



Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Ostéopathe

Maïlys Henry 0417L15

Noéline Camus 0117L05

**Influence d'un traitement ostéopathique  
à visée neurovégétative sur l'apparition  
de troubles gastro-intestinaux  
chez les athlètes d'ultra-endurance en compétition.  
Étude expérimentale**

Directeur de mémoire : Cyril Clouzeau, Ostéopathe

Année universitaire 2021-2022

*© Copyright, Tous droits réservés, CEESO Lyon, 2022. Toute reproduction est interdite sans la permission écrite du CEESO Lyon.*

*Département Recherche & Mémoires – CEESO Lyon – 07/04/2022*

### **Certification d'originalité du travail**

« Nous soussignons CAMUS Noéline et HENRY Maïlys attestons que le présent mémoire est le fruit de nos propres travaux effectués au Ceeso Lyon sous la supervision de CLOUZEAU Cyril, ostéopathe DO et professeur au sein du Ceeso Lyon. Ce mémoire est authentique et n'a pas été antérieurement présenté pour l'acquisition du diplôme d'ostéopathe ou de quelque grade universitaire que ce soit. »

### **Remerciements**

Nous remercions tout particulièrement :

- Monsieur Clouzeau Cyril notre directeur de mémoire, pour son accompagnement toujours précis et positif. Il a su, dans les moments de doute, nous donner confiance afin de poursuivre la bonne construction de ce mémoire. Il a su être un guide pertinent tout au long de cette aventure. Merci d'avoir cru, toujours avec enthousiasme, en notre projet.
- Merci à tous les ostéopathes D.O et professeurs qui ont toujours répondu présents à nos sollicitations et qui se sont chacun investis, pour rendre viable et enrichir l'essai clinique. Merci pour l'enrichissement et les pistes de réflexion que nous avons trouvé à vos côtés. De tout cœur, merci pour le temps que vous nous avez consacré : M. Lunatti, M. Carra, M. Poncet, M. Savoca, Mme Chamérin, Mme Allard-Latour, M. Tidière, M. Deboute, Mme Pinloche.
- Le département recherche et développement du Ceeso Lyon pour l'important travail de restructuration du pôle « mémoire » qui a permis de faciliter et de fluidifier la réalisation de l'écrit de cet essai clinique et ce, depuis la fin de notre 3<sup>ème</sup> année d'étude. Merci pour les précisions, les axes d'amélioration et merci pour le suivi apporté.
- L'équipe pédagogique du Ceeso Lyon pour ces 5 années d'enseignement complet et de qualité, ainsi que pour leur accompagnement individualisé et leur investissement dans ce long cursus, au rythme soutenu et parfois compliqué. Merci également pour avoir assuré la continuité de notre formation durant cette pandémie qui nous a tous affectés. Merci de nous avoir permis d'apprendre auprès d'enseignants passionnés et diversifiés qui ont su nous transmettre leur savoir avec générosité.
- Merci à tous les athlètes qui ont participé, de près ou de loin à ce mémoire, de nous avoir fait confiance tout au long de la saison. Merci d'avoir pu faire vivre cet essai-clinique et d'être allés avec bravoure au bout de vos objectifs.
- Merci à nos proches, amis, famille, pour avoir cru en nous tout au long de notre cursus, ainsi que pour leur investissement dans la réalisation de notre mémoire (recrutement, conseils, relecture...). Votre soutien fut un précieux atout.
- Nous remercions également le binôme que nous avons formé. Nous sommes reconnaissantes de l'équipe que nous avons créée qui a su, dans ce travail tout aussi intensif qu'éprouvant garder sa motivation et sa bonne entente. Nous avons su collaborer avec bienveillance et complémentarité.

## Résumé

**Introduction :** Les troubles digestifs qui apparaissent lors des compétitions d'ultra-endurance peuvent avoir une cause vasculaire (ischémie mésentérique), mécanique et métabolique. Ils sont à l'origine de nombreux abandons et d'une baisse importante des performances des athlètes qui se retrouvent souvent sans solution efficace. **Objectif :** L'étude a pour but d'objectiver l'efficacité d'un traitement ostéopathique à visée neurovégétative sur l'apparition de troubles digestifs lors des compétitions d'ultra-endurance. **Méthode :** Un essai clinique semi-standardisé avec black-box comprenant deux groupes (un groupe traité ostéopathiquement et un groupe témoin non pris en charge) a été réalisé. Les critères de jugements étaient les troubles digestifs suivants : nausée, perte d'appétit, vomissement, reflux gastro-oesophagien, pyrosis, douleur abdominale, météorisme, envie impérieuse, diarrhée, flatulence, point de côté. Ils étaient évalués grâce à des questionnaires réalisés spécifiquement pour cette étude. **Résultats :** Les deux groupes sont statistiquement semblables ( $p = 0,008$ ) et les résultats d'évolution des troubles digestifs n'ont pas montré de significativité statistique. Les résultats ont une tendance à montrer une amélioration des symptômes dans le groupe traité contre une aggravation dans le groupe témoin. **Discussion :** Dans cette étude on voit une tendance à une amélioration des symptômes digestifs suite à une prise en charge ostéopathique à visée neurovégétative. Il serait intéressant de renouveler cette étude avec un nombre plus grand de participants et des critères d'inclusion plus sélectifs afin de rendre les résultats plus significatifs.

**Mots clés :** ostéopathie, ultra-endurance, troubles digestifs, neurovégétatif, ischémie mésentérique

## Abstract

**Introduction:** Digestive disorders that occur during ultra-endurance competitions can be of vascular (mesenteric ischaemia), mechanical and endotoxic etiology. They are the cause of many withdrawals and a significant drop in the performance of athletes who often find themselves without an effective treatment solution. **Objective:** The study aims at objectifying the effectiveness of an osteopathic treatment with a neurovegetative aim on the appearance of digestive disorders during ultra-endurance competitions. **Method:** A semi-standardized black-box clinical trial with two groups (an osteopathically treated group and an untreated control group) was conducted. The judging criteria were the following digestive disorders: nausea, loss of appetite, vomiting, gastroesophageal reflux, pyrosis, abdominal pain, meteorism, cravings, diarrhea, flatulence, side stitch. They were assessed by questionnaires made specifically for this study. **Results:** The two groups were statistically similar ( $p = 0.008$ ) and the results of the evolution of digestive disorders did not show statistical significance. The results tended to show an improvement of symptoms in the treated group against a worsening in the control group. **Discussion:** In this study we see a tendency to an improvement of the digestive symptoms following osteopathic treatment with a neurovegetative aim. It would be interesting to repeat this study with a larger number of participants and more selective inclusion criteria in order to make the results more significant.

**Key words :** osteopathy, ultra-endurance, digestive disorders, neurovegetative, mesenteric ischemia

## Sommaire

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
1.1	CONTEXTE SCIENTIFIQUE .....	10
1.2	INTÉRÊT DE L'ÉTUDE .....	12
1.3	RAPPELS.....	14
<b>2</b>	<b>MÉTHODE.....</b>	<b>20</b>
2.1	POPULATION ÉTUDIÉE :.....	20
2.2	PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE : .....	21
2.3	ANALYSE STATISTIQUE .....	27
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>29</b>
3.1	CARACTÉRISTIQUES DE LA COHORTE – ÉPIDÉMIOLOGIE .....	29
3.2	PRÉVALENCE DES TROUBLES DIGESTIFS.....	31
3.3	ÉVOLUTION ET COMPARAISON DES TROUBLES DIGESTIFS.....	32
3.4	PRÉSENTATION DES MOYENNES ET COMPARAISON DES SYMPTÔMES .....	33
3.5	RÉSULTATS DE L'HYPOTHÈSE SECONDAIRE.....	37
<b>4</b>	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>40</b>
4.1	RAPPELS PRÉLIMINAIRES.....	40
4.2	COMMENTAIRES DES RÉSULTATS.....	41
4.3	AXES D'AMÉLIORATION DE L'ÉTUDE.....	50
4.4	PERSPECTIVES .....	55
<b>5</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Table des matières.....</b>	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>64</b>

## **Table des figures**

<b>Figure 1</b> "Changes in metabolites and hormones during an ultra-marathon" (12).....	11
<b>Figure 2.</b> "the enteric nervous system : a little brain in the gut" (46) .....	16
<b>Figure 3.</b> Design des tests et techniques de la prise en charge ostéopathique.....	26
<b>Figure 4.</b> Design chronologique de l'application du protocole technique.....	26
<b>Figure 5.</b> Histogramme groupé présentant l'évolution de chaque symptôme entre le questionnaire initial (bleu clair) et le questionnaire final (bleu foncé), au sein du groupe témoin .....	34
<b>Figure 6.</b> Histogramme groupé présentant l'évolution de chaque symptôme entre le questionnaire initial (orange clair) et le questionnaire final (orange foncé), au sein du groupe clinique.....	36
<b>Figure 7.</b> Histogramme représentant la comparaison intergroupe du nombre et du type de troubles digestifs durant la compétition initiale.....	36
<b>Figure 8.</b> Histogramme représentant la comparaison intergroupe du nombre et du type de troubles digestifs durant la compétition finale.....	37
<b>Figure 9.</b> Histogramme groupé présentant la différence de l'échelle de Borg entre la compétition 1 et la compétition finale du groupe A et du groupe T.....	38
<b>Figure 10.</b> Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A et du groupe T lors de la première compétition .....	39
<b>Figure 11.</b> Histogramme représentant la comparaison intergroupe des moyennes des troubles digestifs haut et bas durant la compétition Initiale .....	44
<b>Figure 12.</b> Histogramme représentant la comparaison intergroupe des moyennes des troubles digestifs haut et bas durant la compétition finale .....	44
<b>Figure 13.</b> Stratégie nutritionnelle et facteurs de risques pouvant atténuer / aggraver les lésions et la perméabilité de la barrière intestinale lors de la pratique sportive. Issue de l'étude « Gastrointestinal pathophysiology during endurance exercise: endocrine , microbiome, and nutritional influences » (75) .....	52

## **Table des tableaux**

<b>Tableau I.</b> Caractéristiques du groupe A (groupe traité).....	29
<b>Tableau II.</b> Caractéristiques du groupe T (groupe témoin) .....	30
<b>Tableau III.</b> Pourcentage des troubles digestifs retrouvés dans les questionnaires d'inclusions .....	31
<b>Tableau IV.</b> Tableau du nombre de troubles digestifs du groupe T, par symptômes, du début à la fin de la saison .....	33
<b>Tableau V.</b> Tableau du nombre de troubles digestifs du groupe A, par symptômes, du début à la fin de la saison .....	35
<b>Tableau VI.</b> Tableau présentant les valeurs de l'échelle de Borg entre le début et la fin de l'étude pour le groupe traité (A) et le groupe témoin (T) .....	45
<b>Tableau VII.</b> Caractéristiques de cohortes rencontrées au sein de la littérature scientifique .....	46
<b>Tableau VIII.</b> Caractéristiques de cohortes rencontrées au sein de notre étude comprenant 14 athlètes .....	47
<b>Tableau IX.</b> Pourcentage des troubles digestifs retrouvés dans le questionnaire d'inclusion et comparaison avec la littérature scientifique .....	48

## **Table des annexes**

<b>Annexe I.</b> Design de la procédure expérimentale du groupe clinique .....	64
<b>Annexe II.</b> Design de la procédure expérimentale du groupe témoin .....	65
<b>Annexe III.</b> Tableau donnant les scores des troubles digestifs du groupe A et T, par athlète (A1, A2, A3, ..., T1, T2, T3 ...), ainsi que l'écart trouvé entre le dernier et le premier questionnaire .....	66
<b>Annexe IV.</b> Tableau présentant les valeurs des troubles digestifs correspondants à l'échelle de Borg lors de la compétition 1 et lors de la dernière compétition de chaque athlète .....	67
<b>Annexe V.</b> Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A et du groupe T lors de la dernière compétition .....	68
<b>Annexe VI.</b> Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A lors de la première compétition .....	68
<b>Annexe VII.</b> Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A lors de la dernière compétition .....	69
<b>Annexe VIII.</b> Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe T lors de la première compétition .....	69
<b>Annexe IX.</b> Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe T lors de la dernière compétition .....	70
<b>Annexe X.</b> Questionnaire d'inclusion type. ....	73
<b>Annexe XI.</b> Exemple de questionnaire type triathlète réalisé spécifiquement pour l'étude. ....	74
<b>Annexe XII.</b> Échelle de Borg CR10 (59). ....	75
<b>Annexe XIII.</b> Lettre de consentement de participation. ....	78
<b>Annexe XIV.</b> Visuel de recrutement dédié aux réseaux sociaux. ....	79
<b>Annexe XV -</b> Évolution temporelle des troubles digestifs par symptômes et par athlète .....	80

## **Table des abréviations**

**AINS** : anti-inflammatoire non stéroïdien

**IPP** : inhibiteur pompe à protons

**X droit et gauche** : nerfs vague droit et gauche

**L1** : Première lombaire

**L3** : Troisième lombaire

**MICI** : maladie inflammatoire chronique de l'intestin

**OST** : Orifice supérieur du thorax

**IMC** : Indice masse corporel

**TD** : Troubles digestifs

**CAP** : Course à pied

**C4** : Quatrième cervicale

**C7** : Septième cervicale

**JOCT** : Jonction oeso-cardio-tubérositaire

**RG0** : Reflux gastro-oesophagien

**T1** : Première thoracique

**MAM** : Mal aigu des montagnes

**SNA** : Système nerveux autonome

**SNC** : Système nerveux central

**SNP** : Système nerveux périphérique

**Envie imp** : Envie impérieuse

**Moy** : Moyenne

**C.f** : Confer

**Nb** : Nombre

**Kg** : Kilogramme

**Cm** : Centimètre

**Etc** : Et cetera

**Ex** : Exemple

**H0** : Hypothèse initiale

**Groupe T** : Groupe témoin

**Groupe A** : Groupe traité

**Douleurs A** : Douleurs abdominales

**Comp** : Compétition

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 CONTEXTE SCIENTIFIQUE

« *Le sport est bon pour la santé* ». Aujourd'hui, cette vérité générale est devenue un postulat de santé publique, étayé par de nombreuses études qui s'accordent à dire que l'activité physique modérée permet de maintenir le corps dans un état de santé équilibré (1–3) en activant les processus physiologiques.

Or si l'on sait aujourd'hui qu'une activité modérée est bienfaitrice, qu'en est-il d'une pratique poussée à l'extrême ? Que sait-on sur la pratique du sport d'ultra-endurance ? Quels sont les effets sur la santé de ces performances de plus en plus prisées ? Est-ce que les compétitions croissantes d'ultra-marathons, d'ultra-trails, de triathlon format L, d'ironman ou encore d'ultra-cyclisme (Race-Across-America (4), Race-Across-France (5), etc...) sont aussi bénéfiques pour la santé qu'une activité modérée ? La réponse est complexe et controversée.

En effet, pour réaliser une compétition d'ultra-endurance, l'athlète doit effectuer des mois de préparations intensives. Il sera confronté à la gestion de stress physique, psychique, environnemental et à la dureté des entraînements. Il devra faire attention à s'entraîner quotidiennement, à suivre un programme correctement séquencé, à s'alimenter de manière adaptée et suffisante et enfin, à favoriser une bonne récupération pour rester en bonne santé et ne pas se blesser (6). Selon l'article *Training Principles and Issues for Ultra-endurance Athletes* Calvin Zaryski, MKin and David J. Smith, PhD\* (6), certains chercheurs identifient le terme ultra-endurance comme un effort d'une durée supérieure à quatre heures. Cependant, il n'existe actuellement pas de consensus sur la définition d'ultra endurance mais au vu du nombre croissant de compétitions qui dépassent actuellement les quatre heures de temps de performance et la diversité des épreuves proposées sur le marché du sport amateur, elle est communément définie comme étant d'une durée supérieure à six heures (7). D'autres formes de performances extrêmes existent mais elles ne correspondent pas au terme « ultra-endurance » qui fait référence aux domaines du kayak, de la course à pied, de la natation et du cyclisme. Par exemple, la course « Vendée globe » (8) en solitaire nécessite des mois de privations de liens sociaux et de sommeil ou encore la course « 6633 Artic Ultra » (9) qui confronte le corps à survivre dans un environnement climatique de -40°C pendant 611 km (10).

En général, plus l'événement est long, plus la préparation demande une implication importante pour pouvoir terminer la compétition dans un état de santé fonctionnel.

L'intérêt croissant depuis ces dix dernières années pour ces disciplines du « *toujours plus difficile* » a fait naître au sein des cabinets de professionnels de santé, un nouveau type de patients avec des motifs de consultations spécifiques à la pratique de l'ultra endurance. Aussi, les études qui s'intéressent actuellement à ce sujet, expliquent qu'une pratique de plus de six heures d'efforts physiques provoque des contraintes physiologiques pour l'ensemble de l'organisme (7). La littérature scientifique considère même que ce type d'activité constitue une agression pour le corps humain en générant des troubles physiques, physiologiques et métaboliques dans lesquels on retrouve notamment un syndrome inflammatoire important (7,11).

Ces répercussions sont toutefois à nuancer car la population concernée présente une absence de comorbidité et leur corps s'est adapté à ce type d'efforts lors des entraînements répétés. Il est en effet constaté que ces troubles se normalisent le plus souvent quelques heures à quelques jours après la

course, en fonction de l'intensité et de la durée de l'effort. Ces troubles sont donc majoritairement temporaires, réversibles et engagent peu de complications graves (12).

Il semblerait que la plupart de ces répercussions correspondent à un processus physiopathologique dans lequel on retrouve des modifications de marqueurs biologiques précis de l'organisme. Les différents écrits montrent que ce processus touche spécifiquement certains systèmes et organes tels que les systèmes cardio-vasculaire, respiratoire, néphrologique, immunitaire, endocrinien, métabolico-énergétique, musculo-squelettique, psychologique et le système gastro-intestinal. Ce dernier est celui qui est le plus évoqué par les athlètes (pour 96 % d'entre eux) (13). Il est souvent la cause d'un ralentissement (43,9 %) ou d'un arrêt de la compétition (35,6 %). Les symptômes digestifs retrouvés sont les nausées pour 60,3 % des personnes dont 90,5 % comme premier symptôme associé ou non à des vomissements. Ensuite viennent les éructations (61,3 %), les flatulences (65,9 %) et la diarrhée (14). Au niveau organique il est retrouvé principalement une ischémie mésentérique (dont l'étiologie sera développée plus tard), une hausse considérable des enzymes du foie pendant la course à pied (CAP), ainsi que des atteintes mécaniques et toxiques des muqueuses intestinales, une hyper/hyponatrémie et une hypokaliémie ; dont la figure ci-dessous nous offre un aperçu.

SKELETAL MUSCLE AND HEART MUSCLE		INFLAMMATION	
Creatin-Kinase	↑/↑↑	C-reactive protein	↑ / ↑↑
Creatin-Kinase-MB	↑	Erythrocyte sedimentation rate	↑
Myoglobin	↑	Interleukin-6	↑
Cardiac troponins	↑	Interleukin-8	↑
Lactate dehydrogenase	↑	Interleukin-10	↑
<b>LIVER</b>		Tumornekrosefaktor	↑
Alkaline phosphatase	↑	<b>HORMONE</b>	
Gamma glutamyltransferase	↑	Testosterone	↓
Alanine aminotransferase	↑	Cortisol	↑
Aspartat aminotransferase	↑	Adrenocorticotrope hormone	↑
Bilirubin	↑	Noradrenaline	↑
<b>KIDNEY AND FLUID METABOLISM</b>		Adrenaline	↑
Creatinine	↑ / ↑↑	Dopamine	↑
Sodium	↓ / = / ↑	Growth hormone	↑
Potassium	↓	Prolactin	↑
Calcium	↑ / =	Vasopression	↑
Phosphate	↑	Copeptin	↑
Protein	↓	Aldosterone	↑
Albumin	↓	Atrial natriuretic peptide	↑
<b>BLOOD AND BLOOD CELLS</b>		N-terminales pro-Brain Natriuretic Peptide	↑
Plasma volume	↑ / ↓	<b>FAT METABOLISM</b>	
Erythrocytes	↓	Free fatty acids	↑
Leucocytes	↑ / ↑↑	Cholesterol	↓
Haptoglobin	↑ / ↓	LDL-Cholesterol	↓
Iron	↑		
Ferritin	↑		

**Figure 1** "Changes in metabolites and hormones during an ultra-marathon" (12)

Ces troubles gastro-intestinaux se retrouvent majoritairement chez les jeunes (qui ont moins d'entraînement) et les femmes (10,12–14).

Le consensus de prise en charge est actuellement préventif et symptomatique. En prévention, un entraînement du système digestif aux efforts d'ultra-endurance est bénéfique et montre une amélioration des symptômes (15). Il est également recommandé un contrôle de l'alimentation en

amont de la compétition afin d'éviter les fautes nutritionnelles (apport glucidique et protéique important plus ou moins associé à un régime pauvre en fibre). Durant la compétition un apport glucidique est nécessaire en plus de l'eau (sans ajout particulier de sodium) (16–18). Pour ce qui est de la récupération, une bonne ré-hydratation et ré-alimentation sont préconisées à l'issue de la compétition.

D'un point de vue médicamenteux, les oestro-progestatifs et les anti-inflammatoires non-stéroïdiens (AINS) sont reconnus comme délétères tandis que les IPP, les anti-acides, le diosmectite et les probiotiques sont recommandés ainsi que les anti-histaminique (anti-H2) et les anti-émétique (12–22).

Les troubles du système digestif sont un motif de consultation fréquent pour les ostéopathes car l'approche holistique et les modèles ostéopathiques savent faire le lien entre structure et fonction afin de redonner de la mobilité aux tissus permettant ainsi aux systèmes neurologiques, vasculaires et lymphatiques d'effectuer au mieux leurs fonctions auprès des organes et des systèmes en souffrance. Le système digestif contient un réseau nerveux entérique très important qui est directement connecté au système nerveux autonome (SNA) de manière afférente et efférente (28).

Selon certaines études, le traitement ostéopathique (en particulier par le biais des manipulations vertébrales) a un effet direct sur le SNA (29). Ceci a été objectivé par une variation de la fréquence cardiaque (30).

De plus, le toucher ostéopathique par le biais de la somesthésie permet d'avoir une action directe sur le système nerveux. Des liens viscéro-somatiques existent ainsi que des liens somato-viscéraux. Il est donc possible d'avoir une action sur les viscérotomes, les dermatomes et les myotomes en ayant une action sur les mécanorécepteurs et les propriocepteurs ainsi que sur les barorécepteurs et les thermorécepteurs (29–32). Toutefois les ajustements entre les systèmes ortho et parasympathiques sont constants et complexes.

Une autre considération du SNA peut également se faire par le biais du modèle biopsychosocial (qui forme le terrain du patient) car les facteurs psycho-sociaux-environnementaux de ce dernier peuvent être un puissant catalyseur de troubles neurovégétatifs (33).

D'après ces données, il serait donc intéressant de s'interroger sur la problématique suivante : quel serait l'effet d'un traitement ostéopathique à visée neuro-végétative sur l'ischémie mésentérique qui est responsable de troubles gastro-intestinaux chez les athlètes d'ultra- endurance lors de la compétition ? A cette question principale s'ajoute une problématique secondaire : L'amélioration de l'ischémie temporaire permet-elle une amélioration de la perception de l'effort ?

## 1.2 INTÉRÊT DE L'ÉTUDE

Au vu du pourcentage important d'athlètes souffrant de troubles gastro-intestinaux, de leurs fréquences d'apparition et de l'altération de la compétition causée par ces derniers (34,35), il semble pertinent de se pencher sur le sujet. En effet, l'intérêt de ces questions réside dans le fait que de nombreux athlètes sont en errance thérapeutique face à ces troubles digestifs et cherchent activement des solutions pour s'affranchir de ce qu'ils considèrent comme leur « *handicape digestif* » (36). Que ce soit par le biais de l'alimentation ou de la préparation, un grand nombre d'entre eux ne savent pas comment venir à bout de cette problématique. De plus, la majorité des pistes qu'ils empruntent pour

se soulager s'avèrent malheureusement, pour la plupart, non concluantes ou non suffisantes. L'ostéopathie, ayant tout un panel de techniques à visée viscérales, myofasciales, squelettiques, vasculaires, lymphatiques, neurologiques et endocriniennes, semble pouvoir avoir un rôle complémentaire à jouer dans la prise en charge des athlètes souffrant de cette symptomatologie.

De plus, les techniques viscérales dans le domaine ostéopathique sont, en fonction des auteurs et dans le monde médical, parfois controversées car elles manquent d'études scientifiques pour prouver leurs efficacités. Il semble donc intéressant de prendre ce facteur en considération pour la réalisation de l'étude afin d'objectiver ces techniques (37).

