



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 143

OSTÉOPATHIE CRÂNIO-SACRÉE ET MÉCANISME RESPIRATOIRE PRIMAIRE : REVUE DES PRINCIPES, PREUVES SCIENTIFIQUES, PERSPECTIVES ET AVENIR.

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 9 décembre 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

FERAL Pauline

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 143

OSTÉOPATHIE CRÂNIO-SACRÉE ET MÉCANISME RESPIRATOIRE PRIMAIRE : REVUE DES PRINCIPES, PREUVES SCIENTIFIQUES, PERSPECTIVES ET AVENIR.

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 9 décembre 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

FERAL Pauline

Liste des enseignants-chercheurs au campus vétérinaire de VetagroSup (20-11-2025)

NOM	Prénom	Statut
ABITBOL	Marie	Professeur
ALVES DE OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
BARRETT	Laura	Maître de conférences
AYRAL	Florence	Maître de conférences
BECKER	Claire	Professeur
BELLUCO	Sara	Professeur
BENAMOU - SMITH	Agnès	Maître de conférences
BERNY	Philippe	Professeur
BLONDEL	Margaux	Maître de conférences
BONNET	Jeanne-Marie	Professeur Émérite
BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
BRASSARD	Colline	Maître de conférences
BRUTO	Maxime	Maître de conférences
BRUYERE	Pierre	Professeur
BUFF	Samuel	Professeur
BURONFOSSE	Thierry	Professeur
CACHON	Thibaut	Maître de conférences
CADORE	Jean-Luc	Professeur Émérite
CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
CANNON	Leah	Maître de conférences
CHABANNE	Luc	Professeur
CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
CHANOIT	Guillaume	Professeur
CHETOT	Thomas	Maître de conférences
DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
DELIGNETTE- MULLER	Marie-Laure	Professeur
DJELOUADJI	Zorée	Professeur
ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
GALIA	Wessam	Maître de conférences
GILLET	Benoît	Maître de conférences
GILOT	Emmanuelle	Professeur
GONTHIER	Alain	Maître de conférences
HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
HUMBERT	Alexandre	Maître de conférences
		Stagiaire
JUNOT	Stéphane	Professeur
KHOSH NEVIS	Mehrdad	Maître de conférences
KIM	Mark	Maître de conférences
		Stagiaire
KODJO	Angeli	Professeur
KRAFFT	Émilie	Maître de conférences
LAABERKI	Maria-Halima	Professeur

LE GRAND	Dominique	Professeur
LEBLOND	Agnès	Professeur
LEDOUX	Dorothée	Maître de conférences
LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
LEGROS	Vincent	Maître de conférences
LEPAGE	Olivier	Professeur
LOUZIER	Vanessa	Professeur
LURIER	Thibaut	Maître de conférences
MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
MARCHAL	Thierry	Professeur
MOSCA	Marion	Maître de conférences
MOUNIER	Luc	Professeur
PEROZ	Carole	Maître de conférences
PIN	Didier	Professeur
PONCE	Frédérique	Professeur
PORPHYRE	Thibaud	Professeur Stagiaire
PORSMOQUER	Charles	Maître de conférences
		Stagiaire
PORTIER	Karine	Professeur
POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
PROUILLAC	Caroline	Professeur
RACHED	Antoine	Maître de conférences
REMY	Denise	Professeur
RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
ROGER	Thierry	Professeur
SAWAYA	Serge	Maître de conférences
SCHRAMME	Michaël	Professeur
SERGEANTET	Delphine	Professeur
STORCK	Fanny	Professeur
TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements au jury

À Monsieur CADORÉ Jean-Luc,

Professeur à VetagroSup – Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse.

Recevez mes sincères remerciements et le témoignage de ma profonde considération.

Je tiens également à vous remercier de votre bienveillance, votre passion et la qualité de votre pédagogie, qui ont été une véritable source de motivation et d'inspiration tout au long de mon parcours.

À Monsieur SAWAYA Serge,

Maître de conférences à VetagroSup – Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger et corriger mon travail de thèse.

Pour vos conseils judicieux et votre implication tout au long de l'élaboration de ce travail. Votre rigueur, votre bienveillance et la qualité du travail que vous avez accompli sur cette thèse ont grandement contribué à son aboutissement.

Recevez l'expression de ma profonde gratitude et de mon respect.

À Monsieur GILLET Benoit,

Maître de conférences à VetagroSup – Campus vétérinaire de Lyon,

Pour m'avoir fait l'honneur d'être l'assesseur de ce travail. Mes sincères remerciements.

