



**BELSO**

THE BELGIAN SCHOOL OF OSTEOPATHY

Impact des manipulations crâniennes chez le  
plongeur qui présente des troubles d'équilibration  
de pression au niveau de l'oreille moyenne.

Travail de fin d'études d'ostéopathie pour l'obtention du titre  
D.O.

Nom : Houdart

Prénom : Florence

Date de naissance : 27/09/1991

Année académique : 2024-2025

Superviseur : Stéphane Heyninck

Impact des manipulations crâniennes chez le  
plongeur qui présente des troubles d'équilibration  
de pression au niveau de l'oreille moyenne.

Travail de fin d'études d'ostéopathie pour l'obtention du titre  
D.O.

---

Nom : Houdart

Prénom : Florence

Date de naissance : 27/09/1991

Année académique : 2024-2025

Superviseur : Stéphane Heyninck



## REMERCIEMENTS

---

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie chaleureusement mon promoteur, Stéphane Heyninck, pour sa guidance, son soutien constant et ses précieux conseils tout au long de ce projet. Sa disponibilité et son expertise ont été d'une aide inestimable.

Ma reconnaissance va également aux ORL de l'hôpital Mont-Godinne et au médecin hyperbare de la Citadelle de Liège, qui ont facilité l'organisation de mon expérimentation. Leur collaboration a été essentielle pour la réussite de cette étude. Je tiens à remercier les audiologues pour leur formation et leur accompagnement dans l'utilisation des différentes machines. Leur expertise a été cruciale pour la collecte des données.

Un immense merci aux 21 plongeurs qui ont participé à cette étude. Leur engagement et leurs retours positifs sur le traitement réalisé et ses effets bénéfiques ont été une source de motivation et de satisfaction.

Enfin, je suis reconnaissante envers les personnes qui ont pris le temps de relire mon mémoire et de me faire part de leurs commentaires constructifs. Leurs remarques ont permis d'améliorer significativement la qualité de ce travail.

Merci à tous pour votre contribution et votre soutien.

# TABLE DES MATIERES

---

Remerciements .....	4
1 Résumés .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2 Introduction.....	11
3 Matériels et méthodes .....	18
3.1 La population .....	18
3.1.1 Critères d'inclusion .....	18
3.1.2 Critères d'exclusion .....	18
3.2 Déroulement de l'expérimentation .....	19
3.2.1 Visite chez l'ORL/Médecin hyperbare .....	19
3.2.2 La séance d'ostéopathie crânienne .....	21
3.2.3 Plongée en milieu protégé.....	22
3.2.4 Retour de plongée .....	22
3.3 Méthode statistique et analyse des résultats.....	23
4 Résultats .....	24
4.1 Présentation des sujets.....	24
4.1.1 Âge .....	25
4.1.2 Sexes .....	25
4.1.3 Niveau de plongée .....	26
4.1.4 Expérience en plongée .....	26
4.1.5 Latéralité de la dysfonction .....	26
4.2 Analyse statistique des résultats .....	27
4.2.1 La Tubomanométrie .....	27
4.2.2 Le questionnaire ETDQ-7 .....	29
4.2.3 L'échelle EVA .....	30
4.2.4 Résumé des différents résultats .....	30
5 Discussion .....	31
5.1 Caractéristiques du groupe.....	31
5.2 Méthode et interprétation des résultats.....	31
5.3 L'approche ostéopathique .....	33
5.4 Limitation de l'étude et biais divers.....	34
5.4.1 La population .....	34
5.4.2 La tubomanométrie .....	34
5.4.3 L'ETDQ-7 .....	35

5.4.4	L'échelle EVA .....	35
5.4.5	La prise en charge ostéopathique .....	35
5.5	Ouvertures et pistes de recherches futures .....	36
6	Conclusion .....	37
7	Références.....	38
8	Table des illustrations.....	40
9	Annexes .....	41
9.1	Annexe 1 ETDQ-7 .....	41
9.2	Annexe 2 Calculs statistiques tubomanométrie (Wilcoxon).....	42
9.2.1	30 Mbar oreille problématique .....	42
9.2.2	40 Mbar oreille problématique .....	42
9.2.3	50 Mbar oreille problématique .....	43
9.2.4	30 Mbar oreille saine .....	44
9.2.5	40 Mbar oreille saine.....	45
9.2.6	50 Mbar oreille saine.....	45
9.3	Annexe 3 : Calculs statistiques ETDQ-7 (Wilcoxon) .....	47
9.4	Annexe 4 : Calculs statistiques EVA (Wilcoxon).....	48
9.5	Annexe 5 : Tableau des résultats .....	49

# 1 RESUMES

---

## Introduction

La plongée est un sport de plus en plus populaire dans le monde entier. Les troubles d'origine ORL liés à la plongée sont fréquents et peuvent être dangereux pour le plongeur. Les complications les plus fréquentes dans le milieu de la plongée sont les dysfonctions de la trompe d'Eustache et les barotraumatismes qui en découlent. Ce travail a pour objectif de mesurer l'impact des manipulations crâniennes chez les plongeurs qui présentent des troubles d'équilibration de pression au niveau de l'oreille moyenne.

## Méthodologie

Une série de tests a été réalisée pour quantifier l'ouverture de la trompe d'Eustache (TMM) (uniquement pour 8 plongeurs passés chez l'ORL), le degré de dysfonction tubaire (ETDQ-7) et la douleur associée (EVA). Les sujets ont ensuite bénéficié d'une séance d'ostéopathie crânienne. À la suite de celle-ci, les participants ont effectué une plongée de contrôle, afin d'évaluer leur capacité à équilibrer leurs oreilles moyennes en conditions réelles. Dans les semaines suivant cette plongée, les tests initiaux ont été répétés, en tenant compte du parcours individuel de chaque participant (ORL ou médecin hyperbare).

## Résultats

L'analyse comparative des données recueillies avant et après les manipulations crâniennes ostéopathiques a révélé des différences statistiquement significatives, suggérant un impact positif du traitement. Ces résultats ont été corroborés par les observations cliniques et les témoignages des plongeurs, qui ont rapporté une amélioration notable de leur capacité à équilibrer la pression dans leurs oreilles.

## Conclusion

Les résultats de cette étude suggèrent que les manipulations crâniennes peuvent améliorer significativement la fonction de la trompe d'Eustache chez les plongeurs. Cette approche thérapeutique pourrait représenter une avancée prometteuse pour la prise en charge de ces troubles fréquents dans la population des plongeurs.

# ABSTRACT

---

## Introduction

Diving is an increasingly popular sport worldwide. ENT-related disorders linked to diving are frequent and can be dangerous for the diver. The most common complications in the diving environment are Eustachian tube dysfunctions and the resulting barotraumas. This study aims to measure the impact of cranial manipulations in divers who experience pressure equalization problems in the middle ear.

## Methodology

A series of tests was conducted to quantify Eustachian tube opening (TMM) (only for 8 divers seen by the ENT specialist), the degree of tubal dysfunction (ETDQ-7), and associated pain (VAS). Subjects then underwent a session of cranial osteopathy. Following this, participants performed a control dive to assess their ability to equalize their middle ear in real-world conditions. In the weeks following this dive, the initial tests were repeated, taking into account each participant's individual pathway (ENT specialist or hyperbaric physician).

## Results

The comparative analysis of data collected before and after osteopathic cranial manipulations revealed statistically significant differences, suggesting a positive impact of the treatment. These results were corroborated by clinical observations and divers' testimonials, who reported a noticeable improvement in their ability to equalize pressure in their ears.

## Conclusion

The results of this study suggest that cranial manipulations can significantly improve Eustachian tube function among divers. This therapeutic approach could represent a promising forward in the management of these frequent disorders in the diving population.

# SAMENWATTING

---

## Inleiding

Duiken is een steeds populairdere sport wereldwijd. KNO-gerelateerde aandoeningen die verband houden met duiken komen vaak voor en kunnen gevaarlijk zijn voor de duiker. De meest voorkomende complicaties bij het duiken zijn disfuncties van de buis van Eustachius en de daaruit voortvloeiende barotrauma's. Dit werk heeft tot doel de impact te meten van craniële manipulaties bij duikers die problemen hebben met de drukvereffening in het middenoor.

## Methodologie

Een reeks tests werd uitgevoerd om de opening van de buis van Eustachius (TMM) te kwantificeren (alleen voor 8 duikers die door de KNO-arts zijn gezien), de mate van tubaire disfunctie (ETDQ-7) en de bijbehorende pijn (VAS). De proefpersonen ondergingen vervolgens een sessie van craniële osteopathie. Na deze sessie voerden de deelnemers een controlduik uit om hun vermogen te beoordelen om hun middenoor in reële omstandigheden in evenwicht te brengen. In de weken na deze duik werden de initiële tests herhaald, rekening houdend met het individuele traject van elke deelnemer (KNO-arts of hyperbare arts).

## Resultaten

De vergelijkende analyse van de gegevens die vóór en na de osteopathische craniële manipulaties werden verzameld, bracht statistisch significante verschillen aan het licht, wat wijst op een positieve impact van de behandeling. Deze resultaten werden bevestigd door klinische observaties en getuigenissen van duikers, die een merkbare verbetering rapporteerden van hun vermogen om de druk in hun oren in evenwicht te brengen.

## Conclusie

De resultaten van deze studie suggereren dat craniële manipulaties de functie van de buis van Eustachius bij duikers aanzienlijk kunnen verbeteren. Deze therapeutische benadering zou een veelbelovende vooruitgang kunnen betekenen in de behandeling van deze veelvoorkomende aandoeningen bij de duikpopulatie.

# RIASSUNTO

---

## Introduzione

L'immersione è uno sport sempre più popolare in tutto il mondo. I disturbi otorinolaringoiatrici legati all'immersione sono frequenti e possono essere pericolosi per il subacqueo. Le complicazioni più comuni nell'ambiente subacqueo sono le disfunzioni della tuba di Eustachio e i barotraumi che ne derivano. Questo lavoro ha l'obiettivo di misurare l'impatto delle manipolazioni craniche nei subacquei che presentano problemi di compensazione della pressione a livello dell'orecchio medio.

## Metodologia

È stata condotta una serie di test per quantificare l'apertura della tuba di Eustachio (TMM) (solo per 8 subacquei visitati dall'otorinolaringoiatra), il grado di disfunzione tubarica (ETDQ-7) e il dolore associato (VAS). I soggetti sono stati poi sottoposti a una seduta di osteopatia cranica. Successivamente, i partecipanti hanno effettuato un'immersione di controllo per valutare la loro capacità di compensare l'orecchio medio in condizioni reali. Nelle settimane successive a questa immersione, i test iniziali sono stati ripetuti, tenendo conto del percorso individuale di ciascun partecipante (otorinolaringoiatra o medico iperbarico).

## Risultati

L'analisi comparativa dei dati raccolti prima e dopo le manipolazioni craniche osteopatiche ha rivelato differenze statisticamente significative, suggerendo un impatto positivo del trattamento. Questi risultati sono stati confermati dalle osservazioni cliniche e dalle testimonianze dei subacquei, che hanno riportato un notevole miglioramento della loro capacità di compensare la pressione nelle orecchie.