Les mécanismes physiologiques régulateurs de la digestion sont mécaniques, chimiques, intrinsèques et extrinsèques au système digestif. Lors de l'effort physique soutenu, une ischémie digestive apparaît par excitation des fibres sympathiques via les récepteurs alpha-adrénergiques. Il en découle une vasoconstriction mésentérique ou hépato-gastro-splénique contre une vasodilatation en faveur des muscles notamment cardiaque et de la peau. Ce phénomène est appelé « vol vasculaire » (38–40). Une ischémie est retrouvée chez tous les athlètes durant l'intensité de course maximale et chez la moitié des athlètes durant le reste de la course. Le flux splanchnique diminue au même titre que la fréquence cardiaque augmente. De cette ischémie, de l'hypoxie et de l'hyperthermie résultent une altération fonctionnelle de l'intestin pouvant entraîner des lésions tissulaires, une nécrose et une augmentation de la perméabilité de la membrane intestinale (28,39,41).

Les principaux symptômes digestifs qui ressortent des écrits scientifiques sont les crampes, les douleurs épigastriques, les nausées, la perte de l'appétit, les envies impérieuses et les diarrhées. Pour ces trois symptômes, il existe trois causes principales : une cause vasculaire; une cause mécanique ainsi qu'une cause toxique (39).

Pour la cause vasculaire : ces symptômes sont consécutifs à une ischémie mésentérique, (« un vol vasculaire »). Cette dernière serait causée par une perturbation de la balance ortho/parasympathique (SNA) générée par l'intensité de l'effort. La majorité du système nerveux entérique est innervé entre autres par les nerfs pneumogastriques (X droit et gauche) qui cheminent de l'encéphale au système digestif au travers de forams osseux, de hiatus fibreux et de zones myo-fasciales qui sont tous d'importants passages vasculo-nerveux. L'ostéopathie propose des protocoles de techniques sur l'ensemble du corps humain qui visent à libérer ces carrefours anatomiques et ainsi permettent de réduire l'hyper-excitabilité du SNA. Le protocole des quatre diaphragmes est une pratique courante pour agir sur le modèle vasculaire-circulatoire (11,34,42,43).

Pour la cause mécanique : ces symptômes seraient la résultante de tractions exercées sur les mésos, de micro-lésions des muqueuses intestinales, de compressions par hypertrophie musculaire (notamment du psoas sur les colons ascendants et sigmoïde) ou encore d'un manque de mobilité de la sangle abdominale. Les techniques ostéopathiques articulaires sur le rachis, les membres inférieurs, les ceintures pelviennes et scapulaires ainsi que les techniques crânio-sacrées et les techniques myotensives permettent de diminuer les tractions pariétales et ainsi les compressions neuro-vasculaires induites par des hypertopies musculaires adaptatives (11,34).

Pour la cause endotoxique : un processus inflammatoire important est généré par l'hyperperméabilité intestinale qui est, elle engendrée par des micro-lésions, une rhabdomyolyse et de la déshydratation. Ici, les techniques à visée liquidienne (vasculaires et lymphatiques) peuvent favoriser le drainage des

toxines et aider également, via la circulation sanguine, à favoriser le processus de cicatrisation des muqueuses intestinales et des fibres musculaires (36,44).

Au vu du champ d'action de l'ostéopathie, il a été choisi pour ce mémoire de mettre l'accent sur la cause vasculaire ainsi que sur la cause mécanique avec comme problématique principale, le traitement de la cause vasculaire par le biais du protocole des quatre diaphragmes.

### **1.3 RAPPELS**

#### **1.3.1 Anatomie**

##### - Le système digestif

Il est composé des organes du tube digestif et des organes digestifs annexes. Le tube digestif est un tube musculéux qui s'étend de la bouche à l'anus et dont la fonction est d'ingérer, de fragmenter les aliments pour absorber les nutriments au travers de sa muqueuse jusque dans le sang ou la lymphe. Le tube digestif est composé de la bouche, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin grêle, du gros intestin et de l'anus. Les organes annexes comprennent les dents, la langue, la vésicule biliaire, et des glandes digestives telles que les glandes salivaires, le foie, et le pancréas.

Les organes contenus dans l'abdomen sont maintenus dans le péritoine viscéral qui est en continuité avec le péritoine pariétal et glissent l'un sur l'autre permettant leur bonne mobilité. Par endroit, ce fin tissu conjonctif s'épaissit pour former les mésos et ligaments qui vont fixer les organes entre eux ou au contenant abdominal. Dans ces mésos se trouvent les systèmes vasculaire, lymphatique et nerveux de chaque organe (28).

##### - Le système nerveux

###### o Embryologie et liens viscéro-somatiques :

Par le biais du système nerveux central (SNC), les nerfs périphériques ont des rapports segmentaires avec le corps entier. On retrouve ces rapports au niveau de l'innervation de la peau, des organes et des muscles. Il existe une schématisation de dermatomes très précis.

Le SNA innerve abondamment les viscères. Ceci permet de fournir, grâce à l'innervation sensorielle, des informations claires sur l'état fonctionnel organique tel que les états de distension ou les influx nociceptifs. Cependant les différentes étapes de croissance et de maturation qui se produisent de l'âge embryonnaire à l'âge adulte créent une grande distance entre un organe et son origine segmentaire. De ce fait, toutes les informations sensibles viscérales rapportant des modifications d'un organe seront transmises via le SNA à la partie de l'ancien tube neural correspondante à son origine embryonnaire (le tube neural étant devenu la moelle épinière et le tronc cérébral).

Ainsi, une douleur à la surface de la peau peut témoigner d'une souffrance ou d'une modification d'un organe situé lui-même à distance.

Par la suite, l'efférence autonome et somatique du segment de moelle correspondant à l'organe, risquerait d'être altéré par l'afférence troublée de ce dernier. Un organe malade serait donc capable en générant des afférences sensorielles altérées de transformer une fonction neurovégétative ou un tonus musculaire dans une région qui semble sans rapport. Réciproquement, la fonction d'un organe

pourrait être perturbée en aval par des influx nociceptifs générés par une mauvaise posture musculo-squelettique capable elle-même de modifier les efférences autonomes du segment de moelle correspondant. De ce fait, la surface corporelle représente une carte des organes internes et réciproquement. Aussi, dans la pratique ostéopathique, il est nécessaire d'identifier et de traiter les affections qui troublent l'approvisionnement nerveux car ces dernières peuvent provoquer par la suite des troubles nerveux. Ces dysfonctions peuvent correspondre par exemple, à la compression d'un nerf sur son trajet anatomique induisant une irritation de ce dernier et donc par conséquent, une mauvaise conduction nerveuse (45).

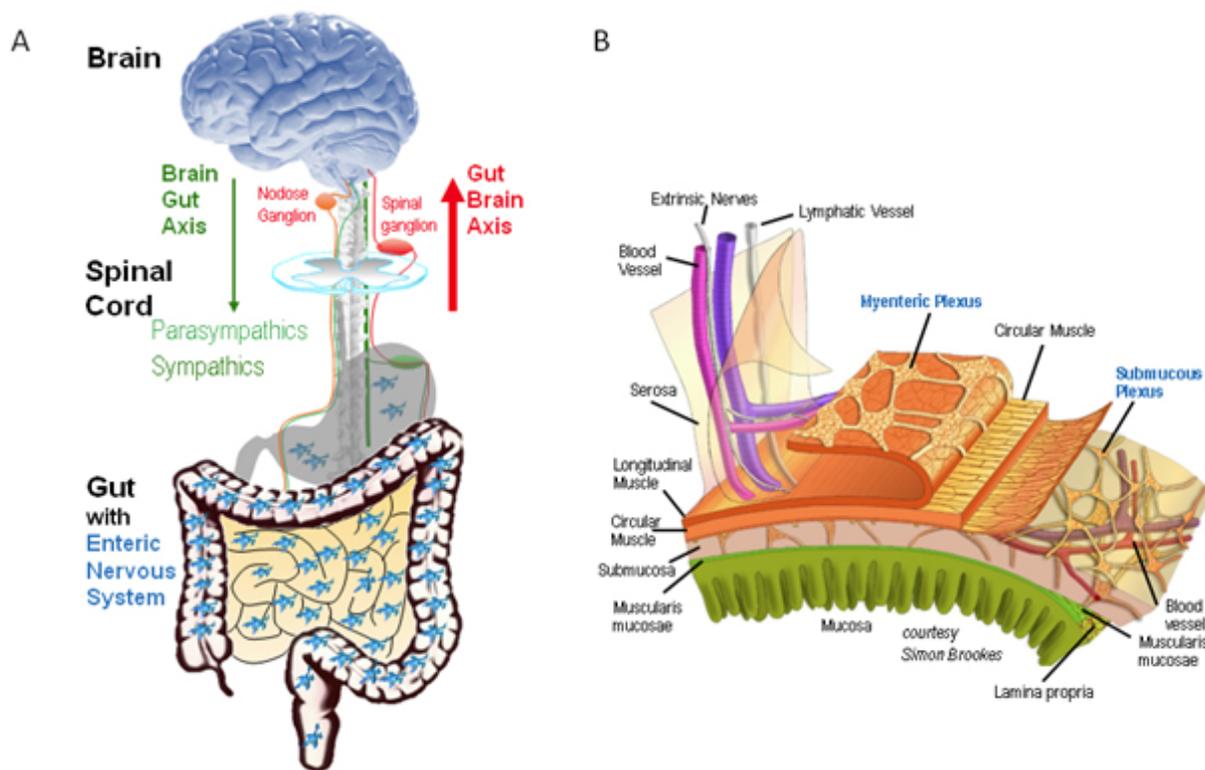
- Systeme nerveux autonome : (SNA)

Les nerfs ont un rôle essentiel dans le maintien de l'homéostasie. Ils ont une fonction vitale pour tout l'organisme. Ils fonctionnent via des afférences sensorielles du milieu externe (extéroceptives) et du milieu interne (intéroceptives). Le Système nerveux périphérique (SNP) et le système nerveux central (SNC) communiquent dans un sens bidirectionnel grâce à des molécules chimiques. La synthèse de molécules trophiques se fait dans le corps cellulaire du nerf. Ces molécules rejoignent ensuite les muscles et/ou les organes cibles par transport axoplasmique afin d'assurer leurs bons fonctionnements.

On retrouve parmi elles : des petites molécules (amino acides), des neurotransmetteurs (sérotonine) ou des molécules plus complexes qui ont un rôle physiologique précis (glucagon, somatostatines, peptides intestinaux vaso-actifs).

Voyageant en sens inverse, on retrouve des molécules issues d'organes cibles (captées au niveau pré synaptique) qui remontent jusqu'au corps cellulaire du neurone par transport rétrograde pour modifier le fonctionnement neuronal.

La communication nerveuse a donc deux sens, elle est bidirectionnelle, ce qui facilite l'échange d'information entre les organes cibles et le système nerveux comme l'illustre la figure 2 ci-dessous (45).



**Figure 2.** "the enteric nervous system : a little brain in the gut" (46)

- Les quatre diaphragmes :

Les considérations ostéopathiques montrent d'un point de vue anatomo-physiologique l'existence de quatre diaphragmes au sein du corps humain : le diaphragme crânien, le diaphragme scapulaire, le diaphragme abdominal et le diaphragme pelvien. Le diaphragme crânien est constitué par les membranes dure-mériennes intracrâniennes (faux du cerveau, tente de cervelet, faux du cervelet et tente de l'hypophyse). Le diaphragme scapulaire ou « orifice supérieur du thorax » se situe au niveau de la charnière cervico-thoracique. C'est le lieu de passage des vaisseaux, nerfs et structures musculo-squelettiques entre la tête et le thorax. Il est constitué des vertèbres C7/T1, des premières côtes, des clavicules, des scapulas et de la partie supérieure du sternum. Il est un intriquement de chaînes fasciales et musculaires dont les principaux fascias sur lesquels une action ostéopathique est possible, sont les fascias cervicaux superficiels et profonds ainsi que le fascia prévertébral dont les fibres profondes forment les systèmes de sustentations des dômes pulmonaires. Le diaphragme abdominal lui est un septum musculo-fibreux séparant les caissons thoracique et abdominal. Il est le principal muscle de la respiration et est composé pour sa partie musculaire de deux coupoles s'insérant sur les 6 dernières côtes ainsi que sur les vertèbres lombaires de L1 à L3 par le biais de deux piliers (droit et gauche). Sa partie tendineuse est centrale, elle livre passage à l'œsophage, l'aorte, la veine cave inférieure, les veines azygos, les nerfs vagues, les rameaux des nerfs phréniques et les nerfs splanchniques (petit et grand) principalement. Le diaphragme est innervé par les nerfs phréniques (provenant de C4). Et enfin le diaphragme pelvien correspond au plancher pelvien (muscles releveurs de l'anus et muscles ischio-coccygiens) et aux fascias des organes uro-génitaux dont il sert de support. Il est à type de hamac et vient fermer la partie inférieure de la cavité abdominale (28,47,48).

### 1.3.2 Physiologie

La digestion s'effectue en plusieurs étapes qui sont l'ingestion, la propulsion (déglutition et péristaltisme, le péristaltisme est une contraction involontaire des muscles du tube digestif), la digestion mécanique (segmentation), la digestion chimique (dégradation enzymatique), l'absorption des vitamines, eau et sels minéraux au travers de la muqueuse intestinale et enfin la défécation. La régulation de l'homéostasie au sein du système digestif est particulière car la lumière du tube digestif est considérée comme externe au corps, il a donc un pH et une osmolarité différente du milieu extracellulaire interne. Les mécanismes régulateurs sont mécaniques, chimiques, intrinsèques et extrinsèque au système digestif (28). Il existe une stimulation mécanique de la paroi par le bol alimentaire et une stimulation chimique par osmolarité. Le pH et le contenu de la digestion qui vont déclencher des réflexes activateurs ou inhibiteurs de sécrétions hormonales et de sucs digestifs ainsi que la contraction musculaire nécessaire à la digestion mécanique.

Dans les parois du tube digestif se trouvent des plexus nerveux entériques qui sont autonomes mais qui sont également en lien avec le système nerveux central. Il y aura ainsi, au niveau neurologique, des réflexes courts (intrinsèques) et des réflexes longs (extrinsèques).

Les cellules musculaires lisses qui composent la paroi du tube digestif se contractent et se relâchent grâce à l'interaction des filaments d'actine et de myosine présents dans le cytoplasme cellulaire. La force de contraction répond aux taux d'ions calcium provenant du milieu extracellulaire. Sur les parois moléculaires se trouvent les cavéoles qui contiennent de nombreux récepteurs membranaires à l'acétylcholine, l'adrénaline, la noradrénaline, l'histamine, les prostaglandines ainsi que des canaux calciques et de potassium. Les contractions musculaires lisses sont des ondes lentes qui varient selon leur localisation au sein du tractus digestif.

Dans ces plexus se trouvent des fibres afférentes et efférentes du système nerveux autonome extrinsèque orthosympathique et parasympathique, faisant le lien avec le système nerveux central (SNC). Le système nerveux parasympathique joue principalement un rôle excitateur sur l'ensemble du tube digestif par l'intermédiaire de récepteurs nicotiques. Il est représenté par le nerf vague dans sa majorité et par le plexus sacré pour la partie distale du tube digestif. Concernant le système orthosympathique, il est inhibiteur (sauf pour la contraction des sphincters). Il est représenté par les ganglions cœliaque et mésentérique et son neurotransmetteur est la noradrénaline. Il existe une variation de l'activité motrice sous régulation hormonale en fonction du stade de la digestion (49).

### 1.3.3 Physiopathologie

Les troubles consécutifs aux sports d'ultra endurance sont nombreux et l'ostéopathie bénéficie d'un champ d'action important, c'est pourquoi il est intéressant d'avoir une compréhension globale des altérations de la structure et de la fonction provoquées par l'exercice physique afin de proposer une prise en charge adaptée. Les troubles rencontrés lors de ces activités touchent les systèmes suivants (autres que le système digestif développé en amont) :

#### - Le système Cardio-vasculaire :

À l'issue de la course, on observe un changement pathologique de la structure, de la fonction et de l'activité électrique du cœur décrit comme une baisse de la compliance des tissus artériels, des altérations de la cinétique myocardique à l'échographie, une diminution significative de la fraction d'éjection ventriculaire, une altération de la fonction diastolique ou encore une hausse des marqueurs de la créatine-kinase. Pour autant, une activité modérée, l'entraînement et la participation à une compétition de type ironman sont également considérés comme étant préventifs des maladies cardiovasculaires (7,41).

#### - Le système respiratoire :

On retrouve une réduction de la fonction respiratoire avec une fatigue des muscles inspirateurs suivies d'un risque accru à la suite de la course de développer des infections respiratoires au niveau des voies aériennes supérieures. Cela se traduit par une baisse de la capacité pulmonaire totale : diminution de la capacité inspiratoire et du volume résiduel. La réserve du volume expiratoire est toutefois préservée (7,40).

#### - Le système néphrologique :

Il n'est pas rare de retrouver une atteinte du tissu rénal ainsi qu'une baisse temporaire de la fonction rénale. Selon (Lipman *et al.*, 2017) : *Exercise-Associated Hyponatremia, Hypernatremia, and Hydration Status in Multistage Ultramarathons | Elsevier Enhanced Reader (50)*, la prévalence d'une lésion rénale aiguë en course d'ultra-marathon est de près de 50 % des coureurs. On retrouve cela surtout chez les athlètes féminines, chez les athlètes ayant un faible poids corporel ou une perte de poids importante pendant la course (perte d'eau). Mais aussi dans les cas de rhabdomyolyse, de déshydratation, d'hypotension, d'hyperuricémie, d'hyponatrémie, de mauvaise compétition et d'utilisation d'AINS (51–53). Les dommages au niveau des reins sont fréquents mais ils se rétablissent cependant en quelques jours.

#### - Le système immunitaire :

L'ultra endurance semble conduire à une réaction inflammatoire aiguë. On observe une hausse des marqueurs des leucocytes, de la protéine C-réactive, de la ferritine et du TNF- $\alpha$ . On observe également une réaction de sédimentation sanguine, une hausse des marqueurs du fer, de l' $\gamma$ -interféron, de l'antagoniste du récepteur de l'interleukine 1, de l'interleukine-1b, de l'interleukin-8, de l'interleukin-10 et de l'interleukine-6. La quantité d'un apport de 1500 mg en vitamine C une semaine avant la

course semblerait atténuer fortement l'augmentation des interleukines. Il a également été constaté que la dépression de la fonction immunitaire engendrait une prévalence accrue aux infections des voies respiratoires supérieures chez les athlètes. Cette dernière serait toutefois étroitement liée à l'intensité de la course car à l'inverse de l'ultra-endurance, il a été constaté qu'une intensité de course modérée réduit le risque d'infection en augmentant la concentration d'immunoglobulines (40,54,55).

- Le système endocrinien :

Chez la femme pratiquant un sport d'ultra-endurance il est retrouvé de manière fréquente des aménorrhées. Chez les deux sexes sont retrouvés des troubles de la libido et des troubles du sommeil (39).

- Le système métabolico-énergétique :

On peut retrouver comme troubles métaboliques : hyponatrémie, anémie, hyperthermie maligne, rhabdomyolyse, hématurie macroscopique, ostéopénie, ostéoporose (39,56).

- Le système musculo-squelettique :

Les troubles musculo-squelettiques retrouvés sont des atteintes des ligaments, des tendons et des cartilages liés aux contraintes mécaniques dont le syndrome fémoro-patellaire et les tendinopathies Achilléennes. Sont également recensées des apparitions d'œdèmes intra-musculaires et articulaires. Les articulations les plus fréquemment touchées sont les genoux et les chevilles (39).

- Le système Psychologique :

Comme vu ci-dessus, une compétition telle qu'un ironman, expose l'athlète à des entraînements quotidiens exigeants et des stress environnementaux et psychologiques qui d'un athlète à l'autre peuvent avoir des répercussions plus ou moins importantes. Dans le cas où l'athlète n'arrive plus à gérer ces différentes contraintes, un syndrome de surentraînement peut apparaître (en quatre stades) (38,57).

Malgré tous les effets psycho-physiopathologiques secondaires à une compétition d'ultra-endurance, l'entraînement régulier nécessaire à la préparation de ce format est aussi bénéfique. En effet des études ont prouvé qu'il procure de manière générale des effets positifs sur la santé en exerçant une activité protectrice sur notre matériel génétique. Cette protection serait due à un ralentissement du vieillissement des télomères. Par contre lors d'un effort extrême, à l'inverse, les télomères se trouvent raccourcis sûrement à cause du processus oxydatif engendré par ce dernier (39,58).

## **2 MÉTHODE**

### **2.1 POPULATION ÉTUDIÉE :**

#### ***2.1.1 Les sujets***

Les sujets de cette étude étaient des athlètes amateurs dont un sujet en catégorie “élite” pratiquants des sports d’ultra-endurances de type ultra-trail ou de type triathlon longue distance (format L et/ou ironman). L’étude comptait 14 sujets ; 12 hommes et deux femmes d’âge compris entre 23 et 58 ans. Tous pratiquaient l’ultra-endurance depuis au moins trois ans et s’entraînaient au minimum cinq heures par semaine. 11 d’entre eux pratiquaient l’ultra-trail et trois d’entre eux le triathlon longue distance. Tous avaient déjà ressenti des troubles digestifs durant la partie course à pied (CAP) de l’une de leur compétition.

#### ***2.1.2 Les critères de sélection***

##### ***2.1.2.1 Les critères d’inclusion***

Les critères permettant l’inclusion au sein de cette étude étaient d’être majeur et de pratiquer l’ultra-endurance en compétition au cours de la saison sportive 2021. Les sujets devaient avoir présenté au moins une fois des troubles digestifs survenus pendant l’effort de leurs compétitions. Les troubles digestifs étudiés étaient des troubles digestifs dit “ hauts” et “bas” comprenant : nausée, perte d’appétit, vomissement, reflux gastro-œsophagien, pyrosis, douleur abdominale, météorisme, envies impérieuses, diarrhées, flatulences, points de côté. Le temps hebdomadaire d’entraînement des athlètes devait être supérieur ou égal à cinq heures. Ils devaient également être capables de lire et de comprendre le français afin de pouvoir répondre aux différents questionnaires proposés.

De plus, les athlètes devaient avoir au moins une course d’ultra-endurance programmée sur la saison sportive 2021.

##### ***2.1.2.2 Les critères de non-inclusion***

En revanche, les sujets ne pouvaient pas participer à l’étude s’ils étaient atteints d’une pathologie digestive diagnostiquée donnant des symptômes proches de ceux étudiés (en particulier les Maladies Inflammatoires Chroniques de l’Intestin (MICI)). De plus, ils ne pouvaient pas participer s’ils souffraient d’une blessure ne leur permettant pas de réaliser les compétitions prévues ; s’ils refusaient de signer le consentement éclairé, ou encore s’ils étaient déjà inclus dans une autre recherche biomédicale. Les femmes enceintes ne pouvaient pas être incluses dans l’étude.

##### ***2.1.2.3 Les critères d’exclusion***

Les athlètes intégrés dans l’étude ont dû être exclus s’ils souffraient d’une blessure ne leur permettant pas de participer aux courses prévues, si une pathologie digestive leur était diagnostiquée au cours de l’étude, ou encore s’ils avaient reçu une consultation auprès d’un autre ostéopathe pendant la

réalisation de cette dernière. Devait également être exclue, toute femme déclarée enceinte au cours de l'essai clinique et tout patient présentant des contre-indications aux manipulations ostéopathiques utilisées.

#### *2.1.2.4 Les contacts de recrutement*

Pour le recrutement, un important travail de bouche à oreille a été réalisé permettant l'inclusion de sept athlètes.

Notre présence sur le trail des passerelles de Monteynard (Idée Alpes 21 rue du Béal 38400 Saint Martin d'Hères, 0476401922) a permis le recrutement d'un sujet.

La patientèle de la clinique du Ceeso Lyon (39 rue pasteur 69007 Lyon, 0437371116) a permis le recrutement d'un sujet.

Le reste du recrutement s'est effectué grâce aux associations :

- ASVEL triathlon ; 245 cours Emile Zola 69100 Villeurbanne ; 0611414562 : recrutement de cinq sujets.
- Lyon ultra run ; 46 rue commandant Charcot Lyon 5<sup>ème</sup> ; 0667308413 : recrutement d'un sujet.
- Troll team triathlon ; La mure 38350 ; 0672418838 : recrutement d'un sujet.

## **2.2 PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE :**

### **2.2.1 Les critères de jugement**

#### *2.2.1.1 Les critères de jugement principaux*

Dans cette étude, les critères de jugement principaux étudiés étaient les troubles digestifs survenant au cours des compétitions d'ultra-endurances (Ultra Trail ; Triathlon L ou Iron Man ; Ultra Marathon) spécifiquement lors de l'épreuve de course à pied (CAP).

