d'occlusion pourront entraîner des surcharges de l'organe dentaire qui s'usera sous l'effet des contraintes créant des facettes d'usures. (19)

D'après PIREL, les malocclusions dentaires provoqueraient des douleurs articulaires, des acouphènes, des vertiges, des céphalées/migraines et des douleurs cervicales et lombaires. (20)

Des restaurations occlusales inadéquates, des meulages intempestifs, des modifications de DVO, du bruxisme à l'origine de malocclusions auraient des conséquences sur les muscles masticateurs. Leurs hyper-contractions entraîneraient des spasmes, douleurs et dysfonctions cranio-mandibulaires. Il apparaît alors des mécanismes adaptatifs de serrage de dents, de crispations et des contractures modifiant la position mandibulaire et impactant le positionnement crânio-facial. En dehors de tout traitement, ces désordres peuvent se répercuter au niveau des ATM par le biais de craquements ou de claquements diminuant même parfois les capacités d'ouverture buccale. A distance, on peut également remarquer des contractures au niveau des trapèzes, des sterno-cléido-mastoïdien (SCM) et des muscles cervicaux. (11)(19)

De plus, face à des dysfonctions occlusales, les chaînes musculaires tenteraient de diminuer le déséquilibre engendré par le biais de systèmes adaptatifs qui entraîneraient une perte d'efficacité musculaire. En effet, des études mettent en évidence un couplage fonctionnel entre occlusion et équilibre musculaire. C'est le cas de l'étude de FERRARIO, SFORZANDO, DELLAVIA et TARAGLIA qui montre un modèle modifié de gauche à droite de la contraction du muscle SCM en présence d'une interférence occlusale asymétrique chez un sujet jeune en bonne santé avec une occlusion normale. Cela met donc en évidence une relation entre l'occlusion et le fonctionnement des muscles. (8)

### I.3.2. Sur la posture

Un trouble occlusal entraîne des conséquences au niveau de la sphère orale comme indiqué précédemment. Mais qu'en est-il de la posture du corps ?

De nombreux travaux se sont attachés à montrer que l'occlusion dentaire pouvait avoir des répercussions à distance. C'est le cas de l'étude de MOON et LEE en 2011 qui a permis de mettre en évidence que l'occlusion dentaire et les ATM avaient une influence :

- Sur la synchronisation des muscles de la tête et de la mâchoire avec les muscles d'autres sites corporels pour une bonne posture du corps.
- Sur la stabilité corporelle, la fluctuation du centre de gravité et la stabilité du regard.
- Sur la performance physique ainsi que la forme physique. (16)

Ainsi, le déséquilibre fonctionnel perçu au niveau d'un muscle engendrerait, par une succession de réactions en chaîne un déséquilibre sur les muscles qui lui sont reliés.

Puisque le positionnement de la tête est conditionné par celui de la mandibule et conditionne l'équilibre postural, alors l'hypothèse que toute altération occlusale entraînerait une altération de l'équilibre postural peut être émise. L'enchaînement des structures anatomiques mis en évidence ici serait le suivant : occlusion dentaire -> position de la mandibule -> position des ATM -> contraction équilibrée ou déséquilibrée de la musculature mandibulaire -> position de l'os hyoïde -> réaction des muscles sous-jacent -> position podale équilibrée ou non.

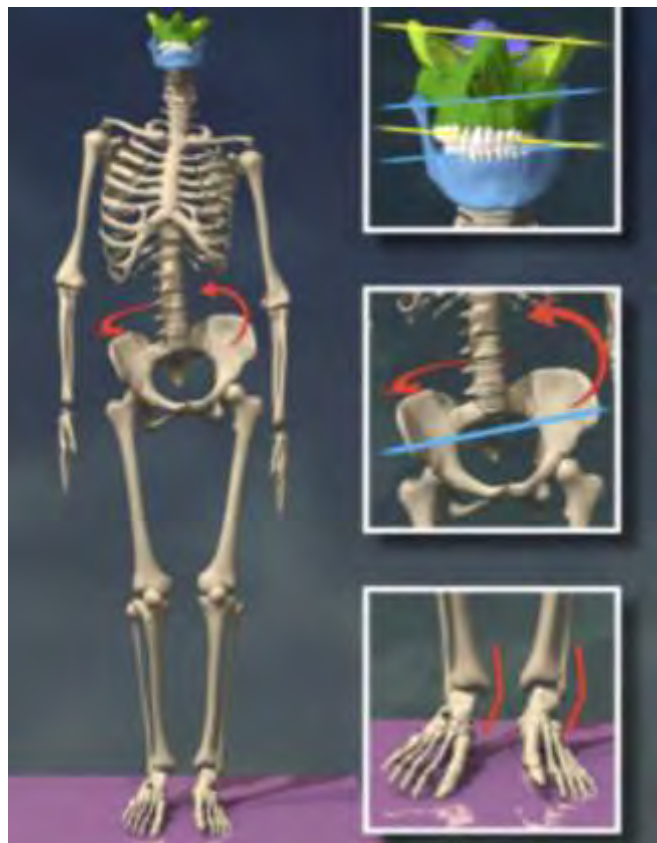


Figure 9 : Conséquence du déséquilibre occlusal sur la posture

Source : site internet biodenth



Cependant, le lien entre occlusion dentaire et posturologie a énormément été remis en cause dans la littérature. C'est le cas par exemple de l'étude menée par PERINETTI en 2006. Cette étude a essayé de chercher un lien entre l'occlusion dentaire et la posture. Vingt-six sujets en bonne santé ont été observés yeux ouverts ou yeux fermés et en position de report mandibulaire ou en OIM. Des paramètres posturaux statiques et dynamiques ont été enregistrés dans ces conditions-là. Des résultats statistiquement significatifs ont été observés en ce qui concerne l'impact de la vision sur la posture mais aucune corrélation n'est détectable entre occlusion dentaire et posture corporelle. (17)

Cette difficulté à mettre en évidence une relation entre l'occlusion et la posturologie peut être due à un phénomène adaptatif de l'ensemble du corps et ici plus particulièrement du système manducateur. Face à un déséquilibre occlusal, les maxillaires, la langue, les ATM et les muscles sont conçus pour s'adapter afin de maintenir une harmonie avec l'ensemble du corps.

Face à ces contradictions entre un lien occlusion/posture évident d'un point de vue clinique mais difficile à prouver scientifiquement, le colloque de novembre 2008 à Milan a réuni de nombreux spécialistes afin de discuter des connaissances actuelles sur le sujet occlusion et posture. Après un examen approfondi de la littérature, le comité a élaboré un nouveau consensus. Bien qu'ils relatent que la littérature soit médiocre d'un point de vue qualitatif et quantitatif, ils ont observé qu'un traitement conservateur pouvait avoir un rôle bénéfique dans le traitement de troubles occlusaux et posturaux. Cependant, ils estiment qu'en raison de l'absence de preuve en faveur d'un traitement définitif précis celui-ci doit être non invasif, conservateur et réversible. (5)

## II. Notion d'équitation

### II.1. Interaction cheval/cavalier

#### II.1.1. Comment ?

L'image du centaure reflète très bien ce que l'on recherche dans l'équitation, c'est-à-dire une harmonie parfaite entre le cavalier et son cheval. L'école française d'équitation prône un apprentissage sans force ni contrainte et dans le plus grand respect du bien-être de son cheval. La précision et l'exactitude des actions réalisées par le cavalier sont alors primordiales.

Il est nécessaire de décrire les moyens par le biais desquels le cavalier rentre en contact avec son cheval pour comprendre cette interaction. (2)

Les moyens de communication du cavalier se nomment en équitation les aides. Elles peuvent être de deux types :

- Les aides naturelles : le cavalier utilise son corps pour transmettre des informations au cheval.
- Les aides artificielles : le cavalier utilise du matériel extérieur type cravache, éperons.

Les aides naturelles sont :

- L'assiette : elle est définie par la fédération française des sports équestres comme étant « la qualité qui permet au cavalier de rester maître de son équilibre en toute circonstance quelles que soient les réactions de son cheval ». Elle est considérée comme l'élément principal de la tenue du cavalier à cheval. Via le bassin du cavalier et la selle, c'est l'aide par l'intermédiaire de laquelle s'exerce l'action du poids du corps. Elle assure la liaison du cavalier aux mouvements de son cheval. Pour obtenir ce synchronisme avec les mouvements du cheval, le cavalier devra être suffisamment décontracté afin de laisser jouer son bassin. Le bon fonctionnement du bassin est indispensable car il constitue la jonction entre le haut du corps (les mains) et le bas du corps (les jambes).
- Les jambes : elles sont en contact avec le cheval via leur face interne. Les pieds reposent sur les étriers, c'est le second moyen de tenue du cavalier. Les jambes vont

agir avec des intensités variables afin de transmettre des indications de direction, de propulsion et de réguler les mouvements du cheval.

- Les mains : elles sont en contact avec la bouche du cheval qui est une zone à manier avec beaucoup de délicatesse car très sensible. Les mains doivent avec des actions à la fois légères, souples mais fermes, contrôler l'attitude du cheval, réguler la vitesse et donner des indications de direction.

