



Institut d'Ostéopathie de Rennes
Département des Mémoires
Session Juin 2015

Pilotes de INSHORE ET WHIPLASH

Les troubles cervico-thoraciques chez les pilotes sont-ils en lien avec ce syndrome ?

Mémoire réalisé en vue de l'obtention du diplôme d'Ostéopathe
Présenté par Mélodie RIVARD

Tuteur Pédagogique : Christian MONNIER Ostéopathe DO

Année Universitaire 2014/ 2015

ATTESTATION DE NON PLAGIAT

J'atteste sur l'honneur que la rédaction des travaux de fin d'études, réalisée en vue de l'obtention du diplôme d'Ostéopathie est uniquement la transcription de mes réflexions et de mon travail personnel.

Et, si pour mon argumentation, je copie, j'emprunte un extrait, une partie ou la totalité de pages d'un texte, je certifie avoir précisé les sources bibliographiques.

Le 25/04/2015

Signature de l'étudiant :

SOMMAIRE

Attestation de non plagiat	2
Sommaire	3
Résumé.....	4
Summary	5
Remerciements.....	6
Abréviations :.....	7
Introduction.....	8
Rappel sur le sujet.....	9
Chapitre 1 : Le motonautisme inshore	9
Chapitre 2 : Le Whiplash	17
Chapitre 3 : Rappel sur les cervicales et la première thoracique	21
Expérimentation.....	28
Chapitre 1 : Contexte théorique et expérimental	28
Chapitre 2 : Population et matériel	30
Chapitre 3 : Réalisation de l'expérimentation	32
Analyse des données de l'expérimentation	37
Chapitre 1 : Résultats	37
Chapitre 2 : Discussion	51
Conclusion	54
Références et Index.....	56
Table des Figures	56
Références Bibliographiques	57
ANNEXES	59
Table des Matières	60

RESUME

Ce mémoire porte sur la pratique du pilotage Inshore. Il s'agit d'un sport nautique de grande vitesse qui contraint les pilotes à des variations très importantes de vitesse telles que le passage de 150 km/h à 50 km/h pour prendre un virage.

Le syndrome du Whiplash est dû à un traumatisme physique comme de fortes décélérations. Le symptôme le plus connu étant les cervicalgies, nous nous sommes intéressés aux troubles cervico-thoraciques causés par le Whiplash.

Une course regroupe plusieurs événements traumatisants.

Nous avons eu deux hypothèses :

La pratique du pilotage en Inshore crée-t-il des troubles cervico thoraciques de type Whiplash ?

Le nombre d'années de pilotage augmente-il les risques de troubles cervico thoraciques de type Whiplash ?

Nous avons réalisé un interrogatoire portant sur la symptomatologie du Whiplash et un bilan visant à trouver des troubles cervico-thoraciques et la présence d'un Whiplash.

Sur un panel de douze pilotes dix ont été retenus pour l'expérimentation.

Nous avons identifié que 80% des pilotes avaient plus de trois critères en faveur de troubles cervico-thoraciques et 30% avaient la possibilité d'un Whiplash avec un $p=0,6$. Ce résultat, non significatif, ne démontre donc pas notre première hypothèse.

Par contre, il existe une corrélation de 0,8 entre le nombre d'années de pilotage et la présence de troubles cervico-thoraciques liés au Whiplash avec un $p=6,5*10^{-4}$. Ce résultat, significatif, démontre notre seconde hypothèse.

Nous pouvons donc envisager qu'un traitement ostéopathique serait intéressant pour les pilotes.

SUMMARY

This report concerns the practice of inshore piloting which is a high speed water sport. It forces the drivers to very important variations of speed such as the passage from 150 kph to 50kph to take a bend.

The syndrome of Whiplash is due to a physical trauma such as strong decelerations. The best-known symptom being neck pains, we were interested in the cervico-thoracic disorders due to Whiplash.

We find several traumatizing events in a race.

We had two hypotheses:

Does the practice of inshore piloting create cervico-thoracic disorders of Whiplash type?

Does the number of years of piloting increase the risks of cervico-thoracic disorders of Whiplash type?

We realized an interrogation concerning the symptomatology of Whiplash and a balance assessment aiming at finding cervico-thoracic disorders and the presence of Whiplash.

Out of a panel of twelve drivers we kept ten for the experimentation.

We found that 80% of the drivers had more than three criteria in favour of cervico-thoracic disorders and 30% had the possibility of Whiplash with one $p=0,6$. This result, non-significant, doesn't demonstrate our first hypothesis.

But, there is a correlation of 0,8 between the number of years of piloting and the presence of cervico-thoracic disorders due to Whiplash with one $p= 6,5*10^{-4}$. This significant result demonstrated our second hypothesis.

We can then consider that an osteopathic treatment would be interesting for the drivers.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon tuteur, Christian MONNIER pour m'avoir accompagnée dans ce projet.

Je tiens à remercier le Docteur PANZOLATO et le Docteur BENICHOU pour avoir accepté de participer à cette étude.

Je remercie Olivier et Guy BETIN sans qui je n'aurais pas pu faire ce mémoire.

Je remercie Stéphane LEMOINE et Sébastien LEMOINE qui m'ont accueillie dans leur équipe et accompagnée dans la réalisation de ce mémoire. Ainsi que toute la Team NAVIKART pour m'avoir fait découvrir ce sport.

Je remercie ma mère, mon frère et mon père pour m'avoir soutenue pendant toutes ces années. A ma mère pour ces nombreuses relectures de ce mémoire, son soutien sans faille et sa patience afin de pouvoir m'aider. A mon frère, qui m'a permis de m'entraîner si souvent et a toujours pris le temps d'être là pour moi. Je remercie Isabelle, Alexandra et Danielle pour leurs relectures.

Merci à mes amis, vous avez été là pendant ces années d'études pour me soutenir.

Merci aux camarades de promotion avec qui nous nous sommesentraidés lors de la réalisation du mémoire.

ABREVIATIONS :

C0: occiput

C1: atlas

C2: axis

C7: septième vertèbre cervicale

T1: première vertèbre thoracique

OAA: occiput, atlas, axis

Cc: courant continue dans un moteur

MRP : mouvement respiratoire primaire

T12 : douzième vertèbre thoracique

L1 : première vertèbre lombaire

TCT : troubles cervico-thoraciques

ORL : oto-rhino-laryngologie

Introduction

Le motonautisme Inshore est une pratique sportive à grande vitesse avec de fortes accélérations, décélérations et beaucoup de prises de virage. Cette pratique étant sur l'eau, il y a de nombreuses variations de vitesse et de force de frottements qui favorisent l'augmentation des contraintes sur les pilotes.

Les écrits sur le Whiplash montrent que ce syndrome peut être provoqué, entre autre, par des événements avec de fortes accélérations, décélérations, nous pouvons donc penser qu'après plusieurs courses les pilotes peuvent en être atteints.

Comme nous l'avons décrit dans la partie Whiplash, les cervicalgies sont le symptôme le plus ressenti par les patients souffrant de ce syndrome selon les divers ostéopathes, c'est pourquoi nous nous sommes intéressés principalement aux troubles cervico-thoraciques. Avant la réalisation de ce mémoire, nous avons eu plusieurs discussions avec des pilotes mettant en évidence qu'ils souffraient beaucoup de cervicalgies.

Cette étude va peut-être mettre en évidence que les cervicalgies dont souffrent les pilotes sont en rapport avec le syndrome du Whiplash.

Pour ce faire nous avons effectué une étude sur 12 pilotes. Nous avons réalisé un interrogatoire ciblé sur les symptômes qui peuvent être ressentis lors de la possibilité d'un Whiplash puis nous avons réalisé un bilan visant à montrer la présence d'un Whiplash.

Les résultats nous permettront de savoir à la fois si la pratique de ce sport engendre une symptomatologie spécifique à ce syndrome et si la durée de pratique du sport augmente le risque de retrouver ce syndrome.

Rappel sur le sujet

CHAPITRE 1 : LE MOTONAUTISME INSHORE

1.1 Présentation du sport

Il s'agit d'un sport motonautique qui se pratique sur les plans d'eau à l'intérieur des terres.

Les bateaux sont des catamarans en Carbone Kevlar, dont la forme permet à l'air de passer sous la coque et d'agir comme un coussin d'air, et ainsi de prendre de la vitesse.

Les pilotes se trouvent dans un siège baquet, positionné face au volant.



Figure 1 : Intérieur d'un bateau

Des pédales se trouvent aux pieds du pilote. A droite se présente la pédale d'accélérateur et à gauche un bouton permettant de changer l'assiette du bateau (monté de Trim). L'assiette d'un bateau correspond à l'inclinaison longitudinale d'un navire. Elle est définie par le calcul de la différence entre le tirant d'eau à l'arrière et le tirant d'eau à l'avant (hauteur immergée du bateau), ceci divisé par la longueur entre perpendiculaires (longueur entre les intersections avant et arrière entre la coque et la flottaison à pleine charge). Sur le volant sont placés cinq des boutons, un pour la radio (en contact permanent avec l'équipe et la

direction de course) et quatre pour la descente de trim. La radio est reliée au Team Manager qui indique au pilote : la position de son bateau et des autres bateaux. Il permet d'éviter des accidents et guide le pilote pour faire de meilleurs résultats. Le TRIM est un vérin situé sur l'étrier de fixation du moteur, il permet grâce à un mécanisme de réglage de modifier l'assiette du bateau donc l'équilibre du bateau.



Figure 2 : Illustration fonctionnement TRIM [18]

Les cockpits sont soit ouverts soit fermés, ce qui modifie les contraintes subies par le pilote et l'aérodynamisme.

Ces bateaux sont classés selon leur puissance et leur dimension en différentes catégories.

Le championnat du monde comprend trois catégories :

- La classe un comprend les bateaux jusqu'à 1050 cc, d'une longueur minimum de 3,90 m et d'un poids de 330 Kg. Vitesse 130 km/h.
- La classe deux comprend les bateaux de 1050 à 2050 cc, pour une longueur de 4,80 m minimum et un poids de 470 Kg. Vitesse 200 km/h.
- La classe trois comprend les bateaux de plus de 2050 cc, pour une longueur de 5,10 m minimum et un poids de 530 Kg. Vitesse 220 km/h.



Figure 3 : Bateaux team Navikart, Rouen 2014, Pascal SAINT AUBIN

Les pilotes de notre étude ont piloté des bateaux de la classe un ou deux. Nous pouvons voir sur la figure 3, le bateau 32 qui est en classe deux et le bateau 76 qui est en classe un.

Les pilotes portent un casque (environ 2kg), des gants, des chaussons, une combinaison ignifugée, un gilet leur permettant de flotter en cas de retournement et une bonbonne d'air en cas d'accident.

Ils sont sanglés à leur siège par un harnais six points.

Certains portent des minerves. Les pilotes de notre étude ont tous piloté sans minerve. Pour cela ils donnent deux explications :

- Le manque de place dans les bateaux qui sont partagés par plusieurs pilotes lors d'une même course ;
- Le port de la minerve en plus du casque gêne les pilotes.

Cette discipline comprend des courses d'endurance (deux à vingt-quatre heures) et des courses de vitesse (manche de vingt minutes).

Les circuits vont de 2500 à 6100 mètres et sont séparés en deux parties : une pour la classe un et l'autre pour les deux autres classes. Ces circuits présentent des virages à haute vitesse, des accélérations et des décélérations importantes. Les pilotes effectuent ces courses pendant une durée de six à vingt-quatre heures.

En endurance, chaque pilote va courir pendant une certaine durée décidée par l'équipe (deux heures maximum) puis donner le relais à un second pilote de l'équipe. Un repos d'une heure est nécessaire après chaque période de pilotage.

La course est contrôlée par un système de drapeaux. Au moment de l'arrivée, un drapeau à damier est brandi. Tous les bateaux doivent avoir franchi la ligne d'arrivée dans les dix minutes qui suivent. Des points sont attribués à chaque bateau pour établir un classement.

Lors des courses, les bateaux sont amenés à s'arrêter pour un ravitaillement ou pour des réparations respectivement répartis dans des lieux particuliers.

1.2 Contraintes liées au sport et accidentologie

Il existe plusieurs contraintes lors de la course.

Tout d'abord l'accélération : On passe d'une vitesse nulle à une vitesse pouvant atteindre 200 km/h. Les courses de vitesse sont éprouvantes car les pilotes prennent énormément de virages en peu de temps. Les courses d'endurance comportent moins de virages et les chocs sont répartis dans le temps donc mieux vécus.

Lors d'une ligne droite, les pilotes cherchent à aller le plus vite possible, ils peuvent ainsi monter à 210 Km/h.

Leur corps subit donc une accélération perpendiculaire à la colonne vertébrale. C'est celle qui est la mieux supportée par le corps humain. Lors de l'accélération, les forces agissant sur le pilote font augmenter leur poids ($\text{poids} = \text{masse} * \text{accélération de la force } g$). Tandis que le pilote est projeté dans le fond de son siège, son casque, plus lourd, entraîne sa tête vers l'arrière. Comme les cervicales sont celles qui freinent la projection de la tête en arrière, elles sont, à ce stade, les éléments qui souffrent le plus.