Ces derniers incluaient :

- nausée ;
- perte d'appétit ;
- vomissement ;
- reflux gastro-œsophagien ;
- pyrosis ;
- douleur abdominale ;
- météorisme ;
- envie impérieuse ;
- diarrhée ;
- flatulence ;
- point de côté.

Ces troubles ont été mesurés par un questionnaire créé spécifiquement pour l'étude et comptaient un choix multiple dans la fréquence d'apparition des troubles : (Cf. Annexe XI).

- « Jamais », correspondant à un score de zéro.
- « Parfois », correspondant à un score de un.
- « Souvent », correspondant à un score de deux.
- « Toujours », correspondant à un score de trois.

Les sujets devaient remplir l'un de ces questionnaires à l'issue de chaque course effectuée.

Le choix de fréquence d'apparition des troubles a été proposé compte tenu de la durée importante des courses d'ultra endurance qui laisse de ce fait une grande variation possible d'apparition.

Chaque item a été choisi en fonction de ce qui a été retrouvé au sein de la littérature scientifique lors de la phase de recherche d'articles sur les moteurs de recherches prévus à cet effet.

#### *2.2.1.2 Les critères de jugement secondaires*

En plus des critères de jugement principaux, un critère de jugement secondaire a été retenu : la perception d'effort ressentie par les athlètes durant leur compétition.

Ce critère a été mesuré et évalué grâce à l'échelle de Borg CR-10 (59), une échelle référencée qui relie le ressenti de l'effort fourni à un score allant de zéro à dix de la manière suivante :

- 0 (Rien du tout) ;
- 0,5 (Très très facile) ;
- 1 (Très facile) ;
- 2 (Facile) ;
- 3 (Moyen) ;
- 4 (Un peu difficile) ;
- 5 (Difficile) ;
- 6 / 7 (Très difficile) ;
- 8 / 9 / 10 (Très très difficile) -> (presque maximal).

Ces critères ont été évalués à la fin de chaque compétition par des questionnaires afin que les troubles ressentis durant la course puissent être directement témoignés, (Cf. Annexe XII).

### **2.2.2 Le protocole expérimental**

Pour être inclus dans l'étude, tous les athlètes ont dû remplir un questionnaire d'inclusion précisant de quel(s) trouble(s) digestif(s) ils étaient habituellement atteints lors de la partie CAP de leurs compétitions. Étaient également précisés : (Cf. Annexe X).

- l'âge ;
- le poids ;
- la taille ;
- les heures d'entraînement hebdomadaire ;
- le nombre d'années de pratique ;
- les courses prévues pour la saison sportive 2021 ;
- l'absence des critères de non-inclusion.

Une fois admis dans l'étude, un agenda de prises en charge a été élaboré de manière personnalisée pour chaque athlète du groupe traité en fonction de leurs courses prévues. L'objectif était de faire précéder chaque compétition d'une prise en charge ostéopathique à trois semaines en amont, ceci étant répété (deux à) trois fois durant la saison sportive de 2021.

À l'issue de chacune de leurs courses, les athlètes devaient remplir deux questionnaires (un spécifique aux troubles digestifs et un spécifique à l'échelle de Borg), (Cf. Annexes XI et Annexes XII).

Le groupe témoin devait, de la même manière, remplir ces deux questionnaires à l'issue de chacune de leurs courses mais les athlètes ne recevaient aucune prise en charge ostéopathique.

Toutes les consultations ont eu lieu sous la supervision d'un tuteur ostéopathe D.O avec au moins cinq ans d'expérience. Toutes les consultations ont été menées par Maïlys Henry ou par Noéline Camus, de manière aléatoire et équitable selon les disponibilités de chacune.

### **2.2.3 Le calendrier des expérimentations**

L'essai clinique s'est étalé du mois de mars 2021 au mois de novembre 2021 (schémas en annexes : Cf. Annexe I et Annexe II).

A partir du mois de mars 2021 le processus de recrutement a été lancé via :

- les réseaux sociaux, ( Cf. Annexe XIV) ;
- par contact direct des associations (par mail et téléphone) ;
- par bouche à oreille ;
- par le biais des patients de la clinique du Ceeso Lyon.

La première consultation a eu lieu le 27 mai 2021 et la dernière le 16 novembre 2021.

Entre-temps se sont alternées les prises de contacts, les prises en charge ostéopathiques, les courses et les récoltes de questionnaires.

La dernière course de la saison a eu lieu le 4 décembre et avec elle la récolte du dernier questionnaire.

#### **2.2.4 Les techniques et tests ostéopathiques : (Cf. Figures 3 et 4).**

La prise en charge ostéopathique s'est effectuée selon un mode semi-standardisé. Chaque prise en charge était d'une durée de 45 minutes comprenant 15 minutes d'interrogatoire durant lesquelles ont été investigués :

- les éventuelles contre-indications ostéopathiques ;
- les troubles digestifs retrouvés habituellement lors de la pratique de la course à pied ;
- les troubles digestifs retrouvés spécifiquement lors de la dernière course réalisée.

Étaient investigués également :

- les habitudes de vie (notamment alimentaire) ;
- les habitudes d'entraînements ;
- la consommation de compléments alimentaires, de gels, de boissons d'efforts ou de récupérations ;
- les autres troubles d'ordre myo-squelettiques ou fonctionnels retrouvés durant les courses ;
- et enfin, l'investigation de tous les antécédents médicaux, chirurgicaux, traumatiques, orthopédiques et familiaux.

À ensuite été pratiquée une phase de tests de dix minutes comprenant :

- une prise de la tension artérielle et de la fréquence cardiaque ;
- une observation du sujet debout statique puis en marchant ;
- des tests de mobilité de grande amplitude du rachis cervical et dorsal dans les paramètres de flexion, de *side-bending* et de rotations ;
- un test de flexion debout ;
- puis une palpation des éléments musculo squelettiques cervicaux, dorsaux et lombaires.

Le patient était ensuite mis en position assise afin de pratiquer :

- un test de flexion assis ainsi que des tests ostéopathiques des sacro-iliaques ;
- s'en suivaient des tests segmentaires cervicaux, dorsaux, costaux et lombaires ;
- puis une écoute tissulaire de la zone médiastinale.

Le patient était ensuite mis en position de procubitus afin de :

- prendre le rythme crânio-sacré ;
- effectuer les tests ostéopathiques plus approfondis du sacrum et du coccyx ;
- tester bilatéralement les masses musculaires des membres inférieurs ;
- et enfin évaluer la densité de la cage thoracique et du rachis lombaire en situation de décharge.

Les tests se poursuivaient en position de décubitus dorsal et ont consisté en la pratique :

- d'une appréciation globale de densité par le biais d'un empilement des membres inférieurs ;
- de tests articulaires ostéopathiques de micromobilité des membres inférieurs bilatéralement (chevilles, genoux, hanches) et du bassin (iliums et symphyse pubienne) ;
- d'une palpation des neuf cadrans abdominaux puis de tests ostéopathiques viscéraux ;
- la cage thoracique a ensuite été testée articulairement puis viscéralement (compliance) ;
- pour finir, des tests ostéopathiques du rachis cervical en décharge, de la loge antérieure du cou et du crâne ont été effectués.

Est venu ensuite le traitement d'une durée totale de 15 minutes divisé en deux phases :

- une première phase de traitement individualisé d'une durée de sept minutes selon le mode « black-box » en fonction des dysfonctions ostéopathiques retrouvées ;
- une deuxième phase d'une durée de huit minutes, correspondant à la partie standardisée du protocole de traitement (Cf. Figure 4),

Cette partie standardisée du protocole a consisté en une approche fonctionnelle d'équilibration des quatre diaphragmes (Cf. Rappels -> Anatomie), le principe de traitement étant de mettre en rapport deux diaphragmes et de les équilibrer entre eux, l'un par rapport à l'autre. Pour ce faire, nous venions en palpation :

1) Main céphalique sur la base du crâne en regard de la tente du cervelet ; main caudale sur la fourchette sternale en regard de l'orifice supérieur du thorax (OST).

2) Main céphalique en palpation des épineuses de C7 et T1 en regard de l'OST ; main caudale orientée céphaliquement sur la partie la plus basse du sternum en regard du diaphragme thoracique.

3) Main céphalique orientée caudalement sur la partie la plus basse du sternum en regard du diaphragme thoracique ; main caudale orientée céphaliquement sous le sacrum en regard du diaphragme pelvien.

4) Pour finaliser l'équilibration inter-diaphragmatiques, le traitement se terminait par une équilibration des diaphragmes crânien et pelvien avec la main caudale orientée céphaliquement sous le sacrum et la main céphalique sous l'occiput.

Pour finir, 5 minutes étaient réservées aux modalités finales de la prise en charge :

- questions ;
- ré-habillage du patient ;
- raccompagnement de ce dernier.

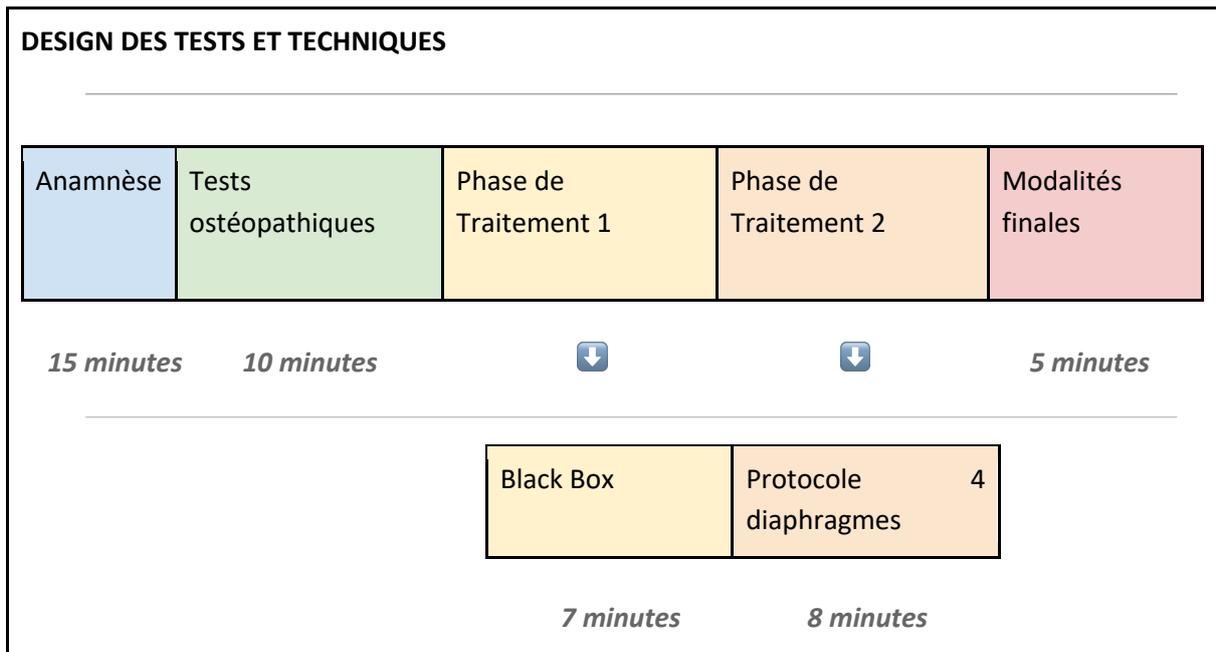


Figure 3. Design des tests et techniques de la prise en charge ostéopathique

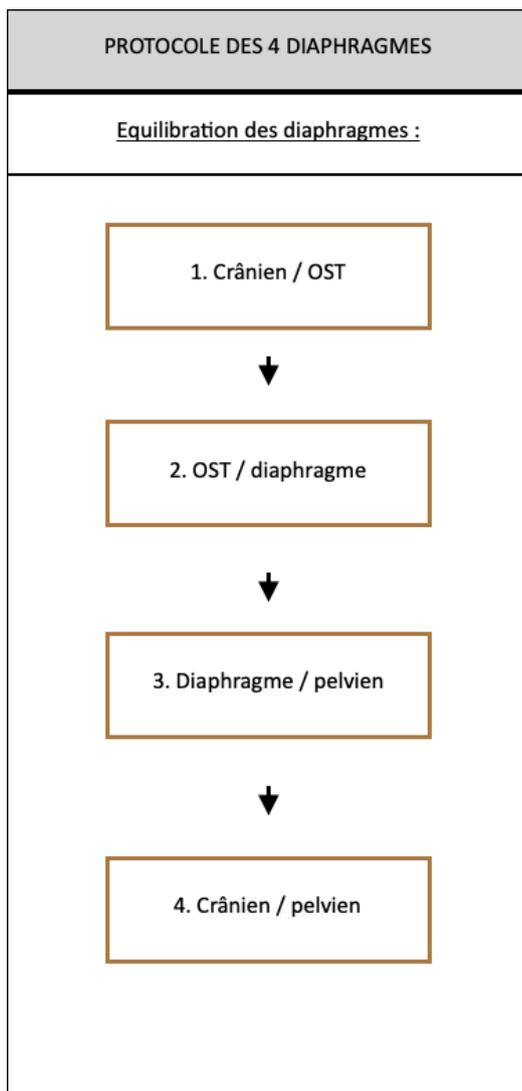


Figure 4. Design chronologique de l'application du protocole technique

## 2.3 ANALYSE STATISTIQUE

L'approche statistique réalisée fut une étude comparative non paramétrique. La cohorte ne contenait que 14 sujets, elle ne s'exprimait donc pas sous la forme d'une loi normale ce qui rendait impossible l'application du test de Student.

Afin de comparer la distribution des deux groupes, des tests non-paramétriques étaient nécessaires, en effet ils ne nécessitent pas d'estimation de la moyenne ou de la variance mais ils utilisent le rang des valeurs.

Lorsque les deux groupes sont de caractéristiques différentes, c'est à dire non-appareillés ou indépendants, (ici le groupe A contre le groupe T ou « comparaison inter-groupe »), c'est le test de Mann and Whitney qui est adapté. Lorsque les deux groupes sont identiques ou appariés (ici, pour la comparaison intra-groupe -> exemple : groupe A contre groupe A), c'est le test de Wilcoxon qui est adapté.

Pour ce faire, les caractéristiques épidémiologiques et cliniques des différents groupes ont été récoltées, saisies puis traitées à l'aide du logiciel Microsoft Excel pour Mac (version 16.47.1 de 2021) et du site internet <https://biostatgv.sentiweb.fr/?module=tests>, consulté le 7 février 2022.

- Pour le test de Mann and Whitney, une valeur de  $p < 0,05$  a été considérée comme statistiquement significative.
- Pour le test de Wilcoxon, une valeur de  $p < 0,025$  a été considérée comme statistiquement significative.

Les résultats ont été exprimés par des moyennes pour les variables quantitatives et par des pourcentages pour les variables qualitatives.

### 2.3.1 *Mesure de l'objectif principal*

« Évaluer l'effet d'un traitement ostéopathique sur les troubles digestifs d'origines ischémiques lors de l'effort physique d'ultra endurance ».

- $H_0$  (hypothèse statistique nulle) :  $A = T$ .

Probabilité :

- $A \neq B$  (bilatéral) ; région de rejet  $p = 0,025$  (Test de Wilcoxon).
- $A < B$  (unilatéral) ; région de rejet  $p = 0,05$  (Test de Mann and Whitney).

Méthode appliquée :

- **Comparaisons intra-groupes** (comparaison avant/après d'échantillons appariés = calculs via le test de Wilcoxon ;  $p < 0,025$ ).

- Compétition initiale Groupe A versus compétition finale groupe A (groupe traité).
- Compétition initiale Groupe T versus compétition finale groupe T (groupe témoin).
- **Comparaison intergroupes** (*comparaison avant/après d'échantillons non appariés = calculs via le test de Mann and Whitney ;  $p < 0,05$* ).
- Compétition initiale Groupe A versus compétition initiale groupe T.
- Compétition finale Groupe A versus compétition finale groupe T.
- Delta Groupe A : compétition finale moins compétition initiale groupe A (écart) versus Delta groupe T : compétition finale moins compétition initiale groupe T (écart), (Cf. Annexe III).

### **2.3.2 Mesure de l'objectif secondaire**

« Évaluer si le traitement ostéopathe de l'ischémie temporaire permet une amélioration de la perception de l'effort ».

Modifié au cours de l'étude en : « Existe-t-il un lien entre les troubles digestifs et la perception de l'effort ? ».

#### Méthode appliquée :

Les régressions linéaires sont des courbes de tendances effectuées à partir de nuages de points qui mettent en évidence l'existence d'une corrélation entre deux variables.

Dans le cas de l'étude, les régressions linéaires ont été utilisées pour savoir s'il existe un lien entre les troubles digestifs et le ressenti de la pénibilité de l'effort (évalué par les athlètes grâce à l'échelle de Borg). Pour montrer qu'une corrélation de 100% existe, le coefficient de détermination (nommé  $R^2$ ) est de 1, c'est à dire que l'ensemble de la distribution du nuage de point est compris dans la droite de régression linéaire. Pour adapter cette méthode à l'analyse de nos données, il est décidé qu'une corrélation est acceptée si  $R^2 > 0,5$ .

#### **Régressions linéaires intra-groupes ( $R^2$ doit être $> 0,5$ )**

- Régression linéaire troubles digestifs/ Borg ; compétition 1 Groupe A, (Cf. Annexe VI) ;
- Régression linéaire troubles digestifs/ Borg ; compétition 1 Groupe T, (Cf. Annexe VIII) ;
- Régression linéaire troubles digestifs/ Borg ; compétition finale Groupe A, (Cf. Annexe VII) ;
- Régression linéaire troubles digestifs/ Borg ; compétition finale Groupe T, (Cf. Annexe IX).

#### **Régressions linéaires intergroupes ( $R^2$ doit être $> 0,5$ )**

- Régression linéaire troubles digestifs/ Borg ; compétition 1 Groupe A + groupe T (Cf. Figure 10)
- Régression linéaire troubles digestifs/ Borg ; compétition finale Groupe A + groupe T (Cf. Annexe V)

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 CARACTÉRISTIQUES DE LA COHORTE – ÉPIDÉMIOLOGIE

La cohorte de l'étude comportait un total de 14 athlètes d'ultra-endurance répartis en deux groupes distincts (un groupe traité et un groupe témoin) de 7 individus chacun.

**Tableau I.** Caractéristiques du groupe A (groupe traité)

Matricule	Sexe	Age (Années)	Poids (Kg)	Taille (Cm)	IMC	Nombre d'heures d'entraînement par semaine	Nombre d'années d'entraînement	Discipline pratiquée
A1	H	49	65	178	20,52	10	7	Trail
A3	F	34	50	160	19,53	8	12	Trail
A2	H	27	62	169	21,71	10	4	Triathlon
A4	H	53	63	168	22,32	7	14	Trail
A5	H	58	74	178	23,36	11	10	Trail
A6	H	41	70	176	22,6	8	10	Trail
A7	H	35	75	188	21,22	20	14	Triathlon
Moyennes :	-	42,43	65,57	173,86	21,69	10,57	10,14	-

Le groupe traité (groupe A) avait pour âge moyen 42, 43 ans avec un âge de 58 ans pour le plus âgé et de 27 ans pour le plus jeune. Six d'entre eux étaient de sexe masculin et l'une d'entre eux de sexe féminin. Le poids moyen était de 65,57 kg avec pour extrême minimal un poids de 50 kg et pour extrême maximal un poids de 75 kg. La taille moyenne était de 173,86 cm avec pour valeur minimale 160 cm et pour valeur maximale 188 cm. L'IMC moyen était de 21,69 allant de 19,53 à 23,36. La moyenne d'heures d'entraînement était de 10, 57 ; les plus petites durées allant de 7 heures à la plus grande durée qui était de 20 heures. Enfin, la moyenne d'années d'entraînement était de 10,14 ans avec pour plus petite valeur 4 ans et 14 ans pour la plus élevée. Enfin, cinq athlètes de ce groupe pratiquaient la discipline du trail et deux d'entre eux, le triathlon, (Cf. Tableau I ci-dessus).

**Tableau II.** Caractéristiques du groupe T (groupe témoin)

Matricule	Sexe	Age (Années)	Poids (Kg)	Taille (Cm)	IMC	Nombre d'heures d'entraînement par semaine	Nombre d'années d'entraînement	Discipline pratiquée
T1	F	23	62	173	20,72	10	3	Trail
T2	H	42	70	177	22,34	9	30	Triathlon et Trail
T3	H	36	70	185	20,45	8	4	Triathlon
T4	H	46	70	176	22,6	10	10	Triathlon
T5	H	26	66	180	20,37	12,5	5	Trail
T6	H	31	69	182	20,83	7	6	Triathlon
T7	H	42	69	172	23,32	5	5	Trail
Moyennes :	-	35,14	68	177,86	21,5	8,79	9	-

Le groupe témoin (groupe T) avait pour âge moyen 35,14 ans avec un âge de 46 ans pour le plus âgé et de 23 ans pour le plus jeune. Six d'entre eux, comme pour le groupe A, étaient de sexe masculin et l'une d'entre eux de sexe féminin. Le poids moyen était de 68 kg avec pour extrême minimal un poids de 62kg et pour extrême maximal un poids de 70 kg. La taille moyenne était de 177,86 cm avec pour valeur minimale 172 cm et pour valeur maximale 185 cm. L'IMC moyen était de 21,5 avec pour extrême minimal un IMC de 20,37 et pour extrême maximal un IMC de 23,32. La moyenne d'heures d'entraînements hebdomadaire était de 8,79 heures, les plus petites durées allant de 5 heures à la plus grande durée qui était de 12,5 heures. Enfin la moyenne d'années d'entraînements était de 9 ans avec pour valeur minimale 3 ans et pour valeur maximale 30 ans. Enfin 3 athlètes de ce groupe pratiquaient la discipline du trail, trois d'entre eux, le triathlon et un d'entre eux le trail et le triathlon, (Cf. Tableau II ci-dessus).

### 3.2 PRÉVALENCE DES TROUBLES DIGESTIFS

**Tableau III.** Pourcentage des troubles digestifs retrouvés dans les questionnaires d'inclusions

Troubles digestifs	Groupe A + Groupe T Effectif 14 (En %)
Diarrhées	9
Douleurs Abdominales	11
Envies impérieuses	11
Flatulences	9
Météorisme	11
Vomissements	12
Nausées	11
Pertes d'appétit	11
Pyrosis	3
RGO	9
Points de côté	3
Troubles digestifs hauts	49
Troubles digestifs bas	51

Lors de l'inclusion, les athlètes présentaient des diarrhées pour 9 % d'entre eux, des douleurs abdominales (11 %), des envies impérieuses (11 %), des flatulences (9 %), du météorisme (11 %), des vomissements (12 %), des nausées (11 %), des pertes d'appétit (11 %), du pyrosis (3 %), du RGO (9 %), des points de côté (3 %). Les troubles digestifs hauts sont de 49 % et les troubles digestifs bas de 51 %, (Cf. Tableau III ci-dessus).

### 3.3 ÉVOLUTION ET COMPARAISON DES TROUBLES DIGESTIFS

**Considération de l'hypothèse principale** : évaluer l'effet d'un traitement ostéopathe sur les troubles digestifs d'origine ischémique lors de l'effort physique d'ultra endurance.

Afin de pouvoir être traitées de manière statistique, les données ont été scorées, c'est-à-dire qu'elles ont été rassemblées par athlète, tous troubles digestifs confondus, ramenées en décimales de 0 à 1. L'écart (Delta) est la différence entre le dernier et le premier questionnaire (se référer au tableau récapitulatif en Annexe III).

Comparaison intergroupe : on peut voir dans ce tableau que dans le questionnaire initial, les troubles digestifs du groupe A étaient de 1,2 tandis que ceux du groupe T étaient de 0,61. Initialement, le groupe A présente plus de troubles digestifs que le groupe T (test de Mann and Whitney donne une p-value = 0,008).

Comparaison intergroupe : on peut voir que lors de la compétition finale, le groupe A présentait 1,12 de troubles digestifs contre 0,85 pour le groupe T. A la fin, le groupe A présente toujours plus de troubles que le groupe T (test de Mann and Whitney donne une p-value = 0,44).

Comparaison intergroupe : l'écart retrouvé pour le groupe A était de - 0,08, alors que pour le groupe T l'écart était de 0,24. Les troubles digestifs du groupe A ont diminué (- 0,08). Les troubles digestifs du groupe T ont augmenté (+ 0,24) (test de Mann and Whitney donne une p-value = 0,56).

Comparaison intra-groupe (groupe A) : entre le questionnaire initial et le questionnaire final, les troubles digestifs du groupe A diminuent, en effet ils passent de 1,2 à 1,12 (test de Wilcoxon donne une p-value = 0,83).

Comparaison intra-groupe (groupe T) : entre le questionnaire initial et le questionnaire final, les troubles digestifs du groupe T augmentent, en effet ils passent de 0,61 à 0,85 (test de Wilcoxon donne une p-value = 0,14).