Afin de se rapprocher le plus possible de l'image du centaure, le cavalier doit avoir une utilisation juste et souple de ses aides naturelles de telle sorte à ce que sa monture le comprenne et qu'ils ne fassent qu'un. (2)(12)(15)

### II.1.2. Pourquoi l'harmonie est indispensable ?

Il faut avant tout comprendre comment le cavalier peut être un élément de perturbation sur le dos du cheval pour comprendre que l'harmonie cavalier/cheval est essentielle.

Le cavalier pourra être à l'origine de points de pression qui pourront engendrer chez le cheval une musculature asymétrique, des dorsalgies, voire même des boiteries. Le cheval face à de l'inconfort va chercher un moyen de compensation pour se soulager et pourra avoir des difficultés à se mouvoir de manière stable et régulière.

De plus, l'ajout d'un poids sur le dos du cheval va modifier son centre de gravité en le déportant vers les antérieurs du cheval, ce qui va par ailleurs altérer sa locomotion. Le cavalier utilisera ses aides au bon endroit, au bon moment et avec la bonne intensité pour contrôler son cheval et rediriger les forces exercées vers l'arrière main du cheval. (22)

Ces quelques éléments nous montrent que la recherche d'une forme d'unicité et de synchronisation entre le cavalier et son cheval est indispensable, sans quoi la présence d'un cavalier sur le dos du cheval serait plus perçue comme une gêne qu'autre chose. Face à une volonté du bien-être du cheval et de la performance sportive, une interaction harmonieuse paraît donc bien primordiale. (22)

## II.2. La position du cavalier

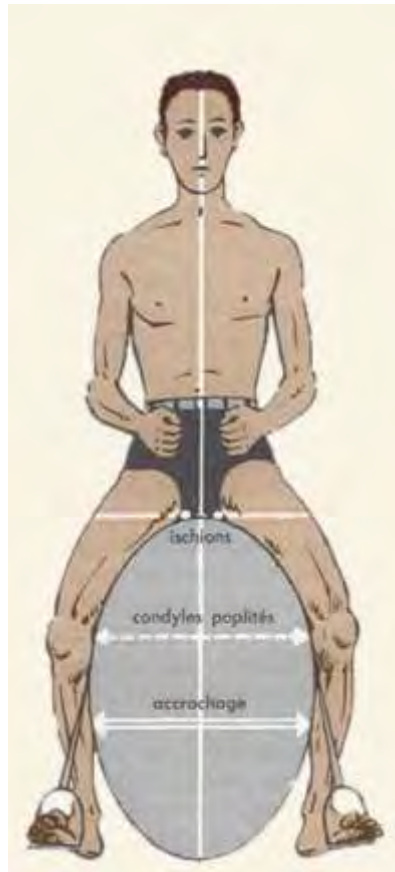
### II.2.1. Position de référence

Monter à cheval nécessite l'acquisition d'une position spécifique pour laquelle les cavaliers portent une grande importance. Cette position complexe à acquérir et difficile à conserver place le cavalier de telle sorte à ce qu'il fasse corps avec son cheval et qu'il obtienne de lui l'exécution des mouvements demandés avec le minimum d'effort et de contrainte.

La position est décrite par les différents manuels équestres comme suit :

- « La tête doit être droite, dégagée des épaules et le regard porté loin ;
- Les épaules doivent être effacées et également tombantes, les bras demi-déployés, les coudes près du corps, le poignet à hauteur du coude et les mains dans le prolongement de l'avant-bras avec le pouce en dessus ;
- Le haut du corps doit être droit ;
- La colonne vertébrale tirée vers le haut ;
- Le nombril vers les oreilles du cheval ;
- Le poids du corps doit être réparti également sur les deux fesses de part et d'autre de la ligne médiane de la selle ;
- Le rein doit être souple ;
- Les cuisses tournées sur leur plat, ne s'allongeant que sous l'effet de leur propre poids et de celui des jambes, le pli du genou liant, les jambes libres et tombant naturellement, les mollets en contact avec le cheval sans le serrer
- Les pointes de pied tombant naturellement, lorsque le cavalier est sans étrier ». (15)

Ainsi le cavalier doit être assis à l'aplomb, les fesses portant sur la selle et le plus en avant possible. Le poids du corps doit porter tout entier sur la selle avec un alignement épaules/bassin/chevilles. (7)



*Figure 10 : Position de référence du cavalier vue de face*

### II.2.2. Enjeux d'une position idéale

La position est à la base de la communication entre le cavalier et son cheval c'est pourquoi elle est si bien codifiée. Comme vu précédemment le cavalier fait exécuter à son cheval les mouvements voulus par le biais des aides. C'est ainsi qu'il agit sur l'allure, la direction, la vitesse, l'équilibre et l'attitude de son cheval. L'ensemble des régions anatomiques en contact avec le cheval doivent être dédiées à la communication et non pas seulement au maintien de l'équilibre. La seule partie mobile du cavalier est le bassin, les autres régions recherchent la plus grande stabilité possible nécessaire à une bonne communication.

L'ensemble de cette partie nous permet de comprendre combien la position est importante pour les cavaliers. Pour respecter le bien être de leur monture et être performant, ils doivent agir avec justesse pour établir une bonne communication et se rapprocher au plus possible de l'image du centaure. (3)(12)

C'est dans la continuité de notre travail que nous pouvons émettre l'hypothèse qu'une perturbation posturale du cavalier due à un déséquilibre occlusal peut avoir des conséquences sur l'harmonie que forme le couple cavalier/cheval.

### **III. Impact d'un déséquilibre occlusal sur un cavalier et son cheval : application expérimentale**

Dans de nombreux sports comme le rugby ou l'athlétisme, les traitements dentaires occlusaux peuvent permettre d'améliorer les performances du sport en question. Nous nous sommes demandés si c'était aussi le cas pour l'équitation.

#### III.1. Présentation du protocole

##### III.1.1. Objectif

Notre étude a pour but d'observer l'impact d'un déséquilibre occlusal sur la posture et l'équilibre du cavalier. L'objectif secondaire est d'évaluer si ce déséquilibre peut avoir une répercussion sur le cheval.

##### III.1.1.1. Évaluer l'impact d'un déséquilibre occlusal sur la position du cavalier

Hypothèse de travail : Une perturbation occlusale induirait une modification de la position du cavalier et de son équilibre.

Pour évaluer cette hypothèse, nous allons utiliser des cales qui déstabilisent volontairement l'occlusion (détaillées plus loin).

##### III.1.1.2. Observer les conséquences sur le cheval :

Hypothèse de travail : Une modification de la position et de l'équilibre du cavalier aurait un impact sur la locomotion du cheval.

Pour évaluer cette hypothèse, nous allons utiliser un capteur Equisense Motion qui enregistrera des paramètres sur la locomotion du cheval (détaillé plus loin).

Le but de cette étude est d'observer :

- L'impact que peut avoir un déséquilibre occlusal sur la position du cavalier
- L'impact de cette modification de position sur l'équilibre du cavalier
- L'impact du changement de position du cavalier sur la locomotion du cheval

### III.1.2. Matériel et méthode

#### III.1.2.1 Participants à l'étude :

La sélection a été faite selon les critères d'inclusion suivant :

Pour le cavalier :

- Cavalier de niveau professionnel

Pour le cheval :

- Chevaux de sport
- Âge minimum de 8 ans
- Chevaux de dressage

Ces critères visent à inclure des cavaliers d'un niveau suffisant pour pouvoir trotter assis correctement et possédant une assez bonne sensation des mouvements de leur cheval. Pour les chevaux, ces critères visent à inclure des chevaux ayant des bases de dressage solides.

Et sur les critères de non inclusion suivants :

Pour le cavalier :

- Cavalier ayant des douleurs dentaire et/ou articulaire (dans la sphère orale)
- Cavalier ayant des douleurs physiques le jour de l'expérimentation
- Avoir subi un traumatisme majeur récent (moins de 6 mois) : fracture ou entorse des membres ou des vertèbres pouvant modifier la posture du cavalier
- Être sous traitement médicamenteux responsable d'une modification posturale : exemple un myorelaxant
- Cavalier qui ne répond pas aux critères d'inclusion

Pour les chevaux :

- Chevaux ayant des douleurs physiques visibles le jour de l'expérimentation : exemple une boiterie
- Chevaux présentant une asymétrie posturale le jour de l'expérimentation
- Chevaux qui ne répondent pas aux critères d'inclusion

Les critères de non inclusion permettent d'exclure les cavaliers dont la posture serait modifiée autrement que par un déséquilibre occlusal. Ils visent également à exclure tous les chevaux qui ne seraient pas aptes à réaliser les demandes du cavalier.

### III.1.2.2. Réalisation des cales occlusales

Les étapes de réalisation des cales sont les suivantes :

- Prise d'une empreinte alginate du maxillaire
- Coulé du modèle en plâtre
- Réalisation d'une gouttière thermoformée maxillaire
- Section de cette gouttière et conservation uniquement du secteur droit
- Ajout d'ortho résine de la seconde molaire maxillaire droite à la canine maxillaire droite afin de bloquer la mandibule en latéralité droite avec un décalage de + 1,5cm.



*Figure 11 : Image de la cale hors bouche*



*Figure 12 : Image de la cale en bouche*



### III.1.2.3. Données observées

#### III.1.2.3.1. Sur le cavalier en statique :

Afin de confirmer qu'un déséquilibre a bien été créé avec notre dispositif, la stabilité du sujet est enregistrée.