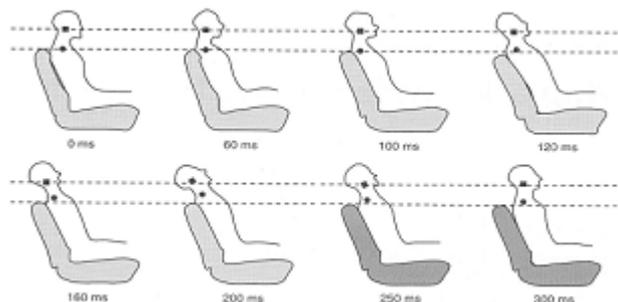


Figure 4 : Mouvement lors de l'accélération d'après Mc Connel et al [17]

Le sang du pilote est amené vers ses pieds et diminue au niveau du cerveau. Le retour du sang au cœur est ralenti avec ce phénomène. La position debout avec la force d'attraction ne permet pas au corps de résister au g. La position assise du pilote lui permet de tenir plus longtemps avant de faire un malaise. La position idéale étant la position allongée, ce qui n'est pas réalisable lors d'une course. Ce phénomène limite la durée des courses. [16]

Lors de l'accélération le corps subit des forces ; on retrouve la force de poussée du moteur et la force de frottement du bateau sur l'eau. Ces forces s'appliquent sur le bateau.

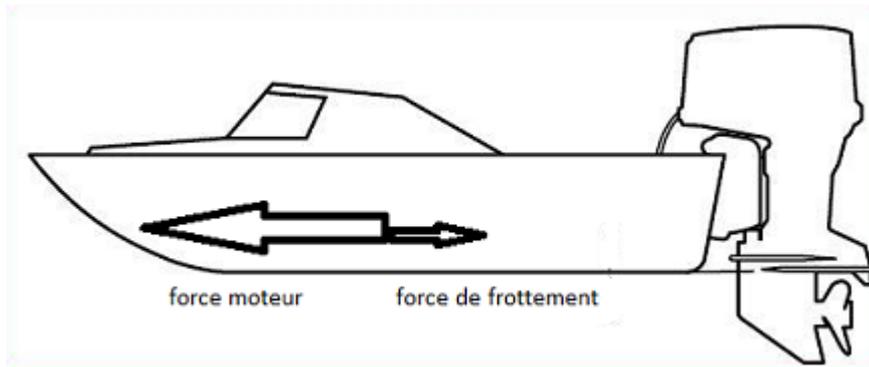


Figure 5 : Forces lors de l'accélération

Elles sont transmises au corps par le biais du siège et des différents contacts du pilote avec son bateau : pédale d'accélération etc... . Nous retrouvons donc plusieurs effets, soit le corps est touché dans son ensemble par le biais du siège, soit la force est concentrée sur une partie du corps (ex : la jambe en relation avec une des pédales).

Lors d'une accélération la valeur du g est calculée. C'est une unité d'accélération qui est le plus souvent utilisée en automobile, en aéronautique et bien sûr dans les sports nautiques. Elle est calculée à partir des forces qui ne sont pas liées à la pesanteur et appelées « accélérations propres ». Un g correspond à l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre. Lors d'une course, les pilotes subissent en moyenne trois à quatre g et cela peut aller jusqu'à six g. Plus ils subissent longtemps cette force d'accélération, plus il y a de risques de séquelles. Des pics de g réguliers peuvent aussi être très nocifs. Dans notre cas, les pilotes subissent des g importants pendant toute la course et on retrouve des pics dus à la vibration du bateau. Le bateau est parfois projeté vers le haut par les vagues de façon violente sans diminuer sa vitesse de course.

Nous observons ensuite une décélération pour pouvoir prendre le virage. Lors d'un tracking (appareil enregistrant la vitesse et la trajectoire du bateau), il a été enregistré un passage de 150km/h à environ 50 km/h en six secondes. Dans une course, la décélération doit être rapide dans le but d'amener le bateau à prendre le virage correctement sans trop ralentir pour ne pas se faire doubler par un concurrent. La diminution de la vitesse n'est pas toujours aussi importante que celle précédemment citée. Elle dépend des conditions environnantes et du virage à prendre. Le pilote va être projeté dans le fond de son siège puis vers l'avant du bateau. Nous avons donc un mouvement d'extension cervicale puis de flexion cervicale. La durée de freinage détermine la violence de l'étirement ligamentaire cervical. C'est pourquoi il existe plus de symptômes liés à la décélération lors des accidents que l'on évoquera dans la suite de ce chapitre. Ici les forces principales en présence sont les forces de frottements et la diminution de la force du moteur. La résultante des forces s'applique donc dans une seule direction. Dans un ralentissement progressif, elles sont en général bien tolérées par le corps.

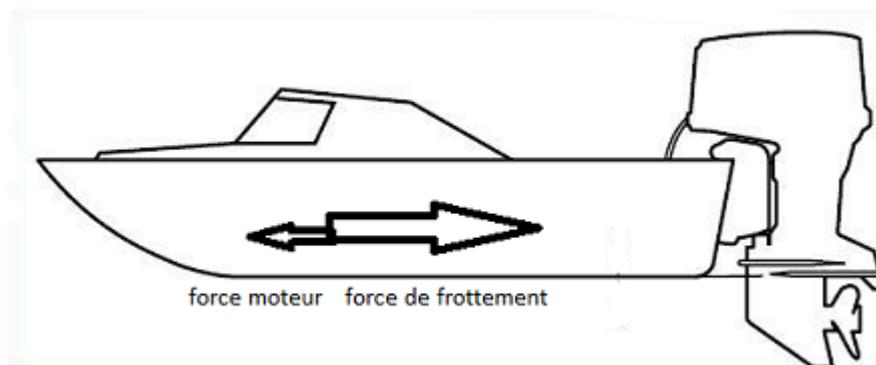


Figure 6 : Forces lors de la décélération

La ceinture dans ce cas permet de synchroniser la décélération du bateau et du corps. Le pilote est plaqué au siège par les sangles et ainsi les forces sont transmises dans tout le corps, par le siège et par les sangles.

Dans la décélération, seul le mouvement cervical n'est pas freiné. Ce mouvement est accentué par le poids du casque. Nous observons d'abord un mouvement d'extension puis rapidement un mouvement de flexion. Il peut être très traumatisant si le freinage est très rapide. Une solution est cependant proposée aux pilotes à travers l'utilisation de la

minerve. La minerve, ou collier cervical, permet de réduire ses mouvements mais n'est pas portée souvent.

Enfin comme nous l'avons évoqué, un virage peut aussi être passé à 140Km/h. Les pilotes subissent un effet centripète. (*Physique générale 1, Mécanisme et thermodynamique* [15]). C'est à ce moment de la course qu'on retrouve le plus de contraintes sur le corps. Il est soumis principalement à des forces contraires : une force qui l'emmène vers le centre du cercle qu'il définit lors du virage, l'accélération du moteur et le frottement du bateau sur l'eau. Ces deux dernières forces sont opposées. La force centripète est perpendiculaire à celles-ci.

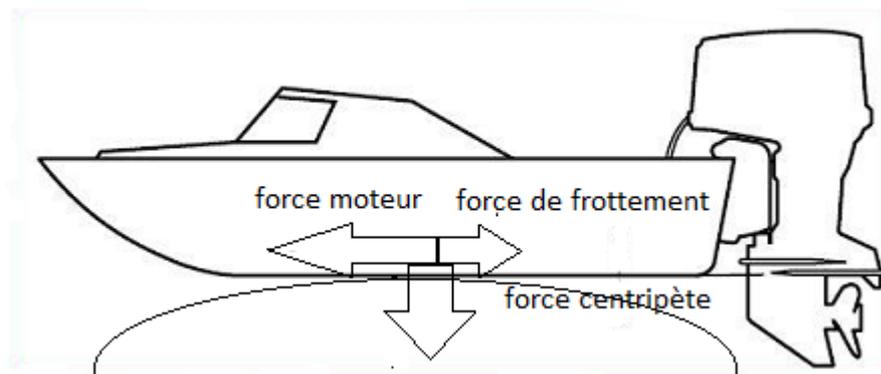


Figure 7 : Forces lors du virage

On peut ajouter la force de Coriolis.

Cette force s'applique dans un système de référence qui tourne à une vitesse angulaire constante. Elle agit sur les objets à l'intérieur du système, par exemple le corps du pilote dans le bateau. L'objet est attiré vers l'extérieur. Dans le cas du pilote, ce sont les ceintures de sécurité qui luttent contre celle-ci pour le buste, et les muscles pour la tête et les membres.

L'addition de ses forces conduit à une accumulation de force vers le côté du pilote. Les virages dans une même course sont souvent dans le même sens. Il y a une accumulation d'énergie emmagasinée par le corps dans le même sens. Cette énergie est donc beaucoup plus difficile à évacuer par celui-ci.

Tous ces éléments ont lieu lors d'une course sans incidents. Il faut aussi prendre en compte les décélérations rapides dues aux accidents :

- L'enfournement : le bateau plonge entièrement sous l'eau par l'avant. Cet événement se produit après l'arrêt franc des gaz. Le bateau ressort ensuite de l'eau. C'est un ralentissement qui frôle l'arrêt spontané du bateau. Le traumatisme ici vient par l'avant du bateau.
- Un accrochage avec un autre bateau ou un choc avec une bouée. Dans ces cas, il n'est pas possible de déterminer à l'avance où a eu lieu le choc. Il peut y avoir une perte de contrôle du bateau qui peut aussi couler.
- Un flip : Le bateau décolle suite à un engouffrement sous la coque, il se retourne ensuite. Les chocs sont multiples. Les mouvements cervicaux sont très importants aussi bien en flexion, en extension, en inclinaison et cela est amplifié si le pilote était en rotation cervicale au moment du flip.

La priorité est alors médicale, il faut vérifier qu'il n'y ait pas d'atteinte lésionnelle, fracture, entorse cervicale, atteinte nerveuse, traumatisme crânien, etc....

En cas d'accident, quand le bateau reste sous l'eau, le pilote détache son harnais. Il ouvre le cockpit, enlève le volant et sort de son siège. Cette difficulté explique la nécessité de subir tous les ans, avant de commencer les compétitions un test d'immersion s'assurant qu'en cas de retournement, ils puissent être capables de sortir du bateau.

Ce sport impose donc beaucoup de contraintes au pilote qui subit à la fois de grandes vitesses, des arrêts, des décélérations et accélérations successives et cela parfois sur de grandes périodes.

CHAPITRE 2 : LE WHIPLASH

Le corps fonctionne sur un système d'équilibre. Lors de ce syndrome retrouvé en ostéopathie, cet équilibre est perturbé par un événement extérieur. Il peut s'agir : d'un traumatisme tel qu'une chute ou accident de la voie publique, un changement rapide de vitesse tel qu'une accélération ou une décélération, un changement brusque de direction, un accouchement dystocique, un choc émotionnel. Le corps emmagasine l'énergie du choc reçu mais n'arrive pas à l'évacuer. Il va chercher à retrouver un équilibre autour de ce qui l'a affecté. Les pilotes sont soumis à plusieurs forces décrites dans la partie « contraintes liées au sport ». Chacune de ces forces est emmagasinée dans le corps du pilote. Il doit réussir à l'évacuer pour éviter une série de symptômes liés au Whiplash. Ce que nous allons développer dans cette partie.

Plusieurs auteurs ont cherché à expliquer ce phénomène et notamment Rollin. E. Becker. Il explique pour la première fois dans son article Whiplash Injury de 1961, le caractère complet de ce syndrome : il s'applique sur le corps entier. On parle de coup de fouet sur la dure mère. L'onde de choc se propage dans le corps et est emmagasinée par celui-ci.

Rachel BROOKS dans « la vie en mouvement » [8] décrit les changements dans le fonctionnement tissulaire de celui qui subit le traumatisme selon BECKER. Rachel BROOKS reprend plusieurs écrits de Rollin. E. BECKER qui relatent à travers son expérience les différents symptômes liés à ce syndrome. Il y décrit les plaintes les plus ressenties par ses patients lors du Whiplash et les bilans spécifiques permettant son diagnostic. Il montre que les tissus sont atteints dans leur globalité, il montre comment après un choc le corps s'adapte aux nouvelles informations qu'il a reçues. Le corps accumule l'énergie reçue et s'adapte en présentant une nouvelle posture.

Emmanuel ROCHE décrit dans son mémoire les principaux écrits sur le Whiplash. Nous pouvons y lire entre autre que SUTHERLAND travaillait sur le liquide céphalo rachidien dans une logique de commotion. BECKER puis MAGOUN ont ensuite proposé un concept de globalité du corps. MAGOUN lui s'est intéressé aux micros chocs qui peuvent arrivés au quotidien et qui passent inaperçus la plupart du temps. BARRAL et CROIBIER se sont basés sur l'effet traumatisant de l'accélération qui entrainerait des dysfonctions sur le rachis et le bassin. Ils se sont appuyés sur le MRP pour expliquer le phénomène du

Whiplash. Ils ont remis en cause le fait que le Whiplash crée de façon pathognomonique un asynchronisme cranio sacré.