Pour tester la signification statistique des comparaisons intergroupes ci-dessus, le test de Mann and Whitney a été utilisé, acceptant une significativité statistique si  $p < 0,05$ .

Pour tester la signification statistique des comparaisons intra-groupe ci-dessus, le test de Wilcoxon a été utilisé, acceptant une significativité statistique si  $p < 0,025$ .

### 3.4 PRÉSENTATION DES MOYENNES ET COMPARAISON DES SYMPTÔMES

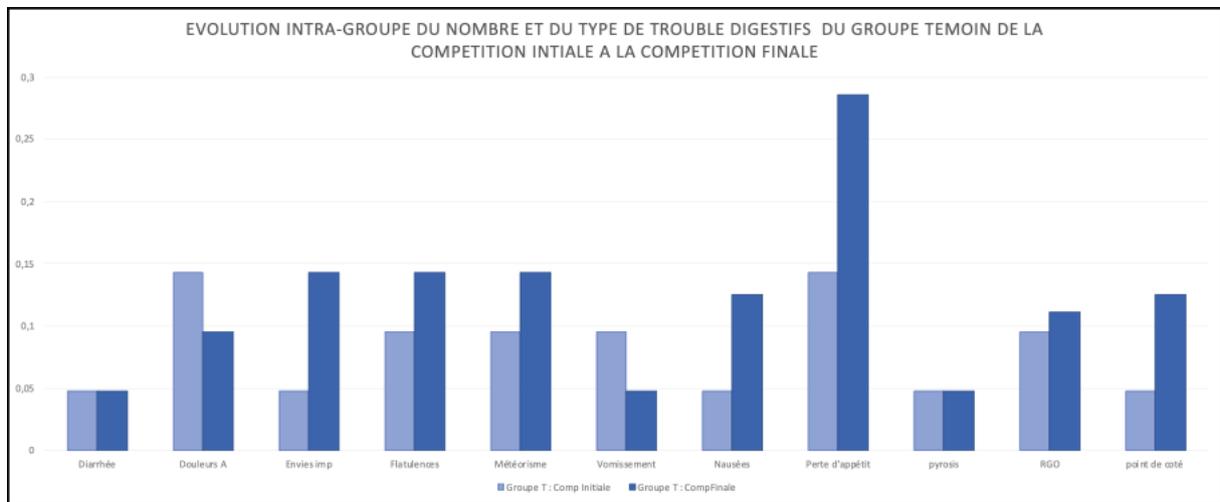
Les données ont été extraites des questionnaires donnés aux athlètes lors de leurs compétitions. Dans les questionnaires, chaque trouble était évalué par une intensité de gêne notée de 0 à 3. Tous les troubles digestifs des athlètes de chaque groupe ont été additionnés et réduits en décimal de 0 à 1 pour faciliter le traitement des données.

**Tableau IV.** Tableau du nombre de troubles digestifs du groupe T, par symptômes, du début à la fin de la saison

<b>GROUPE T (témoin)</b>					
	<b>Comp Initiale</b>	<b>Comp1</b>	<b>Comp2</b>	<b>Comp3</b>	<b>Comp Finale</b>
<b>Diarrhée</b>	0,05	0,1	0,08	0	0,05
<b>Douleurs A</b>	0,14	0,14	0,2	0	0,1
<b>Envies imp</b>	0,05	0,1	0,08	0	0,14
<b>Flatulences</b>	0,1	0,1	0,25	0,17	0,14
<b>Météorisme</b>	0,1	0,14	0,08	0	0,14
<b>Vomissement</b>	0,1	0,14	0,08	0	0,05
<b>Nausées</b>	0,05	0,21	0,08	0	0,13
<b>Perte d'appétit</b>	0,14	0,33	0,33	0	0,29
<b>Pyrosis</b>	0,05	0,1	0	0	0,05
<b>RGO</b>	0,1	0,12	0,08	0	0,11
<b>Point de côté</b>	0,05	0,17	0,17	0	0,13
<b>Moyenne TD Haut T</b>	<b>0,09</b>	0,18	0,12	0	<b>0,12</b>
<b>Moyenne TD Bas T</b>	<b>0,09</b>	0,11	0,14	0,03	<b>0,11</b>
<b>Moyenne TOTAL T</b>	<b>0,09</b>	0,15	0,13	0,02	<b>0,12</b>

On peut voir que dans le groupe témoin, la moyenne des troubles digestifs hauts ainsi que celle des troubles digestifs bas sont de 0,09 dans le questionnaire initial. Concernant le questionnaire final, la

moyenne est de 0,12 pour les troubles digestifs hauts, de 0,11 pour les troubles digestifs bas ce qui fait une moyenne totale de 0,12, (Cf. Tableau IV ci-dessus).



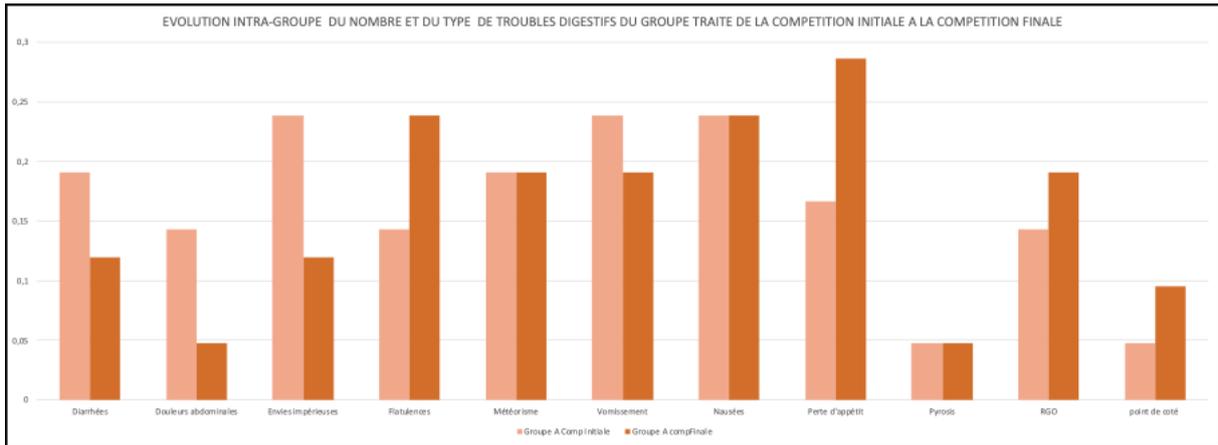
**Figure 5.** Histogramme groupé présentant l'évolution de chaque symptôme entre le questionnaire initial (bleu clair) et le questionnaire final (bleu foncé), au sein du groupe témoin

On peut voir dans ce graphique que la plupart des symptômes augmentent entre le début et la fin de l'étude sauf dans le cas des diarrhées et du pyrosis qui ne montrent pas d'évolution ainsi que dans le cas des douleurs abdominales et des vomissements qui montrent elles, une diminution, (Cf. Figure 5 ci-dessus).

**Tableau V.** Tableau du nombre de troubles digestifs du groupe A, par symptômes, du début à la fin de la saison

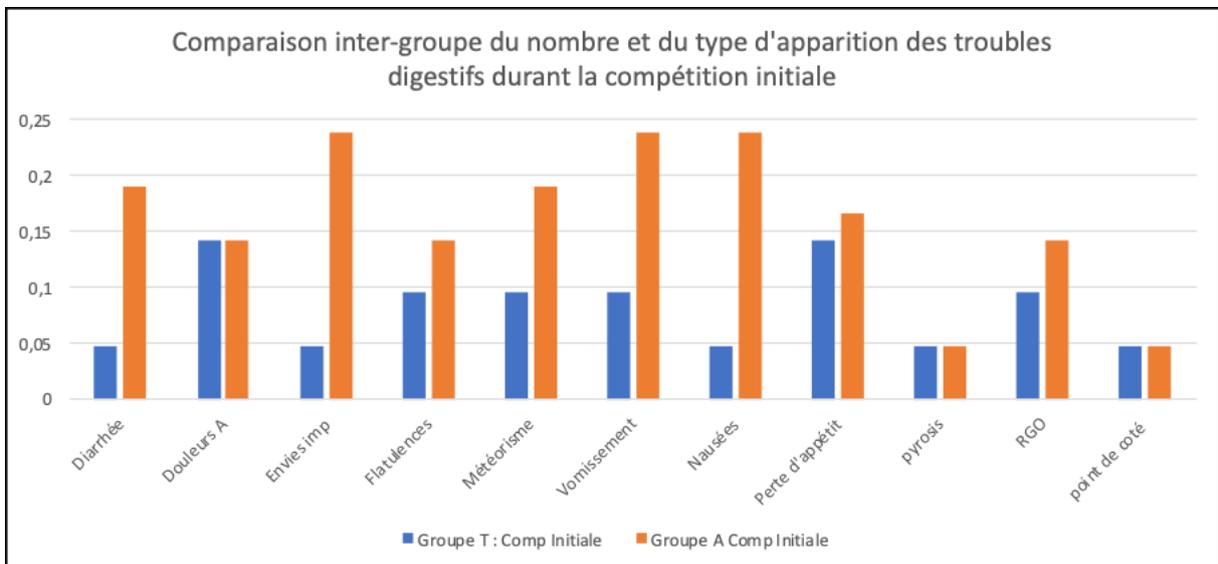
<b>GROUPE A (clinique)</b>					
	<b>Comp Initiale</b>	<b>Comp1</b>	<b>Comp2</b>	<b>Comp3</b>	<b>Comp Finale</b>
<b>Diarrhées</b>	0,19	0,19	0,25	0,11	0,12
<b>Douleurs abdominales</b>	0,14	0,25	0,17	0	0,05
<b>Envies impérieuses</b>	0,24	0,33	0,42	0,17	0,12
<b>Flatulences</b>	0,14	0,29	0,33	0,5	0,24
<b>Météorisme</b>	0,19	0,24	0,33	0	0,19
<b>Vomissement</b>	0,24	0,19	0,25	0	0,19
<b>Nausées</b>	0,24	0,24	0,58	0,17	0,24
<b>Perte d'appétit</b>	0,17	0,1	0,25	0	0,29
<b>Pyrosis</b>	0,05	0,1	0	0	0,05
<b>RGO</b>	0,14	0,1	0,17	0,17	0,19
<b>Point de coté</b>	0,05	0,1	0	0	0,1
<b>MoyTD Haut A</b>	<b>0,17</b>	0,14	0,25	0,07	<b>0,19</b>
<b>MoyTD Bas A</b>	<b>0,18</b>	0,26	0,3	0,16	<b>0,14</b>
<b>Moy TOTAL A</b>	<b>0,15</b>	0,18	0,23	0,1	<b>0,15</b>

On peut voir que dans le groupe A (clinique) la moyenne des troubles digestifs hauts dans le questionnaire initial est de 0,17, la moyenne des troubles digestifs bas est de 0,18 ce qui donne une moyenne totale initiale de 0,15. On peut voir que dans le questionnaire final, la moyenne des troubles digestifs hauts est de 0,19, celle des troubles digestifs bas est de 0,14 ce qui donne une moyenne totale finale de 0,15, (Cf. Tableau V ci-dessus).



**Figure 6.** Histogramme groupé présentant l'évolution de chaque symptôme entre le questionnaire initial (orange clair) et le questionnaire final (orange foncé), au sein du groupe clinique

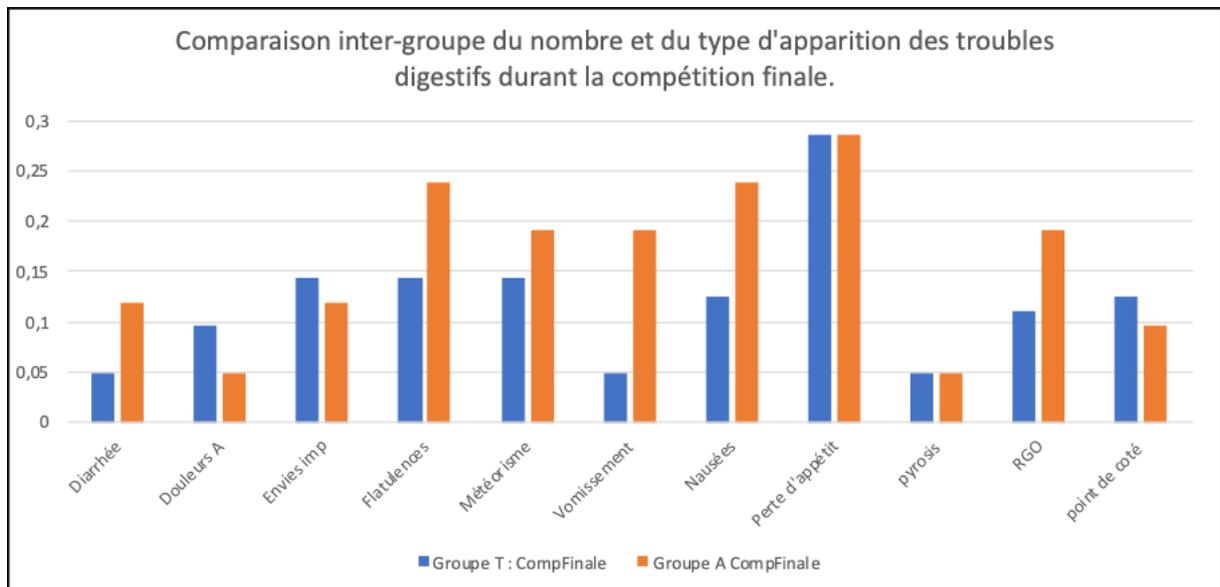
On peut voir dans ce graphique qu'il y a autant de symptômes qui montrent une augmentation que de symptômes qui montrent une diminution d'intensité entre le début et la fin de l'étude. Les diarrhées, les douleurs abdominales, les envies impérieuses et les vomissements montrent une diminution de leur intensité tandis que les flatulences, les pertes d'appétit et le RGO présentent une augmentation d'intensité. Le météorisme, les nausées et le pyrosis n'ont pas montré d'évolution, (Cf. Figure 6 ci-dessus).



**Figure 7.** Histogramme représentant la comparaison intergroupe du nombre et du type de troubles digestifs durant la compétition initiale

Cet histogramme montre que lors de la compétition initiale, les athlètes du groupe témoin (en bleu), présentent globalement moins de troubles digestifs que les athlètes du groupe traité (en orange). On voit que les diarrhées, les envies impérieuses, les météorismes, les vomissements et les nausées sont nettement supérieurs chez le groupe traité que chez le groupe témoin. Les flatulences, les pertes

d'appétit et le RGO sont légèrement supérieures tandis que les douleurs abdominales, le pyrosis et les points de côté sont d'apparition égale entre les deux groupes, (Cf. Figure 7 ci-dessus).



**Figure 8.** Histogramme représentant la comparaison intergroupe du nombre et du type de troubles digestifs durant la compétition finale

Cet histogramme montre que lors de la compétition finale, les athlètes du groupe témoin (en bleu), présentent plus de douleurs abdominales, d'envies impérieuses et de points de côté que les athlètes du groupe traité (en orange). On voit que les diarrhées, les météorismes, les flatulences, les vomissements, les nausées et le RGO sont plus présents chez le groupe traité que chez le groupe témoin. Les pertes d'appétit et les pyrosis sont d'apparition égale entre les deux groupes, (Cf. Figure 8 ci-dessus).

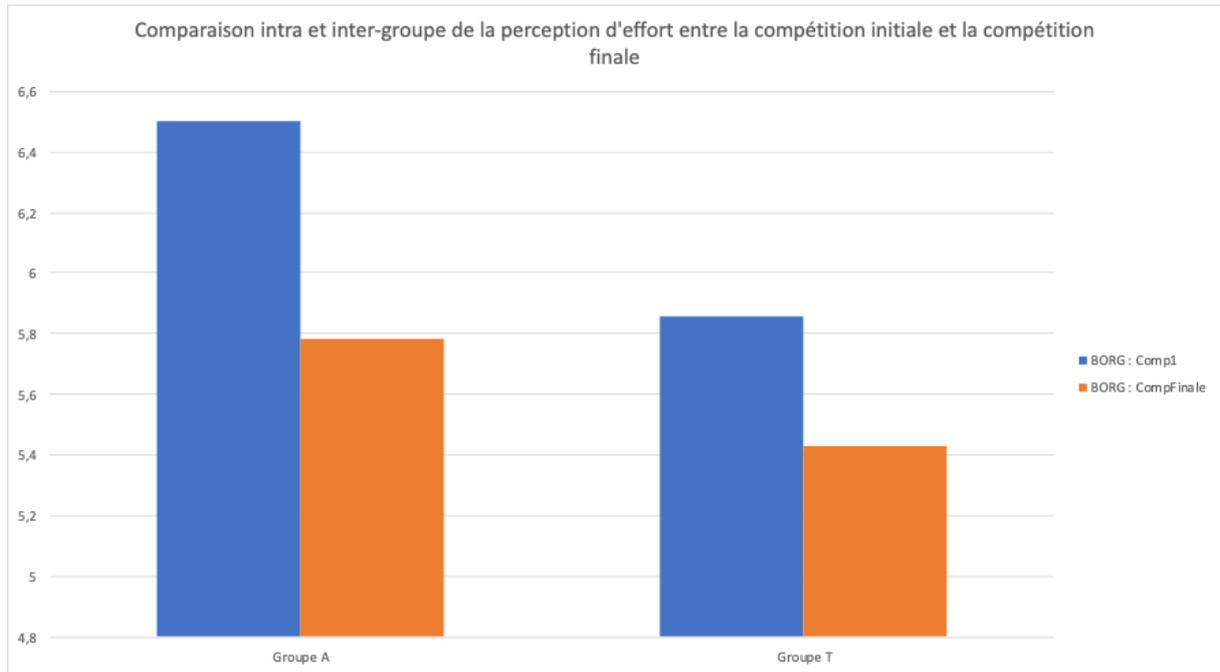
### 3.5 RÉSULTATS DE L'HYPOTHÈSE SECONDAIRE

*Rappel de l'hypothèse secondaire : évaluer si le traitement ostéopathique de l'ischémie temporaire permet une amélioration de la perception de l'effort.*

*L'intitulé de l'hypothèse secondaire a été modifiée au cours de l'étude en : existe-t-il un lien entre les troubles digestifs et la perception de l'effort ?*

#### Données :

Les données concernant les troubles digestifs sont celles qui ont déjà été exploitées dans les analyses statistiques. Les données concernant l'échelle de Borg, ont été extraites des questionnaires de Borg concernant le ressenti de la difficulté de l'effort, il était noté par les athlètes sur une échelle de 0 à 10 et a été ramené à un chiffre décimal compris entre 0 et 1, (Cf. Annexe IV).

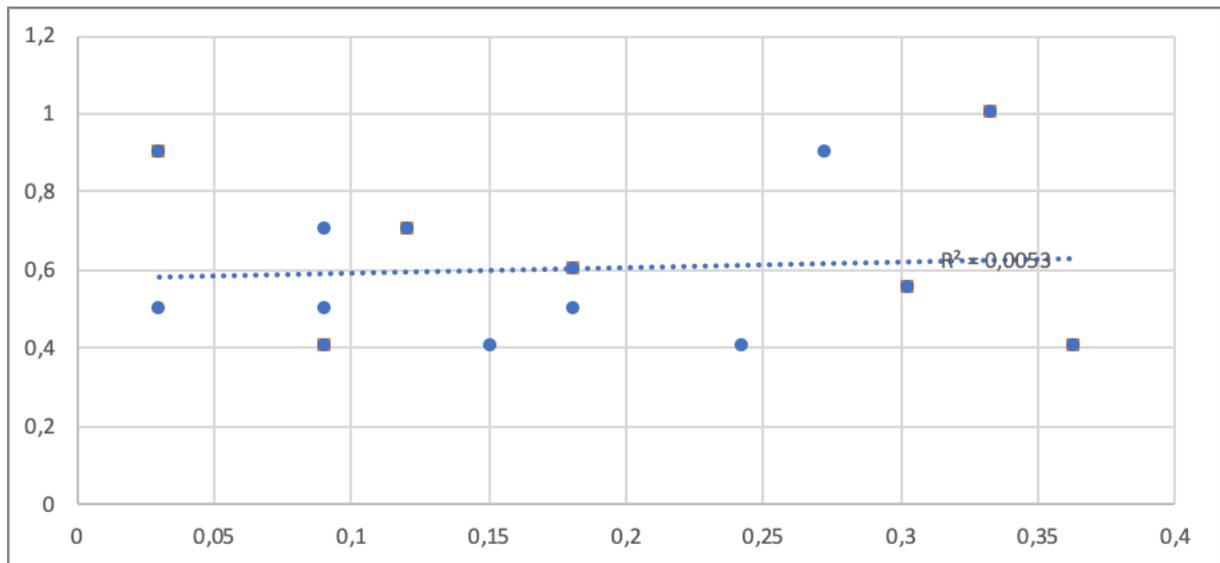


**Figure 9.** Histogramme groupé présentant la différence de l'échelle de Borg entre la compétition 1 et la compétition finale du groupe A et du groupe T

Cet histogramme montre que dans les deux groupes il y a une diminution du ressenti de l'effort entre la première et la dernière compétition. On voit également que la diminution est plus importante dans le groupe A que dans le groupe T, (Cf. Figure 9 ci-dessus).

Méthode d'analyse utilisée : régression linéaire

**Rappel** : les régressions linéaires sont des courbes de tendances effectuées à partir de nuages de points qui mettent en évidence l'existence d'une corrélation entre deux variables. Dans le cas de l'étude, les régressions linéaires ont été utilisées pour savoir s'il existe un lien entre les troubles digestifs et le ressenti de la pénibilité de l'effort (échelle de Borg). Pour montrer qu'une corrélation existe, on décide que le  $R^2$  doit être  $> 0,5$  ;  $R^2$  étant le coefficient de détermination.



**Figure 10.** Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A et du groupe T lors de la première compétition

- On peut voir que la courbe de tendance reste autour de 0,6. Le coefficient de détermination  $R^2$  est de 0,006, (Cf. Figure 10 ci-dessus).
- On peut voir que la courbe de tendance tend à diminuer. Le coefficient de détermination  $R^2$  est de 0,07, (Cf. Annexe V).
- On peut voir que la courbe de tendance tend à diminuer. Le coefficient de détermination  $R^2$  est de 0,0155, (Cf. Annexe VI).
- On peut voir que la courbe de tendance tend à diminuer. Le coefficient de détermination  $R^2$  est de 0,0144, (Cf. Annexe VII).
- On peut voir que la courbe de tendance augmente très légèrement. Le coefficient de détermination  $R^2$  est de 0,0822, (Cf. Annexe VIII).
- On voit que la courbe de tendance diminue. Le coefficient de détermination  $R^2$  est de 0,4, (Cf. Annexe IX).

#### Conclusion :

Ces résultats ne montrent pas de corrélation statistique entre les troubles digestifs et le ressenti de l'effort.

On voit qu'il n'y a pas de différence entre la compétition 1 et la compétition finale dans le groupe traité (A).

On voit qu'il existe une différence notable entre la compétition 1 et la compétition finale dans le groupe témoin (T) chez qui les troubles digestifs semblent plus liés au ressenti de l'effort lors de la compétition finale ( $R^2 = 0,4$ ).

## 4 DISCUSSION

### 4.1 RAPPELS PRÉLIMINAIRES

L'objectif principal de cette étude était d'observer l'effet d'une prise en charge ostéopathique à visée neuro-végétative sur l'ischémie mésentérique responsable de troubles gastro-intestinaux chez les athlètes d'ultra-endurance en compétition.

A cette question principale s'est ajoutée une problématique secondaire visant à étudier la question suivante : l'amélioration de l'ischémie temporaire permet-elle une amélioration de la perception de l'effort ?

Suite à un recrutement affaibli par la pandémie de la COVID 19, survenue lors du lancement de l'essai-clinique, et suite au manque de significativité des résultats statistiques rencontré à cause d'un manque de données à traiter (manque de compétitions à évaluer), la pertinence de la problématique secondaire a été réévaluée au cours de l'étude.

Suite à cette réévaluation, l'hypothèse secondaire initiale : " L'amélioration de l'ischémie temporaire permet-elle une amélioration de la perception de l'effort ? " a été adaptée en hypothèse secondaire modifiée : " Existe-il un lien entre la survenue de troubles digestifs et la pénibilité de l'effort ? ". Cette corrélation étant plus facilement évaluable statistiquement, grâce à l'utilisation des régressions linéaires et semblant de surcroît plus pertinente à étudier afin d'objectiver l'intérêt de l'étude, (Cf. Figure 10 et Annexes V, VI, VII, VIII, IX).

En réponse à l'objectif principal, les résultats de l'étude ont montré que les troubles digestifs du groupe traité ont diminué entre le début et la fin de l'étude en passant de 1,2 à 1,12, soit un écart négatif (-0,08). En parallèle, ces derniers ont montré que les troubles digestifs du groupe témoin (qui n'a bénéficié d'aucun traitement ostéopathique) ont augmenté. En effet, ils passent de 0,61 à 0,85, soit un écart positif de 0,24, (Cf. Annexe III).