Pour cela, une plateforme de stabilométrie médicapteur de Win-Posturaux est utilisée. Elle est composée sous la plateforme de trois boules qui enregistrent avec des fréquences d'acquisitions de 40Hz et permettent de capter les micro mouvements réalisés par les muscles et les articulations. La position podale du sujet sur la table est guidée grâce à des cales de positionnement en plexiglass qui sont retirées par la suite pour les mesures.

Cette plateforme nous permet d'observer le maintien de l'équilibre du sujet en prenant en compte des facteurs oclusaux et oculaires. Pour notre expérimentation nous utiliserons uniquement les facteurs oclusaux.



*Figure 13 : Image de la table médicapteur de Win-Posturaux*

Les mesures sont au nombre de deux :

- La première se réalise bouche fermée en occlusion sans cale et les yeux ouverts : situation représentative de comment se trouve un cavalier à cheval "normalement".
- La seconde se réalise bouche fermée avec la cale et les yeux ouverts.

Pour analyser les résultats, une comparaison du premier et du second enregistrement est réalisée afin d'observer si une différence de la stabilité posturale avec et sans cale existe.

Les résultats présentés dans la partie III.2.2.1 indiquent bien qu'il existe une différence de stabilité du cavalier avec et sans la cale en bouche.

#### III.1.2.3.2. Sur le cavalier à cheval

Afin d'observer des modifications de position avec la cale déséquilibrante en bouche, nous avons opté pour des analyses vidéo du cavalier. L'enregistrement vidéo sera réalisé de profil et de dos sur toute la durée de l'expérimentation. Les points à observer sur le sujet seront clairement identifiés.

Nous analyserons les paramètres suivants :

- De dos : L'alignement des épaules et des hanches du cavalier
- De profil : L'alignement épaule/hanche/talon du cavalier

Afin d'observer une modification d'équilibre chez le cavalier, celui-ci sera assis sur un simulateur équestre ressemblant à celui de Simone Ravanel décrit dans notre première partie. Ce simulateur nous permettra d'observer la répartition des pressions exercées sur la selle ainsi que la position du centre de gravité du cavalier avec et sans les cales en bouche.

#### III.1.2.3.3. Sur le cheval

Afin d'observer les modifications sur la locomotion du cheval avec ou sans le port de la cale déséquilibrante du cavalier, nous avons opté pour des analyses vidéo de dos et de profil des mouvements du cheval. Nous observerons :

- De dos : la rectitude en ligne droite du cheval
- De profil : l'engagement des postérieurs du cheval

On dit d'un cheval qu'il engage ses postérieurs quand il a ses postérieurs sous ses hanches. Ceci lui permet d'abaisser ses hanches, de relever son avant-main et donc de se porter. Le degré d'engagement des postérieurs du cheval est défini en trois mots : méjuger, juger, déjuger.

Lorsqu'un cheval se déjuge, il n'engage pas. Il fait de nombreux petits pas, ce qui est désagréable pour le cavalier, plus fatiguant pour le cheval et peut nuire à son dos. En revanche, s'il se méjuge, il couvre plus de terrain à chaque foulée.

Pour savoir si le cheval se juge, se méjuge ou se déjuge, il est utile de regarder les traces de l'antérieur droit et du postérieur droit (ou l'inverse). (9)

Le schéma ci-dessous indique en vert la trace laissée par l'antérieur, en rouge la trace laissée par le postérieur.



*Figure 14 : L'engagement des postérieurs*

*Source : Equiweb*

Il est nécessaire d'observer un cheval qui se juge ou se méjuge pour dire d'un cheval qu'il engage correctement ses postérieurs.

Afin de percevoir des modifications dans la locomotion du cheval nous nous aiderons également d'un capteur Equisense Motion.



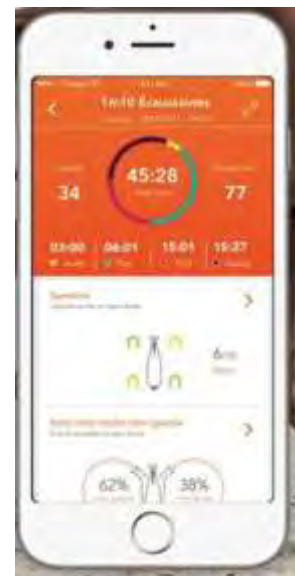
*Figure 15 : Image du capteur Equisense Motion et de son attache*

L'Equisense Motion est un capteur positionné sur la sangle et connecté à un smartphone. Il permet de collecter des données sur la locomotion du cheval pour obtenir des

retours précis sur les séances effectuées. Les informations récoltées sont mises en forme dans une application mobile qui permet au cavalier de les interpréter facilement.



*Figure 16 : Capteur Equisense Motion positionné sur la sangle*



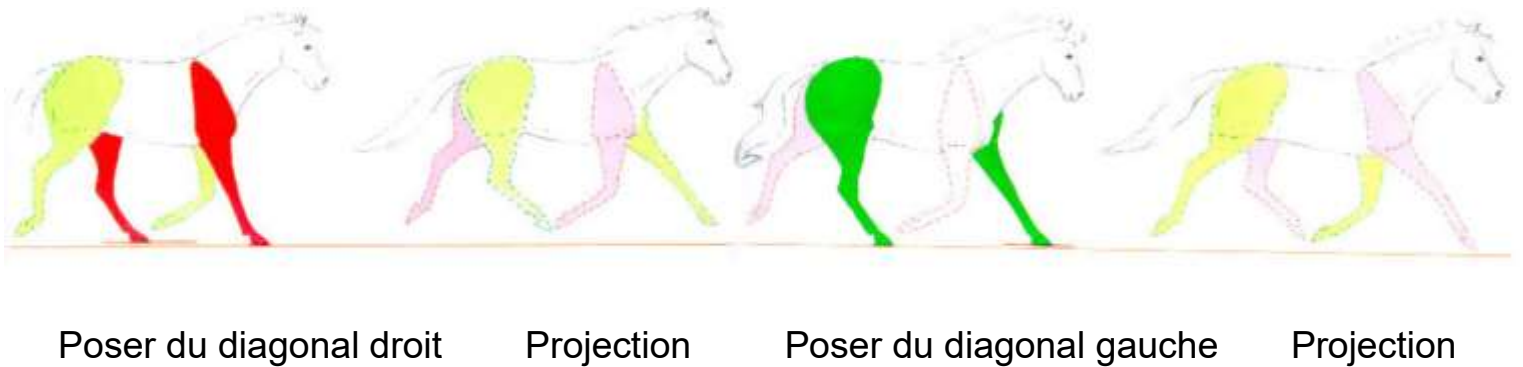
*Figure 17 : Interface de l'application mobile Equisense*

Parmi les mesures enregistrées par le capteur Equisense Motion, celles qui vont nous intéresser pour notre étude vont être :

- La symétrie de l'allure :

Notre expérimentation sera réalisée au trot. Le trot est une allure sautée, symétrique, à deux temps égaux. Le cheval progresse par bipèdes diagonaux séparés par un temps de projection où aucun des quatre membres ne touche le sol.

Un bipède diagonal est représenté par la réunion d'un antérieur avec le postérieur opposé, autrement dit, le bipède diagonal droit est composé de l'antérieur droit et du postérieur gauche. (9)



*Figure 18 : mécanisme d'une foulée de trot*

- La cadence : Elle représente la fréquence des foulées, c'est à dire le nombre de foulées effectuées en 1 min à une allure donnée ici au trot
- La régularité : Elle indique si la cadence à cette allure a beaucoup varié pendant la séance ou pas.
- Le rebond : Il représente le mouvement vertical (en cm) du corps du cheval à chaque foulée. C'est une sensation de mouvement vers le haut qu'a le cavalier en selle. (26)

Ainsi, le capteur Equisense Motion nous permettra d'observer une modification de la symétrie de l'allure, de la cadence, de la régularité ou du rebond du cheval pendant la durée de l'expérimentation avec ou sans cale déséquilibrante dans la bouche du cavalier.

#### III.1.2.4. Questionnaire final

Afin de compléter les données observées sur le cavalier et le cheval, le cavalier devra remplir un questionnaire à la fin de l'expérimentation basé sur son ressenti pour comparer les passages avec et sans les cales déséquilibrantes en bouche.

Ces questions porteront sur les sensations d'équilibre du cavalier, de mouvement du cheval et sur le liant avec l'équidé.

### III.1.2.5. Protocole expérimental

Notre expérimentation consiste en une pré-étude réalisée sur 5 couples chevaux cavaliers inclus selon les critères décrits précédemment.

Le protocole va se dérouler en quatre temps selon le schéma suivant :

1	2	3	4
8 passages à gauche	8 passages à droite	8 passages à gauche	8 passages à droite
4 SANS cale	4 AVEC cale	4 AVEC cale	4 SANS cale
4 AVEC cale	4 SANS cale	4 SANS cale	4 AVEC cale

Le choix de commencer à droite ou à gauche et de commencer avec ou sans la cale se fera par tirage au sort afin de ne favoriser ni la main droite ou la main gauche, ni le port ou non de la cale déstabilisante. Par exemple, si le tirage au sort décide de commencer à main gauche avec la cale, l'expérimentation commencera par la colonne numéro 3 et poursuivra dans le sens de lecture par la colonne 4 puis 1 et enfin 2.