On retrouve deux réactions possibles suite à un traumatisme : soit le corps arrive à évacuer l'onde de choc et à retrouver le fonctionnement qu'il avait adopté, soit le corps se réorganise entièrement autour de l'information obtenue lors du choc.

Dans le premier cas, il peut falloir plusieurs heures à plusieurs jours pour retrouver ce fonctionnement. Il est assez courant qu'un organisme arrive spontanément à évacuer l'énergie. Ainsi les symptômes disparaissent très vite.

Dans les cas qui nous concernent, le corps n'évacue pas cette énergie. Soit elle est trop importante. Soit le phénomène est tellement répété que le corps n'a plus le temps ni la capacité à évacuer celle-ci. Nos pilotes répètent ces phénomènes de nombreuses fois. Un seul accident peut provoquer ce phénomène. Nous pouvons en déduire que la multiplication de ces courses augmente la possibilité de Whiplash.

Un des exemples les plus visibles de cette accumulation d'énergie cinétique est l'hypertonie des muscles para vertébraux controlatéraux au traumatisme. Il s'agit d'un mécanisme réactionnel dû à l'étirement tissulaire produit à l'instant du choc. Le corps va, pour se défendre, contracter de façon réflexe tous ses muscles. Lorsque le patient est debout et ferme les yeux, on peut voir d'où vient le traumatisme grâce à cette contracture réflexe. Ceci est aussi visible quand le patient s'allonge sur le dos et se positionne en « banane ». Cette caractéristique est présente lors de la phase Injury du Whiplash. Cette phase se dissipe avec le temps. De ce mécanisme, résulte le fait que le corps peut travailler de façon non symétrique.

Nous pouvons retrouver plusieurs symptômes. Le plus connu est la cervicalgie. Elle est due à l'étirement ligamentaire produit lors des mouvements de flexion-extension de la tête pendant le traumatisme. Une translation cervicale peut être présente suite à une adaptation au choc et aux adaptations musculaires. Cette douleur peut avoir pour étiologie, le traumatisme reçu par la dure-mère. Elle transmet, par le biais de ses insertions, les

nouvelles informations à l'ensemble du corps. Inversement, l'atteinte des trois premières cervicales va provoquer un ralentissement du mouvement respiratoire primaire.

Du point de vue médical, c'est le principal, voir le seul symptôme reconnu. Il s'agit de la plainte la plus ressentie par les patients. Les cervicales possèdent une grande mobilité qui est mise à l'épreuve par le poids de la tête, accentué par la force engendrée par le traumatisme. Le poids du casque de deux Kilogrammes est augmenté par les forces subies selon le moment de la course. L'atteinte des cervicales engendre, par des liens anatomiques, des conséquences telles que des céphalées de plusieurs types :

- névralgie d'Arnold en cas d'atteinte de C2,
- céphalée due à un trouble de la statique cervicale causant des spasmes des sous occipitaux,
- tension dure méridienne,
- une atteinte artérielle causée par l'étirement lors du traumatisme.

On trouve dans cette région les symptômes ORL. Il peut s'agir de gêne visuelle, de fatigue oculaire, une perte d'audition, des acouphènes. Il est possible d'avoir des irritations de la gorge et en cas d'éventuel choc crânien une perte d'odorat.

Les lombalgies sont très courantes mais plus à distance du choc. Le coup de fouet atteint principalement les parties molles du corps. Il enregistre la force qu'il a reçue et interagit avec elle. Des différences sont présentes selon la position de l'individu lors du choc. Prenons l'exemple d'un individu qui reçoit un choc postérieur avec la tête en position neutre. Il y aura moins de possibilité que l'on retrouve des séquelles que lors de ce même choc mais avec la tête en rotation. Ce phénomène s'explique par le fait que les ligaments se trouvent en position de tension lors de la rotation.

Des symptômes peuvent exister sur le système nerveux du patient : des troubles de la mémoire, une asthénie importante, un ralentissement idéo moteur, un ralentissement du système digestif.

Il reste enfin l'atteinte émotionnelle. Celle-ci peut être due au traumatisme en lui-même mais aussi au stress emmagasiné dans les tissus. Le patient peut ressentir une anxiété continue, une peur, une angoisse, et cela peut aller jusqu'à la dépression.

Chacun de ces symptômes peut intervenir à distance du traumatisme, le corps peut réussir à s'adapter à la force mise en œuvre dans le traumatisme. Puis, des années plus tard, le corps peut recevoir une nouvelle information et n'arrivera plus à s'adapter à celle-ci. Ce phénomène est dû au temps d'adaptation du corps à l'énergie qui s'est accumulée dans les cellules du corps humain.

Avant de diagnostiquer un Whiplash, il est très important de s'assurer que les atteintes organiques ne nécessitent pas de soins médicaux. Il peut y avoir des traumatismes crâniens, des fractures, des entorses cervicales, les organes peuvent aussi être atteints. Il convient donc, lors d'une consultation où le Whiplash est évoqué, de faire un diagnostic d'exclusion afin d'écartier toute atteinte organique.

Une fois diagnostiqué, il peut être traité en ostéopathie. Le traitement de l'axe cranio sacré, permet un synchronisme entre le crane et le sacrum et une meilleure force du MRP. Au préalable il faut s'assurer que les extrémités de la colonne sont libres. Au niveau du crâne, on va travailler les membranes de tension réciproque dans le même but.

L'essentiel du traitement dans un premier temps est tissulaire. Il est important de permettre aux tissus de retrouver un équilibre. Il pourra ainsi ne plus être hypertonique d'un côté et hypotonique de l'autre. En tant qu'ostéopathe, l'objectif est de rendre au corps son homéostasie. Il existe plusieurs techniques tissulaires qui peuvent atteindre cet objectif, comme par exemple la technique d'équilibration des trois diaphragmes. Les trois diaphragmes correspondent aux orifices supérieur et inférieur du thorax ainsi qu'au diaphragme pelvien. L'orifice supérieur du thorax (OST) se situe à la région cervico diaphragmatique. L'orifice inférieur du thorax (OIT) se situe à la jonction diaphragme abdomen. Le diaphragme pelvien se situe à la jonction abdomen bassin. Par un contact antéro-postérieur entre la main ventrale et la main caudale, nous réalisons une mise en tension et une écoute tissulaire.

Une fois l'homéostasie rétablie, l'ostéopathe pourra dans une deuxième consultation traiter les autres dysfonctions engendrées par l'accident.

CHAPITRE 3 : RAPPEL SUR LES CERVICALES ET LA PREMIERE THORACIQUE

Elles sont au nombre de 7 cervicales, elles s'étendent de la base du crane à la première dorsale. Il s'agit de la partie la plus mobile du rachis. Elles sont séparées en deux parties, les cervicales hautes ou OAA (occiput, atlas, axis), et les cervicales basses (de la troisième à la septième cervicales).

L'atlas est la première vertèbre cervicale et l'axis est la seconde.

3.1 La vertèbre type cervicale

La vertèbre type est composée d'un corps vertébral, deux pédicules, deux lames, une apophyse épineuse, deux apophyses articulaires, deux apophyses transverses et d'un foramen vertébral. Le corps de la vertèbre est ventral et épais. Il est parallélépipédique. Sa face supérieure comporte deux saillies antéro-postérieures appelées les uncus. Sa face inférieure comporte quant à elle deux échancrures sagittales. Son processus épineux est bifide.

Ses processus transverses sont formés de deux racines, antérieure et postérieure, qui circonscrivent le foramen transversaire avec les pédicules. En superposant les foramens, nous obtenons le canal transversaire qui livre passage à l'artère et la veine vertébrale. La gouttière transversale contenant le nerf rachidien se situe sur la face supérieure du processus transverse et se termine en dehors par deux tubercules.

Les lames sont inclinées en bas et en arrière entre les apophyses articulaires et l'apophyse épineuse. Elles sont plus larges que hautes.

Les apophyses articulaires sont reliées au corps par les pédicules. Nous apercevons ici une facette articulaire supérieure qui est légèrement elliptique et qui regarde en arrière, en haut et en dehors. Cette facette est encroutée de cartilage. Nous observons également une facette articulaire inférieure qui regarde en bas, en avant et légèrement en dedans. Ces facettes se répondent.

Les pédicules partent de la partie postérieure des faces latérales du corps vertébral et se finissent sur l'apophyse articulaire. Un espace se trouve entre les pédicules de deux vertèbres, cet espace porte le nom de trou de conjugaison.

L'apophyse épineuse est formée par la réunion des lames. Sur sa face inférieure, nous trouvons une large gouttière.

Enfin le foramen vertébral est triangulaire.

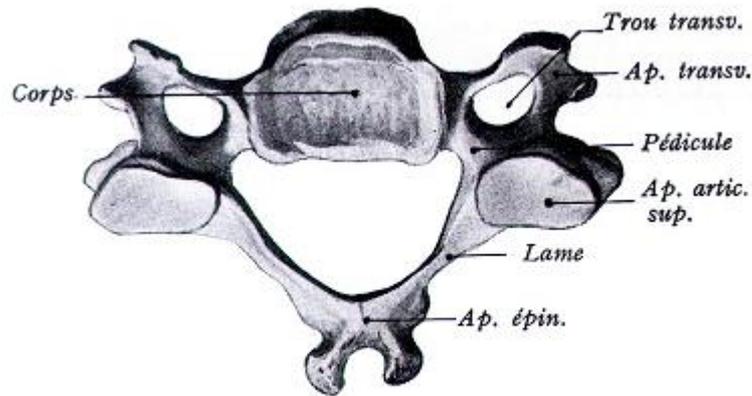


Fig. 108. — Vertèbre cervicale, face supérieure.

Figure 8 : Vertèbre cervicale type, ROUVIERE tome 1

Les vertèbres sont unies entre elles par un disque inter vertébral et par les articulations unco- vertébrales.

Les articulations unco-vertébrales sont des arthrodies. Elles comprennent une capsule qui est renforcée par un faisceau ligamenteux en avant, et une synoviale.

Le ligament inter-épineux relie toutes les épineuses entre elles. Ce sont des membranes fibreuses. Il répond aux muscles spinaux. Son extrémité antérieure correspond au ligament jaune et son extrémité postérieure se confond avec le ligament surépineux.

Ce ligament surépineux est un cordon fibreux qui s'étend sur toute la colonne.

Au niveau musculaire sur l'ensemble des cervicales se trouvent les muscles antérieurs du cou :

- sur un plan profond : le droit antérieur, le long du cou, le long de la tête.
- sur un plan superficiel : le muscle digastrique, mylo-hyoïdien, génio-hyoïdien, stylo-hyoïdien, omo-hyoïdien, sterno-hyoïdien, sterno-thyroïdien, thyro-hyoïdien.

Ensuite les muscles postérieurs du cou :

- Sur un plan profond : le petit droit postérieur, le grand droit postérieur, l'oblique inférieure de la tête, l'oblique supérieure de la tête, l'interépineux, le transversaire épineux.
- Sur un plan moyen : le semi-épineux de la tête, le longissimus, l'ilio-costal, le splénius de la tête et du cou.
- Sur un plan superficiel, on trouve le trapèze.

Les muscles latéraux sont du plus profond au superficiel : le droit latéral de la tête, l'intertransversaire, l'élévateur de la scapula, les scalènes et le sterno cléido mastoïdien.

La dure mère s'insère sur le pourtour du foramen intervertébral.

On retrouve aussi en rapport avec les cervicales, le plexus brachial et l'artère vertébrale, ainsi que les artères carotides interne et externe.

Sur un point de vue biomécanique, nous observons un mouvement de flexion, d'extension, de latéoflexion et de rotation. Le corps de la vertèbre va glisser vers l'avant ou vers l'arrière, ce qui va chasser le nucléus et pincer le disque dans les mouvements de flexion-extension. La latéoflexion et la rotation sont indissociables à cause des facettes articulaires qui sont inclinées.

3.2 L'atlas

L'atlas ou C1 s'articule avec l'occiput et C2. Elle ne possède pas de corps vertébral. Cette cervicale a la forme d'un anneau et est composée de deux masses latérales reliées par des arcs, antérieur et postérieur. Nous ne retrouvons aucun disque en rapport avec cette vertèbre. Sur la face supérieure, les masses sont occupées par les fossettes articulaires supérieures qui sont articulaires avec les condyles occipitaux convexes. L'axe de ces fossettes est oblique en avant et en dedans.

Sur la face inférieure, les fossettes articulaires inférieures sont aussi ovalaires. Elles répondent aux facettes articulaires supérieures de C2 qui sont planes et convexes d'avant en arrière. Elles sont orientées vers le bas et en dedans.