Table des matières

Liste des annexes	11
Liste des figures	13
Liste des tableaux	15
Liste des abréviations	17
Introduction	19
Partie 1	21
L'ostéopathie crânio-sacrée : bases historiques, théoriques et anatomiques	21
I. Définitions et bases de l'ostéopathie	21
1. Quelques données historiques	21
a. Andrew Taylor Still	21
b. William Garner Sutherland	21
2. Définition de l'ostéopathie	22
3. Les principes de base de l'ostéopathie	23
a. L'unité de corps	23
b. L'interdépendance structure-fonction	23
c. La règle de l'artère	24
d. L'autorégulation du corps	24
4. La lésion ostéopathique	24
a. Définition	24
b. Physiologie de la dysfonction ostéopathique	25
(1) Notion de barrière motrice physiologique et pathologique	25
(2) Rappels neuro-anatomiques	27
(3) Dysfonction ostéopathique et hyperactivité γ	30
c. Les différents types de dysfonctions	31
d. Conséquences	31
5. Différentes méthodes de diagnostic et de traitements ostéopathiques	31
II. L'ostéopathie crânio-sacrée et le Mouvement Respiratoire Primaire	33
1. Cas particulier de l'ostéopathie crânio-sacrée	33
2. Définition et bases du Mouvement Respiratoire Primaire	33
3. Concept de base	34
a. Généralités	34
b. Mouvements	35

4.	Composantes du MRP	38
a.	La mobilité inhérente du système nerveux central	39
b.	La fluctuation du liquide céphalo-rachidien.....	39
c.	La mobilité des membranes intra-crânienne et intra-spinales	40
d.	Les mouvements des os du crâne	42
(1)	Les sutures crâniennes.....	42
(2)	La synchondrose sphéno-basilaire (SSB).....	43
e.	Les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques	44
5.	Tests d'évaluation du MRP	47
a.	Perception du MRP par le manipulateur	47
(1)	Perception du MRP	47
(2)	Les trois plans	49
(3)	Test par projection mentale.....	50
b.	MRP normal	50
c.	MRP anormal	51
d.	Test de motilité et MRP	51
(1)	Motilité passive.....	51
(2)	Densité tissulaire.....	51
(3)	Still Point	51
e.	Méthodes de tests du MRP.....	52
6.	Dysfonctions et traitement du MRP.....	53
a.	Classification des lésions.....	53
b.	Techniques de traitement crânio-sacrée, normalisation du MRP	54
c.	Action sur la fluctuation du LCR pour ré-harmoniser le MRP	55
	Résumé :	56
	Partie 2	57
	Ostéopathie crânio-sacrée et mouvement respiratoire primaire :	57
	preuves scientifiques	57
I.	Méthodologie de recherche bibliographique	57
1.	Mots clefs et termes de recherche.....	57
2.	Critères d'inclusion des articles.....	57
3.	Critères d'exclusion des articles	58
4.	Construction de l'analyse d'articles	58
II.	Motilité inhérente du système nerveux central ou Impulsion Rythmique Centrale	59
1.	Hypothèse de départ.....	59

2.	Analyse des articles	59
3.	Discussion et conclusion.....	68
III.	Mobilité des os du crâne et sutures	70
1.	Hypothèse de départ.....	70
2.	Analyse des articles	70
a.	Fusion des sutures des os du crâne	70
b.	Forces externes et mobilité des os du crâne	71
c.	Forces internes et mobilité des os du crâne	71
d.	Études par imagerie	72
e.	Revue systématique.....	72
3.	Discussion et conclusion.....	76
IV.	Fluctuation du liquide céphalo-rachidien.....	78
1.	Hypothèse de départ.....	78
2.	Analyse des articles	78
a.	Ostéopathie Crânio-sacrée et LCR	79
b.	Physiologie du LCR	80
3.	Discussion et conclusion.....	84
V.	Membranes de tension réciproques.....	87
1.	Hypothèse de départ.....	87
2.	Analyse des articles	87
3.	Discussion et conclusion.....	90
VI.	Mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques	91
1.	Hypothèse de départ.....	91
2.	Analyse des articles	91
3.	Discussion et conclusion.....	94
VII.	Le diagnostic palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée	96
1.	Principe de base	96
2.	Analyse des articles	96
3.	Discussion et conclusion.....	101
VIII.	Efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée	103
1.	Principe de départ	103
2.	Analyse des articles	103
a.	Études chez l'Homme	104
b.	Études chez les animaux	108
3.	Discussion et conclusion.....	117

IX. Conclusion : preuves scientifiques sur l'ostéopathie crânio-sacrée et le Mouvement Respiratoire Primaire.....	118
Partie 3	123
Discussion : perspectives et avenir	123
I. Révisions conceptuelles et propositions alternatives.....	123
1. Des hypothèses alternatives au mécanisme du Mouvement Respiratoire.....	123
a. Le Mécanisme Respiratoire Secondaire : une alternative plus moderne au Mécanisme Respiratoire Primaire ?	123
b. Une autre explication : la vasomotion veineuse locale ?	124
2. Vers une réinterprétation scientifique de l'ostéopathie crânio-sacrée et du MRP à la lumière des connaissances actuelles	125
a. Mise en perspectives des principes ostéopathiques de Still.....	125
b. Proposition de modernisation des principes de Still.....	125
II. L'avenir de la recherche scientifique en ostéopathie crânio-sacrée	127
1. Recherche fondamentale : importance de l'exploration des bases anatomo-physiologiques	127
2. Recherche clinique : importance de l'évaluation de l'efficacité et de la fiabilité de l'ostéopathie crânio-sacrée	128
III. Enjeux pédagogiques et transmission	130
1. Maintien ou suppression de l'ostéopathie crânio-sacrée dans le cursus de formation ? .	130
2. Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé concernant l'Ostéopathie Cranio-sacrée	131
3. Pour une pédagogie critique, intégrative et pragmatique	132
Conclusion	135
Bibliographie	137
Annexes	153