## Conclusione

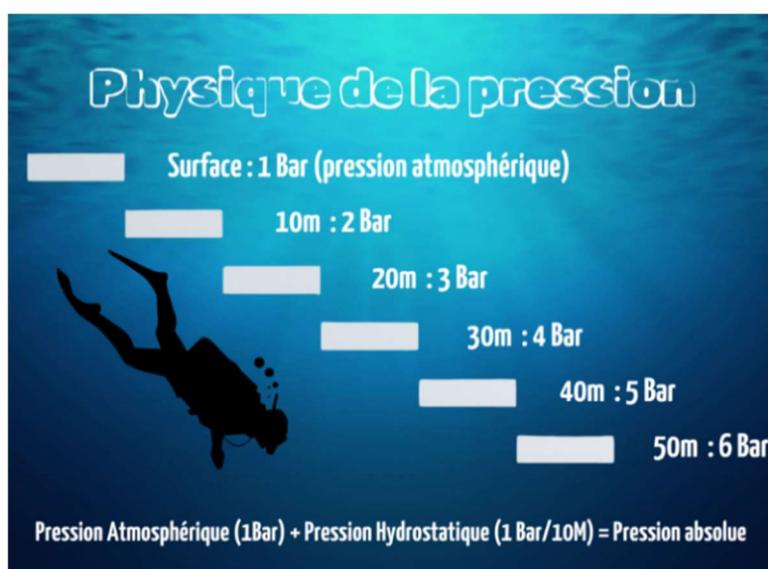
I risultati di questo studio suggeriscono che le manipolazioni craniche possono migliorare significativamente la funzione della tuba di Eustachio nei subacquei. Questo approccio terapeutico potrebbe rappresentare un progresso promettente nella gestione di questi disturbi frequenti nella popolazione dei subacquei.

## 2 INTRODUCTION

---

Le corps humain est conçu pour s'adapter assez facilement aux faibles variations de pression atmosphérique qu'il subit au quotidien. Cependant, lors de nos pratiques sportives, notre corps peut subir des variations bien plus importantes. Les sports qui entraînent des changements extrêmes de pression, comme le parachutisme ou la plongée sous-marine, exposent souvent les sportifs à des risques de lésions de type barotraumatisme, plus particulièrement au niveau de l'oreille moyenne et des sinus <sup>1</sup>.

Dans le cadre de ce mémoire, nous allons nous intéresser à la plongée sous-marine. La plongée est une discipline aquatique permettant aux plongeurs d'atteindre des profondeurs allant jusqu'à 50m dans sa forme récréative. En plongée technique, il n'existe pas de réelle limite de profondeur, si ce n'est les limites physiologiques du corps humain. Plus le plongeur descend, plus l'eau exerce une pression importante sur son corps. A la surface de la terre, la pression ressentie par notre corps est de 1 Bar (pression atmosphérique). A chaque fois que le plongeur descend de 10 mètres, la pression augmente de 1 Bar également (pression hydrostatique). Cela signifie qu'à une profondeur de 50 mètres, la pression exercée sur le corps du plongeur est de 6 Bar (pression absolue).



En plongée, il existe trois lois fondamentales qui régissent la modification de la pression des gaz : la loi de Boyle et Mariotte, la loi de Charles et la loi de Dalton. Dans cette étude, la loi qui nous intéresse est celle de Boyle et Mariotte. Elle stipule qu'à une température constante, le volume de gaz

---

<sup>1</sup> (Lynch, 2014)

est inversement proportionnel à la pression qui s'exerce sur lui. En d'autres termes, lorsque la pression augmente avec la profondeur, le volume de gaz diminue<sup>2</sup>.

Lorsqu'un plongeur descend dans l'eau, la pression augmente rapidement, ce qui entraîne une compression des gaz au niveau de l'oreille moyenne et des sinus. Cette contraction du volume de gaz présent dans l'oreille moyenne entraîne une aspiration du tympan vers l'intérieur, cette déformation est également majorée par la pression que l'eau exerce sur lui. Le plongeur doit donc agir activement lors de la descente afin de contrebalancer cette augmentation de pression au niveau de son oreille moyenne et ainsi éviter un risque de blessure du tympan<sup>3</sup>.

Le tympan est une fine membrane fibreuse souple séparant l'oreille externe de l'oreille moyenne. Cette membrane quasiment ovale et semi-transparente forme un anneau fibro-cartilagineux autour de sa périphérie que l'on appelle anneau tympanique, et se fixe à l'extrémité interne du conduit auditif externe. Le tympan dispose de deux faces, une latérale, concave et orientée vers le méat acoustique externe et l'autre médiale, convexe et orientée vers la cavité tympanique. Il est innervé par le nerf auriculotemporal (branche du nerf mandibulaire (V3)), le nerf vague (X) pour sa surface latérale et le nerf glossopharyngien (IX) pour la surface médiale<sup>4</sup>.

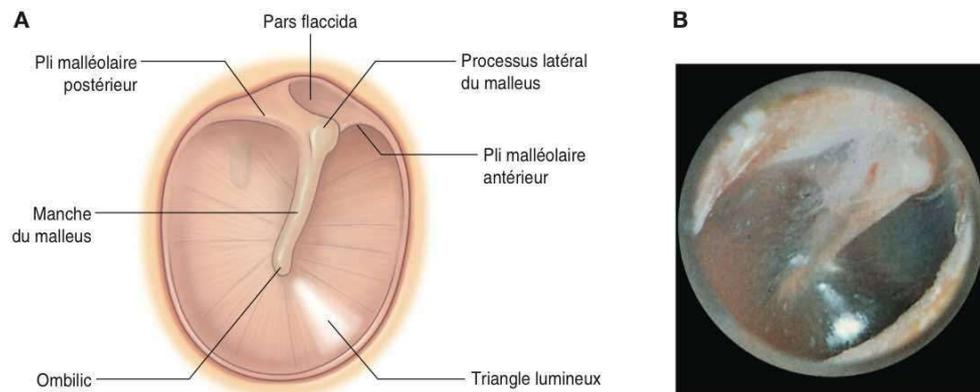


Figure 1 A) Membrane tympanique B) vue otoscopique (Richard L. Drake, 2015)

Lors de la plongée, le tympan se bombe vers l'intérieur en réponse à l'augmentation de pression. Il est donc important de pouvoir compenser la pression pour éviter que le tympan n'atteigne son point de rupture. Il existe plusieurs méthodes de compensation, la manœuvre de Valsalva étant la technique la plus utilisée en plongée pour équilibrer les pressions de part et d'autre de cette membrane

<sup>2</sup> (Co, 2021)

<sup>3</sup> (Lynch, 2014)

<sup>4</sup> (Thierry, 2018)

fibreuse <sup>5</sup>. Cette manœuvre a pour principe de pincer son nez et souffler par celui-ci afin d'envoyer de l'air jusqu'au tympan via la trompe d'Eustache.

La trompe d'Eustache, aussi appelée conduit auditif, relie la cavité du tympan (oreille moyenne) au nasopharynx. Elle est composée de deux structures, une osseuse et l'autre cartilagineuse. La partie osseuse du conduit auditif est creusée dans la partie pétreuse de l'os temporal (canal musculo-tubaire)<sup>6</sup> et représente 1/3 de la trompe d'Eustache. Cette portion de la trompe d'Eustache est innervée par le nerf tympanique (ou nerf de Jacobson), une branche du nerf glossopharyngien (IX). La partie cartilagineuse commence au niveau de l'isthme (suture pétro-squameuse de l'os temporal) et rejoint le nasopharynx, elle constitue les 2/3 du conduit auditif<sup>7</sup>. Cette portion est principalement innervée par des branches du nerf pharyngien et une branche du maxillaire (V2) via le ganglion sphéno palatin. L'ensemble du système est recouvert d'une muqueuse qui assure la continuité de celui-ci<sup>8</sup>. Cette muqueuse reçoit également son innervation du ganglion sphéno-palatin.

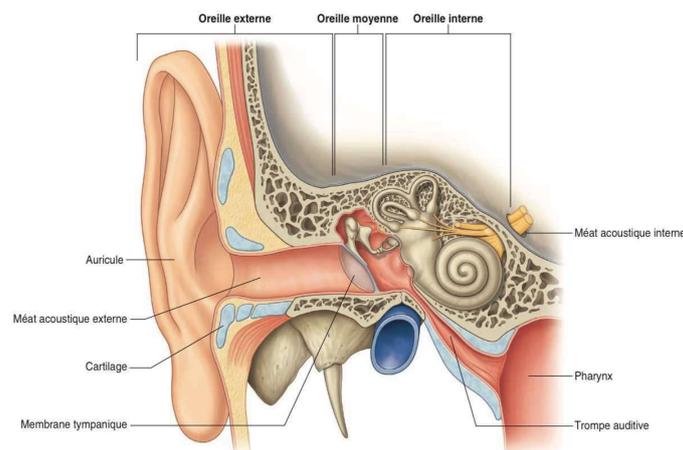


Figure 2 Oreille droite (Drake, 2015)

La trompe d'Eustache s'ouvre et se ferme afin de conserver une pression similaire de part et d'autre de la membrane tympanique en assurant l'aération de la cavité du tympan <sup>9</sup>. Au repos, celle-ci est fermée, elle s'ouvre activement lors de la déglutition, du bâillement et passivement lors de manœuvre d'équilibration comme le Valsalva. Les muscles responsables de son ouverture active sont le tenseur du voile du palais (MTVP), l'élévateur du voile du palais (MEVP) et le salpingo-pharyngien

<sup>5</sup> (Meyer, 2020)

<sup>6</sup> (Gomez, 2006)

<sup>7</sup> (Drake, 2015)

<sup>8</sup> (Martin, 2017)

<sup>9</sup> (Hachem, La trompe d'eustache: physiologie, physiopathologie et rôle dans la génèse de l'otite moyenne, 2012)

(MSP) (innervation du V3 et du X)<sup>10</sup>. Lors de la manœuvre de Valsalva, aucun muscle n'entre en action pour ouvrir le conduit. Cette manœuvre a pour effet de forcer l'ouverture de la trompe d'Eustache pour amener de l'air dans l'oreille moyenne et rétablir l'équilibre des pressions de part et d'autre de la membrane tympanique.