Il est toutefois important de noter que ces résultats sont à pondérer lorsque l'on considère une significativité statistique intra-groupe (donnée par le test de Wilcoxon) inexistante car la p-value retrouvée se trouve trop élevée et donc non significative.

En réponse à l'objectif secondaire, l'étude ne révèle aucune concordance entre les variables associées aux troubles digestifs et celles associées à l'échelle de Borg (témoin du ressenti de l'effort). Cependant, dans le groupe traité, on peut observer grâce aux données récoltées, une diminution plus importante de la pénibilité de l'effort que dans le groupe témoin entre la première et la dernière compétition, (Cf. Annexe IV et Figure 9).

## 4.2 COMMENTAIRES DES RÉSULTATS

### 4.2.1 Vérification de la problématique

La première comparaison pour vérifier l'hypothèse principale était une comparaison intergroupe effectuée avant la mise en place du protocole de traitement chez le groupe A. Elle avait pour but, grâce aux données récoltées dans les questionnaires d'inclusions, d'étudier si les groupes A et T présentaient le même nombre de troubles digestifs au point zéro de l'étude. Les troubles digestifs du groupe A étaient de 1,2 tandis que ceux du groupe T étaient de 0,61, (Cf. Annexe III). Le test de Mann and Whitney pour vérifier la significativité des résultats a donné une p-value de 0,008. Ce résultat, inférieur à 0,05 (seuil d'acceptation de significativité statistique), a permis de conclure que le groupe A présentait initialement plus de troubles digestifs que le groupe T lors de la phase d'inclusion.

La deuxième comparaison intergroupe pour vérifier l'hypothèse principale a été effectuée à la fin de l'essai clinique. Elle avait pour but, grâce aux données récoltées dans les questionnaires des compétitions finales, d'étudier si les groupes A et T présentaient le même nombre de troubles digestifs au point final de l'étude (soit après la réalisation du protocole de traitement chez le groupe A). Les troubles digestifs du groupe A étaient de 1,12 contre 0,85 pour le groupe T, (Cf. Annexe III). À la fin de l'essai clinique, le groupe A présentait donc toujours plus de troubles digestifs que le groupe T or, le test de Mann and Whitney réalisé pour vérifier la significativité des résultats a donné une p-value de 0,44. Ce résultat, supérieur à 0,05 (seuil d'acceptation de significativité statistique), n'a pas permis de conclure que cette différence était statistiquement justifiable. Le risque que ce résultat relève d'un facteur chance est trop élevé.

Pour compléter l'analyse de l'hypothèse principale, un calcul de l'écart Delta intergroupe entre la compétition initiale et la compétition finale a été réalisé (compétition finale moins compétition initiale groupe A versus Compétition finale moins compétition initiale groupe T). L'écart retrouvé pour le groupe A était de -0,08, alors que pour le groupe T, l'écart était de 0,24. On retrouve toujours que les troubles digestifs du groupe A ont diminué (- 0,08) alors que les troubles digestifs du groupe T ont augmenté (+ 0,24), (Cf. Annexe III). Toutefois, le test de Mann and Whitney pour vérifier la significativité des résultats a donné une p-value de 0,56. Ce résultat, encore supérieur à 0,05 (seuil d'acceptation de significativité statistique), n'a toujours pas permis de conclure que la différence d'apparition des troubles digestifs entre les deux groupes au cours de l'étude était statistiquement justifiable. Le risque que ce résultat relève d'un facteur chance est également trop élevé.

D'un point de vue non statistique, l'hypothèse de départ est toutefois vérifiée. Le traitement ostéopathique à visée neuro-végétative initié sur le groupe A, montre une tendance à avoir un effet sur l'apparition des troubles gastro-intestinaux chez les athlètes d'ultra-endurance en compétition puisque ces troubles ont diminué du point initial au point final de l'étude, par rapport au groupe témoin qui n'a reçu aucun traitement et qui a vécu lui, l'augmentation de ces troubles (Cf. Annexe XV).

L'analyse des résultats de cette étude permet donc de faire ressortir que la prise en charge ostéopathique à visée neurovégétative, impliquant une prise en charge complète des dysfonctions

ostéopathiques et un protocole des « 4 diaphragmes », montre une tendance à faire diminuer l'apparition des troubles digestifs durant la compétition d'ultra-endurance.

Cette diminution pourrait résulter de l'emploi des techniques ostéopathiques utilisées lors de l'étude pour leurs impacts sur le système neurovégétatif. Ces dernières, consistant à libérer les carrefours vasculo-nerveux majeurs de l'organisme, ont pour but de normaliser les voies orthosympathiques et parasympathiques et donc de réguler une probable dystonie neurovégétative notamment par son impact sur le nerf vague. Compte tenu de cette action, la diminution des troubles digestifs des athlètes retrouvée dans notre étude serait donc potentiellement consécutive à la régulation de l'hyperexcitabilité des neurones du tube digestif et de ses récepteurs alpha-adrénérgiques, ce qui aurait permis une amélioration de la circulation lymphatique et sanguine (apport nutritif et détoxification cellulaire) et ainsi une limitation de l'inflammation endo-entérique.

De plus, le travail sur le diaphragme permet une amélioration de la motilité du système digestif, en diminuant les contraintes exercées sur le centre phrénique (34). De ce fait, par le biais de la JOCT, ce travail du diaphragme permet de donner à la fois plus de liberté de vidange oesogastrique ainsi qu'une meilleure compliance tissulaire en regard du passage de l'aorte abdominale responsable de la vascularisation du tube digestif et de ses collatérales mésentériques (31,45,56,60).

Ainsi normalisé, le système digestif est plus à même de s'adapter aux contraintes induites par la course à pied en limitant l'hyperpression intra-abdominale potentiellement délétère aux athlètes.

Cependant, au vu des études scientifiques dernièrement réalisées (61) qui remettent en question l'effet spécifique des techniques ostéopathiques en fonction des patients, il serait intéressant de se demander si la diminution de la symptomatologie des athlètes du groupe traité pourrait être dû en partie à l'aspect bénéfique induit par une prise en charge globale comprenant une considération du modèle biopsychosocial et de l'impact du toucher thérapeutique. Il est ainsi nécessaire de se poser la question de quel a réellement été l'impact de la prise en charge ostéopathique sur les athlètes du groupe traité. En effet, l'efficacité du traitement pourrait être liée, via la notion de placebo, à une satisfaction d'être ainsi écoutés et considérés dans leurs problématiques vécues comme un handicap limitant leurs performances. L'ostéopathie aurait ainsi été en mesure de leur proposer une nouvelle piste de prise en charge et donc de nouvelles solutions pour soulager leurs problématiques là où les propositions de traitements sont peu nombreuses (56,62,63).

En revanche, d'un point de vue statistique, l'hypothèse de départ ne peut pas être vérifiée puisque les résultats obtenus ne sont pas statistiquement significatifs. Ces derniers montrent une marge de risque d'erreurs et un facteur chance trop grand pour effectuer une interprétation scientifique fiable. Ceci est potentiellement lié au fait que l'effectif de l'étude (14 athlètes) ainsi que le nombre de compétitions qu'ils ont pu effectuer (de une à trois en fonction des athlètes, et des courses annulées à cause de la crise sanitaire) ont été trop faibles et variables pour obtenir suffisamment de données d'entrées. En effet, plus de données auraient permis la réalisation de tests statistiques avec un niveau de preuve supérieur et donc plus significatif. En revanche, même si le faible nombre de participants à l'étude n'a pas permis d'appliquer de tests statistiques de haute valeur significative, la cohorte de 14 sujets à tout de même suffit à observer des tendances et des écarts différents entre les deux groupes A et T, (Cf. Annexe III). De plus, malgré le nombre relativement faible d'athlètes participant à l'étude, le test de Mann and Whitney utilisé pour estimer une significativité statistique entre les deux groupes était de 0,008 ce qui a permis d'accepter l'hypothèse statistique H0 qui considère que les deux groupes étaient de caractéristiques semblables et donc de poursuivre l'analyse intra-groupe.

Comme vu ci-dessus au sein de chaque groupe, la p-value n'a pas permis d'accepter de significativité statistique. Cependant, les résultats montrent bien entre le début et la fin de l'étude, une tendance à la diminution des troubles digestifs chez le groupe ayant reçu un traitement ostéopathique alors qu'ils montrent une augmentation chez le groupe qui n'en a pas reçu (groupe témoin). L'étude des moyennes a également permis de mettre en évidence que le groupe témoin présentait initialement moins de troubles digestifs que le groupe traité (0,09 contre 0,15), (Cf. Tableau IV et V). Les moyennes ont été établies sur la base de la moyenne de chaque trouble digestif ce qui a permis d'affiner l'analyse des différents résultats.

Les troubles digestifs hauts et les troubles digestifs bas ont également été analysés séparément.

Les troubles analysés étaient :

- les nausées ;
- les pertes d'appétit ;
- les vomissements ;
- les reflux gastro-oesophagiens ;
- les pyrosis ;
- les douleurs abdominales ;
- les météorismes ;
- les envies impérieuses ;
- les diarrhées ;
- les flatulences ;
- les points de côté.

Les nausées; les pertes d'appétit; les vomissements; les reflux gastro-oesophagiens et les pyrosis sont considérés dans la littérature scientifique comme des troubles digestifs hauts à l'inverse des douleurs abdominales; des météorismes; des envies impérieuses; des diarrhées et des flatulences qui sont considérés comme des troubles digestifs bas (34,35).

Au cours de l'étude, il a été retrouvé une grande variation de l'apparition de ces différents troubles.

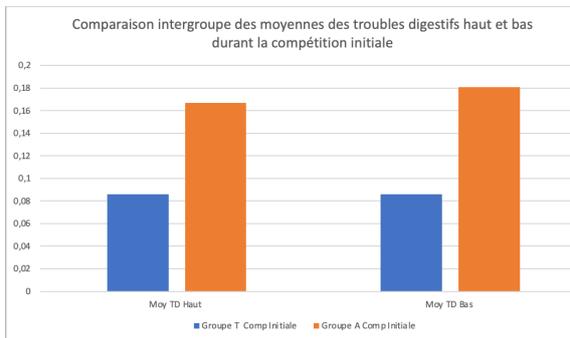
Le groupe témoin a montré une distribution initiale égale entre les troubles digestifs hauts (nausée, vomissement, perte d'appétit, pyrosis, RGO) et les troubles digestifs bas (diarrhée, douleurs abdominales, flatulences, météorisme et envies impérieuses), (Cf. Tableau IV).

Lors de la compétition finale, la moyenne du groupe témoin est passée de 0,09 à 0,12 (augmentation) pour les troubles digestifs haut ; de 0,09 à 0,11 (augmentation) pour les troubles digestifs bas et donc 0,12 pour le total des troubles (incluant les points de côté), (Cf. Tableau IV).

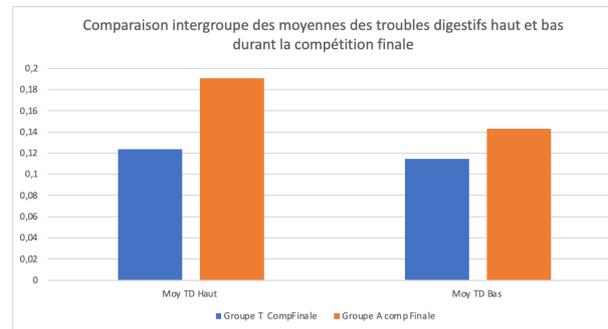
Le groupe traité a montré une différence initiale entre les troubles digestifs hauts (qui ont augmenté en passant de 0,17 à 0,19) et les troubles digestifs bas (qui eux, ont diminué en passant de 0,18 à 0,14) lors de la compétition finale. La moyenne totale du groupe traité est passée de 0,15 à 0,15, elle n'a donc pas montré d'évolution, (Cf. Tableau V).

C'est la comparaison intergroupe initiale et finale qui a montré le plus de différences dans l'évolution des troubles digestifs. En effet on peut voir que si, initialement une réelle différence est visible entre les deux groupes, elle tend considérablement à se réduire lors de la compétition finale notamment

concernant les diarrhées, les envies impérieuses, les douleurs abdominales, le météorisme (troubles digestifs bas) et les nausées (troubles digestifs hauts), (Cf. Figures 7 et 8).



**Figure 11.** Histogramme représentant la comparaison intergroupe des moyennes des troubles digestifs haut et bas durant la compétition initiale



**Figure 12.** Histogramme représentant la comparaison intergroupe des moyennes des troubles digestifs haut et bas durant la compétition finale

Les troubles digestifs bas semblent être ceux qui montrent le plus de différence d'évolution entre les deux groupes, (Cf. Figure 11 et 12 ci-dessus).

Selon les considérations ostéopathiques qui se basent sur les liens anatomiques et physiologiques, on peut présumer que le protocole des quatre diaphragmes montre une action particulièrement efficace sur la cause vasculaire. En effet, les troubles digestifs bas sont la conséquence d'une ischémie et donc d'une endotoxémie quand les troubles digestifs hauts sont plutôt de cause mécanique (dépendant notamment du facteur positionnel) et neurologique (28,45).

Il apparaît donc intéressant de noter que le traitement ostéopathique à visée neuro-végétative impliquant une prise en charge complète des dysfonctions ostéopathiques et un protocole des « 4 diaphragmes » montre une tendance à avoir un effet plus spécifique sur l'apparition des troubles gastro-intestinaux de type bas chez les athlètes d'ultra-endurance en compétitions (Cf. Tableau IV ; Tableau V ; Figure 11 et Figure 12), plutôt que sur l'apparition de troubles digestifs hauts.

Cependant, les troubles les plus marquants retrouvés dans cette étude sont autant de type haut que de type bas et comprennent : (Cf. Figure 7 et Figure 8.)

- les diarrhées ;
- les envies impérieuses ;
- les vomissements ;
- les flatulences ;
- les nausées ;
- et les pertes d'appétit.

Concernant l'hypothèse secondaire, la méthode d'analyse choisie (régression linéaire) ne permet pas de mettre en évidence une éventuelle corrélation entre les troubles digestifs et le ressenti de l'effort.

Cependant, il ressort des résultats que le groupe traité présente une diminution plus importante que le groupe témoin dans l'échelle de Borg entre le début et la fin de l'étude, (Cf. Figure 9 et Tableau VI).

**Tableau VI.** Tableau présentant les valeurs de l'échelle de Borg entre le début et la fin de l'étude pour le groupe traité (A) et le groupe témoin (T)

	<b>Compétition 1</b>	<b>Compétition Finale</b>	<b>Ecart</b>
<b>Groupe A</b>	6,5	5,78	- 0,72
<b>Groupe T</b>	5,86	5,43	- 0,43

*De cette observation, on peut présumer que la prise en charge ostéopathique aurait également tendance à être bénéfique aux athlètes concernant la manière dont ils ressentent la pénibilité de l'effort durant leurs compétitions, (Cf. Figure 9 et Tableau VI).*

Il est possible de présumer que la diminution des troubles digestifs générant un mieux-être à la fois physique et psychique permet aux athlètes de se trouver dans un état d'esprit plus serein et ainsi d'être dans de bonnes conditions pour permettre à leur corps d'encaisser les contraintes de natures diverses liées à une compétition.

#### 4.2.2 Confrontation aux études antérieures

Tableau VII. Caractéristiques de cohortes rencontrées au sein de la littérature scientifique

Auteur (Référence)	Nb Effectif	Sexe	Moyenne D'âge (Année)	Moyenne Poids (Kg)	Moyenne Taille (Cm)	Moyenne Nombre d'heures d'entraînem ent par semaine (Heures)	Nombre d'années de pratique (Années)	Discipline
Fronzaroli (41)	283	H et F	39,8	71	178	13,2	7,9	Triathlon
Sergio Sellés Pérez (64)	14	H	-	71,8	174,4	-	2,4	Triathlon
Bouomrani (65)	50	H	33	-	-	De 3 à +6h	-	Semi- Marathon
H. P. F. Peters and al. (35)	79	H	32	74	183	-	11	Triathlon
H. P. F. Peters and al. (35)	63	F	31	60	169	-	8	Triathlon
N. J. Rehrer and al. (66)	172	H et F	39	71,7	-	-	-	Ultra- Marathon
Floris C. Wardenaar (18)	113	H et F	46	71,7	178,4	83 +/- 52* (min/jour)	-	Ultra- Marathon
C.Riddoch and T.Trinick (67)	471	H et F	34	-	-	-	5,5	Marathon
H. P. F. Peters and al. (35)	90	H	37	68	180	-	13	Ultra- Marathon
H. P. F. Peters and al. (35)	74	F	40	56	167	-	11	Ultra- Marathon

Le tableau ci-dessus est un travail de synthèse rassemblant les caractéristiques épidémiologiques retrouvées dans les travaux de recherches scientifiques qui traitent des troubles digestifs d'ultra-endurance. On constate que la cohorte de cette étude concorde avec ce qui a été réalisé au préalable.

- Les types de pratiques sportives étudiées sont le Triathlon, le Marathon, le Semi-marathon, l'Ultra-marathon ou encore l'Ultra-Trail (68).
- Le nombre d'années de pratique se situe entre 2 et 13 ans.
- Les caractéristiques de poids se situent entre 56 et 74 kg.
- Les caractéristiques de taille se situent entre 167 et 183 cm.

On note également que les hommes et les femmes sont inclus ; que le nombre d'effectifs varie en fonction des auteurs (de 14 à 471 participants) et que le nombre d'heures d'entraînement n'a pas toujours été étudié. En effet, dans certaines études, le critère de distance hebdomadaire parcourue par les athlètes en kilomètre a été intégré tandis que la durée d'entraînement, elle, n'a pas été considérée.

**Tableau VIII.** Caractéristiques de cohortes rencontrées au sein de notre étude comprenant 14 athlètes

Sexe	Moyenne D'âge (Années)	Moyenne Poids (Kg)	Moyenne Taille (Cm)	Moyenne IMC	Moyenne d'heures d'entraînement par semaine (H)	Moyenne d'années d'entraînement (Années)	Discipline
							-Trail
H et F	35,14	68	177,86	21,5	8,79	9	- Ultra Trail
							- Triathlon

*Dans la cohorte de 12 hommes et de 2 femmes, la moyenne d'âge est de 35,14 ans ; le poids est de 68 kg ; la taille de 177,86 cm ; l'indice de masse corporel (IMC) de 21,5 ; la moyenne d'heures d'entraînement hebdomadaire est de 8,79 heures ; le nombre moyen d'années de pratique est de 9 ans et les disciplines pratiquées sont principalement le Trail, l'Ultra-Trail et le Triathlon. La cohorte de l'étude concorde donc bien avec la population étudiée au préalable (18,35,64,66,67).*

**Tableau IX.** Pourcentage des troubles digestifs retrouvés dans le questionnaire d'inclusion et comparaison avec la littérature scientifique

	<b>Notre étude</b>	<b>SCDMED</b>	<b>Bouomrani</b>	<b>Lopez</b>	<b>Keef</b>	<b>Worobetz</b>	<b>N.J. Rehrer I</b>	<b>F.C.Wardenaar</b>
<b>Troubles digestifs</b> (En %)	Effectif <b>14</b>	Effectif <b>304</b> (41)	Effectif <b>50</b> (65)	Effectif <b>25 640</b> (69)	Effectif <b>707</b> (70)	Effectif <b>70</b> (71)	Effectif <b>172</b> (66)	Effectif <b>113</b> (18)
Diarrhée	9	9	0	1,4	19,2	14	5,9	2,3
Douleurs A	11	25	12	6,6	19,3	39	8,8	11,6
Envies impérieuses	11	17	-	-	36,7	24	-	18,6
Flatulences	9	-	-	-	-	-	-	37,2
Météorisme	11	-	-	-	-	-	-	18,6
Vomissement	12	6	2	1	1,8	6	2,4	4,6
Nausées	11	14	8	4	11,6	20	14,7	25,6
Perte d'appétit	11	-	-	-	-	-	-	-
Pyrosis	3	10	2	4	9,5	11	-	9,3
RGO	9	-	-	-	-	-	-	46,5
Point de côté	3	-	16	-	-	-	18,8	11,6
Troubles digestifs hauts	49	-	-	-	23 (43)	58 (43)	11,2	-
Troubles digestifs bas	51	-	-	-	66 (43)	61 (43)	-	-

*Le tableau ci-dessus est un travail de synthèse rassemblant les caractéristiques des troubles digestifs observés dans les travaux de recherches scientifiques (18,43,66,69–71). Les troubles les plus fréquemment étudiés sont : les diarrhées, les douleurs abdominales, les vomissements, les nausées et les pyrosis. Il existe également une grande variabilité de résultats au sein des différentes études, ce qui rend ces derniers difficilement*

*interprétables d'autant plus qu'ils ne semblent pas être corrélés au nombre d'effectifs intégré dans les études (56). Cependant, ce tableau permet de noter que la symptomatologie sélectionnée pour réaliser ce mémoire est bien similaire à ce qui a été objectivé antérieurement au sein de la littérature scientifique.*

Il est retrouvé toutes études confondues les symptômes digestifs suivants :

- les nausées : de 4 à 25,6 %
- les pertes d'appétit : 11 %
- les vomissements : de 1 à 12 %
- les reflux gastro-oesophagiens : de 9 à 46,5 %
- les pyrosis : de 2 à 11 %
- les douleurs abdominales : de 6,6 à 39 %
- les météorismes : de 11 à 18,6 %
- les envies impérieuses : de 11 à 36,7 %
- les diarrhées : de 1,4 à 19,2 %
- les flatulences : de 9 à 37,2 %
- les points de côté : de 3 à 18,8 %

Le choix du type de troubles retenus pour confectionner les questionnaires de l'étude est donc fidèle aux données de la littérature scientifique.

Même si, de par leur grande variabilité, les types de troubles sont difficilement interprétables, il est intéressant de noter, en comparant les résultats obtenus dans cette dernière avec ceux de l'étude de R. W. F. ter Steege & J. J. Kolkman répertoriant respectivement les travaux de Emmet Keef (70) et les travaux de Worobetz (71) que le nombre de troubles digestifs bas semble plus présent que le nombre de troubles digestifs hauts. En effet, les troubles digestifs hauts sont retrouvés chez Keef (effectif 707) à 23 % ; chez Worobetz (effectif 70) à 58 % et à 49 % dans l'essai clinique réalisé pour ce mémoire (effectif 14) contre 66 % de troubles digestif bas chez Keef; 61 % chez worobetz et 51 % dans les résultats de ce mémoire, (Cf. Tableau IX).

Une autre étude de H.P. F. Peters and all. compte 71 % de troubles digestifs bas contre 36 % de troubles digestifs hauts chez des ultra-runners ainsi que 79 % de troubles digestifs bas contre 54 % de troubles digestifs hauts chez les triathlètes lors de la partie course à pied de leurs compétition (35).

### 4.3 AXES D'AMÉLIORATION DE L'ÉTUDE

La première limitation à la création de la cohorte escomptée de 30 sujets minimum s'est trouvée être la crise sanitaire liée au Covid-19 qui a débuté au printemps 2020, en même temps que le lancement de l'essai clinique.

Avec l'annulation des courses, les démarches de recrutement ont été fortement limitées. Ces annulations ont empêché de réaliser les déplacements sur les lieux de compétition alors que ceux-ci auraient permis de se rapprocher du public visé afin de procéder à un recrutement plus important.

Parallèlement à cette problématique, les habitudes sportives des athlètes ont été mises à mal :

- Les restrictions de déplacements (confinement, périmètres, heures et motifs de sorties autorisées), ainsi que les fermetures des infrastructures sportives (salles de sports, centres nautiques, gymnases etc.), n'ont pas permis aux athlètes de s'entraîner correctement (renforcement musculaire, coaching en présentiel etc...).
- Ces derniers n'ont pas pu parcourir les distances d'entraînements habituelles (vélo/course à pied/natation) ni pu accéder aux environnements propices à leurs besoins sportifs.

Privés de ce cadre d'entraînement, la motivation des athlètes, les calendriers saisonniers ainsi que la recherche de nouveaux projets ont été altérés tout comme leur état physique et leur bien-être mental.

De plus, l'annulation et le report majeur des compétitions au cours de la saison 2021, (celle sur laquelle s'est déroulée l'essai clinique) ont amené de nombreux athlètes à faire une année blanche et à remettre leur saison sportive à la saison suivante.

Concernant les athlètes participants à l'étude, ces annulations et ces reports de compétitions ont fortement perturbé la planification de leurs prises en charge ostéopathiques. En effet, ceux qui ont vu leurs objectifs modifiés par le contexte de pandémie sanitaire n'ont pas pu réaliser les trois compétitions initialement prévues sur la saison et n'ont donc pas pu fournir les trois questionnaires permettant de récolter les données nécessaires à la pleine réalisation de cette étude. En fonction des aléas rencontrés par les athlètes, il a fallu s'accommoder d'un total de deux à quatre questionnaires pour certains au lieu de quatre questionnaires prévus au préalable pour chacun des 14 participants.