Liste des annexes

Annexe 1 – Mots-clés utilisés pour la recherche bibliographique

153

Liste des figures

Figure 1 : notion de barrière motrice physiologique (valable pour chaque articulation dans les 3 plans de l'espace) (S. Sawaya, 2008)	26
Figure 2 : notion de barrière motrice pathologique et dysfonction ostéopathique (S. Sawaya, 2008).....	26
Figure 3 : Schéma d'un fuseau neuro-musculaire et son innervation (Fosse et Gimenez, 2008)	28
Figure 4 : schéma de la régulation du mécanisme neuro-musculaire (Fosse et Gimenez, 2008)	29
Figure 5 : Les os du crâne chez le cheval (S. Sawaya, 2020).....	36
Figure 6 : schéma de flexion du Mouvement Respiratoire Primaire chez le cheval au niveau du crâne, du sacrum et des membres (Evrard, 2002)	37
Figure 7 : schéma d'extension du Mouvement Respiratoire Primaire chez le cheval au niveau du crâne, du sacrum et des membres (Evrard, 2002)	38
Figure 8 : Les cloisons de la dure-mère crânienne après ablation du cerveau chez un cheval (Barone, 2004).....	41
Figure 9 : vue dorsale de la dure-mère et des racines du rachis (Evrard, 2002).....	41
Figure 10 : Coupe sagittale du sacrum au niveau du canal rachidien (Evrard, 2002)	42
Figure 11 : coupe sagittale d'une tête de cheval (Serge Sawaya).....	44
Figure 12 : Schéma des axes de mobilité du sacrum (Fosse et Gimenez, 2008)	45
Figure 13 : mécanisme de flexion-extension et lien entre le crâne et le sacrum (Evrard, 2002) ..	46
Figure 14: schématisation du ressenti du praticien à la manipulation du MRP sur les lombes d'un chien (Fosse, 1997)	48
Figure 15 : Palpation du MRP au niveau du sacrum chez le cheval (Evrard, 2002).....	48
Figure 16 : schématisation du ressenti du praticien à la manipulation du MRP sur les membres d'un chien (Fosse, 1997)	49
Figure 17 : schéma des trois couches du MRP et de leurs mouvements respectifs (Fosse, 1997)	50
Figure 18 : Technique de compression du 4ème ventricule sur un cheval (Evrard, 2002).....	55
Figure 19 : représentation graphique des fréquences quantifiées de l'impulsion rythmique crânienne (IRC) rapportées dans la littérature au cours des 45 dernières années (Nelson et al, 2006).....	63
Figure 20 : Palpation de l'impulsion rythmique crânienne (IRC) comparée à la débitmétrie Doppler laser (enregistrement de la vitesse du flux sanguin) de l'oscillation de Traube-Hering. A : Palpation de l'IRC (f : flexion, e : extension) et de l'onde THM (tracé oscillant) dans un rapport 1:2. B : Enregistrement de débitmétrie comprimé démontrant le rapport 1:2. (Nelson et al, 2006)	64

Liste des tableaux

Tableau I : Synthèse des articles portant sur la motilité inhérente du système nerveux central ou Impulsion Rythmique Centrale.....	65
Tableau II : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur l'existence d'une mobilité inhérente au système nerveux central en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.....	69
Tableau III : Synthèse des articles portant sur la mobilité des os du crâne et sutures	74
Tableau IV : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur la mobilité des os de la face et du crâne en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.....	77
Tableau V : Synthèse des articles portant sur la fluctuation du liquide céphalo-rachidien	83
Tableau VI : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur les fluctuations du liquide céphalo-rachidien en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.	86
Tableau VII : Synthèse des articles portant sur les membranes de tension réciproques	89
Tableau VIII : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur le système de membrane de tension réciproque (MTR) en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.....	91
Tableau IX : Synthèse des articles portant sur les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques	93
Tableau X : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur l'existence d'un mouvement involontaire du sacrum entre les iliaques induit par le MRP en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.....	95
Tableau XI : Synthèse des articles portant sur le diagnostic palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée	99
Tableau XII : résumé des valeurs des intervalles de confiance IRC (rouge : faible / jaune : modéré / vert : fiable).....	101
Tableau XIII : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur le diagnostic palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.....	102
Tableau XIV : Synthèse des essais randomisés tirés des études de Amendolara et al. (2024) et Cabellos-laïta et al, (2024).....	110
Tableau XV : Synthèse des méta-analyses portant sur l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez l'Homme	114
Tableau XVI : Synthèse des articles portant sur l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez le cheval	116

Tableau XVII : Étayage scientifique des hypothèses sur l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.	118
Tableau XVIII : Synthèse de l'ensemble de l'étude bibliographique	122
Tableau XIX : Tableau récapitulatif des mots clefs utilisés pour la recherche bibliographique	153