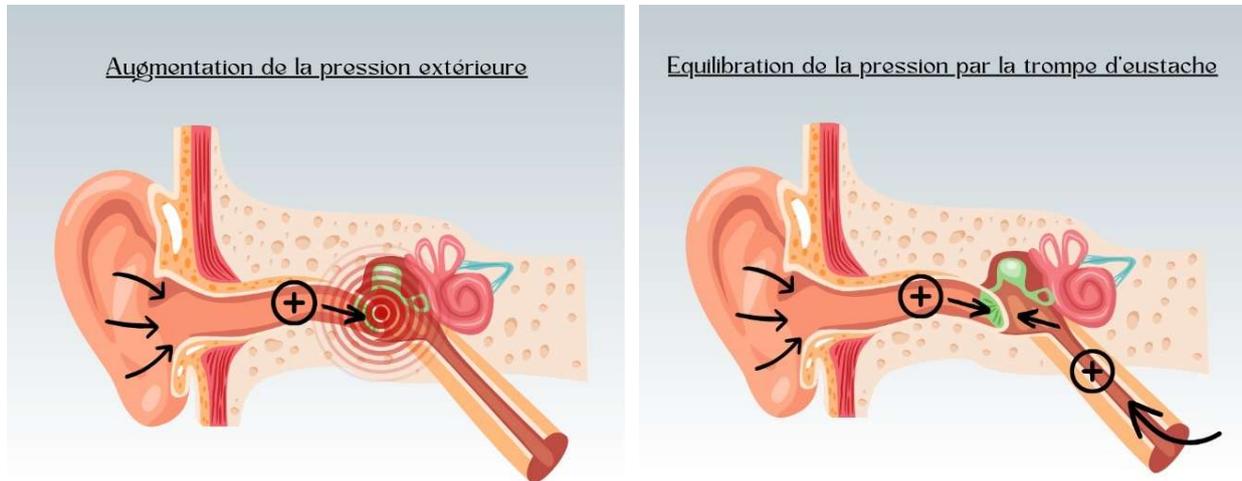


Figure 3 Manoeuvre de Valsalva, équilibrage des pressions

En plus de ce rôle de ventilation de l'oreille moyenne et d'équilibrage de pression, la trompe intervient également dans l'immunité et la protection de l'oreille moyenne. D'une part, elle permet de drainer le mucus sécrété par les muqueuses respiratoires vers le nasopharynx, d'autre part, elle agit comme un tampon sonore qui empêche les voix et les bruits de mastication, de déglutition et de respiration de résonner dans l'oreille<sup>11</sup>.

On parle de dysfonction de la trompe d'Eustache lorsque celle-ci n'est plus capable d'exécuter sa fonction ventilatoire, ce qui provoque un déséquilibre de pression dans l'oreille moyenne. Il existe trois types de dysfonctionnement :

- Dysfonctionnement dilatatoire
- Dysfonctionnement induit par un défi barométrique
- Dysfonctionnement béant de la trompe d'Eustache <sup>12</sup>

<sup>10</sup> (Martin, 2017)

<sup>11</sup> (Tamara, 2017)

<sup>12</sup> (Schilder, 2015)

Selon plusieurs études, le dysfonctionnement de la trompe d'Eustache et le barotraumatisme de l'oreille moyenne restent les deux complications les plus courantes en plongées sous-marine <sup>1314</sup>. Le dysfonctionnement qui nous intéresse dans ce travail est, par conséquent, celui induit par défi barométrique (induit par la pression). Cela signifie que la trompe d'Eustache reste fermée lors de la manœuvre de Valsalva. L'air ne parvient pas aux oreilles moyennes du plongeur, et donc, elles ne s'équilibrent pas, ce qui peut entraîner, comme dit ci-dessus, un barotraumatisme si la pression continue d'augmenter à la surface du tympan. Pour éviter la blessure, le plongeur se retrouve obligé de stopper la descente, voire de remonter légèrement. Dans le cas contraire, le tympan subit une pression extrême, provoquant une blessure de la membrane tympanique voir une rupture de celle-ci. Les premiers symptômes qui apparaissent avant la rupture du tympan se manifestent sous forme d'une douleur intense, perte auditive, une audition étouffée et parfois des acouphènes <sup>15</sup>

Il est donc important dans le monde de la plongée de sensibiliser les plongeurs à ce problème et leur donner des conseils afin d'éviter ce type de blessure. Il est primordial qu'ils apprennent à réaliser les manœuvres d'équilibration de manière appropriée et qu'ils ne forcent pas si leurs oreilles sont récalcitrantes à l'équilibration. Ils peuvent également adapter leur vitesse de descente ou la stopper en cas de soucis, et surtout, éviter de plonger en cas de maladie ou congestion des voies aériennes supérieures <sup>16</sup>.

Une autre conséquence du dysfonctionnement de la trompe d'Eustache chez le plongeur est le vertige alternobarique. Il s'agit d'un vertige transitoire provoqué par une égalisation asymétrique des oreilles moyennes. Cela signifie qu'une seule des deux oreilles s'équilibre lors de la manœuvre de Valsalva. Il peut durer de quelques secondes à quelques minutes et peut être accompagné de nausées et de vomissements. Quand ce type de trouble vestibulaire survient sous l'eau, il peut mettre en danger le plongeur qui peut facilement perdre ses repaires si la visibilité dans l'eau n'est pas bonne. Il est important dans ce cas de pouvoir compter sur son binôme pour se sortir de cette situation dangereuse <sup>17</sup>.

---

<sup>13</sup> (O'Neill, 2023)

<sup>14</sup> (Lindfors, Barotraumatisme de l'oreille interne et syndrome de décompression de l'oreille interne: une revue systématique des diagnostics différentiels, 2021)

<sup>15</sup> (Lindfors, Barotraumatisme de l'oreille moyenne en plongée, 2021)

<sup>16</sup> (Lynch, 2014)

<sup>17</sup> (Scarpa, 2021)

D'un point de vue anatomique, il existe différentes structures qui peuvent influencer le bon fonctionnement de la trompe d'Eustache et qu'il serait intéressant de travailler dans le cadre d'un traitement ostéopathique.

Comme mentionné plus haut, la trompe d'Eustache se situe dans la partie pétreuse de l'os temporal. Le temporal est un os pair faisant partie de la voûte crânienne (côté et base du crâne). Anatomiquement, cet os est divisé en trois parties : l'écaïlle, le rocher (partie pétreuse) et le tympanal. En raison de sa localisation, il entretient des liens étroits avec différentes structures du corps : les os du crâne, les muscles, les ligaments, les nerfs / ganglions et vaisseaux sanguins / sinus.

Toute lésion du temporal peut influencer le bon fonctionnement de la trompe auditive. Comme indiqué précédemment, en raison de ses relations étroites avec les structures environnantes, la mobilité optimale de l'os temporal dépend à la fois des os crâniens qui l'entourent (occiput, os pariétaux, sphénoïde, mandibule, os malaire) et des structures myofasciales qui lui sont liés. Certaines structures intracrâniennes peuvent également avoir une action sur cet os temporal. La grande circonférence de la tente du cervelet, par exemple, s'insère sur le bord supérieur de la partie pétreuse de l'os temporal. Une dysfonction au niveau des membranes de tension réciproque (core link) peut donc avoir une influence sur l'os temporal. Les sinus sigmoïdes, pétreux supérieurs et inférieurs cheminent sur celui-ci, un engorgement de ces sinus peut influencer également la dynamique de l'os temporal.

Parallèlement au système osseux, d'autres structures peuvent impacter la trompe auditive. Les muscles propres à son ouverture active, s'ils sont spasmés, peuvent ne pas accomplir correctement leur travail. Les structures nerveuses peuvent également influencer l'efficacité de la trompe d'Eustache. Une innervation défectueuse des muscles responsables de son ouverture (V3, IX, X, XI) et de l'innervation de sa muqueuse pourrait nuire à son bon fonctionnement<sup>18</sup>.

N'oublions pas notre système nerveux central. Tous les nerfs crâniens, à l'exception du nerf olfactif (I) et optique (II), sont en lien de près ou de loin avec ce dernier, et donc, peuvent l'influencer. Le ganglion sphéno-palatin, responsable de l'innervation des muqueuses crâniennes, y compris celle de la trompe d'Eustache, est étroitement lié à celle-ci, premièrement par cette innervation mais également par leur proximité anatomique. Une inflammation du GSP ou irritation de celui-ci peut

---

<sup>18</sup> (Hachem, La trompe d'eustache: physiologie, physiopathologie et rôle dans la génèse de l'otite moyenne, 2012)

potentiellement affecter la fonction et la muqueuse de la trompe d'Eustache et obstruer celle-ci<sup>19</sup>. Il existe donc de nombreuses structures anatomiques qui peuvent entraver ou restreindre la mobilité de l'os temporal, et par conséquent, le bon fonctionnement de la trompe d'Eustache.

Dans le domaine de la plongée sous-marine, la difficulté d'équilibrer les oreilles est un problème fréquent, impactant de manière significative le confort et la sécurité du plongeur. Etant plongeuse et présentant moi-même des difficultés à équilibrer mon oreille moyenne droite lors des plongées profondes, j'ai eu envie d'approfondir mes connaissances sur la physiologie de la trompe d'Eustache et sur les solutions thérapeutiques qui se proposent à nous. L'ostéopathie crânienne, pourtant assez controversée dans le domaine ORL, semble être une voie prometteuse pour soulager ce trouble.

De nombreuses études ont été réalisées chez les enfants présentant des dysfonctions de la trompe d'Eustache ce qui provoque, chez eux, des otites à répétition. L'ostéopathie crânienne chez ces enfants semble fonctionner et soulager leurs otites<sup>20</sup>. Par conséquent, si l'ostéopathie est efficace pour les otites, où l'objectif est d'ouvrir la trompe d'Eustache afin que les sécrétions puissent s'écouler, elle devrait également être bénéfique pour les plongeurs présentant une dysfonction de cette trompe d'Eustache. C'est de cette déduction logique que ce mémoire est né, motivée par le désir de mettre en lumière le potentiel de l'ostéopathie dans l'accompagnement des plongeurs confrontés à cette problématique.

---

<sup>19</sup> (Tamara, 2017)

<sup>20</sup> (Hachem, Nouvelle technique passive d'ouverture de la trompe d'eustache. Evaluation par tympanométrie de l'effet d'une nouvelle manipulation sur l'ouverture de la trompe d'eustache chez les enfants de moins de six ans atteints d'une otite moyenne avec ou sans..., 2012)

## 3 MATERIELS ET METHODES

---

Pour rappel, l'objectif de ce mémoire est d'étudier l'impact de l'ostéopathie crânienne sur la trompe d'Eustache des plongeurs qui présentent une difficulté à compenser leurs oreilles.

Dans ce chapitre, vous trouverez la description de la méthodologie de travail ainsi que la présentation de la population, les critères d'inclusions et d'exclusions, les paramètres étudiés, les outils utilisés et la méthode statistique utilisée pour l'analyse des résultats.

### 3.1 LA POPULATION

Cette étude porte sur les plongeurs âgés entre 17 et 60 ans. Ils présentent tous une difficulté à équilibrer leur(s) oreille(s) lorsque l'eau exerce une pression sur le tympan.