Il a également fallu exclure au cours de l'étude deux athlètes pour cause de blessures du système myosquelettique.

Suite à ces aléas, les critères d'inclusion ont dû être révisés afin d'augmenter la cohorte et de rendre viable l'essai clinique notamment pour :

- Les modalités de distance des compétitions : le critère de distance supérieure à 50 km a été modifié en faveur d'une tolérance de distances plus courtes du moment que le critère temporel supérieur à six heures de course était maintenu.

- Le temps d'entraînement hebdomadaire : le critère d'heure égale ou supérieure à dix heures d'entraînement par semaine est passé d'une durée égale ou supérieure à cinq heures d'entraînement par semaine.

Le principe de randomisation a également été biaisé car il a fallu privilégier, au vu de la faible cohorte, les premiers athlètes inclus dans l'étude pour faire partie du groupe traité. Ceci a été fait dans le but de procéder le plus précocement possible à la confection de la planification (en fonction du calendrier saisonnier des compétitions de chaque athlète) afin de réaliser les prises en charge ostéopathiques.

De plus, les athlètes inclus dans le groupe témoin ont été contactés pour certains, à posteriori de la saison (le dernier en novembre 2021), et ont ainsi rempli leurs questionnaires sur la base de leurs souvenirs et non directement à la fin de leurs compétitions.

Il a été réellement compliqué de recruter des patients pour constituer le groupe témoin quand le groupe traité s'est montré beaucoup plus volontaire. Ceci a potentiellement créé des biais entre les deux groupes concernant l'existence réelle et le handicap des troubles digestifs liés à l'effort. En effet, il est possible que pour soutenir des étudiantes dans leurs projets, certains athlètes du groupe témoin aient, de leur plein gré, majoré leurs symptomatologies afin d'intégrer cette étude.

Il est également clair que le nombre de sujets recrutés est insuffisant pour que les chiffres qui ressortent des résultats soient réellement significatifs. De même, le nombre de sujets recrutés est insuffisant pour que ces derniers puissent être corrélés statistiquement avec la prise en charge ostéopathique.

Enfin, il existe également un nombre conséquent de paramètres susceptibles d'accentuer la symptomatologie des problématiques digestives et vasculaires d'effort. Parmi ces causes il est possible de citer :

- L'alimentation :

« Que ton **alimentation** soit ta **première médecine** » disait Hippocrate. L'enjeu d'une alimentation déséquilibrée dans de nombreux problèmes de santé est avéré. Les chercheurs s'intéressent depuis de nombreuses années sur le lien entre alimentation et pathologie que ce soit d'un point de vue étiologique, préventif ou curatif. Cette relation a d'ailleurs été démontrée notamment pour les cancers, les pathologies immunitaires, les pathologies dégénératives, celles du système nerveux et bien d'autres (72).

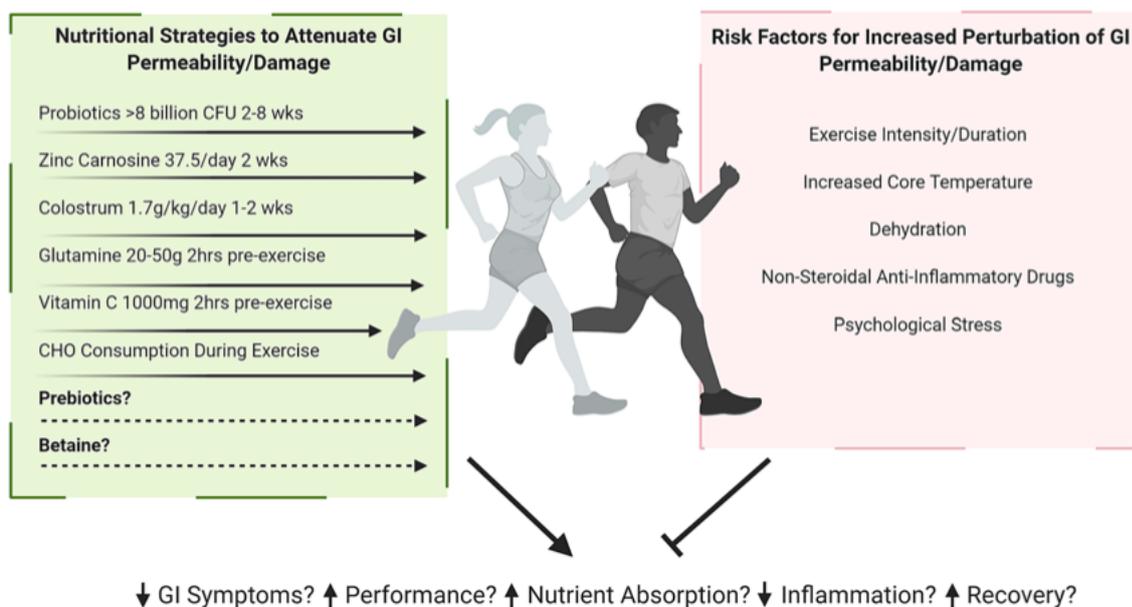
Le sportif, en fonction de l'intensité et de la durée de sa discipline, voit son métabolisme basal s'élever, il a des besoins nutritionnels et des risques de blessures plus importants. Pour ces raisons, pour favoriser leurs performances et pour éviter les lésions, les sportifs professionnels bénéficient d'un suivi diététique rigoureux (73). Dans le monde de l'endurance, les besoins métaboliques sont décuplés (6). En fonction de la durée de l'entraînement ou de la compétition, les athlètes vont se ravitailler avec des gels, des boissons, des aliments solides ou liquides pour pouvoir maintenir leur activité.

Les ostéopathes ont un rôle préventif et éducatif sur le sujet de l'alimentation mais leurs savoirs restent basiques concernant la diététique. C'est pourquoi, afin de prendre en charge de manière holistique les

athlètes inclus dans l'étude, il a été intégré dans l'anamnèse du groupe traité de brèves questions portant sur les habitudes hydriques, alimentaires et les habitudes de ravitaillement. Ces informations n'ont pas été reporté dans le mémoire car elles représentent un sujet d'étude à part entier et elles étaient d'un nombre trop faible pour être exploitées.

Cependant, les chercheurs s'intéressent de plus en plus à la relation existante entre le microbiote et l'intégrité de la barrière intestinale. Lors de l'exercice d'ultra-endurance, l'ischémie temporaire mésentérique ainsi que les microtraumatismes de la CAP créent des lésions sur la muqueuse intestinale (34). Ces lésions activent un complexe peptidique et hormonal pro-inflammatoire qui favorise la perméabilité intestinale et entraîne une endotoxémie avec pour réponse l'apparition de troubles digestifs.

Les causes sont multifactorielles et peuvent être d'origine neuro-endocrine, microbienne et nutritionnelle. Il semblerait qu'une supplémentation en glutamine ; en colostrum bovin ; en zinc ; en vitamine C ; en citrulline ; en probiotiques ainsi qu'une diminution de la consommation de carbohydrate puisse atténuer la perméabilité intestinale ainsi que la gravité de la symptomatologie digestive qui s'ensuit (18,26,74–76).



**Figure 13.** Stratégie nutritionnelle et facteurs de risques pouvant atténuer / aggraver les lésions et la perméabilité de la barrière intestinale lors de la pratique sportive. Issue de l'étude « Gastrointestinal pathophysiology during endurance exercise: endocrine , microbiome, and nutritional influences » (75)

- L'automédication:

De nombreux athlètes prennent des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) (per os, en patch, en crème / gel), du paracétamol, de l'homéopathie, des baumes de plantes, des huiles essentielles etc...avant ou pendant leurs compétitions dans le but de soulager certaines douleurs et de pouvoir terminer leurs courses. Si certaines médications peuvent ne pas avoir d'effet sur l'apparition de trouble digestif, la prise d'AINS augmente en revanche le risque d'hémorragie digestive. Les AINS altèrent les muqueuses entériques, favorisent la perméabilité intestinale et sont de ce fait un facteur aggravant des troubles digestifs (74,75).

- Le contexte bio-psycho-social :

Le stress ; l'enjeu psychologique ou parfois financier lié aux compétitions ; la fatigue ; l'âge et les antécédents des athlètes sont autant de facteurs susceptibles de favoriser les troubles digestifs en compétition. En effet, le stress induit des perturbations neuro-endocriniennes et peut engendrer une dystonie neurovégétative plus ou moins importante en fonction des individus qu'ils soient de sexes féminins ou masculins. Plus le stress est élevé et la récupération insuffisante, plus la fatigue du système nerveux central et les troubles digestifs sont présents (6,13,68,77).

- Le contexte environnemental :

L'altitude, en induisant une baisse de la pression atmosphérique peut générer des troubles digestifs bas (météorisme, flatulences) car la pression de l'organisme, elle, reste la même. Cette dernière peut aussi induire un mal aigu des montagnes (MAM) lors de skyrace par exemple qui se traduiront par des nausées, des vomissements, une perte d'appétit, des céphalées et des oedèmes en cas de MAM sévère (56,78-80).

La température en fonction du lieu ou de la saison de la compétition (désert ; steppe arctique ; pluie ; canicule ; vent ; nuit etc...) peut aussi favoriser les troubles digestifs. La chaleur, pro-inflammatoire, peut générer hyperthermie et déshydratation si l'athlète ne boit pas suffisamment. De plus, une mauvaise hydratation favorise la stase des toxines créées par l'effort physique (ex : déchets musculaires) et augmente de ce fait la réponse inflammatoire et l'endotoxémie de l'organisme (56).

Le type de sol peut aussi engendrer des micro-contraintes mécaniques différentes sur la muqueuse intestinale. Une course sur de l'asphalte, sur un chemin forestier ou encore sur un sentier de montagne ne générera pas les mêmes traumatismes et donc la même influence lésionnelle sur les parois intestinales (68).

Pour améliorer l'étude, il serait tout d'abord intéressant de maximiser l'effectif. Un nombre plus important de participants permettrait d'avoir des résultats statistiques de hautes valeurs significatives et permettrait d'objectiver avec plus de fiabilité l'effet d'une prise en charge ostéopathique sur la symptomatologie des troubles digestifs d'efforts.

Aussi, les troubles digestifs sont étudiés au sein de plusieurs disciplines qui intègrent la CAP mais dont les contraintes environnementales diffèrent. Comme vu ci-dessus, ces dernières ne sont pas les mêmes

pour un ultra-traileur, pour un ultra-marathonien ou encore pour un triathlète. Peut-être serait-il par conséquent intéressant de se focaliser sur un seul type de pratique afin d'éviter certains biais.

En effet, certaines études montrent qu'il existe des différences de symptomatologie en fonction de l'activité pratiquée. Pour exemple, chez les triathlètes, avec la position aérodynamique lors de la partie vélo, la prévalence des troubles digestifs hauts est plus importante que celle des troubles digestifs bas. Cette tendance s'inverse lors de la partie CAP de leurs compétitions (35,74).

Il serait également intéressant de commencer l'étude avec l'intégralité des participants pour pouvoir effectuer une randomisation significative et ainsi limiter la difficulté de recrutement du groupe témoin. De même, il serait profitable d'évaluer les athlètes sur un temps plus long et dans un contexte sanitaire qui n'est pas perturbé afin d'obtenir un nombre identique de questionnaires par athlète ; de se rendre sur un plus grand nombre de compétitions afin de favoriser le rapprochement de la population étudiée puis de limiter significativement les biais induits par le facteur stress.

Enfin, au vu de la symptomatologie répertoriée dans les troubles digestifs d'efforts, peut-être serait-il intéressant de se focaliser sur un type de trouble en particulier (haut ou bas) afin d'affiner encore plus la problématique et d'en favoriser son interprétation.

#### 4.4 PERSPECTIVES

Comme vu tout au long de cette étude, les troubles digestifs d'effort représentent une symptomatologie complexe qui touche de nombreux athlètes et qui met en jeu de nombreux mécanismes physiopathologiques transitoires. Parmi eux on retrouve, entre autres, une hypoperfusion splanchnique d'effort, une dystonie neurovégétative, des micro-lésions de la barrière intestinale accompagnées de leur cascade d'éléments pro-inflammatoires, un déséquilibre ionique etc. Ils découlent de plusieurs facteurs comme :

- le type de discipline (vélo ; CAP) ainsi que le terrain sur laquelle l'activité est pratiquée ;
- l'alimentation (régime alimentaire, allergie, préparation aux compétitions, ravitaillement, hydratation) ;
- la prise de médicaments (AINS, anti-diarrhéiques (56)) ;
- le manque de récupération ;
- le stress.

De nombreux chercheurs se sont intéressés à cette problématique mais les résultats retrouvés dans la littérature scientifique sont très hétérogènes (méthode employée et type d'étude, description des troubles et sémantique propre à la nationalité, nombre d'effectif etc..). Cependant, la plupart des écrits tendent à dire que la prévalence des troubles digestifs de type bas est plus importante lors de la CAP que la prévalence de troubles digestifs hauts. Le facteur nutritionnel (alimentation/apport hydrique) avant/pendant/post compétition semble également jouer un rôle important dans l'apparition de la symptomatologie.

Les résultats de l'étude montrent une tendance à la diminution de la symptomatologie du groupe traité après que ces derniers ont reçu la prise en charge ostéopathique. Or, comme vu précédemment, ces résultats ne peuvent pas être prouvés de manière statistique. Les résultats montrent également une plus forte propension à agir sur l'apparition des troubles digestifs de type bas. Ces interprétations, même si, par manque d'effectif, découlent d'une marge d'erreur statistique avérée, correspond à ce qui est retrouvé dans les écrits scientifiques. Ceci offre donc une piste de poursuite de recherche intéressante.

En effet, il serait intéressant de se poser la question de l'intérêt d'étudier et de définir plus spécifiquement l'effet de techniques ostéopathiques susceptibles d'agir sur l'hypoperfusion splanchnique. Ceci, en mesurant notamment dans un premier temps, grâce à un écho-doppler, le flux mésentérique avant puis après traitement afin d'objectiver l'impact de la technique ostéopathique à visée vasculaire puis, dans un second temps, par le biais de questionnaires, pour tenter d'objectiver si ce traitement influence l'apparition des troubles digestifs d'effort en compétition.

Peut-être serait-il également pertinent de se concentrer sur un seul type de pratique pour éviter les biais environnementaux, chez la population d'ultra-traileurs par exemple. Ceci permettrait de bénéficier de la longévité de la saison sportive de cette population car les trails se déroulent sur une période plus longue et sont de plus en plus populaires. Ces derniers offriraient un recrutement et un suivi plus important.

Il serait également possible de se concentrer sur l'élaboration et la définition d'un protocole de techniques ostéopathiques à visée préventive spécifique à l'aspect vasculaire splanchnique ?

Ou de prendre la question à l'inverse en établissant une liste de prévalence de dysfonctions ostéopathiques chez les ultra-traileurs souffrant de troubles digestifs d'efforts. En effet, avant d'essayer d'objectiver des techniques, peut-être serait-il nécessaire de comprendre s'il existe des dysfonctions ostéopathiques communes chez les ultra-traileurs souffrant de troubles digestifs en compétition ?

Il serait également intéressant de faire entrer dans les critères d'inclusions les biais alimentaires qui jouent un rôle important dans l'apparition des troubles digestifs. Cet élément étant complexe à prendre en considération, peut-être serait-il nécessaire d'effectuer l'étude seulement chez des athlètes suivis par un diététicien ? Dans ce contexte, serait-il profitable de s'adresser auprès de sportifs professionnels ?

De même, il faudrait ajouter dans les critères d'inclusions les biais d'automédication.

Pour résumer, trois perspectives de recherches ressortent :

- Quelles dysfonctions ostéopathiques retrouve-t-on chez l'ultra-traileur (suivi par un diététicien) souffrant de troubles digestifs bas en compétition ? (= liste de prévalence).
- Quel est l'effet d'un traitement ostéopathique à visée vasculo-splanchnique chez l'ultra-traileur professionnel souffrant de troubles digestifs d'efforts de type bas en compétition ? (Avec utilisation d'écho-doppler).
- Quel serait l'effet d'une prise en charge ostéopathique à visée neuro-végétative sur l'ischémie mésentérique responsable de troubles gastro-intestinaux de type bas chez les ultra-traileurs (avec suivi diététique) en compétitions ? La réponse à cette problématique consisterait à reproduire l'étude réalisée pour ce mémoire en intégrant les biais environnementaux, positionnels et alimentaires ; en affinant la recherche avec le type de troubles bas versus hauts et en intégrant un effectif plus grand ainsi qu'un suivi sur plus de compétitions et ce dans un contexte sanitaire non problématique.

## 5 CONCLUSION

Les sports d'ultra-endurance (d'une durée d'effort supérieure ou égale à six heures) impliquent pour ceux qui les pratiquent (professionnels ou amateurs), un entraînement tout aussi strict que soutenu et génèrent des stress physiques, physiologiques, métaboliques et psychiques important et ce, en particulier lors des compétitions. Ces sports de plus en plus populaires font cependant naître de nouvelles problématiques au sein des cabinets thérapeutiques. Si les conséquences d'un tel effort touchent de multiples systèmes organiques, les gênes les plus souvent évoquées par les athlètes sont d'ordre digestives. La prise en charge actuelle consiste principalement en une alimentation adaptée et individualisée ainsi qu'à la mise en place d'un traitement allopathique symptomatique.

Cette étude avait pour but d'étudier l'effet d'un traitement ostéopathe à visée neurovégétative sur l'apparition des troubles digestifs d'effort durant les compétitions d'ultra-endurance.

La physiopathologie de ces efforts découle d'une souffrance du tube digestif consécutive à une ischémie mésentérique (ou hypoxie splanchnique) dont l'origine est en partie liée à un dérèglement de la balance neurovégétative (orthosympathique et parasympathique). Afin d'agir sur les structures anatomiques concernées, le protocole retenu fut un traitement des quatre diaphragmes visant à libérer les principaux passages vasculo-nerveux de l'ensemble du corps. Associé à ce protocole, pour prendre en charge de manière holistique chacun des athlètes (ce qui est le principe même de la discipline ostéopathe), a été inclus un traitement black-box. A l'issue de chacune de leurs compétitions, les athlètes ont dû remplir deux un premier questionnaire conçu spécifiquement pour l'étude, qui était dédié à l'évaluation de l'apparition de troubles digestifs durant la compétition et un deuxième questionnaire, l'échelle de Borg, qui a permis d'apporter les données nécessaires pour objectiver l'hypothèse secondaire : Existe-il un lien entre la survenue de troubles digestifs et la pénibilité de l'effort ?

La cohorte de l'étude a compté 14 athlètes divisés en deux groupes non randomisés comprenant un groupe témoin et un groupe traité. En premier lieu, les données ont été traitées statistiquement afin d'effectuer des comparaisons inter-groupe puis des comparaisons intra-groupe. Il est ressorti de ces tests statistiques que les deux groupes (clinique et témoin) étaient initialement semblables ( $p$ -value = 0,008). Les comparaisons intra-groupe n'ont pas montré de significativité statistique. En second lieu, les comparaisons de moyennes ont permis de constater que le groupe traité avait vécu une diminution des troubles digestifs entre le début et la fin de l'étude alors que le groupe témoin avait vécu lui, une augmentation de ces derniers. L'hypothèse secondaire a été vérifiée par calculs de régression linéaire qui n'ont pas montré de corrélations statistiques entre le ressenti de l'effort et le nombre d'apparition de troubles digestifs. En revanche, l'observation des chiffres montre que le groupe traité présente une plus grande diminution du ressenti de la pénibilité de l'effort entre le début et la fin de l'étude que le groupe témoin.

Malgré les biais qui fragilisent la fiabilité des résultats de cette étude, il est possible d'estimer que l'impact d'un traitement ostéopathe à visée neurovégétative sur l'apparition des troubles digestifs ainsi que sur le ressenti de l'effort est globalement bénéfique. Les troubles digestifs les plus enclins à être régulés par l'approche ostéopathe semblent être les troubles digestifs « bas » (diarrhée, ballonnements, douleur abdominale, météorisme, flatulences), probablement par la réponse vasculaire consécutive aux modifications neurovégétatives.

Ces résultats sont l'opportunité d'ouvrir des pistes de recherches futures sur la globalité de la prise en charge des athlètes d'ultra-endurance ainsi que sur l'effet vasculaire d'un traitement ostéopathique à visée neurovégétative. Les sphères bio-psycho-sociale, alimentaires, environnementales et médicales (automédication) sont des composantes indispensables à intégrer à la prise en charge des athlètes d'ultra-endurance.

## 6 RÉFÉRENCES

1. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet Lond Engl*. 24 sept 2016;388(10051):1302-10.
2. Oja P, Titze S, Kokko S, Kujala UM, Heinonen A, Kelly P, et al. Health benefits of different sport disciplines for adults: systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis. *Br J Sports Med*. avr 2015;49(7):434-40.
3. Bermejo-Cantarero A, Álvarez-Bueno C, Martínez-Vizcaino V, Redondo-Tébar A, Pozuelo-Carrascosa DP, Sánchez-López M. Relationship between both cardiorespiratory and muscular fitness and health-related quality of life in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Health Qual Life Outcomes*. 21 avr 2021;19(1):127.
4. Race across america [Internet]. RAAM2022. [cité 3 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.raamrace.org>
5. Race across France [Internet]. Race Across France. [cité 3 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.raceacrossfrance.cc/>
6. Zaryski C, Smith DJ. Training Principles and Issues for Ultra-endurance Athletes: *Curr Sports Med Rep*. juin 2005;4(3):165-70.
7. Gergelé L, Bohe J, Feasson L, Robach P, Morel J, Auboyer C, et al. Du sport extrême à la réanimation. *Réanimation*. sept 2010;19(5):416-22.
8. Vendée Globe [Internet]. [cité 10 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.vendeeglobe.org/>
9. 6633 Arctic Ultra [Internet]. [cité 5 oct 2021]. Disponible sur: <https://www.6633ultra.com/>
10. Ghiani G, Magnani S, Doneddu A, Sainas G, Pinna V, Caboi M, et al. Case Study: Physical Capacity and Nutritional Status Before and After a Single-Handed Yacht Race. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 1 sept 2018;28(5):558-63.
11. Watelet J. Troubles digestifs du sportif. *Sci Sports*. avr 2011;26(2):111-5.
12. Knechtle B, Nikolaidis PT. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Front Physiol*. 1 juin 2018;9:634.
13. Urwin CS, Main LC, Mikocka-Walus A, Skvarc DR, Roberts SSH, Condo D, et al. The Relationship Between Psychological Stress and Anxiety with Gastrointestinal Symptoms Before and During a 56 km Ultramarathon Running Race. *Sports Med - Open*. 11 déc 2021;7(1):93.
14. Stuempfle KJ, Hoffman MD. Gastrointestinal distress is common during a 161-km ultramarathon. *J Sports Sci*. 2015;33(17):1814-21.
15. Murray R. Training the Gut for Competition: *Curr Sports Med Rep*. juin 2006;5(3):161-4.
16. Burke LM, Hawley JA, Wong SHS, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci*. janv 2011;29(sup1):S17-27.
17. Hoffman MD, White MD. Belief in the need for sodium supplementation during ultramarathons remains strong: findings from the Ultrarunners Longitudinal TRacking (ULTRA) study. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. févr 2020;45(2):118-22.
18. Wardenaar FC, Dijkhuizen R, Ceelen IJM, Jonk E, de Vries JHM, Witkamp RF, et al. Nutrient Intake by Ultramarathon Runners: Can They Meet Recommendations? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. août 2015;25(4):375-86.
19. Peternelj T-T, Coombes JS. Antioxidant supplementation during exercise training: beneficial or detrimental? *Sports Med Auckl NZ*. 1 déc 2011;41(12):1043-69.
20. Loucks AB, Kiens B, Wright HH. Energy availability in athletes. *J Sports Sci*. janv 2011;29(sup1):S7-15.
21. Thalmann M, Sodeck GH, Kavouras S, Matalas A, Skenderi K, Yannikouris N, et al. Proton