Liste des abréviations

CV-4 : Compression du quatrième ventricule

ECR : Essais cliniques randomisés

FNM : Fuseau neuro-musculaire

GRADEpro : *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation*

ICC : intervalle de confiance

IRC : Impulsion rythmique crânienne

IRM : Imagerie par résonnance magnétique

LCR : Liquide céphalo-rachidien

MRP : Mouvement Respiratoire Primaire

MRS : Mécanisme Respiratoire Secondaire

OCS : Ostéopathie crânio-sacrée

ORL : Oto-rhino-laryngologie

OSTMED : *Osteopathic Medicine Digital Library*

PEDro : *Physiotherapy Evidence Database*

SNM : Seuil nociceptif mécanique

SSB : Synchronose sphéno-basilaire

SSLMD : *Surface Scanning Laser Displacement Meter*

TDAH : troubles du spectre autistique

THM : Traube-Hering-Mayer

TIDier : *Template for Intervention Description and Replication*

INTRODUCTION

Depuis sa création par Andrew Taylor Still à la fin du XIX^e siècle, l'ostéopathie s'est progressivement diversifiée en de plusieurs approches visant la prise en charge globale du corps. Parmi elles, l'ostéopathie crânio-sacrée (OCS) occupe une place singulière et souvent controversée. Développée par William Garner Sutherland, élève de Still, cette approche repose sur l'idée que les structures du crâne, de la colonne vertébrale et du sacrum présentent une mobilité propre subtile, coordonnée par ce que Sutherland a nommé le Mouvement Respiratoire Primaire (MRP). Ce mouvement, perceptible à la palpation, serait le reflet d'une activité physiologique lié à la santé globale de l'organisme.

Depuis son émergence, le MRP suscite débats et interrogations. De nombreux praticiens rapportent une expérience clinique palpable où l'exploration et la modulation de ce mouvement participeraient à l'amélioration de l'état de santé de leurs patients. À l'inverse, une partie de la communauté scientifique émet des réserves, notamment quant à l'objectivation de ce phénomène et à son explication biologique. Ce différend entre pratique clinique et validation scientifique soulève de nombreuses questions.

Ces questionnements sont également d'actualité en médecine vétérinaire, où les médecines complémentaires connaissent depuis plusieurs années un essor notable. L'acupuncture, la phytothérapie, l'homéopathie et surtout l'ostéopathie sont de plus en plus intégrées dans les pratiques cliniques, répondant à la fois aux attentes des propriétaires mais aussi à l'intérêt croissant des praticiens pour une approche globale de la santé animale.

L'ostéopathie crânio-sacrée, en particulier, suscite un intérêt spécifique en médecine vétérinaire. Chez le cheval, elle est utilisée pour améliorer la locomotion, la récupération et la performance, et pour gérer certains troubles fonctionnels. Chez le chien, elle est décrite dans les affections locomotrices chroniques, les douleurs résiduelles post-chirurgicales, ou encore dans des troubles anxieux et comportementaux. Chez les animaux de rente, des applications émergent dans les domaines de la reproduction, du suivi post-partum ou encore du bien-être général. Ces utilisations soulèvent une question majeure : comment démontrer scientifiquement la validité et l'efficacité de ces pratiques, et en particulier du MRP qui en constitue un pilier conceptuel majeur ?

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette thèse, qui propose une analyse de l'ostéopathie crânio-sacrée et du MRP, à travers trois grands axes principaux. Nous commencerons par un retour sur les bases historiques, théoriques et anatomiques de l'approche de l'OCS, afin d'en comprendre ses fondements physiologiques présumés. Ensuite, nous effectuerons une revue des preuves scientifiques disponibles dans la littérature scientifique référencée concernant l'existence et la mesure du MRP, afin d'évaluer leur

pertinence et leurs limites dans la littérature scientifique référencée. Enfin, une réflexion sera menée sur les perspectives et l'avenir de l'ostéopathie crânio-sacrée, en particulier dans le champ vétérinaire.

En confrontant tradition, science et pratique vétérinaire, ce travail vise à clarifier le statut actuel du MRP et de préciser la place qu'occupe aujourd'hui l'ostéopathie crânio-sacrée et celle qu'elle pourrait avoir dans l'avenir.

PARTIE 1

L'OSTEOPATHIE CRANIO-SACREE : BASES HISTORIQUES, THEORIQUES ET ANATOMIQUES

Afin de mieux comprendre le contexte de l'ostéopathie crânio-sacrée, nous commencerons par présenter de façon résumée l'ostéopathie au sens général, et ses principes fondamentaux.

I. Définitions et bases de l'ostéopathie

1. Quelques données historiques

a. Andrew Taylor Still

Médecin et chercheur américain, Andrew Taylor Still (1828-1917) est considéré comme le fondateur de l'ostéopathie. Né en Virginie, il grandit dans le Missouri où il étudie la médecine de manière autodidacte, sous l'influence de son père, lui aussi médecin et pasteur méthodiste. A.T. Still exerce pendant quelques années la médecine traditionnelle avant de commencer à douter de l'efficacité de cette médecine allopathique lorsqu'il perd trois de ses enfants au cours d'une épidémie de méningite en 1864. Durant 10 ans, il approfondit ses connaissances de l'anatomie humaine sous un angle biomécanique et physiologique ce qui lui permet de formuler les bases de l'ostéopathie, sous forme de 4 grands principes que nous décrirons dans une prochaine partie. En 1892, il fonde la première école d'ostéopathie, l'*American School of Osteopathy*, dans le Missouri. Son travail a posé les bases de la discipline et continue d'influencer les pratiques de médecine manuelle à ce jour (Le Corre & Toffaloni, 1996).