Nous avons établi qu'il y aurait au total 32 passages en ligne droite au trot assis devant les caméras. Chaque passage s'effectue sur une distance de 50 mètres.

Déroulement du protocole :

- 1) Échauffement des chevaux aux trois allures pendant 30 minutes.
- 2) Tirage au sort afin de savoir si l'expérimentation se débute à main droite ou à main gauche avec ou sans la cale.
- 3) Début de l'expérimentation,
- 4) Enregistrements vidéo des passages selon le déroulement des colonnes décrit précédemment. Sur chacun de ces passages nous analyserons les paramètres sur la

position du cavalier et sur la locomotion du cheval détaillés précédemment. Chaque passage sera identifié par une abréviation : “p” pour passage “g” ou “d” si le passage se fait à main droite ou à main gauche, “A” ou “S” si le passage est réalisé avec ou sans cale en bouche et enfin un chiffre allant de 1 à 4 indiquant le numéro du passage. Par exemple, le 3ème passage à main gauche avec cale déstabilisante sera identifié pgA(3).

- 5) Récupération des données sur le tapis des pressions exercées sur la selle et indiquant la position du centre de gravité du cavalier.
- 6) Récupération des données sur la symétrie de l’allure, la cadence, la régularité et le rebond sur le capteur Equisense Motion.
- 7) Faire remplir le questionnaire aux cavaliers sur leurs ressentis.
- 8) Analyse des passages, des questionnaires et comparaison des graphiques et des paramètres obtenus. L’ensemble des données observées devront être reportées sur le cahier de recueil des données disponible dans l’annexe.

Retombées attendues : Un déséquilibre occlusal aurait des répercussions sur la position du cavalier et sur la locomotion du cheval.

### III.2. Étude de faisabilité : application du protocole sur un cavalier

Nous avons décidé de tester notre protocole expérimental sur un cavalier avant de le proposer à l’école nationale d’équitation de Saumur pour une pré-étude plus approfondie de cinq cavaliers sur leur site.

Le cavalier et le cheval recrutés respectent les critères d’inclusion et d’exclusion décrits précédemment. Le cavalier porte la cale déstabilisante côté droit.

Pour des raisons de disponibilité du matériel, nous n’avons pas pu nous procurer le tapis enregistrant les pressions exercées sur la selle et indiquant la position du centre de gravité du cavalier. Notre expérimentation sera ici faite uniquement avec les analyses vidéo et le capteur Equisense Motion.

### III.2.1. Analyse vidéo

#### III.2.1.1. Du cavalier

Pour chacun des 32 passages enregistrés, un point (toujours le même) a été identifié au sol préalablement afin qu'un arrêt sur image soit fait à ce moment lors du visionnage des vidéos. Nous avons donc pu extraire pour chaque passage une image de dos et une image de profil du cavalier.

Ces images ont été analysées en suivant les indications demandées :

- Pour l'alignement des épaules et des hanches, l'observateur devra dire si oui ou non les éléments observés sont alignés. Si les éléments sont alignés, il inscrira un A dans la case correspondante. Dans le cas où ces derniers ne le sont pas, il devra indiquer en cm le décalage.
- Pour l'alignement épaules/hanches/talons, l'observateur devra dire si oui ou non les éléments observés sont alignés. Si les éléments sont alignés, il inscrira un A dans la case correspondante. Dans le cas où ils ne le sont pas, l'observateur devra indiquer le degré de l'angle formé par le décalage.

Pour les photos de profil : Nous avons tracé une ligne reliant les épaules avec les hanches et une ligne reliant les hanches avec les talons. Nous avons ensuite mesuré l'angle  $\beta$  formé par la réunion de ces trois points.



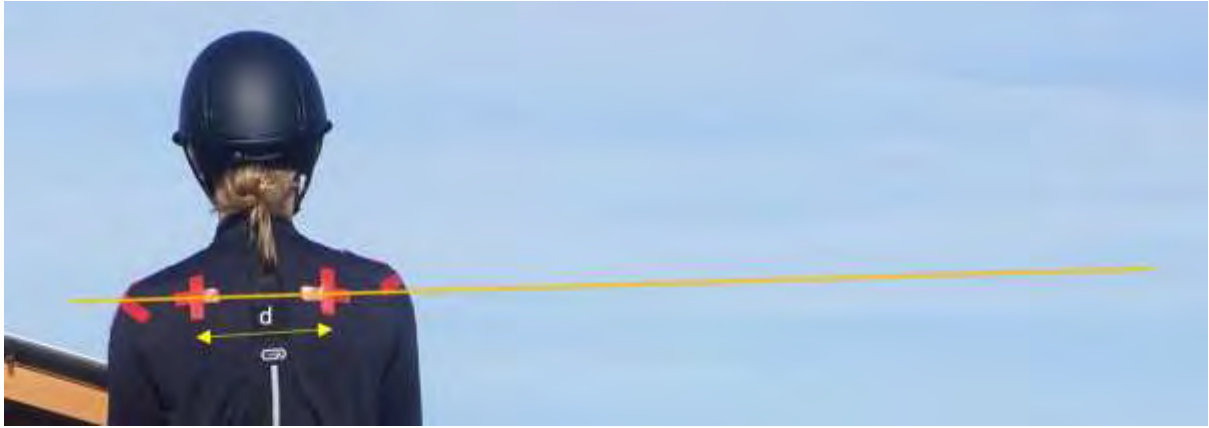


*Figure 19 : méthodologie analyse image de profil*

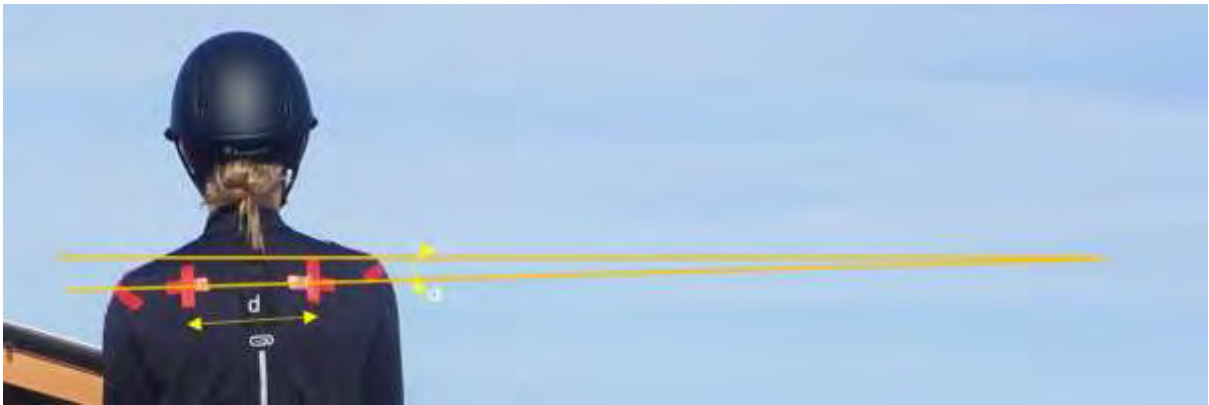
Pour les photos de dos : Nous avons tracé une ligne entre les deux points repères (les deux épaules ou les deux hanches). Dans le cas où ces éléments n'étaient pas alignés, nous avons tracé une seconde ligne à l'horizontale. Un angle  $\alpha$  a été identifié puis mesuré. Nous avons par la suite mesuré en réel la distance séparant nos points repères sur le sujet (d). Sur notre cavalier test, la distance réelle (d) entre chaque point repère est de 20 cm pour les épaules et 24 cm pour les hanches.

A partir de l'ensemble de ces informations, nous avons pu mesurer le décalage vertical observé (DO) entre nos points repères en réalisant le calcul suivant :

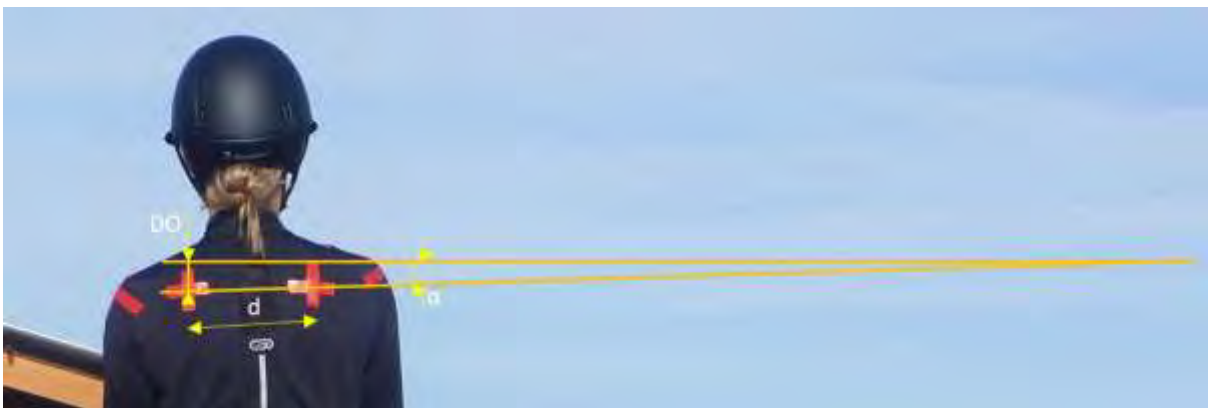
$$\text{DO} = \sin(\alpha) \times d \quad \text{en cm}$$



*Figure 20 : Méthodologie analyse image de dos 1*



*Figure 21 : Méthodologie analyse image de dos 2*



*Figure 22 : Méthodologie analyse image de dos 3*

### III.2.1.2. Du cheval

Nous avons observé sur l'ensemble de nos vidéos de profil et de dos la rectitude et l'engagement du cheval en ligne droite sur 50m.