L'arc antérieur de C1 comprend deux bords supérieur et inférieur. Sur ces bords se situent l'insertion des membranes atlanto-occipitale antérieure et atlanto-axoïdienne antérieure, ainsi que les insertions du muscle long du cou. A cet endroit, un tubercule antérieur donne insertion au ligament longitudinal antérieur. Enfin, sa face postérieure répond à la face antérieure de l'odontoïde de C2 par une facette articulaire.

L'arc postérieur possède un tubercule postérieur qui donne insertion au ligament nuchal. L'artère vertébrale passe de chaque côté de cet arc par une petite dépression. Cette artère passe dans le foramen transversaire qui est circonscrit par les processus transverses.

Ces processus donnent insertion à l'oblique supérieure, à l'élévateur de l'omoplate, au droit latéral et antérieur de la tête.

Les apophyses transverses sont très saillantes. Elles partent des masses latérales par deux racines se terminant en un gros tubercule qui permet les insertions musculaires des muscles droit latéral et antérieur de la tête.

Enfin, se trouve le foramen vertébral qui est séparé en deux parties par le ligament transverse. En avant de ce ligament se situe le passage de l'odontoïde de C2. En arrière, se situe le passage de la moelle épinière.

La dure mère s'insère sur l'arc postérieur

Du point de vue biomécanique, nous observons principalement une rotation autour de l'odontoïde de l'axis et une translation lorsque l'occiput s'incline. C1 fonctionne avec l'occiput. L'occiput possède trois degrés de liberté : la flexion-extension, la latéroflexion et la rotation. Les condyles occipitaux roulent et glissent sur les glènes de l'atlas lors des mouvements de flexion-extension. Lors du mouvement de latéroflexion, ils glissent latéralement. Enfin la rotation ne fonctionne qu'avec la latéroflexion.

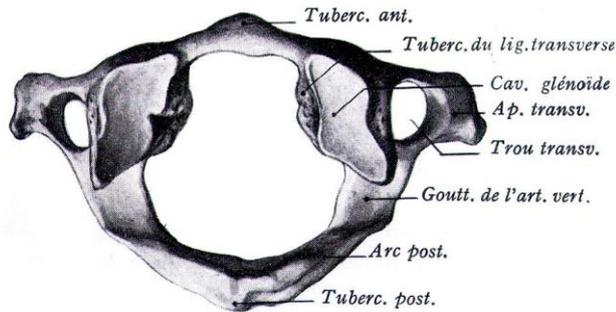


Fig. 109. — Atlas, face supérieure.

Figure 9 : L'atlas, ROUVIERE tome 1

3.3 L'axis

L'axis ou C2, répond à C1 et C3.

Un disque est présent entre C2 et C3.

Sa particularité se trouve dans l'odontoïde qui répond à C1. Cet élément anatomique correspond à un axe permettant la rotation de C1. Il comprend deux facettes articulaires, une antérieure et une postérieure. La facette postérieure répond à la face antérieure du ligament transverse, celui-ci est encrouté de cartilage. Sa base est assez large, il comprend aussi un col et un corps qui se situe à son extrémité supérieure et qui donne insertion aux ligaments occipito-odontoïdiens. Ce corps est aplati d'avant en arrière.

L'odontoïde se trouve sur la partie supérieure du corps vertébral.

Nous apercevons ensuite les facettes articulaires supérieures sur le corps de C2 qui sont articulaires avec C1. Elles sont ovalaires, planes transversalement et convexes dans un axe antéro-postérieur. Elles regardent en haut et en dehors. Cette inclinaison permet les mouvements de glissement latéraux de la vertèbre sus-jacente.

Les processus articulaires inférieurs regardent en bas, vers l'avant et le dehors tout comme les vertèbres sous-jacentes.

C2 possède deux apophyses transverses dont la racine antérieure vient du corps et la postérieure des pédicules

Les pédicules partent des surfaces articulaires supérieures et vont à l'extrémité antérieure des lames.

Enfin l'apophyse épineuse est triangulaire et volumineuse. A sa face inférieure se trouve une gouttière antéro-postérieure.

Au niveau ligamentaire, nous retrouvons le ligament occipito-odontoïdien médian et les ligaments alaires ou occipito-odontoïdiens latéraux qui s'insèrent sur l'odontoïde. Le ligament longitudinal antérieur s'insère sur la face antérieure du corps vertébral.

Au niveau musculaire, nous retrouvons le muscle long du cou sur le corps vertébral. Le scalène antérieur s'insère sur les apophyses transverses. Le grand droit postérieur, l'oblique inférieure et le transversaire épineux s'insèrent sur l'apophyse épineuse.

Le nerf occipital d'Arnold passe en rapport de C2.

La dure mère s'insère sur la face postérieure du corps.

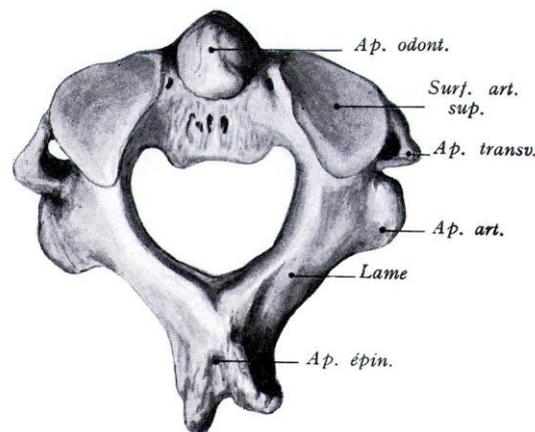


Fig. 111. — *Axis, face supérieure.*

Figure 10 : L'axis, ROUVIERE tome 1

3.4 La première vertèbre thoracique

Elle comporte un corps, des pédicules, des apophyses transverses, des lames et une apophyse épineuse. Son corps est plus épais que celui des cervicales mais lui ressemble. Elle présente sur sa face supérieure des crochets latéraux. A la partie postérieure des faces latérales, nous retrouvons deux facettes articulaires, une supérieure pour la première côte et une inférieure pour la deuxième côte. La face postérieure du corps est en rapport avec le trou vertébral, il est concave en arrière.

Les pédicules partent de la face postérieure du corps vertébral et vont jusqu'aux lames.

Les lames sont aussi hautes que larges.

Au niveau musculaire, s'organisent l'insertion du muscle dentelé postéro-supérieur, splénius de la tête, le longissimus du cou et de la tête, le muscle épineux de cou et de la tête, le muscle semi-épineux du cou et de la tête, le muscle inter épineux, l'inter transversaire, le muscle trapèze.

Au niveau ligamentaire, nous observons le ligament longitudinal antérieur et postérieur, ligament jaune entre les lames, ligament inter épineux, ligament sur épineux, ligament inter transversaire.

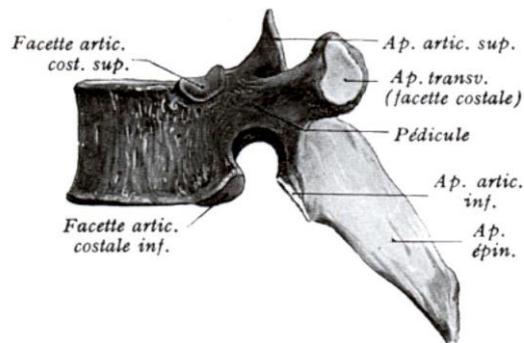


Fig. 12. — Vertèbre dorsale, vue latérale.

Figure 11 : Vertèbre thoracique, ROUVIERE tome 2

Du point de vue biomécanique, se forme un mouvement de flexion-extension, de rotation et d'inclinaison. Les vertèbres thoraciques travaillent avec les côtes.

Expérimentation

CHAPITRE 1 : CONTEXTE THEORIQUE ET EXPERIMENTAL

1.1 Le but de la recherche

Comme nous l'avons dit, le but de cette recherche est de répondre à la question : les pilotes souffrent-ils du syndrome Whiplash ? On verra si une pratique longue de pilotage sur plusieurs années augmente le risque de Whiplash. Et donc si la prise en charge ostéopathique est une bonne adaptation.

Ce mémoire présente donc pour nous un double enjeu :

D'une part les pilotes d'Inshore et par extension tous les sportifs exposés à ce type de contraintes, peuvent découvrir pourquoi ils ont ces symptômes. Certains symptômes du Whiplash notamment une modification de l'humeur, une fatigue inhabituelle, des troubles de la digestion, ou encore des troubles de la mémoire doivent faire évoquer la possibilité de l'existence de ce syndrome.

Tout cela pourrait donc légitimer la prise en charge ostéopathique de cette population.

1.2 Le contexte théorique de l'étude

L'idée de cette étude est venue d'une conversation avec un pilote, qui nous a parlé de ce qu'il ressentait après les courses. Nous avons ensuite pu relier ses symptômes à la connaissance que nous avons du syndrome du Whiplash.

Comme nous l'avons vu dans la partie rappel du Whiplash, plusieurs auteurs ont écrit sur ce sujet.

Dans son livre, « la vie en mouvement », Rachel BROOKS .M.D. [8] reprend la vision de Rollin. E. BECKER sur ce syndrome.

Emmanuel Roche (Ostéopathe D.O) [17], quant à lui, a effectué un mémoire sur le sujet du Whiplash. Il a répertorié les auteurs qui ont travaillé sur le syndrome : STILL, BECKER, WRIGHT, MAGOUN, HARRAKAL, BARRAL et CROIBIER (Ostéopathes D.O.). Tous les écrits auxquels il fait référence ne sont pas tous disponibles actuellement.

Par exemple, le livre de BARRAL et CROIBIER n'est plus imprimé. A travers ce mémoire littéraire, il relate l'évolution historique des données sur le Whiplash d'un point de vue ostéopathique et aussi médicale. Il commence par décrire ce que la science connaît sur ce phénomène, puis il fait le lien avec ces différents auteurs et ce dans un ordre chronologique.

Ces différents travaux montrent une atteinte globale du corps dans le cas du Whiplash. Ils précisent tous que le rachis est une zone principale de symptomatologie chez les patients.

Il faut préciser que tous ne font pas référence au Whiplash traumatique mais aussi à l'émotionnel. Certaines conclusions ne s'appliquent donc pas à ce mémoire.

Les différents éléments présents dans ces ouvrages montrent l'intérêt de ce mémoire pour les pilotes. Ils montrent les symptômes qu'ils peuvent ressentir et les étiologies de ces différents éléments. Nous pouvons y voir que les multiples traumatismes subis dans une course peuvent potentiellement créer un Whiplash et créer des symptômes comme des cervicalgies.

Ceci restant théorique, il convient de le montrer avec une expérimentation. C'est pourquoi ce mémoire va s'intéresser aux troubles cervico dorsaux chez les pilotes, nous allons chercher si des troubles cervico dorsaux dus à un Whiplash sont présents.

1.3 Les hypothèses de l'étude

Dans ce mémoire nous allons proposer deux hypothèses.

La première aura pour but de démontrer que la pratique du pilotage en Inshore crée des troubles cervico-thoraciques de type Whiplash.

La seconde nous permettra de vérifier si le nombre d'années de pilotage augmente les risques de troubles cervico-thoraciques de type Whiplash.

CHAPITRE 2 : POPULATION ET MATERIEL

2.1 La population

La population est composée de onze hommes (dont deux hommes retirés de l'expérimentation à cause des critères d'exclusion) et une femme tous pilotes de INSHORE. Ils ont été recrutés dans une même équipe de pilotage et ils sont répartis par équipe de quatre sur trois bateaux différents. Les deux bateaux présentés dans la première partie et un autre bateau du même type que le bateau trente-deux.

La moyenne d'âge est de trente-trois ans. Leur âge s'étend de dix-neuf à cinquante ans.

L'expérience de pilotage va d'un an à quinze ans. La moyenne est de six ans.

Le critère d'inclusion est de pratiquer le motonautisme INSHORE.

Les critères d'exclusion sont d'avoir eu une consultation en ostéopathie entre la dernière compétition et l'expérimentation et/ou d'avoir eu un accident de la voie publique.

Patient 1 : homme vingt-cinq ans sans emploi, un an d'expérience dans le motonautisme

Patient 2 : femme vingt-cinq ans enseignante, dix ans d'expérience

Patient 3 : homme trente-deux ans comptable, deux ans d'expérience

Patient 4 : homme trente-neuf ans gérant d'une société, quatorze ans d'expérience

Patient 5 : homme quarante-deux ans gérant d'une société, quinze ans d'expérience

Patient 6 : homme vingt-quatre ans sans emploi, un an d'expérience (retirer de l'expérimentation)

Patient 7 : homme trente ans mécanicien, neuf ans d'expérience

Patient 8 : homme dix-neuf ans étudiant, un an d'expérience

Patient 9 : homme quarante-cinq ans gérant de restaurant, quinze ans d'expérience

Patient 10 : homme cinquante ans informaticien, huit ans d'expérience

Patient 11: homme vingt-sept ans mécanicien, trois ans d'expérience (retirer de l'expérimentation)

Patient 12 : homme quarante-deux ans responsable évènementiel, trois ans d'expérience

2.2 Matériel

L'expérimentation s'est déroulée dans deux lieux différents.