b. William Garner Sutherland

Le concept d'ostéopathie crânienne est développé par William Garner Sutherland (1873 – 1954), ostéopathe américain né dans le Wisconsin et diplômé de l'*American School of Osteopathy* en 1898. Intrigué par l'anatomie du crâne et plus précisément des sutures des os crâniens, il a l'intuition qu'elles sont conçues pour permettre un certain mouvement. En 1939, il élabore le concept du Mécanisme Respiratoire Primaire (MRP) qu'il décrit comme le mouvement involontaire et subtil du crâne en lien avec le sacrum et dépendant de la

fluctuation du liquide céphalo-rachidien. Ceci donne naissance à l'ostéopathie crânienne ou crânio-sacrée, discipline toujours très controversée au sein de la communauté ostéopathique. W.G. Sutherland consacre la fin de sa vie à l'enseignement et au perfectionnement de ses techniques et ces dernières influencent aussi encore grandement l'ostéopathie moderne. Il inspire notamment Harold Magoun qui publie en 1951 *Osteopathy in the Cranial Field*, ouvrage de référence sur les techniques crâniennes. (Le Corre & Toffaloni, 1996)

2. Définition de l'ostéopathie

Au sens propre du terme, Andrew Taylor Still est le premier à avoir donné une définition de l'ostéopathie comme étant l'association de « *OSTEON* » (l'os), point de départ de la lésion et « *PATHOS* » (souffrance). (Le Corre & Toffaloni, 1996)

Cependant, avec l'évolution de cette discipline, de nombreuses autres définitions seront proposées :

- Par R. Becker (1910-1996) : « Les techniques ostéopathiques d'équilibre et d'échanges réciproques sont une utilisation directe des énergies et des ressources physiologiques du malade, comme moyens de diagnostic et de traitement, par l'interprétation du mouvement de la vie dans la relation espace-temps ; elles incluent les échanges entre les liquides, les mouvements cellulaires des tissus mous et la mobilité articulaire des éléments osseux. »
- Par Lacrambe (milieu XXème siècle) : « La médecine manuelle est, avant tout, une médecine de rééquilibration, une médecine de l'homme entier qui, partant d'un déséquilibre articulaire localisé, a pour but de rechercher plus loin, pour aboutir à une rééquilibration générale de tout l'organisme, véritable prophylaxie de la maladie sous tous ses aspects. »
- Par J.P Barral (né en 1944) : « L'ostéopathie pourrait se caractériser par une étude manuelle de la mobilité et de la motilité du corps humain pour en diagnostiquer les perturbations et en réaliser les ajustements nécessaires. »

D'un point de vue plus moderne, l'Ordre national Vétérinaire ainsi que les praticiens de la médecine humaine s'accordent sur la définition proposée par la Convention Européenne d'Ostéopathie à Bruxelles en 1987 :

« La médecine ostéopathique est une science, un art et une philosophie des soins de santé, étayée par des connaissances scientifiques en évolution. Sa philosophie englobe le concept de l'unité de la structure de l'organisme vivant et de ses fonctions. Sa spécificité consiste à utiliser un mode thérapeutique qui vise à ré-harmoniser les rapports de mobilité et de

fluctuation des structures anatomiques. Son art consiste en l'application de ses concepts à la pratique médicale dans toutes ses branches et spécialités. Sa science comprend notamment les connaissances comportementales, chimiques, physiques et biologiques relatives au rétablissement et à la préservation de la santé, ainsi qu'à la prévention de la maladie et au soulagement du malade (...) » (Lizon, 1988)

Alors que l'ostéopathie, selon Still, repose sur le lien entre structure et souffrance, on remarque qu'au fil du temps, elle s'est enrichie pour devenir une approche globale visant le rééquilibrage du corps par des techniques manuelles. Aujourd'hui, elle est reconnue comme une science et un art thérapeutique favorisant la mobilité et la prévention des déséquilibres.

3. Les principes de base de l'ostéopathie

Les principes de Still constituent la base du diagnostic et du traitement ostéopathique, en affirmant que **le corps fonctionne comme un tout harmonieux**, où la **structure et la fonction sont intimement liées**, la **circulation est essentielle**, et **l'organisme possède une capacité d'auto-guérison** dès lors que les entraves à son bon fonctionnement sont levées. P. Evrard (2005) intitule l'état d'équilibre à atteindre « l'homéostasie corporelle », soit la capacité de l'organisme à maintenir un équilibre interne stable, malgré les variations de l'environnement externe. Nous allons décrire ces différents concepts.

a. L'unité de corps

« L'être humain est une unité où la structure, le fonctionnement, le cerveau et l'esprit sont mutuellement et réciproquement interdépendants »