#### 3.1.1 Critères d'inclusion

- Plongeurs certifiés de minimum une étoile (20-25m)
- Plongeurs présentant une difficulté à « faire passer » ses oreilles dans l'eau
- Plongeurs âgés de 16 et 70 ans

#### 3.1.2 Critères d'exclusion

- Plongeurs ayant subi un traumatisme au niveau du tympan (déchirure, chirurgie, drains, ...)
- Plongeurs ayant subi un traumatisme crânien
- Plongeurs utilisant des gouttes nasales (peut biaiser l'étude)
- Plongeurs qui ne sont pas en possession d'un certificat d'aptitude à la plongée (question de sécurité)
- Plongeurs âgés de moins de 16 ans et plus de 70 ans

## 3.2 DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION

Cette étude est réalisée en plusieurs étapes : un premier examen ORL/médicale (médecine hyperbare) pour remplir une anamnèse détaillée, un questionnaire spécifique au dysfonctionnement de la trompe d'Eustache (ETDQ-7)<sup>21</sup> (annexe 1) ainsi qu'une évaluation de la douleur à l'aide d'une échelle EVA. Cette visite médicale est suivie d'une séance d'ostéopathie crânienne. Un mois plus tard, le patient réalise ensuite une plongée en milieu protégé (Plongée dans une cuve de 33m de profondeur dans de l'eau à 33 degrés) et remplit de nouveau le questionnaire spécifique ETDQ-7 et l'échelle EVA.

Pour huit plongeurs, un examen ORL plus poussé est réalisé avant et après la séance d'ostéopathie (un mois après celle-ci) afin d'observer de manière plus objective l'ouverture de la trompe d'Eustache. Cet examen est la tubomanométrie. Ils réalisent également une plongée en milieu protégé avant de remplir de nouveau les questionnaires.

### 3.2.1 Visite chez l'ORL/Médecin hyperbare

Premièrement, le patient passe chez l'ORL ou le médecin hyperbare pour une visite de contrôle afin de vérifier l'état du tympan par otoscopie. L'ORL et le médecin font remplir un questionnaire au patient spécifique concernant la dysfonction de la trompe d'Eustache (ETDQ-7). Le questionnaire porte essentiellement sur les sensations du patient par rapport à ses oreilles (douleur, pression, acouphènes, sensation d'oreilles bouchées ...) lors de sa dernière plongée.

Les huit patients pris en charge par l'ORL passent ensuite une tympanométrie pour s'assurer de la bonne mobilité du tympan. Cet examen se réalise sur une oreille à la fois. Un embout muni d'un bouchon d'oreille est placé dans l'oreille à tester. Une fois que le circuit est étanche, on déclenche la machine qui envoie de l'air dans le conduit auditif externe pour mobiliser le tympan. Nous avons alors un graphique qui nous permet de quantifier le volume de l'oreille externe (entre le bouchon et le tympan), la pression que le tympan supporte ainsi que sa compliance.

---

<sup>21</sup> (Teixeira, 2018)

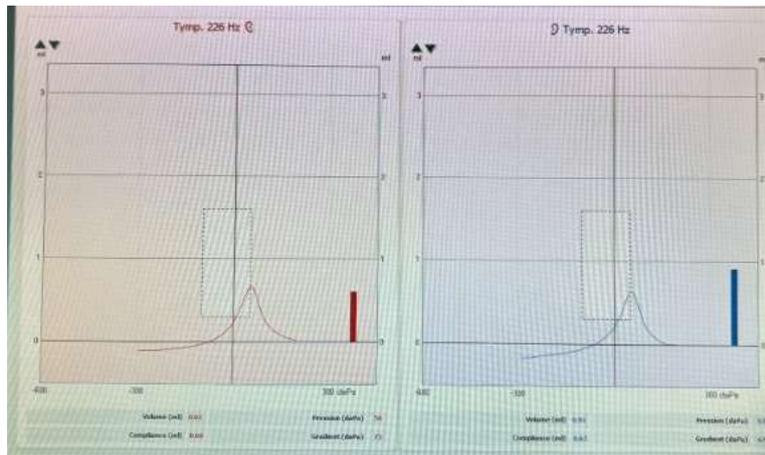


Figure 4 Tympanométrie

Ensuite, le patient passe une première tubomanométrie afin de mesurer l'ouverture de cette trompe d'Eustache. Cet examen se réalise sur une machine qui va prendre des mesures à différentes pressions (30-40-50 Mbar). Il se pratique également sur une oreille à la fois. On place un bouchon relié à un fin tuyau dans l'oreille à tester, on vérifie l'étanchéité du bouchon. On place ensuite un embout au niveau des deux narines et on vérifie également l'absence de fuite. On demande au patient de prendre de l'eau dans sa bouche et lors de sa déglutition, on obstrue le petit tuyau qui se situe au niveau des narines afin de rendre le circuit étanche, ce qui crée le tracé sur l'image ci-dessous.

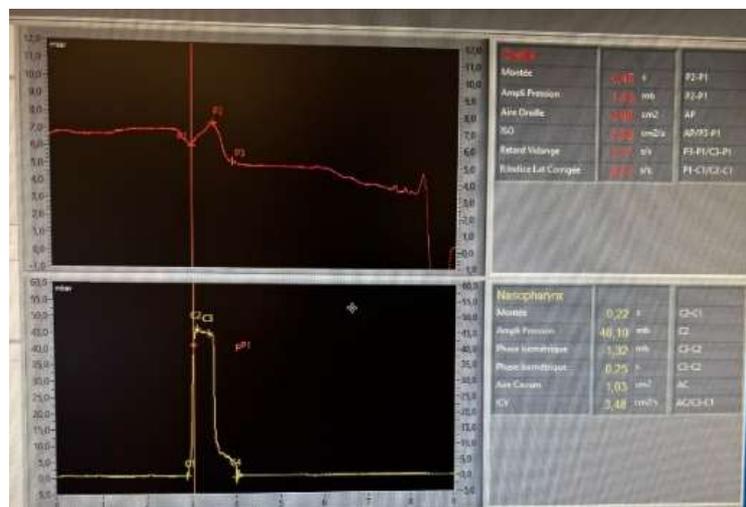


Figure 5 Tubomanométrie

### 3.2.2 La séance d'ostéopathie crânienne

Avant de débiter la séance d'ostéopathie, un questionnaire est rempli afin d'établir une anamnèse du patient. Ce dernier comporte des questions sur ses habitudes quotidiennes, ses pratiques en plongée, ainsi que sur ses antécédents médicaux globaux/généraux et au niveau ORL (annexe).

La séance d'ostéopathie peut ensuite commencer.

#### 3.2.2.1 Examen Clinique du patient

- Bilan postural dynamique
- Bilan postural statique
  - ➔ Déterminer le sens de la chaîne
- Bilan analytique
  - ➔ Test de sécurité pour éliminer les RED FLAGS
  - ➔ Test de la mobilité articulaire
  - ➔ Ecoute crânienne global
  - ➔ Ecoute de la symphyse sphéno-basilaire (SSB)
  - ➔ Ecoute des deux os temporaux
  - ➔ Test de l'articulation temporo mandibulaire (ATM)

#### 3.2.2.2 Traitement du patient

- Dans le sens de la chaîne, s'assurer d'une bonne mobilité articulaire (correction si nécessaire)
- Travail de la SSB
- Travail de la mobilité entre le temporal et occiput
- Travail de la mobilité entre le temporal et le pariétal
- Travail de la mobilité entre le temporal et le sphénoïde
- Travail de la mobilité entre le temporal et le malaire
- Correction de l'ATM (si nécessaire)
- Manœuvre spécifique à la trompe d'Eustache et des osselets

- Travail des différentes membranes intracrâniennes (tente, faux, fascia)
- Drainage des sinus crâniens (sanguins)
- Libération des nerfs responsables de l'innervation de la trompe d'Eustache mais également ceux en contact avec l'os temporal (tous les nerfs crâniens à l'exception du I et II).

### 3.2.3 Plongée en milieu protégé

Une plongée est organisée en milieu protégé (plongée en cuve) un mois environ après le traitement ostéopathique afin d'objectiver une éventuelle amélioration au niveau de l'équilibration de leurs oreilles moyennes. Cette plongée se fait dans une piscine adaptée à la plongée. L'eau est chauffée à 33 degrés, la profondeur maximum est de 33m et la plongée dure entre 30 minutes et une heure. Elle est précédée d'un briefing de sécurité afin de prévenir tous les risques liés à la plongée. Un rappel sur les différents symptômes de barotraumatisme est fait également afin d'éviter un accident. S'il est impossible pour le plongeur de « faire passer ses oreilles », il lui est demandé de ne surtout pas insister ni forcer, de remonter de quelques mètres pour faciliter l'équilibration (diminution de la pression) afin de préserver l'intégrité de leurs tympans et éviter des symptômes tels que la perte auditive, une audition étouffée ou encore des acouphènes. Pour cette plongée, il leur est également demandé de ne pas dépasser leur temps « LND » (Limit No Deco) pour éviter de faire un palier de décompression. Cependant, si tel est le cas, ils sont dans l'obligation de réaliser ce palier à la profondeur indiquée afin d'éviter un accident de décompression.

### 3.2.4 Retour de plongée

Après le traitement ostéopathique et la plongée encadrée en milieu sécurisé, le patient remplit de nouveau le questionnaire ETDQ-7 ainsi que l'échelle EVA. Les huit plongeurs concernés ont un second passage chez l'ORL, où ils passent à nouveau une tympanométrie ainsi qu'une tubomanométrie afin de comparer les résultats d'avant et après traitement.

Les résultats des questionnaires et des examens sont ensuite analysés afin de constater une éventuelle amélioration au niveau de l'ouverture de la trompe d'Eustache du patient.

### 3.3 METHODE STATISTIQUE ET ANALYSE DES RESULTATS

Les résultats des examens pré et post traitement sont récoltés chez les ORL et le médecin hyperbare. Les mesures sont ensuite analysées afin de constater une éventuelle amélioration.

- Présentation de la population

La population utilisée pour l'étude est présentée selon certaines informations importantes pour l'étude, c'est-à-dire leur âge, leur sexe, leur niveau de plongée, leur nombre de plongées déjà réalisées et la latéralité de l'oreille qui leur pose problème. Pour faciliter la vue globale de la population, les données seront présentées sous forme d'un tableau et de graphiques.

- Méthode statistique

Dans cette étude, nous disposons d'un échantillon de faible effectif et une variable aléatoire de loi inconnue (ou connue pour être éloignée de la loi normale). Dans ce cas, il est préférable de se baser sur des tests non-paramétriques. La méthode statistique choisie dans le cadre de cette étude est le test non paramétrique de Wilcoxon. Il est conçu pour évaluer la différence entre deux traitements ou deux conditions dans lesquels les échantillons sont corrélés. Il est particulièrement adapté pour analyser des données provenant de modèles à mesures répétées, surtout lorsque les conditions nécessaires à l'application d'un test t pour échantillons dépendants ne sont pas remplies. Ce test est principalement utilisé pour comparer des résultats avant et après un traitement spécifique.