Pour la rectitude, l'observateur devra dire si oui ou non les postérieurs du cheval suivent la ligne tracée par les antérieurs. Pour l'engagement, l'observateur devra dire si le cheval se juge, se méjuge ou se déjuge.

Les paramètres enregistrés par le capteur Equisense Motion ont été relevés pour chacune de nos situations.

L'ensemble des données obtenues sur le cavalier et le cheval ont été répertoriées dans le cahier des recueils de données.

## III.2.2. Résultats

### III.2.2.1. Analyse stabilométrique

Nous avons fait une analyse des résultats, en comparant le premier et le second enregistrement entre eux afin d'observer si une différence notable de la stabilité posturale avec et sans cale existe.

Pour rappel, les mesures sont au nombre de deux :

- La première se réalise bouche fermée en occlusion sans cale et les yeux ouverts : situation représentative de comment se trouve un cavalier à cheval "normalement".
- La seconde se réalise bouche fermée avec la cale et les yeux ouverts.

Sur ces schémas, nous avons décidé de comparer la surface du statokinésigramme enregistrée par la plateforme sans et avec la cale en bouche. En posturologie, la norme de cette surface avoisine les 85mm<sup>2</sup>. La plateforme nous permet donc de voir que moins le sujet est stable, autrement dit plus il bouge, plus la surface enregistrée augmente.

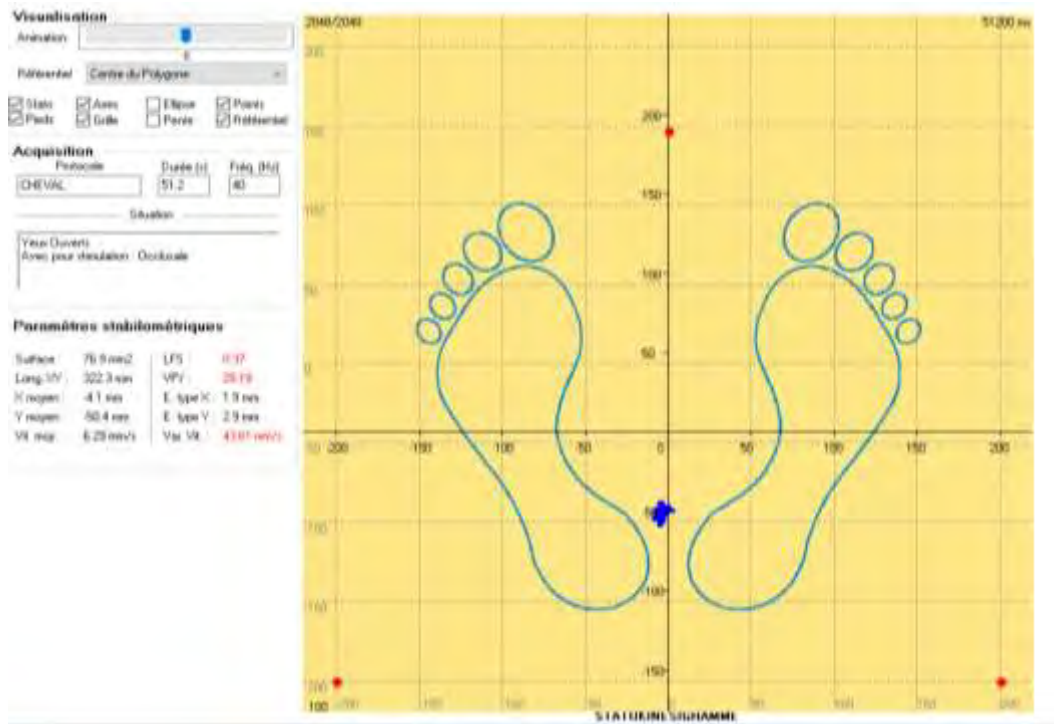


Figure 23 : Enregistrement du sujet bouche fermée en occlusion les yeux ouverts

Le point bleu présent sur le premier schéma indique la surface occupée par le sujet sur une durée d'acquisition de 50s lorsque celui-ci est bouche fermée en occlusion sans cale et les yeux ouverts. La surface occupée par le sujet est de 76,9mm<sup>2</sup>.

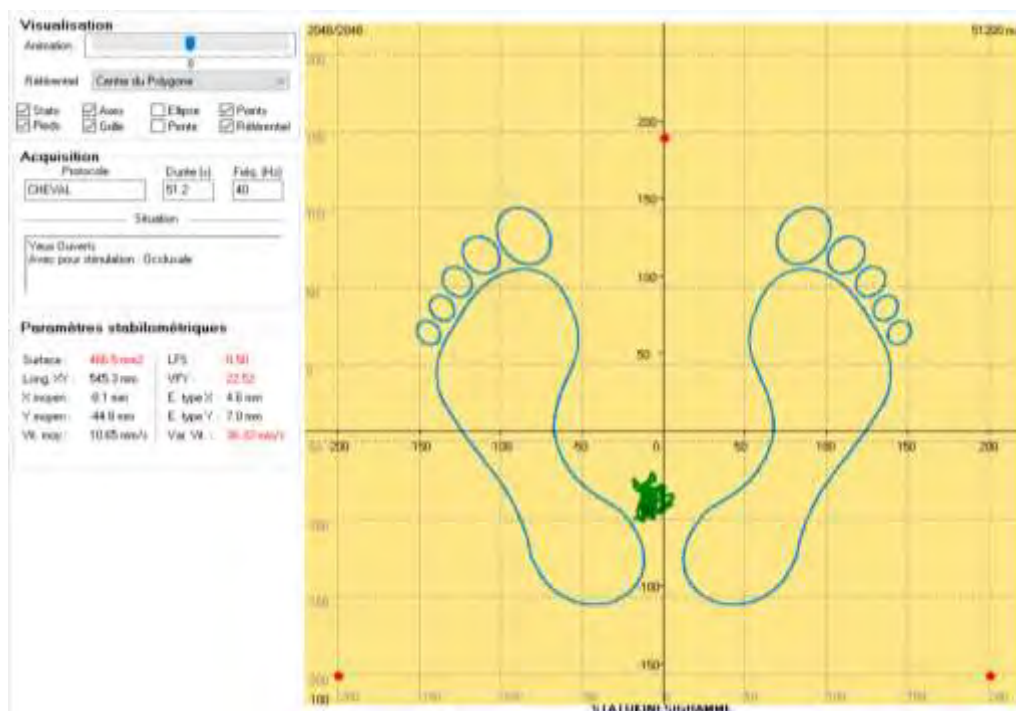


Figure 24 : Enregistrement du sujet bouche fermée avec la cale les yeux ouverts

Le point vert observé sur le second schéma indique la surface occupée par le sujet sur une durée d'acquisition de 50s lorsque celui-ci est bouche fermée avec la cale et les yeux ouverts. La surface occupée par le sujet est de 466.5 mm<sup>2</sup>.

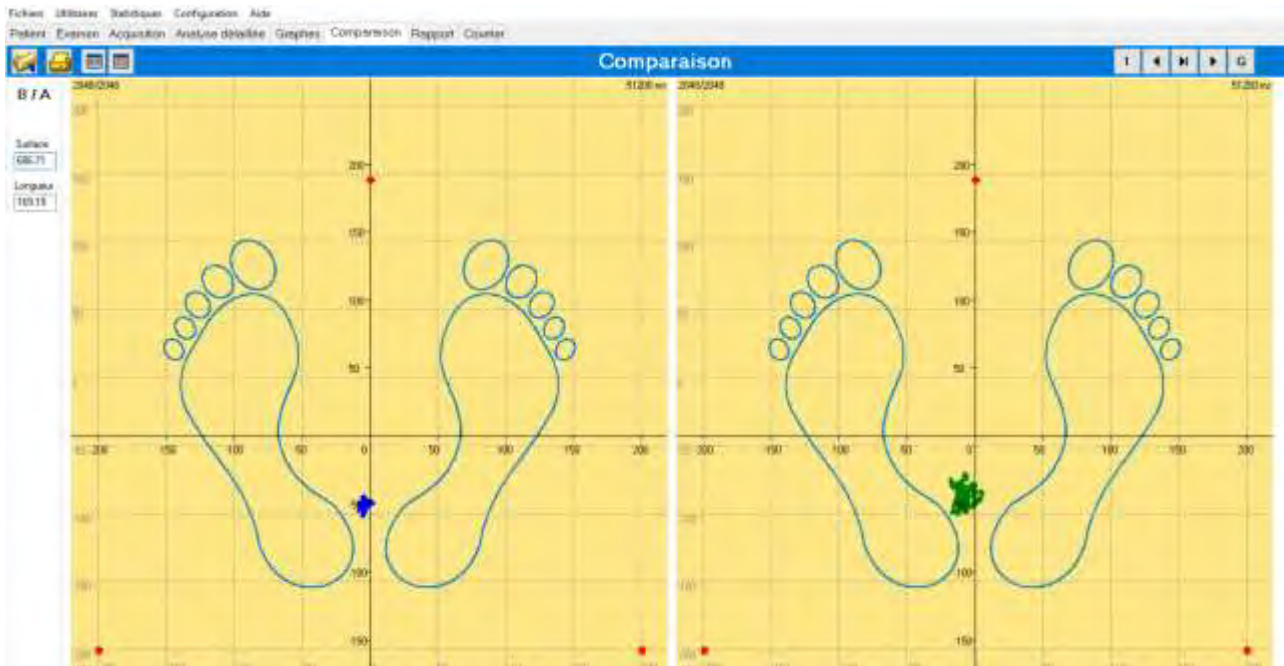


Figure 25 : Comparaison des schémas obtenus avec et sans cale en bouche

La comparaison de nos deux schémas montre clairement une perte de stabilité du sujet lorsqu'il a la cale en bouche. En effet, le sujet multiplie par 6 la surface occupée sur la plateforme en passant de 76.9 mm<sup>2</sup> à 466.5 mm<sup>2</sup>.