Still décrit le corps comme une unité fonctionnelle, indivisible où toutes les structures et fonctions sont interconnectées. Les systèmes squelettiques, musculaires, nerveux, circulatoire et viscéral ne fonctionnent pas indépendamment mais forment un tout cohérent. Lorsque l'un de ces systèmes ou lorsqu'une fonction est lésée, les autres systèmes ou fonctions de l'organisme sont modifiés de manière compensatoire. Ainsi une dysfonction temporo-mandibulaire peut se répercuter sur le bassin ou les hanches. (Le Corre & Toffaloni, 1996)

b. L'interdépendance structure-fonction

« Le caractère intact d'une structure est primordial pour son bon fonctionnement. La structure va déterminer la fonction. (...) Le bon fonctionnement, la bonne utilisation est primordiale pour la conservation originelle de la structure. »

La structure du corps influence son fonctionnement, et inversement. Une altération mécanique comme une restriction de la mobilité d'une articulation, peut provoquer des

troubles fonctionnels (douleur, gêne, mauvaise circulation sanguine et lymphatique...). Corriger les déséquilibres structurels permet de retrouver la fonction et permet au corps de retrouver son « homéostasie corporelle ». (Evrard, 2005)

c. La règle de l'artère

D'après Still, « la règle de l'artère est absolue, universelle, et celle-ci doit être libre sous peine de maladie. J'ai proclamé à cette époque que tous les nerfs dépendaient totalement du système artériel pour leur qualités, telles que la sensation, la nutrition et le mouvement (...) »

Une restriction de mobilité ou une tension peut entraver la circulation sanguine et empêcher l'apport d'oxygène et de nutriments nécessaires aux tissus. Le rôle de l'ostéopathie vise donc à libérer les zones de restriction pour favoriser une irrigation optimale. (Still, 1908)

d. L'autorégulation du corps

Le Corre & Toffaloni (1996) indiquent que « le corps humain, à travers un système d'équilibre complexe tend à s'autoréguler et à s'auto-traiter en face des maladies. »

Ainsi, selon les auteurs, restaurer la mobilité aux différents segments affectés permettrait de mettre le corps dans sa situation optimale pour initier les mécanismes d'auto-défense, d'autorégulation et d'autocorrection du corps. Ce dernier posséderait donc la capacité de surmonter l'affection tant que la relation structure-fonction est préservée.

4. La lésion ostéopathique

a. Définition

Le Dictionnaire Encyclopédique Illustré (1998) définit le terme par :

« Altération des caractères anatomiques et histologiques d'un tissu sous l'influence d'une cause accidentelle ou morbide (traumatisme, action d'un parasite, fonctionnement défectueux d'un organe, etc...). L'étude des lésions constitue l'anatomie pathologique. » (*Dictionnaire Encyclopédique Illustré*, Hachette 1998, 1999p)

Cette définition insiste sur l'altération de la structure comme origine du problème. Un grand nombre d'ostéopathes utilisent ce terme de « lésion ostéopathique » mais la plupart lui préfère le terme de « dysfonction ostéopathique », définit par A.T. Still comme :

« (...) une restriction de mobilité partielle ou totale, à même de conditionner la vascularisation et de perturber l'action des neurones. ». Ce terme de « dysfonction » insiste plus précisément sur le fait que l'ostéopathie cible les organes dont l'altération n'a pas

encore atteint, ou est sur le point d'atteindre, un stade de lésion structurelle et histologique. Cependant, cette altération suffit à provoquer des dysfonctionnements de l'organe touché, avec des répercussions possibles sur d'autres parties du corps, voire sur l'ensemble de l'organisme. (Fosse & Gimenez, 2008)

b. Physiologie de la dysfonction ostéopathique

(1) Notion de barrière motrice physiologique et pathologique

Chaque articulation possède, dans chaque plan de l'espace, une zone d'amplitude articulaire physiologique comprise dans les limites de la barrière anatomique (Figure 1). Cette barrière est délimitée par les butées osseuses et par la limite maximale d'élasticité des muscles et des structures articulaires. Il est important de prendre en compte que l'amplitude des mouvements actifs est généralement plus restreinte que celle des mouvements passifs. Au-delà de la barrière anatomique se trouve la zone pathologique où l'intégrité de l'articulation ne pourra plus être conservée (rupture ligamentaire, luxation, rupture musculaire, fracture...).

Il faut noter ici que ce degré de mobilité, dans chaque plan de l'espace, peut être minime (quelques degrés), voire infime (micro-mobilité). Ces degrés de mobilités minime ou infime sont tout aussi importants à considérer dans l'approche ostéopathique, que les mouvements « macroscopiques » de grande amplitude.

La barrière motrice pathologique désigne la diminution de l'amplitude articulaire en dessous des limites de la barrière motrice physiologique (Figure 2). Dans le cas de la dysfonction ostéopathique, cela va se traduire par une restriction de la mobilité dans un ou plusieurs plans de l'espace, le mouvement étant limité d'un côté par cette barrière motrice. Ceci entraîne des tensions dans les tissus environnants (capsules articulaires, ligaments, muscles, tendons, fascias).