- pump inhibition prevents gastrointestinal bleeding in ultramarathon runners: a randomised, double blinded, placebo controlled study. *Br J Sports Med.* avr 2006;40(4):359-62; discussion 362.
22. Hawley JA, Morton JP. Ramping up the signal: promoting endurance training adaptation in skeletal muscle by nutritional manipulation. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* août 2014;41(8):608-13.
  23. Casas R, Sacanella E, Estruch R. The Immune Protective Effect of the Mediterranean Diet against Chronic Low-grade Inflammatory Diseases. *Endocr Metab Immune Disord-Drug Targets.* 12 nov 2014;14(4):245-54.
  24. Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes-Godek S, Dugas JP, Hoffman MD, Lewis DP, et al. Statement of the 3rd International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Br J Sports Med.* nov 2015;49(22):1432-46.
  25. Hoffman MD, Stuempfle KJ, Valentino T. Sodium Intake During an Ultramarathon Does Not Prevent Muscle Cramping, Dehydration, Hyponatremia, or Nausea. *Sports Med - Open.* 2015;1(1):39.
  26. Costa RJS, Hoffman MD, Stellingwerff T. Considerations for ultra-endurance activities: part 1- nutrition. *Res Sports Med Print.* juin 2019;27(2):166-81.
  27. Hoffman MD, Stellingwerff T, Costa RJS. Considerations for ultra-endurance activities: part 2 - hydration. *Res Sports Med Print.* juin 2019;27(2):182-94.
  28. Marieb EN, HOEHN K. Anatomie et physiologie humaines. Pearson.
  29. Sillevs R, Cleland J, Hellman M, Beekhuizen K. Immediate effects of a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system: a randomized clinical trial. *J Man Manip Ther.* déc 2010;18(4):181-90.
  30. Henley CE, Ivins D, Mills M, Wen FK, Benjamin BA. Osteopathic manipulative treatment and its relationship to autonomic nervous system activity as demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. *Osteopath Med Prim Care.* 5 juin 2008;2:7.
  31. Waitley DD. The autonomic nervous system in osteopathic therapy. 1948. *J Am Osteopath Assoc.* oct 2000;100(10):653-6.
  32. David Q. INFLUENCE D'UN TRAITEMENT OSTÉOPATHIQUE A VISEE NEUROVEGETATIVE SUR LA QUALITE DE VIE DES PATIENTS ATTEINTS DU SYNDROME DE L'INTESTIN IRRITABLE. :161.
  33. Porter RJ. The biopsychosocial model in mental health. *Aust N Z J Psychiatry.* août 2020;54(8):773-4.
  34. Herregods TVK, van Hoeij FB, Oors JM, Bredenoord AJ, Smout AJPM. Effect of Running on Gastroesophageal Reflux and Reflux Mechanisms. *Am J Gastroenterol.* juill 2016;111(7):940-6.
  35. Peters HPF, Bos M, Seebregts L, Akkermans LMA, van Berge Henegouwen GP, Bol E, et al. Gastrointestinal Symptoms in Long-Distance Runners, Cyclists, and Triathletes: Prevalence, Medication, and Etiology. *Off J Am Coll Gastroenterol ACG.* juin 1999;94(6):1570-81.
  36. Watelet J. Troubles digestifs du sportif (avant-propos). *Sci Sports.* avr 2011;26(2):169.
  37. osteopathie-viscerale-rapport-cortecs-2016.pdf [Internet]. [cité 11 oct 2021]. Disponible sur: <https://ordremk.fr/wp-content/uploads/2018/03/osteopathie-viscerale-rapport-cortecs-2016.pdf>
  38. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring: Preventing overtraining. *Scand J Med Sci Sports.* 14 sept 2010;20:95-102.
  39. Knechtle B, Nikolaidis PT. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Front Physiol* [Internet]. 1 juin 2018 [cité 8 nov 2020];9. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5992463/>
  40. Netgen. Sport et immuno-allergologie [Internet]. *Revue Médicale Suisse.* [cité 8 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2005/RMS-15/30311>
  41. SCDMED\_T\_2011\_FRONZAROLI\_EMILIEN.pdf [Internet]. [cité 8 oct 2020]. Disponible sur: [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDMED\\_T\\_2011\\_FRONZAROLI\\_EMILIEN.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDMED_T_2011_FRONZAROLI_EMILIEN.pdf)
  42. Knight KA, Moug SJ, West MA. Systematic review: the impact of exercise on mesenteric blood

- flow and its implication for preoperative rehabilitation. *Tech Coloproctology*. mars 2017;21(3):185-201.
43. ter Steege RWF, Kolkman JJ. Review article: the pathophysiology and management of gastrointestinal symptoms during physical exercise, and the role of splanchnic blood flow. *Aliment Pharmacol Ther*. mars 2012;35(5):516-28.
  44. Brock-Utne JG, Gaffin SL, Wells MT, Gathiram P, Sohar E, James MF, et al. Endotoxaemia in exhausted runners after a long-distance race. *South Afr Med J Suid-Afr Tydskr Vir Geneesk*. 7 mai 1988;73(9):533-6.
  45. Chila A, Bain R, Brard G, Pariaud F. *Traité d'ostéopathie*. 1re édition. deboeck supérieur; 2017. 1200 p. (Ostéopathie).
  46. Formation : Système Nerveux Entérique (SNE) – Partie 1 [Internet]. [cité 10 oct 2021]. Disponible sur: <https://formation.academie-marsaud.fr/courses/systeme-digestif/417160-default-section/1299261-formation-systeme-nerveux-enterique-sne-partie-1>
  47. Netter F. *Atlas d'anatomie humaine*. Elsevier Masson; 2019. 672 p.
  48. Chantepie andré, Pérot J. *Anatomie et osteopathie. fondements anatomiques pour les osteopathes*. Maloine. 2015. 211 p.
  49. Roman S, Mion F. Données fondamentales sur la physiologie de la motricité digestive. *EMC - Gastro-Entérologie*. janv 2009;4(4):1-8.
  50. Krabak BJ, Lipman GS, Waite BL, Rundell SD. Exercise-Associated Hyponatremia, Hypernatremia, and Hydration Status in Multistage Ultramarathons. *Wilderness Environ Med*. 1 déc 2017;28(4):291-8.
  51. Boulter J, Noakes TD, Hew-Butler T. Acute renal failure in four Comrades Marathon runners ingesting the same electrolyte supplement: Coincidence or causation? *S Afr Med J*. 2011;101(12):876-8.
  52. Clarkson PM. Exertional rhabdomyolysis and acute renal failure in marathon runners. *Sports Med Auckl NZ*. 2007;37(4-5):361-3.
  53. Seedat YK, Aboo N, Naicker S, Parsoo I. Acute Renal Failure in the “Comrades Marathon” Runners. *Ren Fail*. 1 janv 1989;11(4):209-12.
  54. Meyer O. Sports, exercice et système immunitaire. 2005;10.
  55. Romeo J, Wärnberg J, Pozo T, Marcos A. Physical activity, immunity and infection. *Proc Nutr Soc*. août 2010;69(3):390-9.
  56. Watelet J. Troubles hépato-digestifs du sportif. *Gastroentérologie Clin Biol*. 1 mai 2005;29(5):522-32.
  57. Stellingwerff T, Heikura IA, Meeusen R, Bermon S, Seiler S, Mountjoy ML, et al. Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared Pathways, Symptoms and Complexities. *Sports Med* [Internet]. 28 juin 2021 [cité 25 sept 2021]; Disponible sur: <https://link.springer.com/10.1007/s40279-021-01491-0>
  58. Mrakic-Sposta S, Gussoni M, Moretti S, Pratali L, Giardini G, Tacchini P, et al. Effects of Mountain Ultra-Marathon Running on ROS Production and Oxidative Damage by Micro-Invasive Analytic Techniques. *PLOS ONE*. 5 nov 2015;10(11):e0141780.
  59. Petiet MG, Anthoine MD. INTÉRÊTS ET LIMITES DE L'ÉVALUATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL À L'AIDE DES ÉCHELLES DE BORG. :133.
  60. Welch A, Boone R. Sympathetic and parasympathetic responses to specific diversified adjustments to chiropractic vertebral subluxations of the cervical and thoracic spine. *J Chiropr Med*. sept 2008;7(3):86-93.
  61. Theories of pain: from specificity to gate control [Internet]. [cité 5 mars 2022]. Disponible sur: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/jn.00457.2012>
  62. Morral A, Urrutia G, Bonfill X. Placebo effect and therapeutic context: A challenge in clinical research. *Med Clínica Engl Ed*. 7 juill 2017;149(1):26-31.
  63. Placebo Mechanisms of Manual Therapy: A Sheep in Wolf's Clothing? [Internet]. [cité 5 mars

2022]. Disponible sur: <https://www.jospt.org/doi/epdf/10.2519/jospt.2017.0604>

64. Sellés-Pérez S, Fernández-Sáez J, Ferriz-Valero A, Esteve-Lanao J, Cejuela R. Changes in Triathletes' Performance and Body Composition During a Specific Training Period for a Half-Ironman Race. *J Hum Kinet.* juin 2019;67:185-98.
65. Bouomrani S, Baïli H, Allani R, Beji M. Manifestations hépato-digestives et sport d'endurance chez les militaires. Étude prospective observationnelle à propos de 50 cas. *J Afr Hépatogastroentérologie.* déc 2015;9(4):170-8.
66. Rehner NJ, Brouns F, Beckers EJ, Frey WO, Villiger B, Riddoch CJ, et al. Physiological changes and gastro-intestinal symptoms as a result of ultra-endurance running. *Eur J Appl Physiol.* 1992;64(1):1-8.
67. Riddoch C, Trinick T. Gastrointestinal disturbances in marathon runners. *Br J Sports Med.* juin 1988;22(2):71-4.
68. Viljoen CT, Janse van Rensburg DC, Verhagen E, van Mechelen W, Tomás R, Schoeman M, et al. Epidemiology of Injury and Illness Among Trail Runners: A Systematic Review. *Sports Med Auckl NZ.* mai 2021;51(5):917-43.
69. Lopez AA, Preziosi JP, Chateau P, Auguste P, Plique O. [Digestive disorders and self medication observed during a competition in endurance athletes. Prospective epidemiological study during a championship of triathlon]. *Gastroenterol Clin Biol.* 1994;18(4):317-22.
70. Keeffe EB, Lowe DK, Goss JR, Wayne R. Gastrointestinal Symptoms of Marathon Runners. *West J Med.* oct 1984;141(4):481-4.
71. Worobetz LJ, Gerrard DF. Gastrointestinal symptoms during exercise in Enduro athletes: prevalence and speculations on the aetiology. *N Z Med J.* 14 août 1985;98(784):644-6.
72. Aune D, Giovannucci E, Boffetta P, Fadnes LT, Keum N, Norat T, et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Int J Epidemiol.* 1 juin 2017;46(3):1029-56.
73. Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, Stout JR, Campbell B, Wilborn CD, et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:33.
74. de Oliveira EP, Burini RC, Jeukendrup A. Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Med Auckl NZ.* mai 2014;44 Suppl 1:S79-85.
75. Smith KA, Pugh JN, Duca FA, Close GL, Ormsbee MJ. Gastrointestinal pathophysiology during endurance exercise: endocrine, microbiome, and nutritional influences. *Eur J Appl Physiol.* oct 2021;121(10):2657-74.
76. Mohr AE, Jäger R, Carpenter KC, Kerksick CM, Purpura M, Townsend JR, et al. The athletic gut microbiota. *J Int Soc Sports Nutr.* 12 mai 2020;17(1):24.
77. Millet GY, Martin V, Temesi J. The role of the nervous system in neuromuscular fatigue induced by ultra-endurance exercise. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab.* nov 2018;43(11):1151-7.
78. Kalson NS, Hext F, Davies AJ, Chan CWM, Wright AD, Imray CHE, et al. Do changes in gastro-intestinal blood flow explain high-altitude anorexia? *Eur J Clin Invest.* août 2010;40(8):735-41.
79. Anand AC, Sashindran VK, Mohan L. Gastrointestinal problems at high altitude. *Trop Gastroenterol Off J Dig Dis Found.* déc 2006;27(4):147-53.
80. Hartman-Ksycińska A, Kluz-Zawadzka J, Lewandowski B. High altitude illness. *Przegl Epidemiol.* 2016;70(3):490-9.

## 7 Table des matières

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>10</b>
1.1	CONTEXTE SCIENTIFIQUE .....	10
1.2	INTÉRÊT DE L'ÉTUDE .....	12
1.3	RAPPELS.....	14
1.3.1	Anatomie .....	14
1.3.2	Physiologie.....	17
1.3.3	Physiopathologie .....	18
<b>2</b>	<b>MÉTHODE .....</b>	<b>20</b>
2.1	POPULATION ÉTUDIÉE :.....	20
2.1.1	Les sujets .....	20
2.1.2	Les critères de sélection .....	20
2.2	PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE : .....	21
2.2.1	Les critères de jugement .....	21
2.2.2	Le protocole expérimental .....	23
2.2.3	Le calendrier des expérimentations .....	23
2.2.4	Les techniques et tests ostéopathiques : (Cf. Figures 3 et 4). .....	24
2.3	ANALYSE STATISTIQUE .....	27
2.3.1	Mesure de l'objectif principal.....	27
2.3.2	Mesure de l'objectif secondaire .....	28
<b>3</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>29</b>
3.1	CARACTÉRISTIQUES DE LA COHORTE – ÉPIDÉMIOLOGIE .....	29
3.2	PRÉVALENCE DES TROUBLES DIGESTIFS.....	31
3.3	ÉVOLUTION ET COMPARAISON DES TROUBLES DIGESTIFS.....	32
3.4	PRÉSENTATION DES MOYENNES ET COMPARAISON DES SYMPTÔMES .....	33
3.5	RÉSULTATS DE L'HYPOTHÈSE SECONDAIRE.....	37
<b>4</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>40</b>
4.1	RAPPELS PRÉLIMINAIRES.....	40
4.2	COMMENTAIRES DES RÉSULTATS .....	41
4.2.1	Vérification de la problématique.....	41
4.2.2	Confrontation aux études antérieures .....	46
4.3	AXES D'AMÉLIORATION DE L'ÉTUDE.....	50
4.4	PERSPECTIVES .....	55
<b>5</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>Table des matières.....</b>	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>64</b>

## 8 Annexes

Calendrier des expérimentation:		Recrutement :		Réalisation de l'essai clinique : administration du traitement et recueil des questionnaires												Fin de l'essai clinique		Analyse des résultats							
		Questionnaires d'inclusion		Questionnaires	Traitements	Course(s)																			
Mars 2021	Avril 2021	Mai 2021	Juin 2021	Juillet 2021	Août 2021	Septembre 2021	Octobre 2021	Novembre 2021	De novembre 2021 à mars 2022 : <b>Rédaction du mémoire</b>	Contacter les patients potentiels		Création de la cohorte		1		2		3							
										X		X		X		Comp 1		Comp 2		Comp finale					

**Durée de l'essai clinique : 9 mois**

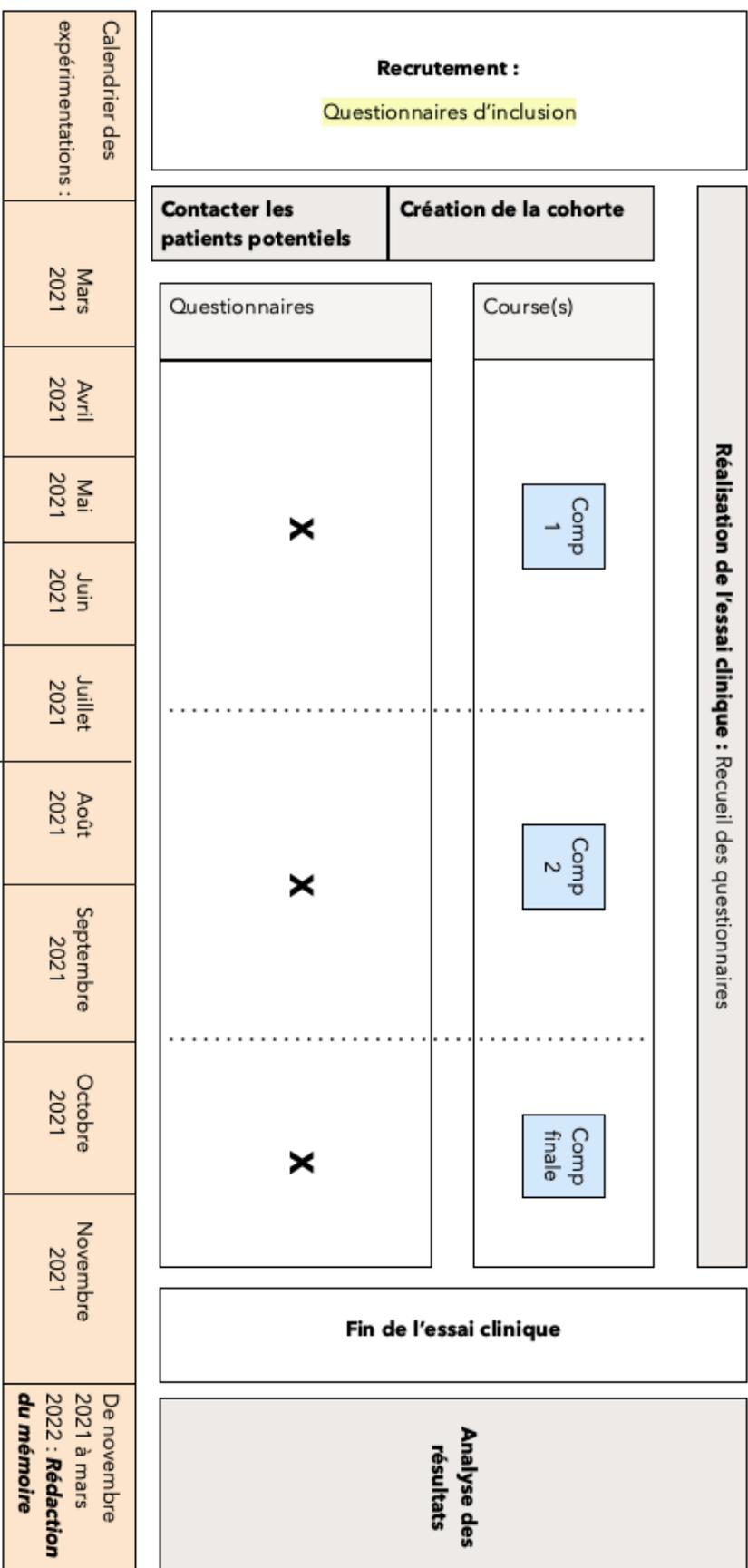
**Fréquence du traitement :**

- Trois prises en charge avant la compétition finale
- Deux prises en charges doivent être espacées d'au moins 3 semaines
- Chaque prise en charge précède la course de 3 semaines

**Légende :**

- 1** : Premier traitement
- 2** : deuxième traitement
- 3** : troisième traitement
- Comp 1** : Première course préparatoire
- Comp 2** : deuxième course préparatoire
- Comp finale** : Course finale

Annexe I. Design de la procédure expérimentale du groupe clinique



**Protocole :**  
Aucune prise en charge ostéopathique n'est effectuée, un questionnaire est rempli à l'issue de chaque compétition.

**Comp 1 :** Première compétition préparatoire  
**Comp 2 :** deuxième compétition préparatoire  
**Comp finale :** Course finale

Annexe II. Design de la procédure expérimentale du groupe témoin

<b>GROUPE A (clinique)</b>			
<b>Matricule</b>	<b>INCLUSION (Initiale)</b>	<b>Compétition finale</b>	<b>Écart (Delta = finale - initiale)</b>
A1	0,21	0,24	0,03
A2	0,21	0,03	-0,18
A3	0,18	0,12	-0,06
A4	0,18	0,18	0
A5	0,18	0,03	-0,15
A6	0,09	0,21	0,12
A7	0,14	0,3	0,17
<b>Total</b>	<b>1,2</b>	<b>1,12</b>	<b>-0,08</b>

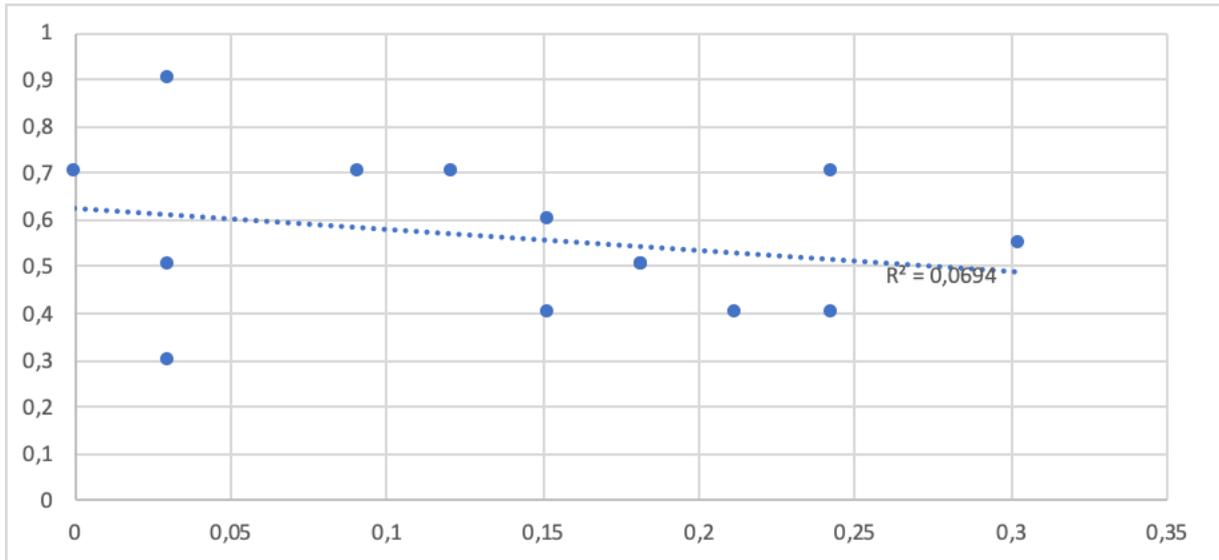
<b>GROUPE T (Témoin)</b>			
T1	0,09	0,15	0,06
T2	0,15	0,24	0,09
T3	0,09	0,18	0,09
T4	0,09	0,09	0
T5	0,03	0	-0,03
T6	0,09	0,15	0,06
T7	0,06	0,03	-0,03
<b>Total</b>	<b>0,61</b>	<b>0,85</b>	<b>0,24</b>

**Annexe III.** Tableau donnant les scores des troubles digestifs du groupe A et T, par athlète (A1, A2, A3, ..., T1, T2, T3 ...), ainsi que l'écart trouvé entre le dernier et le premier questionnaire

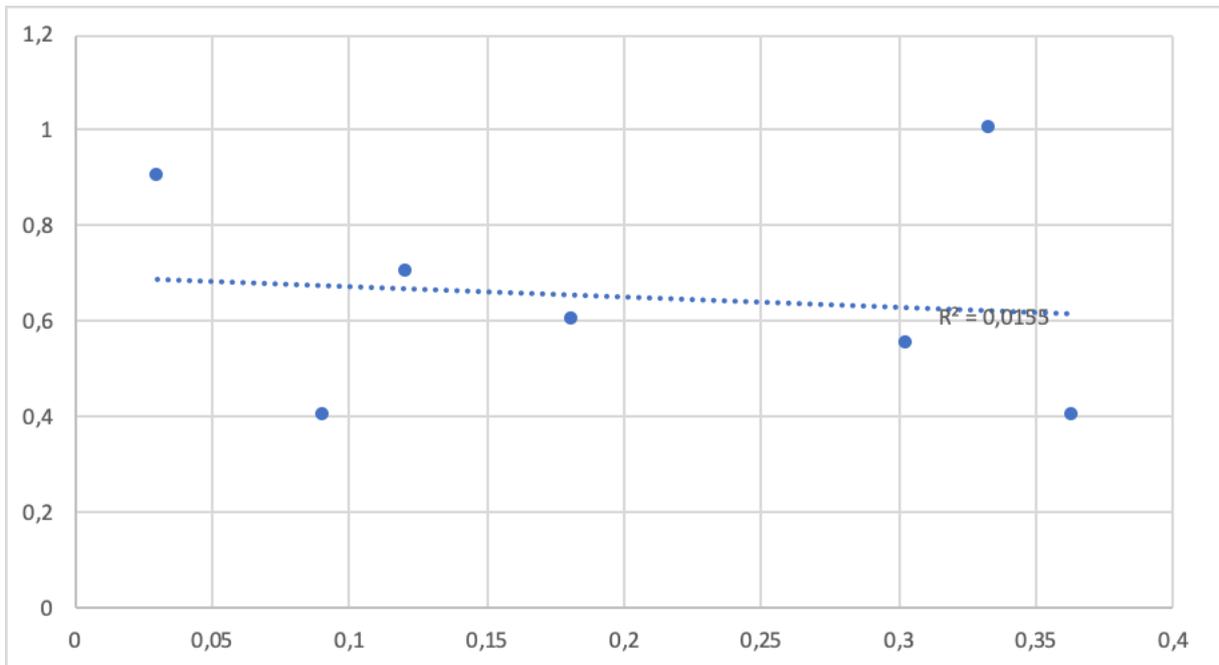
	Compétition 1 :		Compétition finale :	
	TD	BORG	TD	BORG
<b>A1</b>	0,36	0,4	0,24	0,7
<b>A2</b>	0,33	1	0,03	0,3
<b>A3</b>	0,12	0,7	0,12	0,7
<b>A4</b>	0,18	0,6	0,18	0,5
<b>A5</b>	0,03	0,9	0,03	0,9
<b>A6</b>	0,09	0,4	0,21	0,4
<b>A7</b>	0,3	0,55	0,3	0,55