### III.2.2.2. Du cavalier

#### COLONNE 1

- Analyse vidéo du cavalier à main gauche sans cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pgS(1)	A	A	172°
pgS(2)	A	A	168°
pgS(3)	A	A	170°
pgS(4)	A	A	173°

- Analyse vidéo du cavalier à main gauche avec cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pgA(1)	2,5 cm	3,0 cm	156°
pgA(2)	4,1 cm	5,1 cm	162°
pgA(3)	3,1 cm	3,4 cm	160°
pgA(4)	3,4 cm	3,9 cm	157°

#### COLONNE 2

- Analyse vidéo du cavalier à main droite avec cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pdA(1)	2,7 cm	3,0 cm	157°
pdA(2)	3,8 cm	4,7 cm	154°
pdA(3)	2,4 cm	3,0 cm	152°
pdA(4)	2,9 cm	3,4 cm	160°

- Analyse vidéo du cavalier à main droite sans cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pdS(1)	A	A	168°
pdS(2)	A	A	170°
pdS(3)	A	A	169°
pdS(4)	A	A	171°

### COLONNE 3

- Analyse vidéo du cavalier à main gauche avec cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pgA(1)	3,4 cm	3,4 cm	161°
pgA(2)	3,4 cm	3,9 cm	157°
pgA(3)	3,1 cm	3,0 cm	159°
pgA(4)	2,8 cm	3,0 cm	156°

- Analyse vidéo du cavalier à main gauche sans cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pgS(1)	A	A	171°
pgS(2)	A	A	170°
pgS(3)	A	A	172°
pgS(4)	A	A	169°

#### COLONNE 4

- Analyse vidéo du cavalier à main droite sans cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pdS(1)	A	A	170°
pdS(2)	A	A	170°
pdS(3)	A	A	169°
pdS(4)	A	A	171°

- Analyse vidéo du cavalier à main droite avec cale

	Alignement épaules	Alignement hanches	Alignement épaule/hanche/talon
pdA(1)	2,7 cm	3,4 cm	156°
pdA(2)	3,4 cm	3,9 cm	160°
pdA(3)	2,7 cm	3,0 cm	156°
pdA(4)	3,1 cm	3,9 cm	158°



### III.2.2.3. Du cheval

#### COLONNE 1

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main gauche sans le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgS(1)	Oui	Juge
pgS(2)	Oui	Juge
pgS(3)	Oui	Juge
pgS(4)	Oui	Juge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages sans cale	5,7/10	78	5,5/10	10 cm

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main gauche avec le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgA(1)	Oui	Juge
pgA(2)	Oui	Juge
pgA(3)	Oui	Juge
pgA(4)	Oui	Juge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages avec cale	5,7/10	78	5,5/10	10 cm

## COLONNE 2

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main droite avec le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdA(1)	Oui	Juge
pdA(2)	Oui	Juge
pdA(3)	Oui	Déjuge
pdA(4)	Oui	Déjuge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages avec cale	5,7/10	78	5,5/10	10 cm

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main droite sans le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdS(1)	Oui	Juge
pdS(2)	Oui	Juge
pdS(3)	Oui	Déjuge
pdS(4)	Oui	Juge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages sans cale	5,7/10	77	5,5/10	10 cm

### COLONNE 3

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main gauche avec le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgA(1)	Oui	Juge
pgA(2)	Oui	Juge
pgA(3)	Oui	Déjuge
pgA(4)	Oui	Déjuge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages avec cale	5,7/10	76	5,7/10	10 cm

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main gauche sans le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgS(1)	Oui	Juge
pgS(2)	Oui	Juge
pgS(3)	Oui	Juge
pgS(4)	Oui	Juge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages sans cale	5,7/10	78	5,6/10	10 cm

#### COLONNE 4

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main droite sans le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdS(1)	Oui	Juge
pdS(2)	Oui	Juge
pdS(3)	Oui	Juge
pdS(4)	Oui	Juge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages sans cale	5,7/10	77	5,5/10	10 cm

- Analyse vidéo et valeur de l'Equisense Motion du cheval à main droite avec le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdA(1)	Oui	Juge
pdA(2)	Oui	Déjuge
pdA(3)	Oui	Déjuge
pdA(4)	Oui	Déjuge

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages avec cale	5,7/10	76	5,7/10	10 cm

#### III.2.2.4. Questionnaire final

Le questionnaire final sur les sensations ressenties par le cavalier durant l'expérimentation a été rempli. Il en ressort que lorsque le cavalier avait la cale en bouche, il s'est senti moins stable avec une modification de son équilibre vers l'avant et vers la gauche. Le cavalier avait du mal à retrouver sa position habituelle en selle. Concernant le cheval, le cavalier a ressenti un cheval moins à l'aise dans sa manière de trotter avec une diminution d'engagement et d'impulsion au fil de l'expérimentation avec la cale en bouche.

#### III.2.3. Discussion

##### III.2.3.1. Sur le cavalier

L'analyse des résultats obtenus avec notre expérimentation test permet de mettre en avant certains points :

- Sans cale en bouche, le cavalier possède sur une vue de dos, un alignement des épaules et des hanches constant au fil de l'expérimentation.



Figure 26 : Image de dos du cavalier sans cale

- En revanche, sur une vue de profil, sans cale en bouche, le cavalier devrait avoir un alignement de l'épaule avec la hanche et le talon (cf figure 6). L'ensemble aligné formerait donc un angle de 180°.
- Dès le début de l'expérimentation ce n'est pas le cas pour notre cavalier test qui possède un angle qui varie sur intervalle de 173° à 168° avec une moyenne d'angle de 170°. Sur les images issues des vidéos, nous pouvons identifier un alignement de l'épaule avec la hanche mais pas avec le talon qui se trouve plus en avant.



*Figure 27 : Image de profil du cavalier sans cale*

- Avec la cale en bouche, sur une vue de dos, le cavalier voit sa position modifiée dès le début de l'expérimentation avec un désalignement des épaules et des hanches. Le décalage entre les deux épaules varie sur un intervalle de 4,1 cm à 2,4 cm avec une moyenne de 3,0 cm. Le décalage entre les deux hanches varie sur un intervalle de 5,1 cm et 3,0 cm avec une moyenne de 3,5 cm. Le décalage identifié entre les deux épaules

et les deux hanches nous montre que le corps bascule vers la gauche quand le cavalier porte la cale.



*Figure 28 : Image de dos du cavalier avec la cale*

- Avec la cale en bouche, sur une vue de profil, le cavalier voit également sa position se modifier dès le début de l'expérimentation. L'angle formé par l'alignement de l'épaule avec la hanche et le talon va diminuer, il varie sur un intervalle de  $162^\circ$  à  $156^\circ$  avec une moyenne d'angle de  $157^\circ$ , indiquant ici une modification soit de la position de l'épaule, soit de la hanche, soit du talon. Sur les images issues des vidéos, nous pouvons identifier que la hanche et le talon restent à leurs places. En revanche, on observe un désalignement de l'épaule et de la hanche avec une bascule de l'épaule vers l'avant et donc du haut du corps du cavalier.



*Figure 29 : Image de profil du cavalier avec la cale*

Les résultats observés par le biais de l'analyse des vidéos sont concordants avec le ressenti du cavalier répertorié dans le questionnaire final.

### III.2.3.2. Sur le cheval

L'analyse des résultats obtenus avec notre expérimentation test permet de mettre en avant certains points :

- Sans cale en bouche, le cheval a une rectitude correcte tout au long de l'expérimentation, c'est-à-dire que les postérieurs du cheval suivent la ligne tracée par les antérieurs. Pour ce qui est de l'engagement, le cheval se juge à 94% du temps. Les valeurs de l'Equisense Motion nous montre que sans cale en bouche le cheval garde toujours la même symétrie (5,7/10) et le même rebond (10cm) tout au long des passages.