Nous avons utilisé un fil à plomb. Les pieds des sujets se trouvaient sur une planche de bois espacés de 30° chacun par rapport l'axe antéropostérieur. Des traits ont été tracés sur la planche, de façon à ce que chaque sujet place ses pieds de la même façon. Le trait qui délimitait l'arrière des pieds est espacé de dix cm du fil à plomb.

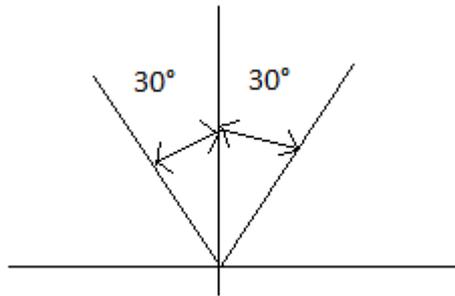


Figure 12 : Tracé de la planche

La table de soin utilisée est une table pliante en bois Toomed. Nous avons aussi utilisé une chaise en plastique à quatre pieds sur les deux lieux.

Neuf pilotes ont été vus à Dinard, dans un espace carré de 7 m^2 . Le fil à plomb se situait au niveau d'un des angles de la pièce. La table était positionnée à distance, sur la gauche du fil.

Trois pilotes ont été vus à Rouen, dans un espace clos rectangulaire de 7 m^2 . Les conditions étaient pratiquement identiques.

CHAPITRE 3 : REALISATION DE L'EXPERIMENTATION

3.1 Descriptif de l'expérimentation

L'expérimentation s'effectuait en deux étapes. Tout d'abord, nous avons interrogé les sujets sur leurs symptômes. Il s'agissait alors de savoir si le patient présentait des cervicalgies suite à la pratique de son sport. Nous avons approfondi l'interrogatoire sur la douleur lorsqu'elle était présente.

Pour chaque anamnèse, nous avons utilisé la fiche type ci-après :

Quel est la localisation précise de la douleur ?

Cette douleur présente-t-elle des irradiations?

Depuis quand la douleur est-elle présente ?

Nous cherchons à déterminer la chronologie de la douleur : Quand avez-vous mal ? La douleur est-elle présente dès le matin ? Est-elle là jusqu'au soir ?

Avez-vous mal au mouvement ? Avez-vous mal la nuit ?

Un évènement a-t-il pu déclencher la douleur ?

La douleur est-elle aggravée par quelque chose ? Une position, un mouvement, etc... ?

La douleur est-elle calmée par quelque chose ? Le repos, une crème, des antalgiques ?
Comment la douleur a-t-elle évoluée depuis son apparition ?

Signes associés :

- des vertiges
- des troubles de la vision (fatigue oculaire, baisse de la vision, sensibilité à la lumière)
- des maux de tête
- des réveils nocturnes
- une fatigue générale
- une irritabilité
- une anxiété
- des troubles de la concentration

- des troubles du sommeil
- des troubles de la mémoire
- des troubles de l'équilibre
- des acouphènes
- des nausées ou vomissements
- Une perte de mobilité de la nuque
- Une perte d'audition
- Une modification de l'odorat ou goût
- Une irritation de la gorge
- Des troubles de la déglutition
- Une sensation d'angoisse

Si l'un de ces symptômes était présent il nous importait de savoir s'il était apparu après la pratique du motonautisme Inshore et de nous assurer que le lien était possible avec le Whiplash.

Nous avons ensuite placé le patient sur la planche en bois pour voir sa position au fil à plomb. Deux observations ont été faites, une où le patient avait les yeux ouverts, puis une où il gardait les yeux fermés. Nous recherchions une position liée au Whiplash, comme dans l'exemple ci-dessous :

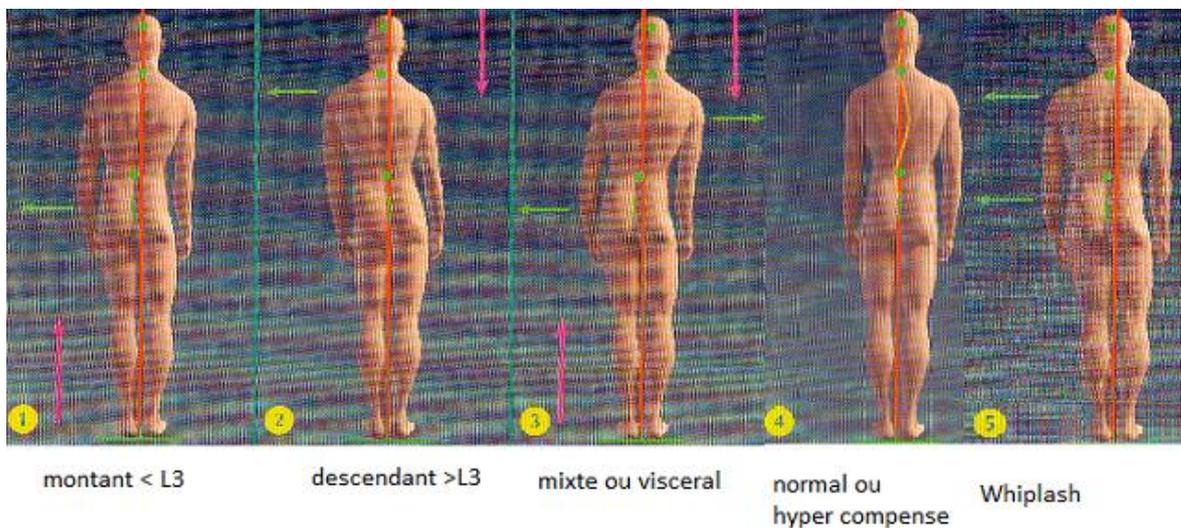


Figure 13 : Verticale de Barré d'après Orthoposturodentie, Michel Clauzade

Nous avons effectué ensuite le test des pouces montants. Dans un premier temps, en plaçant nos pouces sur les condyles occipitaux, nous avons demandé au patient de pencher la tête en avant. Dans un deuxième temps, nous nous sommes placés sur les transverses de C7 et nous avons demandé au patient de pencher la tête en avant. Enfin nous nous sommes placés sur les bases du sacrum et nous avons demandé une antéflexion du corps. Nous cherchions ainsi à savoir si un des pouces montait plus vite ou plus haut que l'autre car un whiplash provoque 3 pouces montants du même côté.

Le sujet a ensuite été assis sur la table pour effectuer un bilan du rachis dorsal et du rachis lombaire.

Puis, en lui proposant de s'allonger sur le dos, nous avons noté si la position prise naturellement par le sujet présentait une forme dite en « banane » (position prise par un sujet atteint de Whiplash lors de la première période dite injury).

Nous avons ensuite équilibré les tensions en demandant au sujet de plier les jambes puis lever les fesses, de les reposer et de nous laisser rallonger ses jambes. Nous réalisons un bilan du bassin de façon mécanique en testant les iliaques puis une écoute sacrée. Nous avons testé ensuite les trois diaphragmes (diaphragme pelvien, diaphragme thoracique et orifice supérieur du thorax). Pour cela nous étions assis sur une chaise à la droite du sujet. Pour le diaphragme pelvien la main céphalique se trouvait face postérieure du patient au niveau L5 S1 pour réaliser un point d'appui. La main caudale se trouvait face antérieure du patient, le bord externe de l'auriculaire au niveau du pubis et réalisait une écoute du diaphragme. Pour le diaphragme thoracique il s'agissait de la même méthode mais en inversant les mains du praticien, la main caudale se trouvait au niveau T12 L1 et la main céphalique en dessous de l'appendice xiphoïde. Pour l'orifice supérieur du thorax, la main caudale se trouvait le long des clavicules et la main céphalique au niveau de C7 T1, nous avons réalisé le même processus que pour les précédentes écoutes.

Nous sommes ensuite remontés à la tête du patient où nous avons réalisé un bilan des cervicales. Puis nous avons testé les articulations occipito- mastoïdiennes. Nous avons réalisé une écoute du MRP crânien.

Enfin nous avons demandé au patient de se placer sur le ventre. Nous avons enlevé les tensions en lui pliant puis allongeant les jambes, tout en prenant soin de les placer en rotation interne. Nous avons pu alors réaliser un bilan du sacrum de façon mécanique.

Après les tests, nous avons demandé par e-mail le temps d'expérience de chaque pilote dans cette discipline.

3.2 Plan d'expérience : description des variables utilisées

Nous allons comptabiliser le nombre d'éléments en faveur d'un trouble cervico-thoracique. Pour cela, chaque dysfonction cervicale jusqu'à T1 comptera pour un point, la translation totale du rachis cervical comptera un point, la cervicalgie comptera pour un point et la sensation de raideur cervicale perçue par le patient comptera pour un point. Plus le nombre de points sera élevé plus il montrera l'importance de ce trouble.

Dans un second temps, nous allons comptabiliser le nombre de critères montrant le Whiplash. Pour cela, nous nous baserons sur deux critères séparés. Nous devons retrouver d'un côté au moins un critère montrant une atteinte crano-sacrée associé à au moins une dysfonction de l'OAA. Ce premier critère devra être obligatoirement associé à au moins un critère montrant une atteinte de fascia.

Les critères crano-sacrée sont un MRP faible et/ ou un asynchronisme crano-sacrée.

Les critères de l'atteinte de fascia sont : - Trois pouces montant du même côté

- Un décalage à la verticale de Barré
- Une translation du même côté des trois diaphragmes
- Une position spontanée en banane sur la table
- Une translation totale des cervicales d'un côté

Enfin, nous compterons un point par symptôme retrouvé à l'interrogatoire pouvant être dû au Whiplash

Nous n'additionnerons le nombre de points que si nous retrouvons un point dans chacun des deux critères, puis nous ajouterons le nombre de points comptabilisés dans l'anamnèse. Plus ce nombre sera important, plus la probabilité d'un Whiplash sera importante.

Ainsi nous pourrons comparer le nombre de critère en faveur de troubles cervico-thoraciques et le nombre de point en faveur du Whiplash.

Nous comparerons ensuite la possibilité d'un Whiplash avec le nombre d'années de pratique du pilotage INSHORE pour montrer la véracité de la seconde hypothèse.

Analyse des données de l'expérimentation

CHAPITRE 1 : RESULTATS

1.1 Méthode d'analyse des résultats

Nous avons utilisé un tableur Excel 2010 afin d'effectuer tous les calculs lors de cette expérimentation.

Les analyses statistiques ont commencé par des F-test. Il s'agit de savoir si nous pouvons utiliser un test de Student. Nous avons observé si le F est inférieur à la valeur critique afin de déterminer si le test est à variance égale ou différente. Nous avons effectué ensuite le test de Student afin de savoir si les résultats sont significatifs ou pas. Pour cela le p devait être inférieur à 0,05.

Nous avons fait des tests de corrélations dans les deux hypothèses afin de voir s'il y a un lien entre les deux éléments comparés. Nous retrouvons un chiffre entre -1 et 1. Plus le chiffre se rapproche de 0, moins il y a de lien entre les deux éléments. Si le chiffre se rapproche de -1, il y a un lien négatif entre les deux éléments comparés et enfin si le chiffre se rapproche de 1, il y a un lien positif entre les deux éléments.

Nous avons calculé les médianes de certains critères. Il s'agit du nombre pour lequel la moitié des sujets ont moins que ce nombre de critères et la moitié des sujets ont plus que ce nombre de critères.

Nous avons calculé les moyennes de certains critères. Elle correspond à la valeur qu'aurait chacun des sujets s'il était tous identiques.

Nous avons calculé le 1^{er} et le 3^{ème} quartile. Le premier quartile est une valeur qui correspond au fait que 25% des sujets se trouvent en dessous de ce nombre. Le troisième quartile est une valeur qui correspond au fait que 75% des patients se trouvent en dessous de ce nombre. Ces nombres permettent de se rendre compte de la répartition des valeurs dans la population testée.

Ces quatre données associées au minimum et au maximum de chaque critère ont permis de réaliser une boîte à moustache. Elle montre la répartition globale des critères dans notre population.

Nous retrouverons des tableaux récapitulatifs des critères du Whiplash. C'est sur cette base que sera calculé le nombre de critères par catégories et que l'on effectuera les graphiques suivant.

1.2 Résultats

Tableau I : Résultats dysfonction OAA

	C0/C1	C1/C2	C2/C3
patient 1	X		
patient 2			X
patient 3			
patient 4		X	X
patient 5	X	X	X

- Le patient 1 présente une dysfonction de C0 sur C1;
- Le patient 2 présente une dysfonction de C2 sur C3;
- Le patient 3 ne présente pas de dysfonction ;
- Le patient 4 présente une dysfonction de C1 sur C2 et de C2 sur C3 ;
- Le patient 5 présente une dysfonction de C0 sur C1, C1 sur C2 et C2 sur C3.

Tableau II : Résultats dysfonction OAA

	C0/C1	C1/C2	C2/C3
patient 7		X	
patient 8			
patient 9	X		X
patient 10	X	X	
patient 12		X	X

- Le patient 7 présente une dysfonction de C1 sur C2 ;
- Le patient 8 ne présente pas de dysfonction ;
- Le patient 9 présente une dysfonction de C0 sur C1 et C2 sur C3 ;
- Le patient 10 présente une dysfonction de C0 sur C1 et C1 sur C2 ;
- Le patient 12 présente une dysfonction de C1 sur C2 et C2 sur C3.