Cette barrière motrice pathologique peut être mise en évidence avec des tests articulaires et peut être corrigée par des manipulations appropriées. (Dagain, 2006; Evrard, 2005; Fosse & Gimenez, 2008)

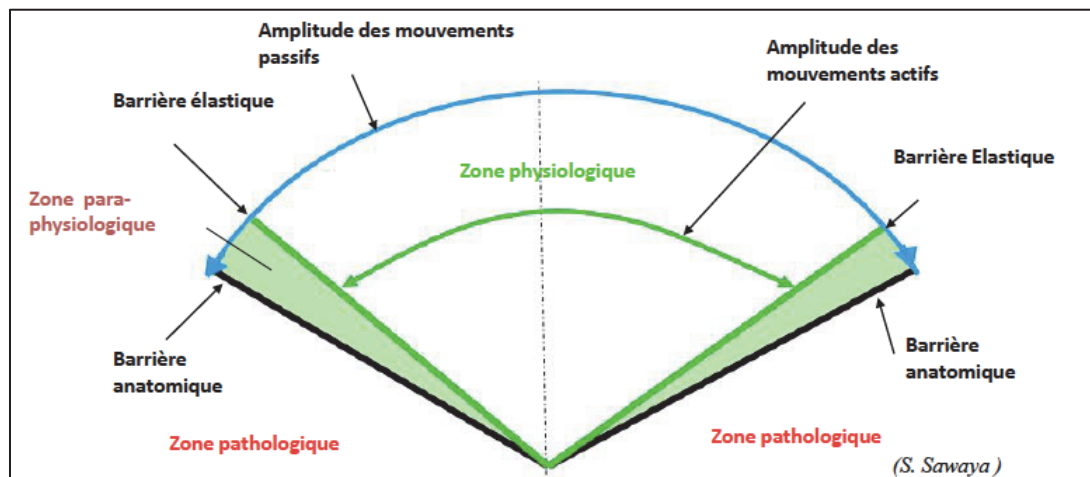


Figure 1 : notion de barrière motrice physiologique (valable pour chaque articulation dans les 3 plans de l'espace) (S. Sawaya, 2008)

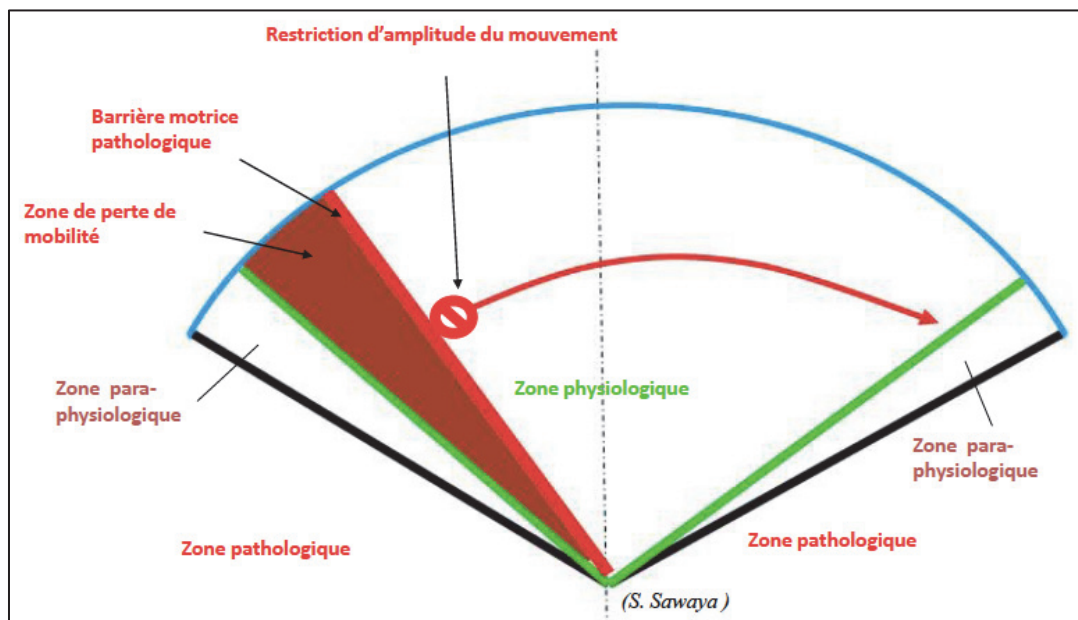


Figure 2 : notion de barrière motrice pathologique et dysfonction ostéopathique (S. Sawaya, 2008)

Ce modèle décrivant la restriction de mobilité articulaire peut être transposé pour définir les restrictions de mobilité fasciales d'une part, et pour caractériser une restriction viscérale d'autre part.

(2) Rappels neuro-anatomiques

Les propriocepteurs et les centres médullaires sont le point de départ de la dysfonction ostéopathique.

Les propriocepteurs jouent un rôle essentiel dans la régulation du mouvement et du tonus musculaire. Ce sont des récepteurs sensitifs qui transmettent des informations au système nerveux central concernant les modifications physiques du système musculo-squelettique. Ils permettent d'évaluer la position d'une articulation et d'adapter ses mouvements en conséquence. En cas de dysfonction ostéopathique, ces récepteurs sont constamment excités, ce qui entraîne des influx permanents non adaptatifs.