## 4 RESULTATS

---

Dans ce chapitre, nous commençons par vous présenter les sujets. Ensuite, nous analysons les résultats des 3 tests séparément (tubomanométrie, ETDQ-7 et EVA). Pour chaque test, les résultats sont retranscrits dans un tableau. Nous mettons en annexe (annexe 2-3-4) les documents reprenant tous les calculs statistiques réalisés afin de définir la significativité ou la non-significativité des différences entre les résultats des trois tests avant et après traitement.

### 4.1 PRESENTATION DES SUJETS

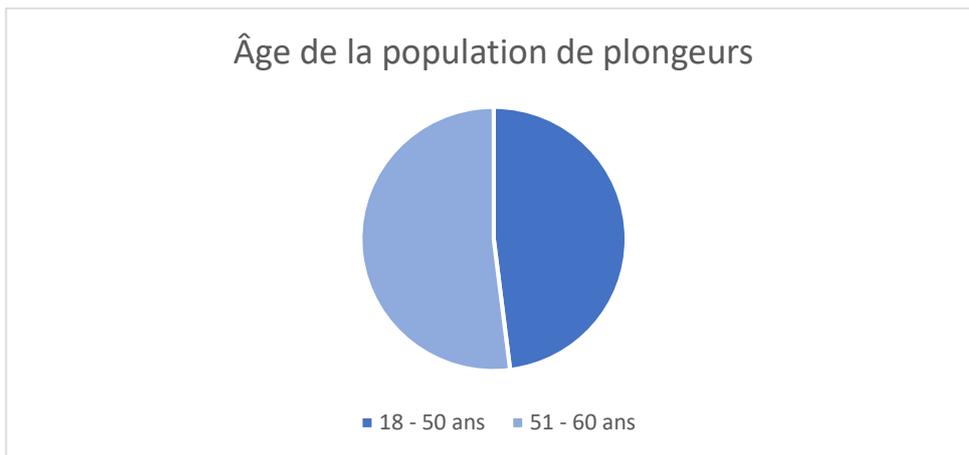
Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des sujets et donne des précisions sur leurs pratiques sportives.

	Age	Niveau de plongée	Nombre de plongées	Latéralité de l'oreille	Sexes
Sujet 1	54	4	1500	D	M
Sujet 2	33	3	150	D	F
Sujet 3	57	2	250	D	F
Sujet 4	49	4	200	D	F
Sujet 5	56	4	600	G	F
Sujet 6	17	3	82	G	F
Sujet 7	18	1	50	G	F
Sujet 8	58	2	100	G	F
Sujet 9	56	3	150	D	F
Sujet 10	52	4	600	D	M
Sujet 11	26	1	20	D	F
Sujet 12	24	1	50	D	F
Sujet 13	30	2	74	D	F
Sujet 14	55	2	124	D	F
Sujet 15	55	2	430	G	F
Sujet 16	60	2	300	G	F
Sujet 17	26	4	600	G	F
Sujet 18	41	1	70	G	F
Sujet 19	57	1	35	G	F
Sujet 20	33	4	320	G	M
Sujet 21	20	1	35	D	M

*Tableau 1 Présentation des plongeurs*

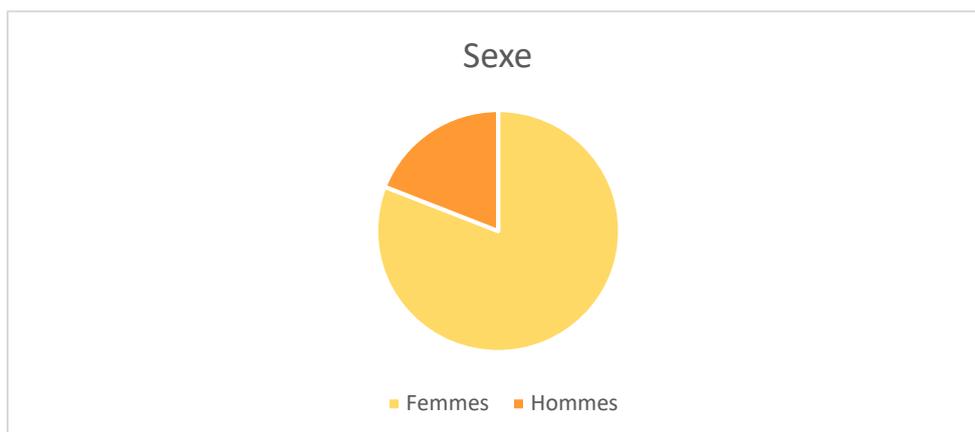
### 4.1.1 Âge

L'échantillon se compose de vingt et un plongeurs âgés de 17 à 60 ans, avec un âge moyen de 41,8 ans. 48% de la population se situent dans la tranche d'âge 51-60 ans, les 52% restant se répartissent entre 18 et 50 ans. Nous avons une population représentée en majorité par des plongeurs d'âge mûr.



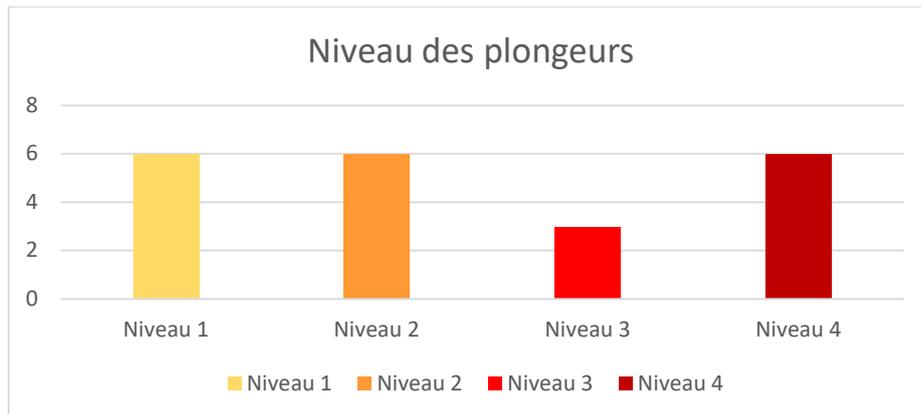
### 4.1.2 Sexes

La répartition des participants à cette étude révèle une prédominance féminine. Pour une population de 21 plongeurs, seulement 4 sont de sexe masculin. Cela représente seulement 19% de l'échantillon. Les 81% restant sont des plongeuses.



### 4.1.3 Niveau de plongée

Les participants présentent une diversité de niveaux de plongée, allant des plongeurs loisirs aux instructeurs. Plus précisément, 58 % des plongeurs pratiquent la plongée à des fins récréatives, tandis que 42 % possèdent des qualifications leur permettant d'encadrer ou d'enseigner la discipline.

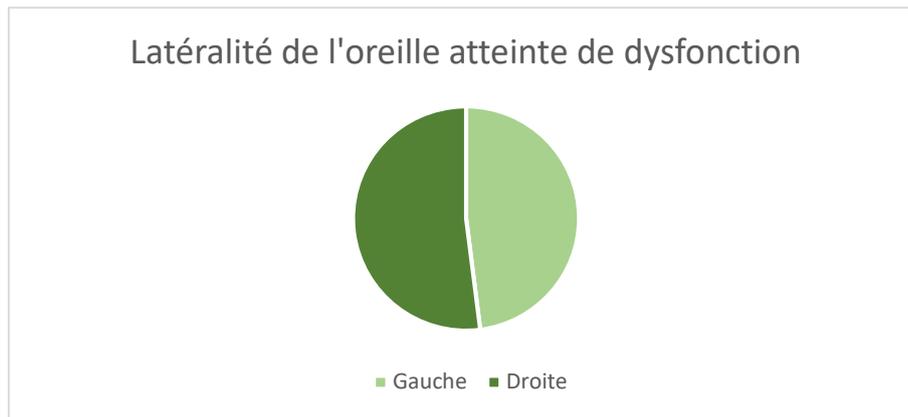


### 4.1.4 Expérience en plongée

L'expérience des plongeurs varie considérablement. 62 % des participants ont effectué moins de 200 plongées, tandis que les 38 % restants affichent une expérience plus étendue, avec un nombre de plongées compris entre 200 et 1500.

### 4.1.5 Latéralité de la dysfonction

La répartition des dysfonctions de la trompe d'Eustache rapportés par les plongeurs est équilibrée entre l'oreille droite et l'oreille gauche. En effet, 52 % des participants signalent des problèmes à l'oreille droite, et 48 % à l'oreille gauche.



## 4.2 ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

Vous trouverez en annexe les analyses statistiques des résultats obtenus lors des différents tests.

- Annexe 2 : Calculs statistiques tubomanométrie
- Annexe 3 : Calculs statistiques ETDQ-7
- Annexe 4 : Calculs statistiques EVA

### 4.2.1 La Tubomanométrie

Les résultats obtenus chez les huit plongeurs lors de la tubomanométrie réalisée avant et après la séance d'ostéopathie sont analysés selon le test statistique de Wilcoxon. Il s'agit de définir si la différence entre les deux examens est significative ou non. Pour rappel, la tubomanométrie mesure la fonction tubaire des deux oreilles à différentes pressions (30, 40 et 50 mbar). L'analyse statistique est réalisée en comparant les résultats avant/après pour le côté atteint de chaque plongeur aux différentes pressions utilisées lors du test. Les résultats pour le côté sain ont également été analysés (le traitement ostéopathique s'applique sur les deux trompes d'Eustache).

Après analyse statistique, nous constatons une différence significative entre les résultats obtenus lors de la première tubomanométrie et la deuxième pour l'oreille atteinte par la dysfonction à une pression de 30Mbar. Nous observons également une différence significative pour le côté sain à une pression de 50Mbar. Pour les autres résultats, c'est-à-dire 40 Mbar et 50 Mbar pour l'oreille atteinte et 30 Mbar et 40Mbar pour l'oreille saine, la différence est non significative.

Tableau 2 TMM oreille atteinte 30Mbar

<b>Avant</b>	0	0.2	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0
<b>Après</b>	0.2	0.4	0.5	0.4	0.7	0.2	0.2	0.2
<b>Di</b>	0.2	0.2	0.5	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2

Tableau 3 TMM oreille atteinte 40Mbar

<b>Avant</b>	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0
<b>Après</b>	0.2	0.3	0.8	0.3	0.5	0.5	0.4	0.2
<b>Di</b>	-0.3	0.2	0.7	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2

Tableau 4 TMM oreille atteinte 50Mbar

<b>Avant</b>	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0
<b>Après</b>	0.5	0.4	0.4	0.2	0.6	0.3	0.2	0.2
<b>Di</b>	0	0.1	0.2	0	0.4	0	0.1	0.2

Tableau 5 TMM oreille saine 30Mbar

<b>Avant</b>	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1
<b>Après</b>	0.4	0.2	1	0.2	1	0.4	0.1	0.1
<b>Di</b>	0.3	0.1	0.7	0.1	0.6	0.2	0	0

Tableau 6 TMM oreille saine 40Mbar

<b>Avant</b>	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.4	0.1	0.2
<b>Après</b>	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1
<b>Di</b>	0	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0.1

Tableau 7 TMM oreille saine 50Mbar

<b>Avant</b>	0.1	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5
<b>Après</b>	1	0.4	0.2	0.2	0.9	0.4	0.2	0.2
<b>Di</b>	0.9	0.2	-0.3	0.1	0.7	0.3	0.1	-0.3

L'amélioration moyenne de la valeur R de la tubomanométrie pour l'oreille atteinte à 30Mbar est de 0.26, à 40 Mbar, elle est de 0.32, et a 50Mbar, de 0.13, 0 étant le résultat d'une trompe d'Eustache complètement fermée et 1 complètement ouverte. Au-dessus de 1, la trompe est considérée comme béante.