Tableau III : Résultats Critères cranio-sacré

	MRP faible	asynchronisme
patient 1		
patient 2		
patient 3	X	X
patient 4	X	X
patient 5		X

- Les patients 1 et 2 n'ont pas de critère cranio-sacré ;
- Les patients 3 et 4 ont deux critères cranio-sacré ;
- Le patient 5 a un asynchronisme cranio-sacré.

Tableau IV : Résultats Cranio sacré

	MRP faible	asynchronisme
patient 7		
patient 8	X	X
patient 9		X
patient 10		
patient 12		

- Les patients 7, 10 et 12 n'ont pas de critères cranio-sacré ;
- Le patient 8 a deux critères cranio sacré ;
- Le patient 9 a un asynchronisme cranio-sacré.

Tableau V : Résultats critères fasciaux

	pouces	verticales	diaphragmes	banane	cervicales
patient 1		X		X	
patient 2		X			
patient 3		X			
patient 4	X				X
patient 5	X	X	X		X

- Le patient 1 a un décalage d'un côté à la verticale de barré yeux fermés et une position spontanée en banane ;
- Les patients 2 et 3 ont un décalage d'un côté à la verticale de barré yeux fermés ;
- Le patient 4 a trois pouces montants d'un côté et une translation totale des cervicales d'un côté ;
- Le patient 5 a trois pouces montants d'un côté, un décalage d'un côté à la verticale de Barré yeux fermés, une translation des trois diaphragmes d'un même côté et une translation totale des cervicales d'un côté.

Tableau VI : Résultats critères fasciaux

	pouces	verticales	diaphragmes	banane	cervicales
patient 7					
patient 8		X			
patient 9	X				
patient 10	X	X			
patient 12	X	X			X

- Le patient 7 n'a pas de critère fascia ;
- Le patient 8 a un décalage à la verticale de Barré, yeux fermés ;
- Le patient 9 a trois pouces montants d'un même côté ;
- Le patient 10 a trois pouces montants d'un même côté et un décalage d'un côté à la verticale de Barré, yeux fermés ;
- Le patient 12 a trois pouces montants d'un même côté, un décalage d'un côté à la verticale de Barré, yeux fermés et une translation des cervicales d'un côté.

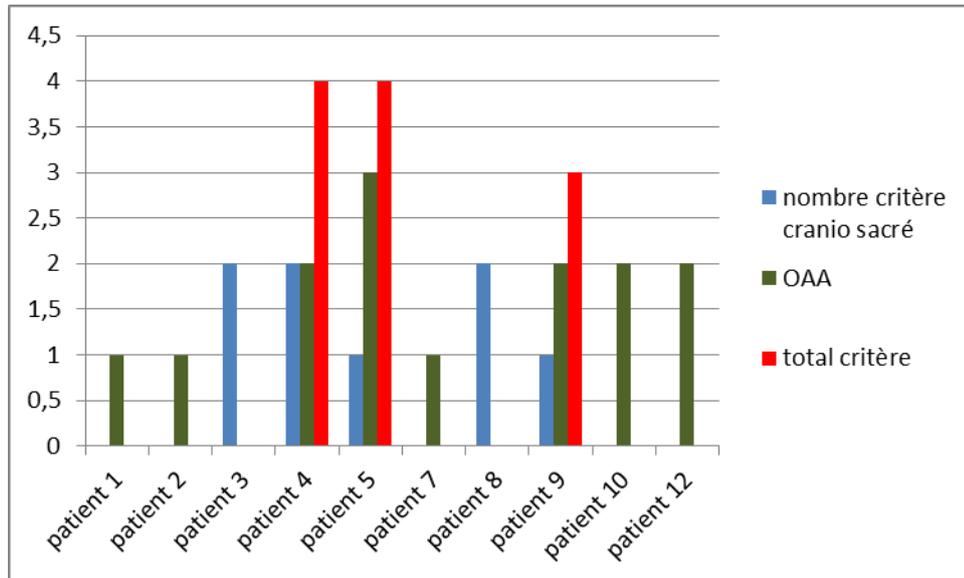


Figure 14 : Résumé critère cranio sacré et dysfonction OAA

- Nous pouvons observer que les patients 1, 2, 3, 7, 8, 10 et 12 ne présentent pas une association entre un critère cranio-sacré et des dysfonctions au niveau de l'OAA.
- Les patients 4, 5 et 6 présentent une association entre ces deux éléments.

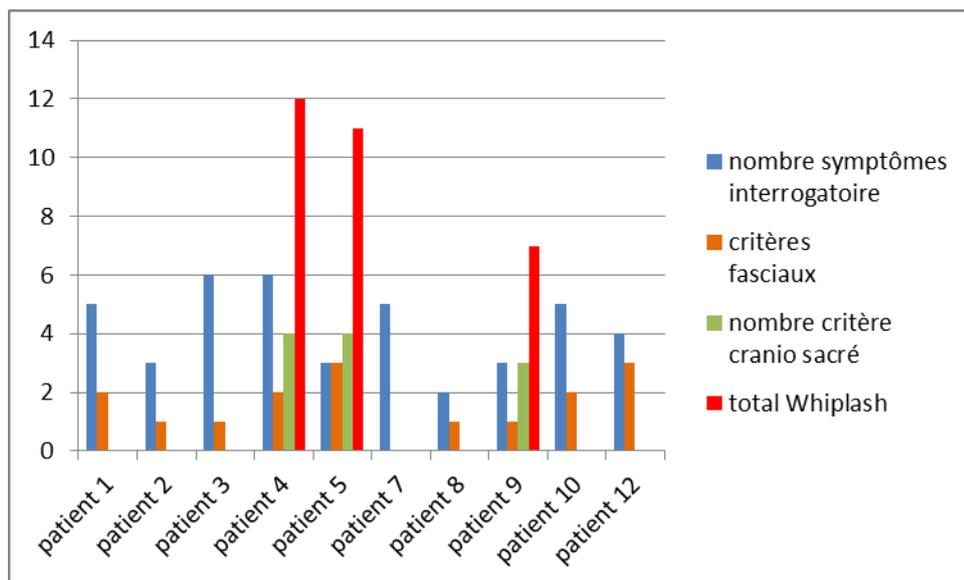


Figure 15 : Symptômes Whiplash

- Le patient 1 ne présente pas d'association entre le critère de bilan fascia et le critère cranio sacré. Nous trouvons cinq symptômes à l'interrogatoire, deux critères fasciaux et on ne trouve pas de total pour le Whiplash ;

- Le patient 2 ne présente pas d'association entre le critère de bilan fascia et le critère cranio sacré. Nous observons trois symptômes à l'interrogatoire, un critère fascia et on ne trouve pas de total pour le Whiplash ;
- Le patient 3 ne présente pas d'association entre le critère fascia et un critère cranio-sacré. Nous observons six symptômes à l'interrogatoire et un critère fascia. On ne trouve pas de total pour le Whiplash ;
- Le patient 4 présente une association entre un critère cranio-sacré et un critère fascia. Nous observons six symptômes à l'interrogatoire, deux critères fasciaux, quatre critères cranio sacré et un total montrant le Whiplash de 12 ;
- Le patient 5 présente une association entre un critère cranio-sacré et un critère fascia. Nous observons trois symptômes à l'interrogatoire, trois critères fasciaux, quatre critères cranio sacré et un total montrant le Whiplash de 11 ;
- Le patient 7 ne présente pas d'association entre un critère fascia et un critère cranio-sacré. Nous observons cinq symptômes à l'interrogatoire, aucun critère fascia et aucun critère cranio-sacré. On ne trouve pas de total pour le Whiplash ;
- Le patient 8 ne présente pas d'association entre un critère fascia et un critère cranio-sacré. Nous observons deux symptômes à l'interrogatoire et un critère fascia. On ne trouve pas de total pour le Whiplash ;
- Le patient 9 présente une association entre une dysfonction des premières cervicales et un critère cranio-sacré. Il présente une association entre un critère cranio-sacré et un critère fascia. Nous observons trois symptômes à l'interrogatoire, un critère fascia, un critère cranio-sacré, deux dysfonctions de l'OAA et un total montrant le Whiplash de 7 ;
- Le patient 10 ne présente pas d'association entre le critère de bilan fascia et le critère cranio sacré. Nous observons cinq symptômes à l'interrogatoire, deux critères fasciaux et on ne trouve pas de total pour le Whiplash ;
- Le patient 12 ne présente pas d'association entre le critère de bilan fascia et le critère cranio sacré. Nous observons quatre symptômes à l'interrogatoire, trois critères fasciaux et on ne trouve pas de total pour le Whiplash.

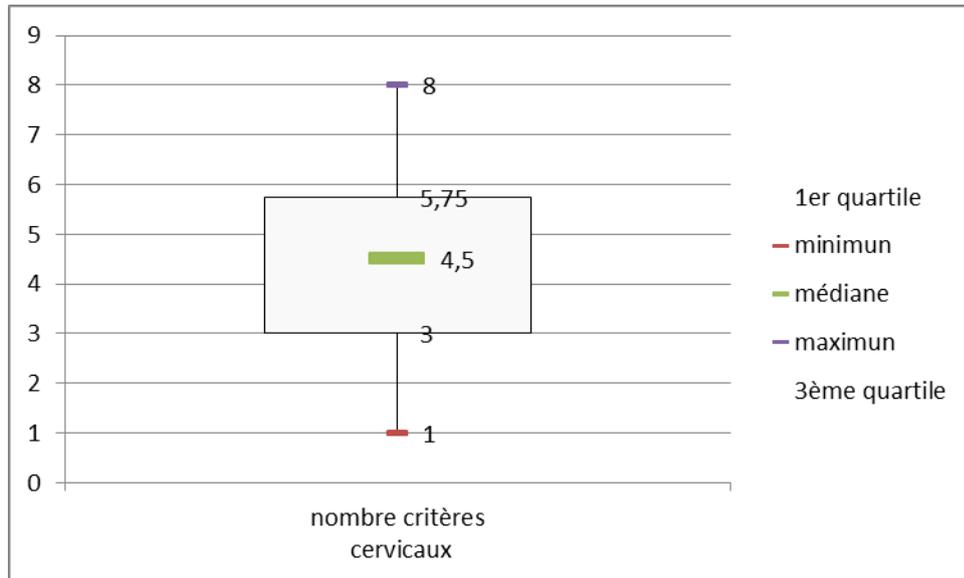


Figure 16 : Boite à moustache critères cervicaux

- Il y a au moins un critère cervical exclusif et au maximum huit critères ;
- La médiane est de 4,5 critères cervical ;
- Le 50% de la population a entre 3 et 5,75 critères cervicaux.

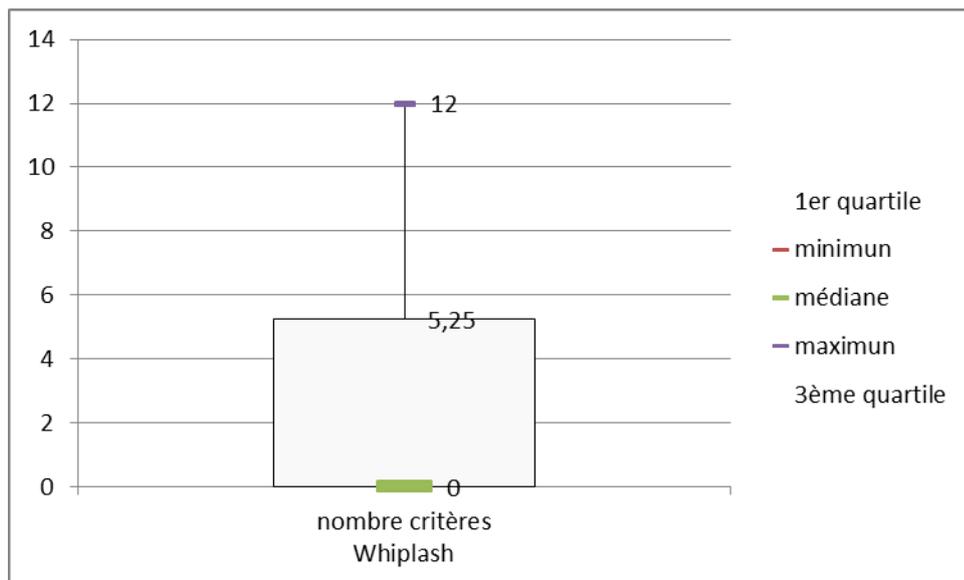


Figure 17 : Boite à moustache critères Whiplash

- Le minimum de critère pour le Whiplash est de zéro, ainsi que le premier quartile et la médiane ;
- Le troisième quartile est à 5,25, le maximum de critère pour le Whiplash est de douze.