On observe une légère variation de la cadence et de la régularité allant de 78 à 76 pour la cadence et de 5,7 à 5,5 pour la régularité.

- Avec cale en bouche, le cheval conserve sa rectitude tout au long de l'expérimentation. La bascule sur la gauche et vers l'avant du cavalier n'a pas d'impact sur ce paramètre. En revanche pour l'engagement nous observons que progressivement au fil de l'expérimentation le cheval se déjuge de plus en plus sur les passages avec la cale en bouche alors qu'il continue de se juger sur les passages sans cale en bouche. La modification de position du cavalier a ici un impact sur l'engagement du cheval. Le cavalier par sa nouvelle position est moins stable et vient rompre l'unicité qu'il forme avec son cheval. Le cheval se sent gêné progressivement par le cavalier ce qui impacte sa manière de se déplacer au trot.
- Les valeurs de l'Equisense Motion nous montrent qu'avec la cale en bouche le cheval garde la même symétrie (5,7/10) et le même rebond (10cm) tout au long des passages. Ces valeurs restent inchangées par rapport aux passages où le cavalier n'avait pas la cale en bouche. Les variations de la cadence et de la régularité restent elles aussi inchangées. La cadence varie de 78 à 76 et de 5,7 à 5,5 pour la régularité. Nous n'observons pas de différences notables sur ces valeurs avec et sans le port de la cale en bouche.

Les résultats observés par le biais de l'analyse des vidéos sont aussi concordants avec le ressenti du cavalier répertorié dans le questionnaire final.

#### III.2.4. Perspective

Afin de permettre une amélioration de cette étude, nous pouvons critiquer certains points.

- Le protocole semble permettre une analyse objective :
  - ❖ Il ne favorise ni la main droite ou la main gauche ni le port ou non de la cale déstabilisant grâce au système de tirage au sort.
  - ❖ Le nombre établi de 32 passages est suffisant pour obtenir des résultats concordants. Avec moins de passages, l'échantillon serait moins

représentatif. Avec plus de passages, la variable “fatigue du cheval” devrait être prise en compte et viendrait perturber certains résultats.

- La réalisation du protocole :

- ❖ Si l'idée des analyses vidéo est à conserver, une augmentation de la qualité de prise de vues des caméras serait intéressante. De plus, nous avons pensé qu'identifier nos points repères par le biais de points lumineux nous permettrait d'obtenir plus de précision pour le pointage des vidéos.
- ❖ Nous avons également émis l'idée d'utiliser des capteurs de mouvements plutôt que des analyses vidéo. Un capteur type accéléromètre serait placé sur chaque point repère et permettrait d'enregistrer le déplacement d'un point par rapport à un autre ainsi que la vitesse de déplacement de ces points. Cette méthode permettrait d'augmenter la fiabilité de l'enregistrement des résultats mais serait plus compliquée à mettre en œuvre et plus onéreuse.
- ❖ Nous avons décidé également d'observer l'alignement des talons sur une vue de dos. Néanmoins ce paramètre a été supprimé au cours de l'expérimentation car il était difficile de percevoir correctement et dans une même position les deux talons sur les vidéos de dos. En effet, à cause des mouvements du cheval au trot, les talons bougent beaucoup plus que le haut du corps. En fonction de la foulée, ils s'abaissent, remontent, pivotent plus au moins vers l'extérieur et s'écartent plus au moins du cheval. L'ensemble de ces phénomènes les a rendus non exploitables. En revanche, nous avons pensé qu'il serait intéressant de se procurer des capteurs de pression. Ceux-ci seraient positionnés au niveau des étriers et permettraient de voir si la pression exercée sur les étriers est constamment la même avec et sans cale en bouche.

- Les résultats :
  - ❖ Des valeurs importantes pour le décalage des épaules et des hanches ont été répertoriées dans les tableaux de résultat. Outre le décalage provoqué par la cale en elle-même, la cause pourrait être que les oscillations du cheval amplifieraient à certains moments le déséquilibre du cavalier.
  - ❖ A l'inverse du cavalier, peu de résultats ont été observés sur le cheval. La compensation du déséquilibre du cavalier par le cheval serait la cause la plus évidente. Le port de la cale sur un laps de temps court comme celui de l'expérimentation ne serait pas suffisant pour dépasser ce phénomène de compensation et avoir de réelles répercussions sur la locomotion du cheval. Le seul changement que l'on peut noter provient du fait que le cheval se sent moins à l'aise dans sa manière de se déplacer lorsque le cavalier n'est pas stable sur son dos.
  - ❖ Toutes les valeurs observées par le biais de l'Equisense Motion sont dépendantes du cheval. Nous pouvons imaginer que la cale déstabilisante entraînerait des variations différentes avec d'autres chevaux.
  - ❖ Cette expérimentation a été réalisée avec un seul couple cavalier-cheval pour tester le protocole. Il serait intéressant maintenant de le réaliser avec plusieurs couples cavalier-cheval afin de vérifier si les résultats sont reproductibles avec un plus grand échantillon.

## CONCLUSION

Beaucoup d'articles traitent du lien entre occlusion et posture mais dans l'ensemble, les auteurs s'accordent à dire qu'il existe un lien clinique évident mais difficile à prouver scientifiquement.

De nombreuses études ont été réalisées pour montrer l'impact d'un traitement occlusal sur l'équilibre et les performances sportives dans des sports comme le rugby ou le handball, néanmoins, aucune de ses études n'évoquent l'impact en équitation sur le cavalier et son cheval.

La posture et l'équilibre étant les maîtres mots en équitation, nous nous sommes attardés sur le sujet en proposant un protocole expérimental afin d'observer si un déséquilibre occlusal pouvait avoir des conséquences sur le cavalier et son cheval.

Malgré les réserves exprimées sur le protocole, certains points peuvent être mis en avant concernant cette étude. Nous avons pu observer une nette modification posturale du cavalier entre les essais avec et sans cale en bouche, confortant ici, l'idée qu'il existe bien un lien clinique évident entre l'équilibre occlusal et l'équilibre postural.

En revanche, très peu de résultats ont été mis en évidence sur le cheval. Sur un laps de temps court comme celui de notre expérimentation, le déséquilibre engendré par le cavalier est compensé par le cheval et n'impacte pas réellement sa locomotion. Le cheval semble être uniquement moins à l'aise dans sa manière de se mouvoir avec un cavalier moins stable sur son dos.

Ce protocole testé sur un couple cavalier/cheval met en évidence certaines conclusions intéressantes qui mériteraient d'être observées sur un plus grand échantillon, afin de voir si ces résultats sont reproductibles.

Vu le directeur de thèse et président du jury  
Pr Franck DIEMER



## ANNEXE

Annexe 1 : Cahier de recueil de données

# CAHIER DE RECUEIL DE DONNÉES

Date : .../.../20..

NOM DU CAVALIER : .....

NOM DU CHEVAL : .....

NUMÉRO ATTRIBUÉ : .../5

### Analyse des vidéos :

- Sur le cavalier :
  - Pour l'alignement des épaules et des hanches, l'observateur devra dire si oui ou non les éléments observés sont alignés. Si les éléments sont alignés, il inscrira un A dans la case correspondante. Dans le cas où ces derniers ne le sont pas, il devra indiquer en cm le décalage.
  - Pour l'alignement épaules/hanches/talons, l'observateur devra dire si oui ou non les éléments observés sont alignés. Si les éléments sont alignés, il inscrira un A dans la case correspondante. Dans le cas où ils ne le sont pas, l'observateur devra indiquer le degré de l'angle formé par le décalage.
- Sur le cheval :
  - Pour la rectitude, l'observateur devra dire si oui ou non les postérieurs du cheval suivent la ligne tracée par les antérieurs. Pour l'engagement, l'observateur devra dire si le cheval se juge, se méjuge ou se déjuge.

### Analyse du graphique des pressions exercées sur la selle et du centre de gravité du cavalier :

L'observateur devra analyser les graphiques afin de déterminer si les répartitions du poids sur la selle sont homogènes, hétérogènes, plus réparties sur l'avant, l'arrière, les côtés; image de l'équilibre du cavalier. L'observateur devra également examiner le tracé de la position du centre de gravité du cavalier au cours des passages. Il comparera les graphiques à main droite et à main gauche, sans et avec la gouttière à la fin de l'expérimentation.