Pour le côté sain, la valeur R augmente de 0.25 à 30Mbar, de 0.07 à 40 Mbar et de 0.21 à 50Mbar. Il y a donc une amélioration au niveau de l'ouverture de la trompe d'Eustache, cependant cette différence au niveau des résultats n'est statistiquement pas significative.

#### 4.2.2 Le questionnaire ETDQ-7

Lors de la visite chez l'ORL ou chez le médecin hyperbare, les plongeurs ont rempli ce questionnaire. Les résultats obtenus au questionnaire de la dysfonction de la trompe d'Eustache avant le traitement d'ostéopathie crânienne et après celui-ci sont analysés également selon le test statistique de Wilcoxon. Selon l'analyse des données, la différence entre les scores obtenus avant et après traitement est significative.

Tableau 8 Résultat ETDQ-7

<b>Avant</b>	21	25	18	26	20	19	30	20	31	26	35	40	17	27	37	27	30	23	40	35	19
<b>Après</b>	15	15	16	14	12	14	15	10	17	18	17	25	12	17	26	15	22	18	27	20	10
<b>Di</b>	6	10	2	12	8	5	15	10	14	8	18	15	5	10	11	12	8	5	13	15	9

Le ETDQ-7 a révélé une amélioration notable chez les plongeurs après une séance d'ostéopathie. Le score moyen initial de 27 points a été réduit à 17 points, ce qui représente une amélioration moyenne de 10 points.

### 4.2.3 L'échelle EVA

Voici maintenant les résultats obtenus à l'échelle EVA complétée chez l'ORL et le médecin hyperbare concernant leur dernière plongée ainsi que ceux obtenus suite à la plongée en milieu protégé.

Tableau 9 Résultat de l'échelle EVA

<b>Avant</b>	7.5	6	5	7	6.5	10	9	6	8	7	8	5	10	6	8	5	8	6	9	7	8
<b>Après</b>	4	3	2	4	3	6	4	4	3	2	3	2	5	3	4	2	5	4	5	3	3
<b>Di</b>	2.5	3	3	3	2.5	4	5	2	5	5	5	3	5	3	4	3	3	2	4	4	5

L'ostéopathie a entraîné une réduction significative de la douleur, mesurée par l'échelle EVA. Le score moyen est passé de 7,2 avant le traitement à 3,5 après, soit une diminution moyenne de 3,7. Cette amélioration a été confirmée par une analyse statistique (test de Wilcoxon).

### 4.2.4 Résumé des différents résultats

			Moyenne pré TTM	Moyenne post TTM	Amélioration	Différences
<b>TMM</b>	Oreille atteinte	30 Mbar	0.09	0.35	0.26	Significative
		40 Mbar	0.16	0.40	0.32	Non-significative
		50 Mbar	0.22	0.35	0.13	Non-significative
	Oreille saine	30 Mbar	0.18	0.42	0.25	Non-significative
		40 Mbar	0.21	0.26	0.07	Non-significative
		50 Mbar	0.22	0.44	0.21	Significative
<b>ETDQ-7</b>		27	17	10	Significative	
<b>EVA</b>		7.2	3.5	3.7	Significative	

Les résultats de la tubomanométrie ne sont pas significativement différents bien que l'on constate une amélioration de la valeur R, Valeur représentative de l'ouverture de la trompe d'Eustache. Pour le questionnaire ETDQ-7 et l'échelle EVA, la différence entre les résultats pré et post traitement sont significatifs. Nous pouvons dire que le traitement ostéopathique améliore de manière significative l'ouverture de la trompe d'Eustache diminuant la dysfonction de celle-ci.

## 5 DISCUSSION

---

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des manipulations crâniennes chez le plongeur qui présente des troubles d'équilibration de pression au niveau de l'oreille moyenne. .

### 5.1 CARACTERISTIQUES DU GROUPE

Pour cette étude, nous avons recruté des plongeurs qui présentent un trouble d'équilibration de pression au niveau de l'oreille moyenne. L'échantillon de cette étude se distingue par sa diversité, englobant un large éventail de profils de plongeurs. Ils sont âgés de 17 à 60 ans et ont tous des niveaux différents, allant du plongeur débutant au plongeur confirmé. La composition de l'échantillon, variée en termes d'âge, de niveau d'expérience et de type de plongée pratiquée, permet de considérer qu'il est représentatif de la population des plongeurs que l'on croise au bord de l'eau.

Malheureusement, sur les 32 plongeurs recrutés initialement, un certain nombre s'est désengagé de l'étude. Plusieurs participants ont cessé de répondre aux sollicitations, entraînant une réduction de la taille de l'échantillon. Il est passé de 32 plongeurs à 21. Cette diminution d'effectif réduit la fiabilité des résultats obtenus lors de l'étude.

### 5.2 METHODE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans cette étude, notre échantillon se compose de 21 plongeurs, 4 hommes et 17 femmes. Nous sommes en présence d'un faible effectif. Le traitement statistique des données a été effectué à l'aide d'un test non-paramétrique, le test statistique de Wilcoxon. Ce test s'applique à des échantillons appariés ou dépendants. Il nous permet donc de comparer des résultats d'un même échantillon obtenus à des moments différents.

La méthode statistique de Wilcoxon a été appliquée aux résultats des 3 tests : la tubomanométrie, le questionnaire ETDQ-7 et l'échelle EVA.

La tubomanométrie apparaît comme un moyen précis et objectif pour évaluer la fonction de la trompe d'Eustache. Elle fournit une mesure quantitative sur l'ouverture de la trompe d'Eustache à différentes pressions lors d'une manœuvre de déglutition. A l'heure actuelle, seulement 51 articles scientifiques abordent la TMM en comparaison avec la tympanométrie et la sonotubométrie. La TMM est considérée comme une aide diagnostic de la dysfonction tubaire dans 56% de ces articles. La valeur R qui ressort de cet examen offre des informations pertinentes sur la fonction de la trompe d'Eustache<sup>22</sup>.

L'analyse comparative des données issues des deux tubomanométries a révélé des différences significatives à certaines pressions, tandis qu'à d'autres, les résultats n'étaient pas significativement différents. Pour l'oreille atteinte, à une pression de 30 Mbar, la différence entre les résultats obtenus lors de la première TMM et la seconde s'avère être significative (T critique =4). On constate une augmentation de l'ouverture de la trompe d'Eustache de 0.26 (valeur R). On observe également une différence significative lors de l'examen de l'oreille saine à 50 Mbar (amélioration de 0.21) (T critique = 4). Pour les autres pressions, au niveau des deux oreilles, la différence de résultat est non-significative (T critique = 0). On constate cependant une augmentation de l'ouverture de la trompe d'Eustache chez quasiment tous les sujets. Malheureusement, avec un effectif si petit, la valeur du T critique (marge de 5%) se rapproche de zéro, ce qui rend difficile les calculs statistiques et rend généralement la différence non-significative.

Cela aurait été bénéfique pour l'étude que chaque plongeur puisse passer chez l'ORL et passer une tubomanométrie complète. Malheureusement, des contraintes liées au manque de temps et à des difficultés de communication avec les ORL ont nécessité une réorganisation de l'expérimentation afin de garantir un échantillon minimal. Par conséquent, il serait intéressant de renouveler l'expérience en faisant passer plus de sujet chez l'ORL et de voir si la différence devient alors significative.

Concernant le questionnaire ETDQ-7, il s'agit d'un questionnaire validé utilisé chez les ORL afin de mettre en évidence une dysfonction de la trompe d'Eustache. Il est généralement annexé aux résultats de la TMM afin d'avoir un bilan complet de ce conduit auditif. Il s'agit actuellement du

---

<sup>22</sup> (Anastasiadou, 2024)

questionnaire le plus utilisé dans le monde pour mettre en évidence une dysfonction de la trompe d'Eustache<sup>23</sup>.

L'entièreté de la population des plongeurs a répondu à ce questionnaire avant le traitement ostéopathique et après la plongée de contrôle. L'analyse statistique révèle une différence significative entre les résultats pré-traitement et post-traitement (T critique = 25). L'amélioration du score est en moyenne de 10 points. Les résultats avant traitement sont en moyenne de 27 points et après, ceux-ci redescendent à une moyenne de 17 points.

Une échelle EVA a également été remplie par nos amis plongeurs avant le traitement et lors de la plongée réalisée en milieu protégé. La moyenne de l'EVA avant les manipulations crâniennes est de 7.2. Cette moyenne diminue à 3.5 après la séance d'ostéopathie. Selon l'analyse statistique de Wilcoxon, cette différence de résultat est significative (T critique = 25).

### 5.3 L'APPROCHE OSTÉOPATHIQUE

Notre étude avait pour objectif de démontrer l'impact des manipulations crâniennes chez les plongeurs présentant un trouble d'équilibration de pression au niveau de l'oreille moyenne lors de la descente dans l'eau. Nous émettions l'hypothèse que l'ostéopathie crânienne exerce une influence sur l'ouverture de la trompe d'Eustache, qui à son tour, favorise l'équilibration des pressions au sein de l'oreille moyenne.

D'après les analyses statistiques des résultats obtenus lors des différents tests réalisés chez les plongeurs, nous pouvons affirmer que l'ostéopathie crânienne améliore de manière significative l'ouverture de la trompe d'Eustache chez les plongeurs présentant un trouble de l'équilibration des pressions au niveau de l'oreille moyenne. Dans cette étude, 100% des sujets ont une amélioration au niveau du passage de leurs oreilles lors de la descente dans l'eau. Cependant, on ne peut affirmer que les techniques ostéopathiques appliquées sur ces patients fonctionnent dans 100% des cas. Pour rappel, 11 plongeurs se sont désengagés de l'étude sans donner de réelle raison. On ne peut pas affirmer que pour ces plongeurs, la séance d'ostéopathie a eu l'effet attendu.

---

<sup>23</sup> (Anastasiadou, 2024)

## 5.4 LIMITATION DE L'ETUDE ET BIAIS DIVERS

Ce travail fut élaboré de manière consciencieuse. Cependant, il faut reconnaître qu'il présente certaines limites.

### 5.4.1 La population

Comme discuté plus haut, l'échantillon initial, constitué de 32 plongeurs, a subi une réduction significative en raison de l'abandon de plusieurs participants, dont les motifs n'ont pas été explicitement communiqués. La taille de l'échantillon, passant de 32 à 21 plongeurs, représente une limitation potentielle de cette étude. L'abandon de participants a eu un impact significatif sur la puissance statistique de l'analyse.