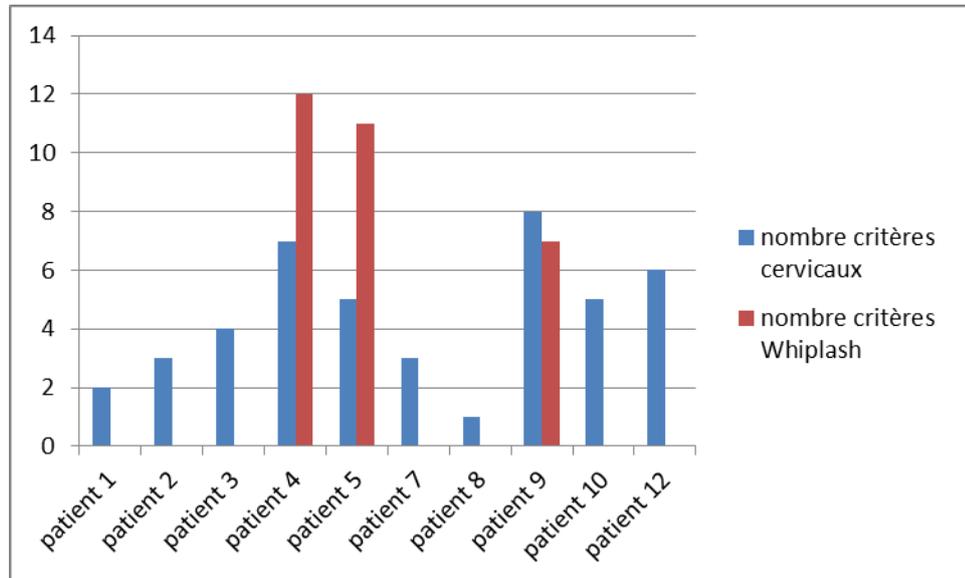


Figure 18 : Comparatif des critères cervicaux et Whiplash

- Le patient 1 présente deux critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash ;
- Le patient 2 présente trois critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash ;
- Le patient 3 présente quatre critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash ;
- Le patient 4 présente sept critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et douze critères en faveur du Whiplash ;
- Le patient 5 présente cinq critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et onze critères en faveur du Whiplash ;
- Le patient 7 présente trois critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash ;
- Le patient 8 présente un critère en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash ;
- Le patient 9 présente huit critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et sept critères en faveur du Whiplash ;
- Le patient 10 présente cinq critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash ;

- Le patient 12 présente six critères en faveur de troubles cervico-thoracique exclusifs et aucun critère en faveur du Whiplash.

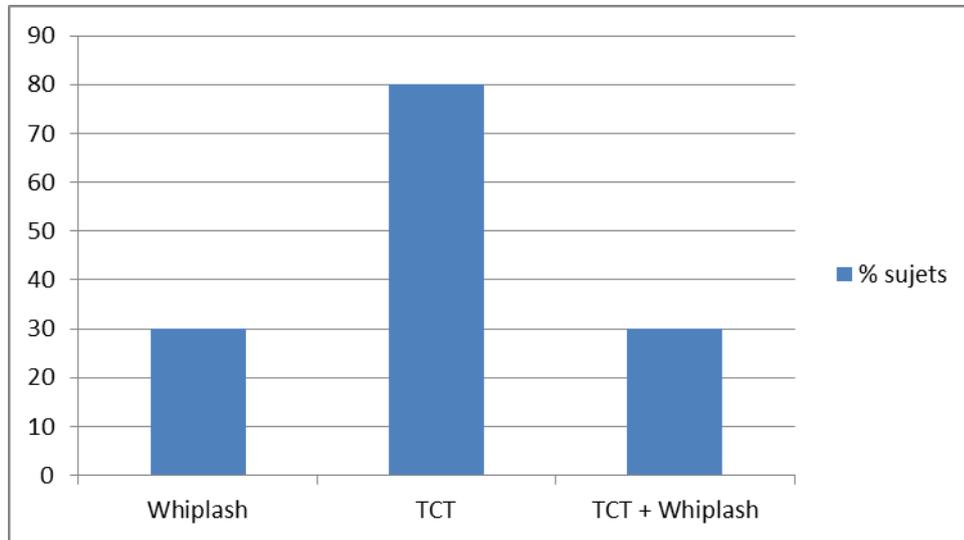


Figure 19 : Répartition des sujets

- 30% des sujets peuvent avoir un Whiplash ;
- 80% des sujets ont au moins trois critères de troubles cervico-thoraciques exclusifs ;
- 30 % des sujets ont une association entre le Whiplash et les troubles cervico-thoraciques exclusifs.

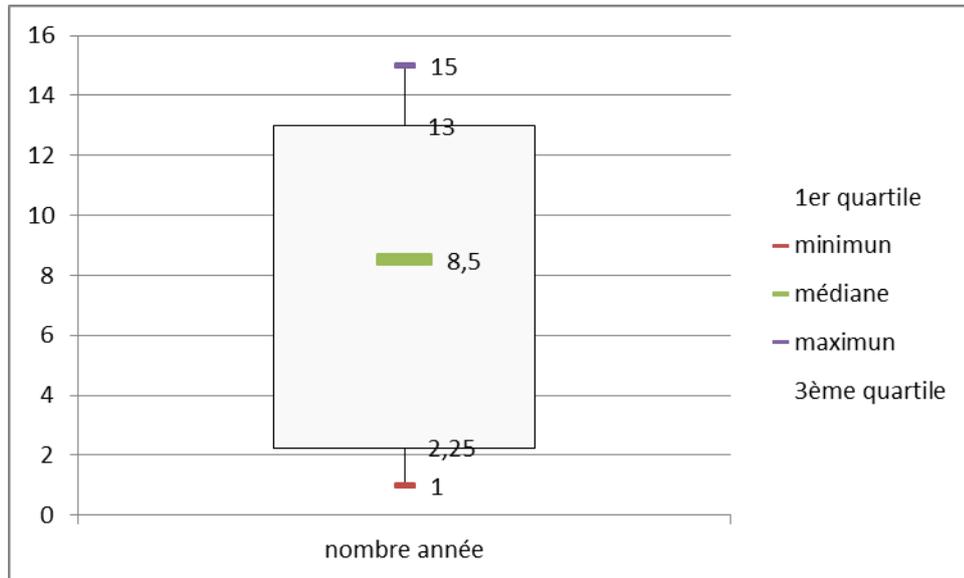


Figure 20 : Boîte à moustache nombre d'année de pilotage

- Le minimum est de une année d'expérience ;
- Le maximum est de quinze années d'expérience ;
- Le premier quartile est de 2,25 années d'expérience ;
- Le troisième quartile est de treize années d'expérience ;
- La médiane est de 8,5 années d'expérience.

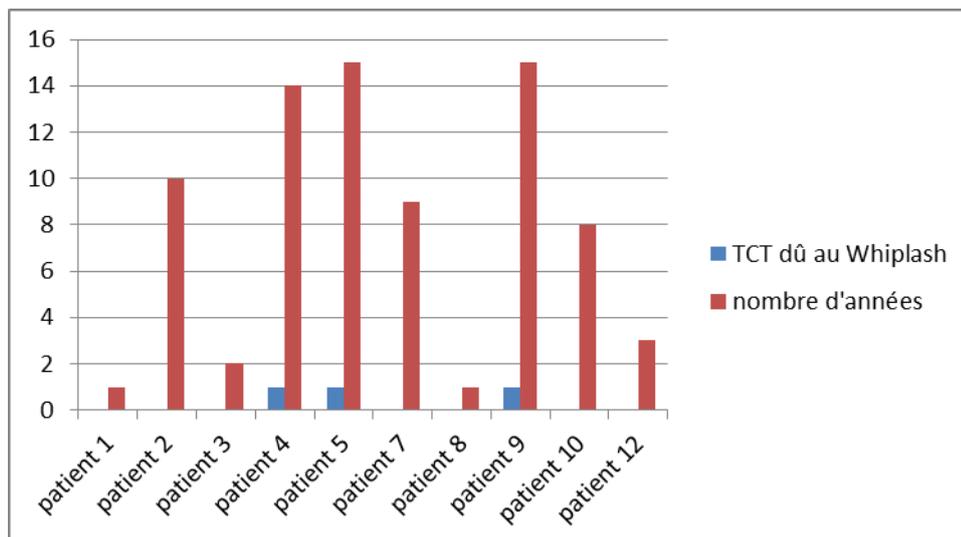


Figure 21 : Comparatif présence TCT et nombre d'années de pilotage

- Le patient 1 pilote depuis un an et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 2 pilote depuis dix ans et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 3 pilote depuis deux ans et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 4 pilote depuis quatorze ans et présente des troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 5 pilote depuis quinze ans et présente des troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 7 pilote depuis neuf ans et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 8 pilote depuis un an et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 9 pilote depuis quatorze ans et présente des troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;
- Le patient 10 pilote depuis quinze ans et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash ;

- Le patient 12 pilote depuis trois ans et ne présente pas de troubles cervico-thoracique dû au Whiplash.

Tableau VII : Moyennes et médianes

	moyenne	médiane
cervicales	4,4	4,5
critères whiplash	3	0
nombre whiplash	3	0
année	7,8	8,5

- En moyenne, il y a 4,4 critères cervicaux. Ce critère a pour médiane 4,5 ;
- En moyenne, il y a 3 critères pour le Whiplash et la médiane de ce critère est de 0 ;
- En moyenne, il y a 3 patient qui ont des troubles cervico-thoracique dû au Whiplash et il y a une médiane de 0 ;
- En moyenne les pilotes ont pratiqués 7,8 ans et la médiane de ce nombre d'années est de 8,5 ans.

Tableau VIII : Résultats statistiques

	valeur du P	valeur de corrélacion
hypothèse 1	0,4281296	0,63172062
hypothèse 2	0,00065747	0,82402637

- Pour l'hypothèse concernant le lien entre les troubles cervico-thoraciques et le Whiplash la valeur du p est de 0.428 et la valeur du test de corrélation est de 0,63. Ces tests statistiques se trouvent en annexes 11, 12 et 13 ;
- Pour l'hypothèse concernant le lien entre les troubles cervico-thoracique dû au Whiplash et le nombre d'années de pilotage, la valeur du p est de $6,5 \cdot 10^{-4}$ et la valeur du test de corrélation est de 0.82. Ces tests statistiques se trouvent en annexes 14,15 et 16.

CHAPITRE 2 : DISCUSSION

2.1 Interprétation des résultats

Nous cherchons à savoir s'il existe un lien entre les troubles cervico-thoracique et le Whiplash. Pour cela nous avons regroupé plusieurs critères afin d'évaluer la possibilité qu'un pilote souffre de Whiplash. La figure 15 regroupe ces différents critères et le résultat sur la possibilité de Whiplash. Nous constatons que trois pilotes peuvent avoir un Whiplash. Il s'agit de 30% des sujets testés. Les tableaux I à VI regroupent les différentes informations obtenues sur les critères précédemment décrit. Les informations réunies sur les interrogatoires et sur les différentes dysfonctions cervicales étant réuni dans les annexes un à dix (fiches de chaque patient). Nous avons effectués les calculs et les figures 15 et 18.

Nous avons regroupés le nombre de critères pouvant montrer des troubles cervico-thoracique chez un sujet. Nous retrouvons ces critères dans les annexes I à X.

Nous constatons que les trois pilotes ayant la possibilité d'avoir un Whiplash souffrent aussi de troubles cervico-thoraciques exclusifs. La figure 18 montre qu'ils ont tous un minimum de 5 critères cervico-thoraciques. Nous observons dans le tableau VII que la moyenne de ces critères cervico-thoracique est de 4,4 soit moins que le minimum retrouvé chez les sujets qui peuvent être atteints par un Whiplash.

La figure 16 montre l'étendue des critères en faveur de trouble cervico-thoracique. Il existe une variabilité importante de ce critère. Le maximum étant de 8 et le minimum de 1, nous comptabilisons 50% des pilotes entre 3 et 5,75 critères avec une médiane à 4,5. Nous pouvons donc en déduire que les troubles cervico-thoraciques sont très présent chez les sujets. Ces troubles ne sont pas liés au Whiplash dans 70% des sujets testés dans cette étude.

La figure 17 montre que les critères pour le Whiplash sont répartis de façon spécifique. Trois pilotes possèdent un nombre de critères supérieurs à 8 comme le montre la figure 9 et les autres n'en présentent pas. Ceci explique cette répartition.

Nous pouvons voir dans le tableau VIII, qu'il y a une corrélation de 0,6 entre les troubles cervico-thoraciques et la possibilité d'un Whiplash. Ce chiffre étant proche de 1, il présume d'un lien raisonnable possible entre les troubles cervico-thoraciques et le

Whiplash. Cependant le p étant de 0,4 ; soit nettement supérieur à 0,05, les résultats ne peuvent être considérés comme significatifs du point de vue statistique.

La deuxième hypothèse tendait à montrer, qu'il existait un lien entre le fait d'avoir des troubles cervico-thoracique dus au Whiplash et le nombre d'année de pilotage. Nous avons fait un comparatif entre les résultats trouvés dans la première partie, à savoir quel pilote présente ces symptômes et leur expérience en pilotage.