	Compétition 1 :		Compétition finale :	
	TD	BORG	TD	BORG
<b>T1</b>	0,15	0,4	0,15	0,4
<b>T2</b>	0,24	0,4	0,24	0,4
<b>T3</b>	0,27	0,9	0,18	0,5
<b>T4</b>	0,09	0,7	0,09	0,7
<b>T5</b>	0,03	0,5	0	0,7
<b>T6</b>	0,09	0,5	0,15	0,6
<b>T7</b>	0,18	0,5	0,03	0,5

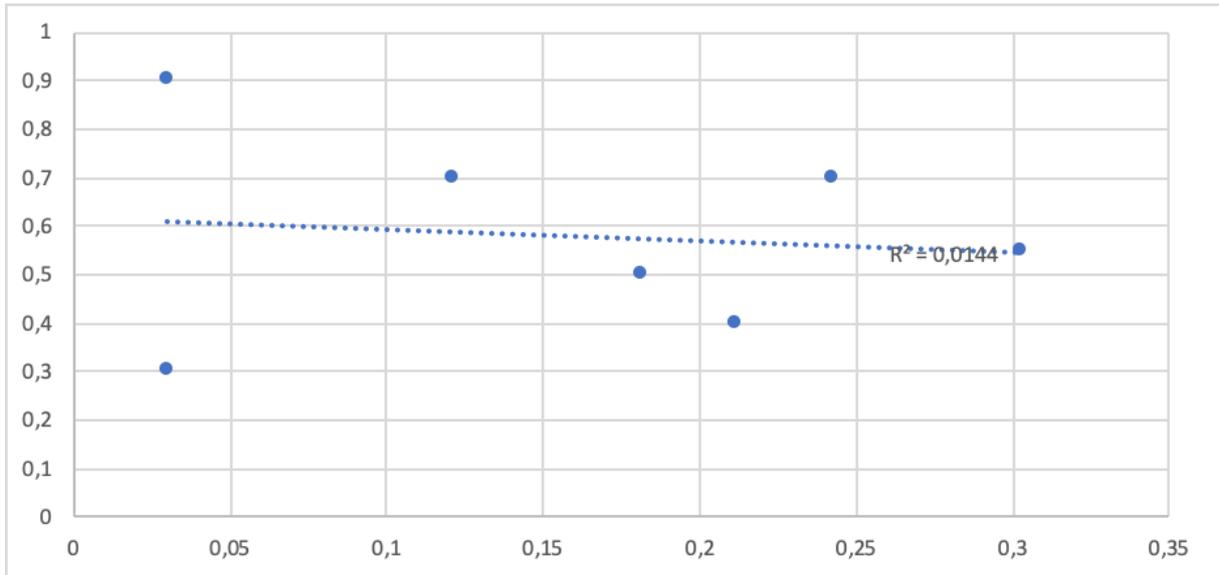
**Annexe IV.** Tableau présentant les valeurs des troubles digestifs correspondants à l'échelle de Borg lors de la compétition 1 et lors de la dernière compétition de chaque athlète



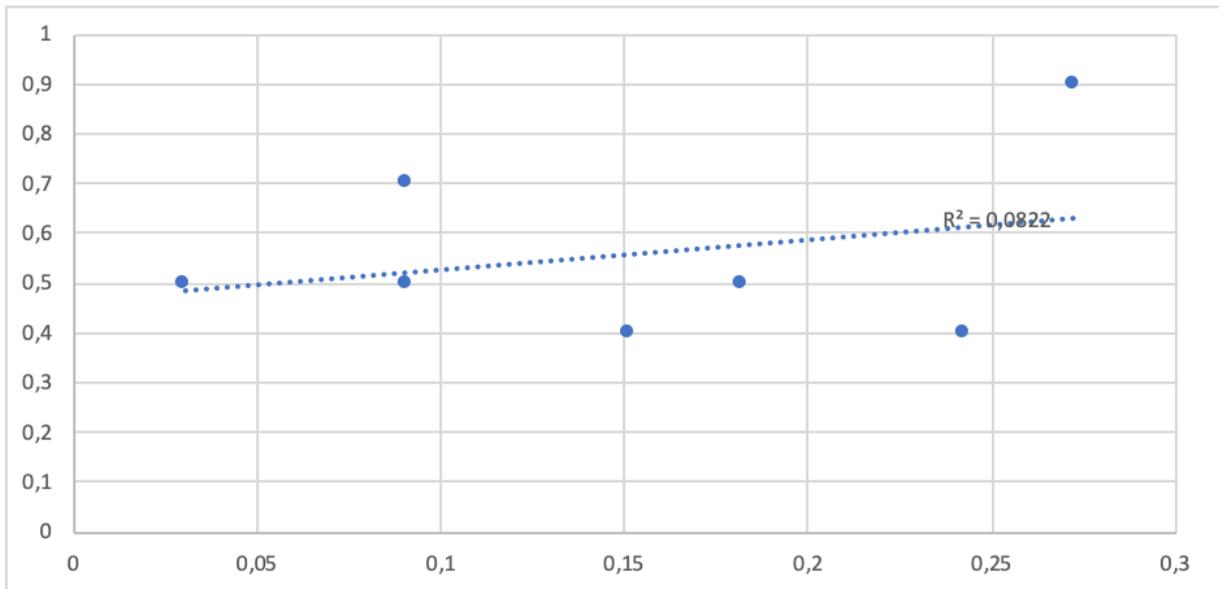
**Annexe V.** Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A et du groupe T lors de la dernière compétition



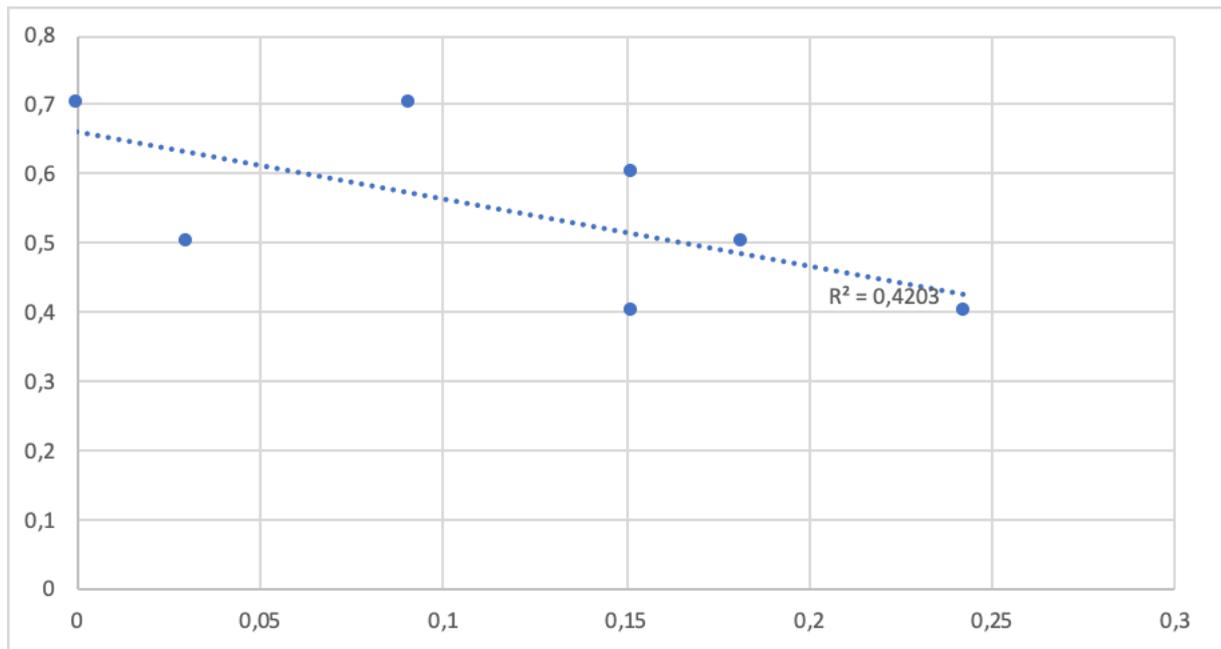
**Annexe VI.** Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A lors de la première compétition



**Annexe VII.** Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe A lors de la dernière compétition



**Annexe VIII.** Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe T lors de la première compétition



**Annexe IX.** Graphique de régression linéaire entre les troubles digestifs et l'échelle de Borg du groupe T lors de la dernière compétition



# OSTÉOPATHIE et SPORT

## Recrutement d'athlètes d'ultra-endurance

Essai clinique réalisé dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude



### QUESTIONNAIRE D'INCLUSION

Bonjour! Merci de nous avoir fait part de votre intérêt. Votre participation est précieuse! Afin de pouvoir commencer cette étude clinique ensemble, vous trouverez ci dessous un court questionnaire au format PDF à nous retourner rempli à l'adresse suivante: [memoire.osteotrail@gmail.com](mailto:memoire.osteotrail@gmail.com).

Pour toutes questions ou informations supplémentaires, n'hésitez pas à nous contacter à cette adresse également.

NOM DE L'ATHLETE:	GENRE: -Masculin -Féminin	AGE (ans):	POIDS (KG):	TAILLE (CM):
Nb d'année(s) de pratique :				
Club sportif :	- -			
Moyenne d'entraînement hebdomadaire: (heures)				

Distance d'entraînement hebdomadaire : (kilomètres)	( <b>Attention:</b> Triathlètes partie CAP uniquement)			
Calendrier prévisionnel pour la saison 2021	Citez-ici dans la mesure du possible les compétitions auxquels vous allez participer: <b>(minimum 3)</b> ( <b>Attention:</b> Triathlètes format L ou distances supérieur uniquement)			
Avez-vous déjà souffert de troubles digestifs durant l'une de vos compétitions? ( <b>Attention:</b> Triathlètes partie CAP uniquement)				
Si oui, Lequels?	« HAUT »	(Cochez ci dessous)	« BAS »	(Cochez ci dessous)
	Nausée		Douleurs abdominales	
	Perte d'appétit		Météorisme (Ballonnements)	
	Vomissement		Envies impérieuses	
	Reflux gastro - oesophagien (Remontées gastriques)		Diarrhée	
	Pyrosis (sensation de Brûlure dans l'estomac et l'oesophage)		Flatulences	
	« ASSOCIES »	(Cochez ci dessous)		
	Points de côtés			
Souffrez-vous de maladies chroniques inflammatoires intestinales (MICI) diagnostiquées par votre médecin?				
- OUI - NON				

Participez-vous en ce moment à d'autres recherches médicales?	- OUI	- NON
Etes-vous suivis régulièrement par un ostéopathe ou par un autre thérapeute?	Si oui, lequel(s)? - -	
<u>Athlètes féminine</u> : Etes-vous enceinte ou susceptible de l'être actuellement?	- OUI	- NON

MERCI ! 

Annexe X. Questionnaire d'inclusion type.

## QUESTIONNAIRE A L'ATTENTION DES TRIATHLETES

Temps de remplissage: **moins de 5 minutes**

**Partie 1:** (Cochez les cases correspondantes aux symptômes que vous avez rencontrés pendant la course)

NOM DE L'ATHLETE:	SEXE:	AGE:	Moyenne d'entraînement hebdomadaires:		Nom de la compétition:
Questionnaire réservé à la pratique du <b>Triathlon longue distance</b>					
Temps de course:					
TROUBLE DIGESTIFS DURANT LA CAP		JAMAIS	PARFOIS	SOUVENT	TOUJOURS
« HAUT »	Nausée				
	Perte d'appétit				
	Vomissement				
	Reflux gastro - oesophagien ( Remontées acides)				
	Pyrosis ( Brûlure)				
« BAS »	Douleurs abdominales				
	Météorisme ( Ballonnement )				
	Envies impérieuses				
	Diarrhée				
	Flatulences				
« ASSOCIES »	Points de coté				

**Annexe XI.** Exemple de questionnaire type triathlète réalisé spécifiquement pour l'étude.

Score	Perception de l'effort
0	Rien du tout
0,5	Très très facile
1	Très facile
2	Facile
3	Moyen
4	Un peu difficile
5	Difficile
6	
7	Très difficile
8	
9	
10	Très très difficile (presque maximal)

**Annexe XII.** Échelle de Borg CR10 (59).



## PROJET DE MÉMOIRE - 2020/2021

### CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

Nom, prénom, adresse et téléphone du patient participant à l'étude :

Les étudiant.e.s **Henry Maïlys et Camus Noéline**

m'ont proposé de poursuivre l'étude clinique (sous la direction du directeur de mémoire Monsieur Clouzeau Cyril), avec bénéfice individuel direct, organisée par le CEESO Lyon sur le thème suivant :

#### **Influence d'un traitement ostéopathique à visée neurovégétative sur l'apparition de troubles gastro-intestinaux chez les athlètes d'ultra- endurance en compétition.**

Elles m'ont précisé que je suis libre d'accepter ou de refuser. Cela ne changera pas nos relations pour mon suivi. J'ai reçu et bien compris les informations qui figurent sur ce document.

**J'ACCEPTE LIBREMENT DE PARTICIPER A CETTE ETUDE DANS LES CONDITIONS PRECISEES DANS LA PARTIE « LETTRE D'INFORMATION DESTINEE AU PATIENT » DE CE DOCUMENT.**

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi. Si je le désire, je serai libre à tout moment d'arrêter ma participation et j'en informerai le praticien concerné.

J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement informatisé par le CEESO Lyon ou pour son compte. J'ai bien noté que le droit d'accès prévu par la loi "Informatique et liberté" (article 40) s'exerce à tout moment auprès du praticien concerné.

Je pourrai également exercer mon droit de rectification auprès de ce même praticien.

Ces données qui me concernent resteront **strictement confidentielles**. Je n'autorise leur consultation, y compris la consultation directe de mon dossier médical, que par :

Les personnes impliquées dans l'étude.  
Et, éventuellement, un représentant des Autorités de Santé.

Je pourrai, à tout moment, demander toute information complémentaire à l'étudiant.

Nom, prénom et adresse email de l'étudiant :

Henry Maïlys [hmailys2009@yahoo.fr](mailto:hmailys2009@yahoo.fr)  
Camus Noéline [noelinecamus@gmail.com](mailto:noelinecamus@gmail.com)

#### CADRE RESERVE AU PRATICIEN

Signature du praticien précédée de la mention « lu et approuvé »

Fait en 3 exemplaires

HENRY Maïlys – lue et approuvée  
CAMUS Noéline – lue et approuvée

Département Recherche & Mémoires – 10/04/2020

#### CADRE RESERVE AU PATIENT

Signature du patient précédée de la mention « lu et approuvé »

Fait en 3 exemplaires

Page 21/24



## PROJET DE MÉMOIRE - 2020/2021

### LETTRE D'INFORMATION DESTINÉE AU PATIENT

Madame, Mademoiselle, Monsieur,

Vous allez participer à un projet de recherche organisé par le CEESO Lyon et intitulé :

- **Influence d'un traitement ostéopathique à visée neurovégétative sur l'apparition de troubles gastro-intestinaux chez les athlètes d'ultra- endurance en compétition**

Cette étude sera sous la direction des praticiennes Henry Mailys et Camus Noéline toutes deux étudiantes en 4<sup>ème</sup> année au Ceeso Lyon.

Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet et de signer cette lettre d'information et le consentement de participation, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.

Ce formulaire peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions que vous jugerez utiles au praticien responsable du projet ou aux autres membres du personnel affecté au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

Le but de ce projet de recherche est d'évaluer si une prise en charge ostéopathique axée sur le système neurovégétatif est susceptible de limiter l'apparition des troubles digestifs (nausée, vomissement, perte d'appétit, remontées acides, éructation, ballonnement, douleur abdominale, diarrhée...) pouvant apparaître lors de l'épreuve de course à pied dans les compétitions d'ultra-endurance.

Les personnes incluses dans cette étude sont des athlètes majeurs, homme ou femme, pratiquant un sport d'ultra-endurance (effort d'une durée supérieur à 6h) pouvant être sujets à des troubles digestifs durant leur compétition.

Nous recrutons 30 personnes correspondants aux critères d'inclusions évoqués dans le questionnaire d'inclusion, se portant volontaires pour participer à cette étude. Cette participation inclut trois prises en charges ostéopathiques d'environ 45 minutes espacées d'au moins trois semaines les unes des autres. Une compétition d'ultra-endurance devra avoir lieu entre chaque prise en charge. A l'issue de chaque compétition, deux questionnaires servant d'outils de mesure seront remis aux participants. Ils devront alors nous les retourner, afin de procéder à l'analyse des données.

La participation des sujets est requise sur une durée de 6 mois, à compter d'avril 2021 à octobre 2021. Le projet de recherche s'étale quant à lui sur une durée de deux ans, de mai 2020 à mai 2022. En fonction de la disponibilité des athlètes, les interventions auront lieu dans les structures d'entraînements des clubs ou bien au sein de la clinique du Ceeso Lyon située au 39 rue pasteur 69007 Lyon.

Pour les athlètes le souhaitant, nous proposons à l'issue de la dernière compétition incluse dans l'étude, une consultation ostéopathique de récupération d'une durée d'environ 45 minutes et/ou un



## PROJET DE MÉMOIRE - 2020/2021

questionnaire de retour d'expérience.

Les inconvénients associés à cette étude peuvent être les effets généraux ressentis après une séance ostéopathique pouvant aller jusqu'à 48h. Le patient est susceptible de ressentir une légère fatigue, des courbatures, des rougeurs sur les zones traitées, une exacerbation des douleurs (dû à une réponse inflammatoire), des troubles divers comme des sensations de vertiges, des troubles de la concentration, des troubles du sommeil ou encore des troubles du transit. Ces effets secondaires sont des réactions normales de l'organisme et ils ne doivent pas persister au-delà de 48h.

Il se peut que vous retiriez un bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche, mais on ne peut vous l'assurer. Par ailleurs, les résultats obtenus contribueront à l'avancement des connaissances dans ce domaine.

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision au praticien responsable du projet ou à l'un des membres du personnel affecté au projet.

Votre décision de ne pas participer à ce projet de recherche ou de vous en retirer n'aura aucune conséquence sur la qualité des soins et des services auxquels vous avez droit ou sur votre relation avec le praticien responsable du projet et les autres intervenants.

Le praticien responsable du projet de recherche et le Conseil Scientifique du CEESO Lyon peuvent mettre fin à votre participation, sans votre consentement, si de nouvelles découvertes ou informations indiquent que votre participation au projet n'est plus dans votre intérêt, si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche ou s'il existe des raisons administratives d'abandonner le projet.

Si vous vous retirez ou êtes retiré du projet, l'information déjà obtenue dans le cadre de ce projet sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour assurer votre sécurité et aussi celles des autres sujets de recherche et rencontrer les exigences réglementaires (Loi Informatique et Liberté).

Conformément à la réglementation française, le responsable du projet a souscrit une assurance en responsabilité civile. En cas de nécessité, vous contacterez directement votre praticien.

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche ou si vous éprouvez un problème que vous croyez relié à votre participation au projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le praticien responsable du projet de recherche aux numéros suivants 06.14.45.46.33 (Henry Maillys), 06.35.24.75.81 (Camus Noéline), 06.16.96.66.52 (Clouzeau Cyril).

Le Conseil Scientifique du CEESO Lyon a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, il approuvera au préalable toute révision et toute modification apportée au formulaire d'information et de consentement et au protocole de recherche. Pour toute information, vous pouvez joindre le secrétariat du CEESO Lyon au 04.37.37.11.16

Si vous acceptez de participer à cette étude, il vous suffit de signer le formulaire de consentement devenu obligatoire par l'application de la Loi du 20 décembre 1988 mais qui n'affecte aucunement vos droits légaux.

# OSTEOPATHIE ET SPORT



**Vous pratiquez un sport d'ultra-  
endurance :**

- Ultra-trail ?
- Ultra-marathon ?
- Triathlon ?

**Participez à notre étude !**



## Comment ?

---

saison sportive d'avril 2021 à fin octobre 2021

---

- 3 consultations
- Une compétition d'ultra-endurance devra avoir lieu entre chaque prise en charge
- Un questionnaire à remplir après les compétitions
- Un bonus : une consultation de récupération sera proposée en fin de saison! :)

## Pour qui ?

Athlètes pratiquant :

- Ultra-trail
- Ultra-marathon
- Triathlon L ou Iron man

Et souffrants de troubles digestifs tels que :

Ballonnement; Nausée/vomissement; Diarrhée; Brûlure d'estomac; Douleurs abdominales; Points de côtés etc...

## Qui sommes nous ?

**Mailys Henry et Noéline Camus,**

**Etudiantes en 4<sup>ème</sup> année** au

Centre Européen d'Enseignement Supérieur de l'**Ostéopathie**

.....

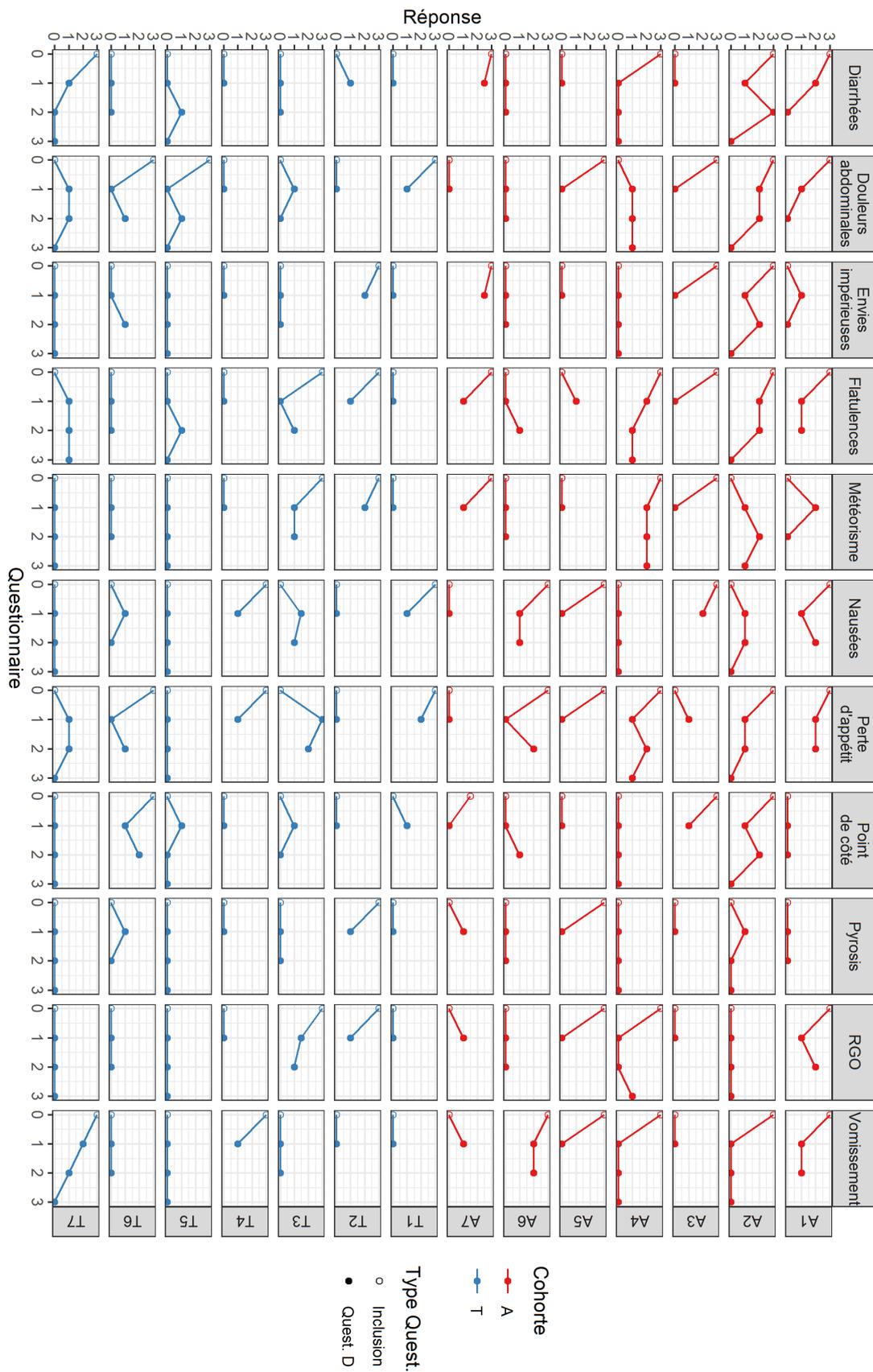
CEESO Lyon



## **Contactez-nous !**

memoire.osteotrail@gmail.com





Annexe XV - Évolution temporelle des troubles digestifs par symptômes et par athlète