### 5.4.2 La tubomanométrie

Comme mentionné ci-dessus, la tubomanométrie est un examen ORL objectif et précis qui permet d'évaluer la fonction de la trompe d'Eustache. Il est, à ce jour, considéré comme l'un des plus fiables pour mesurer la perméabilité de la trompe d'Eustache<sup>24</sup>.

Cependant, il existe une certaine variabilité dans les résultats des mesures individuelles qui ne découle pas toujours d'un problème technique. L'utilisation de la TMM nécessite une formation particulière, ce qui permet une prise de mesure précise<sup>25</sup>. Par manque de disponibilité des ORL pour recevoir les patients de cette étude, ils m'ont formée à faire passer cet examen ainsi qu'à interpréter les résultats. Il est donc possible, par mon manque d'expérience sur cette machine, que certains résultats soient biaisés.

De plus, comme il a été précisé dans la discussion sur les résultats, seulement huit plongeurs ont pu passer cet examen, ce qui est très peu pour réaliser une étude statistique fiable sur base de ces résultats.

---

<sup>24</sup> (ME, 2018)

<sup>25</sup> (Oehlandt, 2022)

### 5.4.3 L'ETDQ-7

Le questionnaire ETDQ-7 est validé pour les symptômes de la trompe d'Eustache mais ne donne pas une mesure objective de la fonction de celle-ci.<sup>26</sup> Selon la littérature, la sensibilité et la spécificité de ce questionnaire varie d'une étude à l'autre. Certains l'estiment à plus de 90% alors que d'autres considèrent la sensibilité à 54% et la spécificité à 78%. Ce questionnaire nous permet de récolter des données précieuses, cependant, il semble avoir ses limites.

D'autres études sur le sujet disent que combiner la TMM et le questionnaire ETDQ-7 rend les résultats fiables pour évaluer la capacité fonctionnelle de la trompe d'Eustache. Il semblerait que la combinaison de ces deux tests augmenterait la sensibilité et la spécificité des résultats<sup>27</sup>. Dans ce travail, les deux examens ont été combinés pour 8 plongeurs, pour le reste de la population, le questionnaire ETDQ-7 seulement a été utilisé.

### 5.4.4 L'échelle EVA

L'échelle visuelle analytique est un outil utilisé pour quantifier l'intensité d'une douleur. Cette échelle est validée et considérée comme fiable. Cet outil est simple, rapide et facile à comprendre. Cependant, le résultat doit être interprété avec prudence, une intensité de douleur similaire chez deux patients ne signifie pas forcément que ces deux patients la ressentent de la même manière. Le score EVA dépend de la résistance à la douleur de chaque patient<sup>28</sup>. Dans le cadre de ce travail, les résultats sont comparés de manière dépendante, cela signifie que les scores d'une même personne sont comparés entre eux. Le ressenti de chacun ne devrait donc pas biaiser le résultat final de l'analyse statistique mais il est important de connaître les limites de ce test.

### 5.4.5 La prise en charge ostéopathique

Bien que les séances d'ostéopathie aient suivi une structure générale commune pour tous les plongeurs, chaque traitement a été individualisé en fonction de l'anamnèse, des symptômes et des antécédents spécifiques de chaque participant. Cette personnalisation rend chaque traitement unique et

---

<sup>26</sup> (NS, 2021)

<sup>27</sup> (Herrera, 2024)

<sup>28</sup> (Béraud, 2023)

adapté au besoin du patient. Cependant, il faut reconnaître que ces variations de traitement peuvent rendre difficile la comparaison directe des effets du traitement chez chacun.

## 5.5 OUVERTURES ET PISTES DE RECHERCHES FUTURES

Afin de faire progresser la recherche en ostéopathie et d'optimiser sa pratique clinique, plusieurs pistes d'investigation méritent d'être explorées. Voici quelques suggestions pour les recherches futures :

- Augmentation de la taille de l'échantillon et le passage des patients chez l'ORL
- Réaliser une étude comparative avec un autre traitement applicable sur les patients souffrant de dysfonction de la trompe d'Eustache
- Réaliser un suivi à plus long terme chez les patients et éventuellement multiplier les séances pour maximiser l'effet
- Adapter la recherche à d'autres sports qui entraînent des changements extrêmes de pression comme l'aviation, le parachutisme, ...

## 6 CONCLUSION

---

La plongée est un sport de plus en plus populaire dans le monde entier. Les troubles d'origine ORL liés à la plongée sont fréquents et peuvent être dangereux pour le plongeur. Les complications les plus fréquentes dans le milieu de la plongée sont les dysfonctions de la trompe d'Eustache et les barotraumatismes qui en découlent. Dans ce travail, nous nous sommes penchés sur le sujet.

Cette étude vise à évaluer l'efficacité des manipulations crâniennes sur les troubles d'équilibration de pression de l'oreille moyenne chez les plongeurs. Pour ce faire, 21 plongeurs ont été recrutés de manière aléatoire. Une série de tests a été réalisée pour quantifier l'ouverture de la trompe d'Eustache (TMM) (uniquement pour 8 plongeurs passés chez l'ORL), le degré de dysfonction tubaire (ETDQ-7) et la douleur associée (EVA). Les sujets ont ensuite bénéficié d'une séance d'ostéopathie crânienne. À la suite de celle-ci, les participants ont effectué une plongée de contrôle en milieu protégé, afin d'évaluer leur capacité à équilibrer leur oreille moyenne en conditions réelles. Dans les semaines suivant cette plongée, les tests initiaux ont été répétés, en tenant compte du parcours individuel de chaque participant (ORL ou médecin hyperbare).

L'analyse comparative des données recueillies avant et après les manipulations crâniennes ostéopathiques a révélé des différences statistiquement significatives, suggérant un impact positif du traitement. Ces résultats ont été corroborés par les observations cliniques et les témoignages des plongeurs, qui ont rapporté une amélioration notable de leur capacité à équilibrer la pression dans leur oreille.

Les résultats de cette étude suggèrent que les manipulations crâniennes peuvent améliorer significativement la fonction de la trompe d'Eustache chez les plongeurs. Cette approche thérapeutique pourrait représenter une avancée prometteuse pour la prise en charge de ces troubles fréquents dans la population des plongeurs.

## 7 REFERENCES

---

- Anastasiadou, S. (2024, juin 25). Parcours diagnostique du dysfonctionnement de la trompe d'Eustache: quel état actuel des connaissances et quelle est la pertinence de la maladie nasale chronique? *J Clin Med*, p. 13.
- Béraud, B. L. (2023, Octobre). Mesure de l'intensité de la douleur par l'échelle visuelle analogique. *Kinésithérapie, la Revue*, pp. 50-54.
- Chantal, M. (2011). *La dysfonction ostéopathique de l'os temporal et l'otite moyenne aiguë chez le jeune enfant*. Sherbrooke: Université de Sherbrooke.
- Co, A. S. (2021, Mai 1). Troubles de l'oreille interne chez les plongeurs sous-marins : une étude. *The journal of international advanced otology*, pp. 260-264.
- Drake, R. L. (2015). *Gray's anatomie pour les étudiants*. France: Elsevier Masson.
- Gomez, A. (2006). *le crâne ostéopathique, étude comparée d'anatomie et de biomécanique crâniennes*. Vannes: Sully.
- Hachem, N. E. (2012, Décembre). La trompe d'eustache: physiologie, physiopathologie et rôle dans la genèse de l'otite moyenne. *Kinésithérapie, la revue*, pp. volume 12, 18-24.
- Hachem, N. E. (2012, Septembre). Nouvelle technique passive d'ouverture de la trompe d'eustache. Evaluation par tympanométrie de l'effet d'une nouvelle manipulation sur l'ouverture de la trompe d'eustache chez les enfants de moins de six ans atteints d'une otite moyenne avec ou sans... *Kinesither Rev*, pp. 12/25-33.
- Herrera, M. (2024, octobre). évaluation de l'utilité de la tubomanométrie comme outils diagnostique du dysfonctionnement de la trompe d'Eustache. *arche européenne otorhinolaryngée*, p. 281.
- Lindfors, O. H. (2021, décembre 20). Barotraumatisme de l'oreille interne et syndrome de décompression de l'oreille interne: une revue systématique des diagnostics différentiels. *diving and hyperbaric medicine*, pp. 328-337.
- Lindfors, O. H. (2021, Mars 31). Barotraumatisme de l'oreille moyenne en plongée. *diving and hyperbaric medicine*, pp. 44-52.
- Lynch, J. H. (2014, Avril). Barotraumatismes avec pressions extrêmes dans le sport, de la plongée sous-marine au parachutisme. *Current Sports Medicine Reports*, pp. 107-112.
- Martin, C. (2017, mai). fonctionnement du système tubotympanique. *Annales européennes d'oto-rhino-laryngologie et maladie de la tête et du cou*, pp. 177-184.
- ME, S. (2018, novembre 8). Dysfonction de la trompe d'Eustache: étude de la précision diagnostique et proposition de voie diagnostique. *PLoS ONE*, p. 13.
- Meyer, M. F. (2020, décembre 20). Effets de la plongée en apnée sur la fonction de l'oreille moyenne et de la trompe d'eustache. *Plongée hyperb Med*, pp. 350-355.
- NS, A. (2021, juin 24). Valeur prédictive du questionnaire sur le dysfonctionnement de la trompe d'Eustache-7 pour identifier un dysfonctionnement obstructif de la trompe d'Eustache: une revue systématique. *laryngoscope investig*, pp. 844-851.

- Oehlandt, H. (2022, avril 6). Corrélation de la tubomanométrie avec les caractéristique des patients et d'autres test diagnostiques du dysfonctionnement de la trompe d'Eustache: une étude cohorte de 432 oreilles. *Arche européenne otorhinolaryngée*, p. 279.
- O'Neill, O. J. (2023, Aout 8). Barotraumatisme de l'oreille moyenne. *StatPerles*.
- Richard L. Drake, A. W. (2015). *Gray's Anatomie pour les étudiants*. Italie: Elsevier Masson.
- Scarpa, A. (2021, mai 1). Troubles de l'oreille interne chez les plongeurs sous-marins : uneétude. *J Int Adv Otol*, pp. 260-264.
- Schilder, A. (2015, septembre 7). dysfonctionnement de la trompe d'eustache: déclaration de consensus sur la définition , les types, la présentation clinique et le diagnostic. *clinique otolaryngologie*, pp. 407-411.
- Tamara, M. (2017, Mars). Les clics et les clacs de la trompe d'eustache. *Le médecin du Quebec*, pp. 35-39.
- Teixeira, M. S. (2018, janvier). Précision de l'ETDQ-7 pour l'identification des personnes atteintes d'un dysfonctionnement de la trompe d'Eustache. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, pp. 83-89.
- Thierry, M. (2018, juin 25). Otalgie à tympan normal. *la revue du praticien*, pp. 504-505.