La figure 20 nous offre la répartition du nombre d'années de pilotage dans notre population. Nous constatons que cette valeur est très étendue. La moitié de la population se trouvent entre 2,5 ans et 13 années d'expérience. Les extrêmes ne diffèrent que de 2 ans, ce qui reste relatif par rapport à l'étendue de la majorité de la population.

Nous pouvons constater avec la figure 21 et le tableau VIII, qu'il y a un lien entre le nombre d'années de pilotage et la présence de troubles cervico-thoraciques. Il y a une corrélation de 0,82, ce chiffre se rapproche de 1. Nous pouvons en conclure que le lien entre ces deux valeurs est important. La figure 21 montre que plusieurs pilotes ayant huit ans ou plus d'expérience de pilotage n'ont pas de troubles cervico-thoraciques dus au Whiplash. Ceci prouve que tous les pilotes ne réagissent pas de la même façon face aux mêmes contraintes. Le p étant de $6,5 \cdot 10^{-4}$, on peut en déduire que le résultat est hautement significatif.

2.2 Sources d'erreur et biais de l'étude

La principale source d'erreur est la quantité insuffisante de patient à tester pour prouver cette théorie. Il aurait fallu un minimum de 100 sujets afin que les résultats soient statistiquement recevables.

Nous avons pratiqué les tests dans deux lieux différents. Ceci constitue un biais qui pourrait être corrigé. Les patients se trouveraient alors dans les mêmes conditions au moment des tests : même température de la pièce, même espace dans la pièce. De la même façon, nous avons eu deux maitres de stage donc les pilotes ont été confronté à des interlocuteurs différents.

Ce mémoire aurait pu être amélioré par l'usage de matériel d'imagerie médicale comme une radiographie cervicale pouvant montrer une éventuelle inversion de courbure cervicale.

Il aurait été intéressant de mesurer de façon précise les décalages lors de la verticale de Barré afin de rendre ce critère plus objectivable et reproductible.

Nous aurions pu améliorer le mémoire en choisissant des pilotes qui utilisent des bateaux d'une seule classe.

Le fait de réduire l'amplitude de l'expérience dans deux groupes distincts, permettrait d'avoir une idée plus réelle sur la deuxième hypothèse. Nous pourrions choisir un groupe de cinquante pilotes ayant plus de dix ans d'expérience et un groupe de cinquante pilotes ayant moins de cinq ans d'expérience. La différence serait plus significative.

Nous pourrions améliorer le protocole en prenant une population test souffrant de troubles cervico-thoraciques, ne pratiquant pas le pilotage et n'ayant pas eu d'accident de la voie publique. Nous chercherions à connaître alors le pourcentage de patients souffrants de troubles musculo-squelettique exclusifs et ceux présentant un Whiplash. Ceci nous permettrait d'établir un comparatif.

Enfin après avoir fait l'analyse des résultats, il semble que plusieurs des tests réalisés lors du bilan n'étaient pas utiles pour répondre à nos hypothèses. Nous aurions donc pu gagner en efficacité.

Conclusion

Ce mémoire, nous présente ce qu'est le motonautisme Inshore. Ce sport de grande vitesse soumet les pilotes à d'importantes contraintes pouvant aller jusqu'à l'accident. Le pilote peut alors réussir à évacuer l'énergie emmagasinée et n'aura donc pas de séquelles prévisibles. Il est aussi possible que cette énergie s'accumule dans son organisme, nous pourrions alors évoquer la possibilité d'un Whiplash. Ce syndrome est littéralement la résultante d'un coup de fouet qui se propage le long de la dure mère.

Nous nous sommes donc intéressés aux troubles cervico-thoraciques pour savoir s'ils avaient toujours un lien avec le Whiplash.

Notre étude sur dix pilotes à démontrer que 30% des pilotes testés présenteraient un Whiplash alors que 8 sujets sur 10 ont plus de 3 critères en faveur de troubles cervico-thoraciques exclusifs. Pour autant, ce résultat n'est pas significatif du point de vue statistique car le nombre restreint de sujets ne permet pas de valider ou d'invalider notre hypothèse de départ. Un plus grand nombre pourrait peut-être changer d'une façon significative les pourcentages obtenus. Toutefois cela démontre que tous les troubles cervico-thoraciques chez les pilotes de Inshore ne sont pas forcément liés à un syndrome post commotionnel de type Whiplash.

En ce qui concerne le critère d'ancienneté de carrière de pilote, nous retrouvons ici une corrélation de 0,8. Ce nombre nous prouve le lien important entre ces valeurs et ce résultat est fortement significatif.

Nous avons pu constater par la suite que cette étude aurait pu être améliorée de multiples façons pour la rendre plus objectivable et plus pertinente du point de vue statistique. Nous pouvons donc améliorer le protocole en changeant le nombre de sujets traités et en sélectionnant une population test, ainsi qu'en gardant un même lieu et un même maître de stage pour tous les tests. Il semblerait plus pertinent de réduire le nombre de tests pratiqués lors du bilan pour être plus synthétique et donc plus efficace lors des différents tests.

En définitive, la première hypothèse n'a pas été démontrée statistiquement mais il semblerait qu'il existe la présence de trouble cervico-thoraciques et la présence de Whiplash.

La seconde hypothèse a été démontrée statistiquement, il existerait donc un lien entre la présence de troubles cervicaux et le nombre d'année de pilotage.

Les résultats de cette étude encouragent vivement à la prise en charge ostéopathique des pilotes d'Inshore et pourraient faire également un thème pour un futur sujet de mémoire : Efficacité du traitement ostéopathique dans les cervico-dorsalgies chez les pilotes d'Inshore.

Références et Index

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Intérieur d'un bateau	9
Figure 2 : Illustration fonctionnement TRIM [18].....	10
Figure 3 : Bateaux team Navikart, Rouen 2014, Pascal SAINT AUBIN	11
Figure 4 : Mouvement lors de l'accélération d'après Mc Connel et al [17].....	12
Figure 5 : Forces lors de l'accélération.....	13
Figure 6 : Forces lors de la décélération	14
Figure 7 : Forces lors du virage	15
Figure 8 : Vertèbre cervicale type, ROUVIERE tome 1	22
Figure 9 : L'atlas, ROUVIERE tome 1.....	25
Figure 10 : L'axis, ROUVIERE tome 1	26
Figure 11 : Vertèbre thoracique, ROUVIERE tome 2.....	27
Figure 12 : Tracé de la planche.....	31
Figure 13 : Verticale de Barré d'après Orthoposturodentie, Michel Clauzade	33
Tableau I : Résultats dysfonction OAA.....	38
Tableau II : Résultats dysfonction OAA.....	39
Tableau III : Résultats Critères cranio-sacré.....	39
Tableau IV : Résultats Cranio sacré	40
Tableau V : Résultats critères fasciaux.....	40
Tableau VI : Résultats critères fasciaux	41
Figure 14 : Résumé critère cranio sacré et dysfonction OAA	42
Figure 15 : Symptômes Whiplash.....	42
Figure 16 : Boite à moustache critères cervicaux	44

Figure 17 : Boite à moustache critères Whiplash	44
Figure 18 : Comparatif des critères cervicaux et Whiplash.....	45
Figure 19 : Répartition des sujets	46
Figure 20 : Boite à moustache nombre d'année de pilotage.....	47
Figure 21 : Comparatif présence TCT et nombre d'années de pilotage	48
Tableau VII : Moyennes et médianes	49
Tableau VIII : Résultats statistiques	50

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Rouvière, H. (1991). *Anatomie Humaine, Tome 1 : Tête et cou*. Paris : Masson. 608 pages
- [2] Rouvière, H. (1992). *Anatomie Humaine, Tome 2 : Tronc*. Paris : Masson. 686 pages
- [3] Monnier, C (2014) cours sur le Whiplash. IO-Rennes.
- [4] « chocs et traumatismes ». Ressource en ligne. 23/03/2014. <http://osteopathie.comprendrechoisir.com/comprendre/chocs-traumatismes>.
- [5] Chatel, A. (2013). « Ces bateaux qui « volent sur l'eau » ». Ressource en ligne. 27/10/2014.
- [6] http://www.sportacaen.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=6489:ces-bateaux-qui-l-volent-sur-leau-r&catid=11:divers&Itemid=87.
- [7] « Fonctionnement Inshore ». Ressource en ligne. 19/11/2014. <http://team22i.e-monsite.com/pages/motonautisme/fonctionnement-inshore/fonctionnement-inshore.html>.
- [8] Brooks, R. (2012). *La vie en mouvement, la vision ostéopathique de Rollin E. BECKER*. Bayeux : Sully. 464 pages
- [9] Wisner, A. Leroy, J. Bandet, J. (1970). « La tolérance humaine au choc ». Ressource en ligne. 23/03/2014. http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/temis/15062/15062_26.pdf.
- [10] « La Classe 2 ». Ressource en ligne. 11/06/2014. <http://www.24heuresrouen.com/la-classe-2-i4d82>.

- [11] Lemoine, S. (2014). « L'inshore ». Ressource en ligne. 11/06/2014. <http://www.navikart.com/pages/l-inshore.html>.
- [12] (2010). « Les effets de la pression et de l'accélération sur le corps humain ». Ressource en ligne. 23/03/2014. <http://pressionacceleration.centerblog.net/>.
- [13] « Le motonautisme ». Ressource en ligne. 29/10/2014. <http://forceinshore.com/inshore.html>.
- [14] Tensillier, E. Sénamaud, K Lassié, P Thicoïpé, M Dabadie, P (2002). « Lésions traumatiques par décélération ». Ressource en ligne. 11/06/2014. http://www.sfar.org/acta/dossier/archives/mu02/html/mu02_01/urg02_01.htm
- [15] Giancoli, D. (1993). *Physique générale 1, Mécanisme et thermodynamique*. Montréal : De Boeck Université. 554 pages
- [16] Kayser, B. (2012). « Quelle est la vitesse maximale que le corps humain peut supporter ». Ressource en ligne. 23/03/2014. <http://www.rts.ch/decouverte/sante-et-medecine/corps-humain/4642907-quelle-est-la-vitesse-maximale-que-le-corps-humain-peut-supporter.html>.
- [17] Roche, E. (2010). *Qu'est-ce que le « whiplash »*. Mémoire. Dijon : Nom de l'Université. (non publié). 46 pages.
- [18] (2011). « Tout savoir sur le trim ». Ressource en ligne. 16/04/2015. <http://www.moteurboat.com/pratique/astuces/tout-savoir-sur-le-trim.html>.
- [19] Renaudeau, P. (2011). « Whiplash (coup du lapin) ». Ressource en ligne. 23/03/2014. <http://www.osteopathie-france.net/articles-sites/1402-whiplash>.
- [20] « whiplash : coup du lapin ». Ressource en ligne. 23/03/2014. <http://montpellier-osteopathe.net/les-urgences/urgence/whiplash-coup-du-lapin/>.
- [21] Hiriart, C. (2013). « Whiplash et ostéopathie ». Ressource en ligne. 23/03/2014. <http://qualita.ca/indications-de-losteopathie/whiplash-et-osteopathie/>.
- [22] (2014). « Conversation ». Ressource en ligne. 17/04/2015. <http://www.discount-marine.com/forums/forum-moteur/honda-bf200-qui-eclabousse-monte-sur-cc-625-wa>

ANNEXES

TABLE DES MATIERES

Attestation de non plagiat	2
Sommaire	3
Résumé.....	4
Summary	5
Remerciements.....	6
Abréviations :.....	7
Introduction.....	8
Rappel sur le sujet.....	9
Chapitre 1 : Le motonautisme inshore	9
1.1 Présentation du sport.....	9
1.2 Contraintes liées au sport et accidentologie.....	12
Chapitre 2 : Le Whiplash	17
Chapitre 3 : Rappel sur les cervicales et la première thoracique	21
3.1 La vertèbre type cervicale.....	21
3.2 L’atlas	23
3.3 L’axis	25
3.4 La première vertèbre thoracique	26
Expérimentation.....	28
Chapitre 1 : Contexte théorique et expérimental	28
1.1 Le but de la recherche.....	28
1.2 Le contexte théorique de l’étude.....	28
1.3 Les hypothèses de l’étude	29
Chapitre 2 : Population et matériel	30
2.1 La population	30
2.2 Matériel.....	31
Chapitre 3 : Réalisation de l’expérimentation	32
3.1 Descriptif de l’expérimentation	32
3.2 Plan d’expérience : description des variables utilisées.....	35
Analyse des données de l’expérimentation	37
Chapitre 1 : Résultats	37
1.1 Méthode d’analyse des résultats	37
1.2 Résultats.....	38
Chapitre 2 : Discussion	51
2.1 Interprétation des résultats	51
2.2 Sources d’erreur et biais de l’étude.....	52
Conclusion	54
Références et Index.....	56
Table des Figures	56
Références Bibliographiques	57
ANNEXES	59
Table des Matières	60