## COLONNE 1

### Analyse vidéo du cavalier à main gauche SANS cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pgS(1)			
pgS(2)			
pgS(3)			
pgS(4)			

### Analyse vidéo du cavalier à main gauche AVEC cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pgA(1)			
pgA(2)			
pgA(3)			
pgA(4)			

### Analyse vidéo du cheval à main gauche SANS le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgS(1)		
pgS(2)		
pgS(3)		
pgS(4)		

### Analyse vidéo du cheval à main gauche AVEC le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgA(1)		
pgA(2)		
pgA(3)		
pgA(4)		

### Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main gauche SANS la cale en bouche

OBSERVATION :

Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main gauche AVEC la cale en bouche

OBSERVATION :

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main gauche SANS la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages SANS cale				

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main gauche AVEC la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages AVEC cale				

COLONNE 2

Analyse vidéo du cavalier à main droite AVEC cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pdA(1)			
pdA(2)			
pdA(3)			
pdA(4)			

Analyse vidéo du cavalier à main droite SANS cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pdS(1)			
pdS(2)			
pdS(3)			
pdS(4)			



Analyse vidéo du cheval à main droite AVEC le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdA(1)		
pdA(2)		
pdA(3)		
pdA(4)		

Analyse vidéo du cheval à main droite SANS le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdS(1)		
pdS(2)		
pdS(3)		
pdS(4)		

Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main droite AVEC la cale en bouche

OBSERVATION :

Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main droite SANS la cale en bouche

OBSERVATION :

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main droite AVEC la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages AVEC cale				

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main droite SANS la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages SANS cale				

### COLONNE 3

#### Analyse vidéo du cavalier à main gauche AVEC cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pgA(1)			
pgA(2)			
pgA(3)			
pgA(4)			

#### Analyse vidéo du cavalier à main gauche SANS cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pgS(1)			
pgS(2)			
pgS(3)			
pgS(4)			

#### Analyse vidéo du cheval à main gauche AVEC le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgA(1)		
pgA(2)		
pgA(3)		
pgA(4)		

#### Analyse vidéo du cheval à main gauche SANS le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pgS(1)		
pgS(2)		
pgS(3)		
pgS(4)		

#### Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main gauche AVEC la cale en bouche

OBSERVATION :

Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main gauche SANS la cale en bouche

OBSERVATION :

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main gauche AVEC la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages SANS cale				

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main gauche SANS la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages AVEC cale				

COLONNE 4

Analyse vidéo du cavalier à main droite SANS cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pdS(1)			
pdS(2)			
pdS(3)			
pdS(4)			

Analyse vidéo du cavalier à main droite AVEC cale

	Alignement des épaules	Alignement des hanches	Alignement épaules/hanches/talons
pdA(1)			
pdA(2)			
pdA(3)			
pdA(4)			

Analyse vidéo du cheval à main droite SANS le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdS(1)		
pdS(2)		
pdS(3)		
pdS(4)		

Analyse vidéo du cheval à main droite AVEC le port de la cale par le cavalier

	Rectitude	Engagement
pdA(1)		
pdA(2)		
pdA(3)		
pdA(4)		

Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main droite SANS la cale en bouche

OBSERVATION :

Analyse du graphique sur les pressions exercées sur la selle et le centre de gravité du cavalier à main droite AVEC la cale en bouche

OBSERVATION :

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main droite SANS la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages SANS cale				

Récupération des valeurs obtenues sur l'Equisense Motion à main droite AVEC la cale en bouche

	Symétrie	Cadence	Régularité	Rebond
Totalité des 4 passages AVEC cale				

## Questionnaire sur le ressenti du cavalier

	OUI	NON	PRÉCISIONS
Avez-vous senti une modification de votre équilibre ?			
Vous êtes-vous senti moins stable à cheval ?			
Avez-vous rencontré plus de difficultés à transmettre des informations à votre cheval ?			
Avez- vous senti que votre cheval se collait : - A main droite à la jambe interne ? - A main droite à la jambe externe ? - A main gauche à la jambe interne ? - A main gauche à la jambe externe ?			
Avez-vous senti que votre cheval se couchait : - A main droite à l'intérieur ? - A main droite à l'extérieur ? - A main gauche à l'intérieur ? - A main gauche à l'extérieur ?			
Avez-vous senti que votre cheval se couchait sur ses épaules ?			
Avez-vous senti une rigidité accentuée dans la bouche de votre cheval ?			
Avez- vous senti moins de souplesse dans le dos de votre cheval ?			
Avez-vous senti une modification de l'impulsion de votre cheval ?			
Avez-vous senti des défauts de symétrie dans l'allure ?			
Avez-vous senti moins de rectitude de votre cheval ?			

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) **Biau S.** *Synchronisation between rider and horse's centres of gravity : the comparison of valid and paraplegic rider's movements. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering.* 2010. Vol 13.
- (2) **Biau S, Roquet C.** *Interaction cheval-cavalier.* 2016.
- (3) **Casal H.** *Étude d'un nouveau dispositif modulaire d'adaptation de la selle d'équitation aux personnes présentant des troubles moteurs.* (Mémoire) 2012.
- (4) **Chantepie A, JF. Pérot, P. Toussirot.** *Concept ostéopathique de la posture.* Masson 2017.
- (5) **Ciancaglini R, Cerri C, Saggini R.** *Consensus Conférence. Posture and Occlusion. Hypothesis of corrélation.* Int J Stomatol Occlusion Med. 2008.
- (6) **Clauzade M, Marty J.-P.** *Orthoposturodentie 2.* Broché 2007.
- (7) **Équestres, Fédération Française des sports.** *Manuel d'équitation.* 1995.
- (8) **Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, Tartaglia GM.** *Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the sternocleidomastoid muscle.* 2003.
- (9) **FFE.** *Être cavalier, galop 5,6,7 : Manuel officiel de préparation aux brevets fédéraux.* 1998.
- (10) **Jean François Gaudy.** *Anatomie clinique 2ème édition.* Collection JPIO. 2007.
- (11) **Jeanmonod A.** *Occlusodontologie : Applications cliniques.* 1988.
- (12) **Humbert C.** *L'équitation et ses conséquences sur le rachis lombaire du cavalier.* Thèse d'exercice pour le diplôme de Dr en médecine. 2000.
- (13) **Kamina P.** *Anatomie clinique tome 2, tête, cou, dos.* Maloine. 2013.
- (14) **Laplanche O.** *Occlusion et fonctions occlusales pour l'unf3s (Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport).*
- (15) **Malen C, Muret B, Jacquy L.** *Être cavalier, galop 1 à 4 : Manuel officiel de préparation aux brevets fédéraux.* 1994.
- (16) **Moon HJ, Lee YK.** *The Relationship Between Dental Occlusion/Temporomandibular Joint Status and General Body Health: Part 1. Dental Occlusion and TMJ Status Exert an Influence on General Body Health.* 2011.

- (17) **Perinetti G.** *Dental occlusion and body posture: no detectable correlation.* Pubmed. 2006.
- (18) **Peyronne L, Charenton St C, Basket St M, Galas P.** *La proprioception.* p1-8. 2018.
- (19) **Picart. P.** *Occlusion dentaire, posture et performance sportive.* Pour le diplôme de Dr en chirurgie dentaire. 2015.
- (20) **Pirel C.** *Occlusion Dentaire, Posture et Performances.* Table ronde odontostomatologie et sport. Troisième conférence Nationale Médicale Interfédérale. Paris. 2007.
- (21) **Rouvière H, Delmas A.** *Anatomie humaine Tome 1 tête et cou.* Masson. 2002.
- (22) **Saute C.** *Interaction cavalier cheval. Equ'idée.* 2015.
- (23) Site internet : <http://www.posturologie-essonne.fr/pathologies/desequilibres-oculomoteurs/> D'après les articles de Baron 1955, Ushio et al 1980, Brandt et al 1986, Roll et Roll 1987, 1988, Gagey 1988, Velay et al 1994, Brandt 1999, Donaldson 2000, Weir et al 200, Guerraz et al 2000, Jahn et al 2002, Strupp et al 2003, Glasauer et al 2005, Büttner-Ennever 2006, Kapoula et Le 2006, Wang et al 2007, Legrand et al 2012.
- (24) Site internet : <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-systeme-vestibulaire-16209/>
- (25) Site internet : <http://www.saddlefitting.fr/archives/2012/03/26/23856434.html>
- (26) Site internet : <https://equisense.com/pages/equisense-motion>
- (27) **Vallier G.** *Traité de posturologie clinique et thérapeutique* 2ème édition. Vallier. 2016.
- (28) **Willen G.** *Manuel de posturologie : approche clinique et traitements des pathologies rachidiennes et céphaliques.* Frison-Roche. 2004.

---

**IMPACT DU DÉSÉQUILIBRE OCCLUSAL SUR LE CAVALIER ET SON CHEVAL**

---

**RÉSUMÉ EN FRANÇAIS :**

L'équitation est un sport où la posture et l'équilibre sont les maîtres mots pour obtenir une osmose parfaite entre le cavalier et son cheval. Ce travail a pour but d'observer à travers une étude de faisabilité si un déséquilibre occlusal a un impact sur la position du cavalier et la locomotion du cheval. Pour notre étude, le déséquilibre occlusal a été créé grâce à une cale déstabilisante et le protocole expérimental décrit a été testé sur un couple cavalier/cheval. Les résultats enregistrés ont été analysés par le biais de vidéos et d'un capteur *Equisense Motion*<sup>®</sup>. On observe une modification de la position du cavalier avec et sans cale déstabilisante en bouche sur le côté gauche et vers l'avant. En revanche, très peu de résultats sont observés sur le cheval. Celui-ci ne semble pas être impacté par la modification de posture du cavalier sur un laps de temps court comme celui de l'expérimentation. Certaines conclusions intéressantes sont notables et mériteraient d'être observées sur un plus grand échantillon afin de voir si ces résultats sont reproductibles.

---

TITRE EN ANGLAIS : Occlusal imbalance impact on the rider and the horse.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Réhabilitation Orale 58.01

---

MOTS-CLÉS : Occlusodontie, Cale déstabilisante, Déséquilibre, Posturologie, Cavalier, Trot, Cheval.

---

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire : 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex

---

Directeur de thèse : Pr. Franck DIEMER