## 8 TABLE DES ILLUSTRATIONS

---

Figure 1 A) Membrane tympanique B) vue otoscopique (Richard L. Drake, 2015).....	12
Figure 2 Oreille droite (Drake, 2015).....	13
Figure 3 Manoeuvre de Valsalva, équilibration des pressions .....	14
Figure 4 Tympanométrie .....	20
Figure 5 Tubomanométrie .....	20
Tableau 1 Présentation des plongeurs .....	24
Tableau 2 TMM oreille atteinte 30Mbar .....	28
Tableau 3 TMM oreille atteinte 40Mbar .....	28
Tableau 4 TMM oreille atteinte 50Mbar .....	28
Tableau 5 TMM oreille saine 30Mbar.....	28
Tableau 6 TMM oreille saine 40Mbar.....	28
Tableau 7 TMM oreille saine 50Mbar.....	28
Tableau 8 Résultat ETDQ-7 .....	29
Tableau 9 Résultat de l'échelle EVA.....	30

## 9 ANNEXES

---

### 9.1 ANNEXE 1 ETDQ-7

#### Questionnaire de la dysfonction de la trompe d'eustache (EDTQ-7)

Au cours du dernier mois,

Quel est l'ampleur du problème

	Aucun problème	Problème modéré	Problème grave
1. Pression dans les oreilles	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7
2. Des douleurs dans les oreilles	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7
3. Le sentiment que vos oreilles sont bouchées ou « sous l'eau »	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7
4. Problème d'oreille lorsque vous avez un rhume ou une sinusite	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7
5. Crépitements ou claquements dans les oreilles	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7
6. Des bourdonnements d'oreilles	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7
7. Sensation que votre audition est étouffée	1 – 2	3 – 4 – 5	6 – 7

Resentez-vous l'un de ces symptômes dans une seule oreille ou dans les deux oreilles ?

- Oreille gauche uniquement
- Oreille droite uniquement
- Les deux oreilles

Score total : \_\_\_\_\_ / 7 = Score moyen pour l'item

## 9.2 ANNEXE 2 CALCULS STATISTIQUES TUBOMANOMETRIE (WILCOXON)

### 9.2.1 30 Mbar oreille problématique

Hypothèse zéro (H<sub>0</sub>) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	0	0.2	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0
Après	0.2	0.4	0.5	0.4	0.7	0.2	0.2	0.2
Di	0.2	0.2	0.5	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2

0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7
1	2	3	4	5	6	7	8
3/2		12/3			6/1	7/1	8/1
1.5	1.5	4	4	4	6	7	8

T<sub>+</sub> = 36

T<sub>-</sub> = 0

Total = 36

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 4

T min (T observé) = 0

T critique > T observé → On rejette H<sub>0</sub>

Il y a une différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique

### 9.2.2 40 Mbar oreille problématique

Hypothèse zéro (H<sub>0</sub>) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0
Après	0.2	0.3	0.8	0.3	0.5	0.5	0.4	0.2
Di	-0.3	0.2	0.7	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2

0.2	0.2	0.2	0.2	-0.3	0.3	0.4	0.7
1	2	3	4	5	6	7	8
10/4				11/2		7/1	8/1
2.5	2.5	2.5	2.5	-5.5	5.5	7	8

T+ = 30.5

T- = 5.5

Total = 36

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 4

T min (T observé) = 5.5

T critique < T observé → On garde H0

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique

### 9.2.3 50 Mbar oreille problématique

Hypothèse zéro (H0) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0
Après	0.5	0.4	0.4	0.2	0.6	0.3	0.2	0.2
Di	0	0.1	0.2	0	0.4	0	0.1	0.2

0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4
/	/	/	1	2	3	4	5
			3/2		7/2		5/1
			1.5	1.5	3.5	3.5	5

T+ = 15

T- = 0

Total = 15

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 0

$T_{\min} (T_{\text{observé}}) = 0$

$T_{\text{critique}} = T_{\text{observé}} \rightarrow$  On garde  $H_0$

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique

#### 9.2.4 30 Mbar oreille saine

Hypothèse zéro ( $H_0$ ) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1
Après	0.4	0.2	1	0.2	1	0.4	0.1	0.1
Di	0.3	0.1	0.7	0.1	0.6	0.2	0	0

0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.7
/	/	1	2	3	4	5	6
		3/2		3/1	4/1	5/1	6/1
		1.5	1.5	3	4	5	6

$T_+ = 21$

$T_- = 0$

Total = 21

$T_{\text{critique}} (\text{table de Wilcoxon } 5\%) = 0$

$T_{\min} (T_{\text{observé}}) = 0$

$T_{\text{critique}} = T_{\text{observé}} \rightarrow$  On garde  $H_0$

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique

### 9.2.5 40 Mbar oreille saine

Hypothèse zéro (H<sub>0</sub>) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.4	0.1	0.2
Après	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1
Di	0	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0.1

0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2
/	/	/	/	1	2	3	4
				3/2		7/2	
				1.5	1.5	3.5	3.5

T+ = 10

T- = 0

Total = 10

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 0

T min (T observé) = 0

T critique = T observé → On garde H<sub>0</sub>

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique

### 9.2.6 50 Mbar oreille saine

Hypothèse zéro (H<sub>0</sub>) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	0.1	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.5
Après	1	0.4	0.2	0.2	0.9	0.4	0.2	0.2
Di	0.9	0.2	-0.3	0.1	0.7	0.3	0.1	-0.3

0.1	0.1	0.2	-0.3	-0.3	0.3	0.7	0.9
1	2	3	4	5	6	7	8
3/2		3/1	15/3			7/1	8/1
1.5	1.5	3	-5	-5	5	7	8

$T+ = 26$

$T- = 10$

Total = 36

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 4

T min (T observé) = 10

T critique < T observé → On garde H0

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats de la tubomanométrie avant et après le traitement ostéopathique

### 9.3 ANNEXE 3 : CALCULS STATISTIQUES ETDQ-7 (WILCOXON)

Hypothèse zéro (H<sub>0</sub>) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats au ETDQ-7 avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	21	25	18	26	20	19	30	20	31	26	35	40	17	27	37	27	30	23	40	35	19
Après	15	15	16	14	12	14	15	10	17	18	17	25	12	17	26	15	22	18	27	20	10
Di	6	10	2	12	8	5	15	10	14	8	18	15	5	10	11	12	8	5	13	15	9

2	5	5	5	6	8	8	8	9	10	10	10	11	12	12	13	14	15	15	15	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1/1	9/3		5/1	21/3			9/1	30/3			13/1	29/2		16/1	17/1	57/3			21/1	
1	3	3	3	5	7	7	7	9	10	10	10	13	14.5	14.5	16	17	19	19	19	21

T+ = 231

T- = 0

Total = 231

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 25 (n=15)

T min (T observé) = 0

T critique > T observé → On rejette H<sub>0</sub>

Il y a une différence significative entre les résultats au ETDQ-7 avant et après le traitement ostéopathique

## 9.4 ANNEXE 4 : CALCULS STATISTIQUES EVA (WILCOXON)

Hypothèse zéro (H<sub>0</sub>) : il n'y a pas de différence significative entre les résultats au ETDQ-7 avant et après le traitement ostéopathique.

Avant	7.5	6	5	7	6.5	10	9	6	8	7	8	5	10	6	8	5	8	6	9	7	8
Après	4	3	2	4	3	6	4	4	3	2	3	2	5	3	4	2	5	4	5	3	3
Di	2.5	3	3	3	2.5	4	5	2	5	5	5	3	5	3	4	3	3	2	4	4	5

2	2	2.5	2.5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
3/2		7/2		56/7							54/4				111/6						
1.5	1.5	3.5	3.5	8	8	8	8	8	8	8	13.5	13.5	13.5	13.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5

T+ = 231

T- = 0

Total = 231

T critique (table de Wilcoxon 5%) = 25 (n=15)

T min (T observé) = 0

T critique > T observé → On rejette H<sub>0</sub>

Il y a une différence significative entre les résultats au ETDQ-7 avant et après le traitement ostéopathique

## 9.5 ANNEXE 5 : TABLEAU DES RESULTATS

patient	examen	Tympano				Tubomanométrie					
		oreille droite		oreille gauche		oreille droite (valeur R)			oreille gauche (valeur R)		
		volume (ml)	compliance (m)	volume (ml)	compliance (ml)	30	40	50	30	40	50
Sujet 1	1	2,36	4,24	2,45	2,78	0	0,5	0,5	0,1	0,2	0,1
	2	2,14	4,3	2,95	2,23	0,2	0,2	0,5	0,4	0,2	1
Sujet 2	1	0,69	0,56	0,88	1,12	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
	2	0,72	0,61	0,9	1,05	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
Sujet 3	1	1,22	1	1,36	1	0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5
	2	1,61	1,35	1,4	0,86	0,5	0,8	0,4	1	0,5	0,2
Sujet 4	1	1,39	0,36	0,82	0,37	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
	2	1,21	0,41	1,83	0,43	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Sujet 5	1	0,84	1,98	1,54	1,62	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
	2	1,86	1,95	1,16	1,28	1	0,3	0,9	0,7	0,5	0,6
Sujet 6	1	1,43	0,85	1,5	0,87	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3
	2	1,47	0,82	1,59	0,93	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5	0,3
Sujet 7	1	1,81	1,12	1,72	0,69	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	2	1,44	0,93	1,28	0,79	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2
Sujet 8	1	1,77	-	1,15	1,4	0,1	0,2	0,5	0	0	0
	2	2,46	2,19	1,02	-	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2

patient	examen	ETDQ-7	EVA	Age	niveau de plongée	nombre de plongées
Sujet 1	1	21	7,5	54	4	1500
	2	15	4			
Sujet 2	1	25	6	33	3	150
	2	15	3			
Sujet 3	1	18	5	57	2	250
	2	16	2			
Sujet 4	1	26	7	49	4	200
	2	14	4			
Sujet 5	1	20	6,5	56	4	600
	2	12	3			
Sujet 6	1	19	10	17	3	82
	2	14	6			
Sujet 7	1	30	9	18	1	50
	2	15	4			
Sujet 8	1	20	6	58	2	100
	2	10	4			
Sujet 9	1	31	8	56	3	150
	2	17	3			
Sujet 10	1	26	7	52	4	600
	2	18	2			
Sujet 11	1	35	8	26	1	20
	2	17	3			
Sujet 12	1	40	5	24	1	50
	2	25	2			
Sujet 13	1	17	10	30	2	74
	2	12	5			
Sujet 14	1	27	6	55	2	124
	2	17	3			
Sujet 15	1	37	8	55	2	430
	2	26	4			
Sujet 16	1	27	5	60	2	300
	2	15	2			
Sujet 17	1	30	8	26	4	600
	2	22	5			
Sujet 18	1	23	6	41	1	70
	2	18	4			
Sujet 19	1	40	9	57	1	35
	2	27	5			
Sujet 20	1	35	7	33	4*	320
	2	20	3			
Sujet 21	1	19	8	20	1	35
	2	10	3			