Différents types de récepteurs sont mis en jeu :

- Propriocepteurs situés dans les capsules et les ligaments articulaires : (avec un seuil d'activation élevé, comme les corpuscules de Golgi, ou plus bas, comme les corpuscules de Pacini et de Ruffini). Ils sont sensibles aux mouvements rapides, aux vibrations et à la pression. Stimulés, ils produisent une inhibition des motoneurones α et γ , jouant ainsi un rôle protecteur pour les articulations.
- Propriocepteurs tendineux (organes tendineux de Golgi) : Situés au niveau des jonctions musculo-tendineuses et musculo-aponévrotiques, ils sont sensibles aux variations de force et de tension appliquées par la contraction des muscles et présentent une sensibilité dynamique très développée. Ils sont associés aux fibres Ib, à conduction rapide. Lorsqu'ils sont stimulés, ils inhibent les motoneurones α par l'intermédiaire des interneurones, réduisant ainsi la contraction musculaire pour protéger le muscle d'une tension excessive.
- Propriocepteurs des fuseaux neuro-musculaires (FNM), appelés encore récepteurs annulo-spiralés (Figure 3) : Un FNM est composé d'un groupe de fibre musculaires spécialisées qui détectent les changements de longueur du muscle. Elles sont contenues dans une enveloppe conjonctive et le nombre de fibre est proportionnel au degré de spécialisation du muscle. Le fuseau neuro-musculaire contient deux types supplémentaires de fibres afférentes :
 - Fibres Ia : elles s'entourent autour de la plaque équatoriale et qui se terminent au niveau des motoneurones α (au niveau de la corne ventrale de la moelle épinière). Elles sont de gros diamètre, myélinisées et à conduction

très rapide (70 à 120m/s). Elles exercent une action excitatrice sur les motoneurones α , entraînant une contraction musculaire.

- Fibres II : elles prennent naissance en bouquet dans les parties polaires de la fibre intrafusale. Elles ont une action activatrice sur les muscles agonistes et inhibitrices sur les muscles antagonistes. Elles sont de plus petit diamètre et à conduction plus lente (30-70m/s).

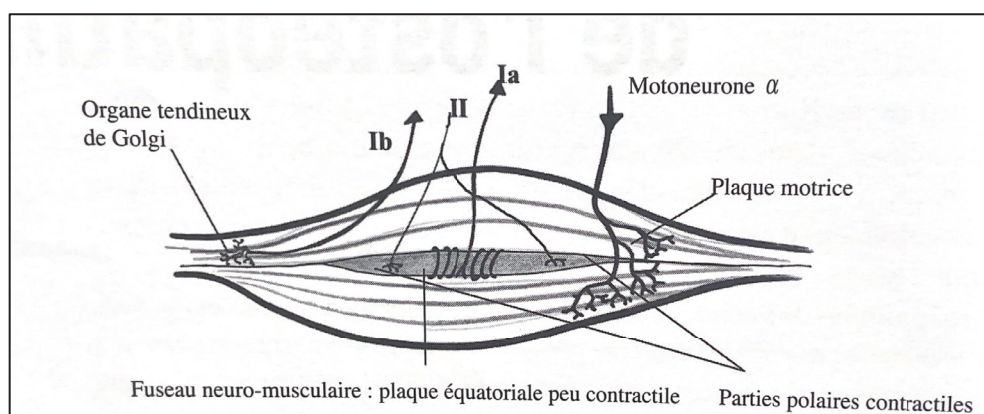


Figure 3 : Schéma d'un fuseau neuro-musculaire et son innervation (Fosse et Gimenez, 2008)

L'ajustement du tonus musculaire se fait par l'intermédiaire du motoneurone γ , qui est sous le contrôle des centres nerveux supérieurs. Ces derniers traitent les informations provenant des récepteurs périphériques, tels que ceux de Ruffini, Golgi et Pacini, situés dans les capsules articulaires et les ligaments péri-articulaires. Lorsque le motoneurone γ est activé, il provoque une contraction des parties polaires du FNM, ce qui met en tension la plaque équatoriale. Cela entraîne l'activation des fibres Ia, qui excitent à leur tour les motoneurones α , induisant ainsi une contraction musculaire.

La régulation du mécanisme neuromusculaire peut être décrite ainsi (Figure 4) :

- Lors de l'étirement musculaire : Lorsqu'un muscle est étiré, la stimulation des FNM entraîne une augmentation de la décharge des fibres Ia et II, proportionnelle à l'étirement. Ces fibres exercent une action excitatrice sur les motoneurones α , provoquant la contraction musculaire. De plus, les fibres Ia et II envoient des collatérales inhibitrices sur les motoneurones α des muscles antagonistes, assurant ainsi la coordination entre les agonistes et antagonistes.
- Lors du raccourcissement musculaire : Lorsque le muscle se raccourcit, la décharge afférente des FNM diminue, ce qui réduit l'excitation des motoneurones α et favorise la relaxation musculaire. Ce mécanisme permet l'élongation du muscle tout en régulant le tonus musculaire.

Lorsqu'un muscle subit un étirement excessif, les organes tendineux de Golgi sont activés. Ces récepteurs sont sensibles à des tensions plus importantes que celles détectées par les FNM. L'activation des fibres Ib des organes tendineux de Golgi entraîne une action inhibitrice sur les motoneurones α , ce qui empêche la contraction musculaire. Ce mécanisme de protection vise à limiter l'intensité de la contraction lorsque le muscle est soumis à une tension excessive. (Dagain, 2006; Evrard, 2005; Fosse & Gimenez, 2008)

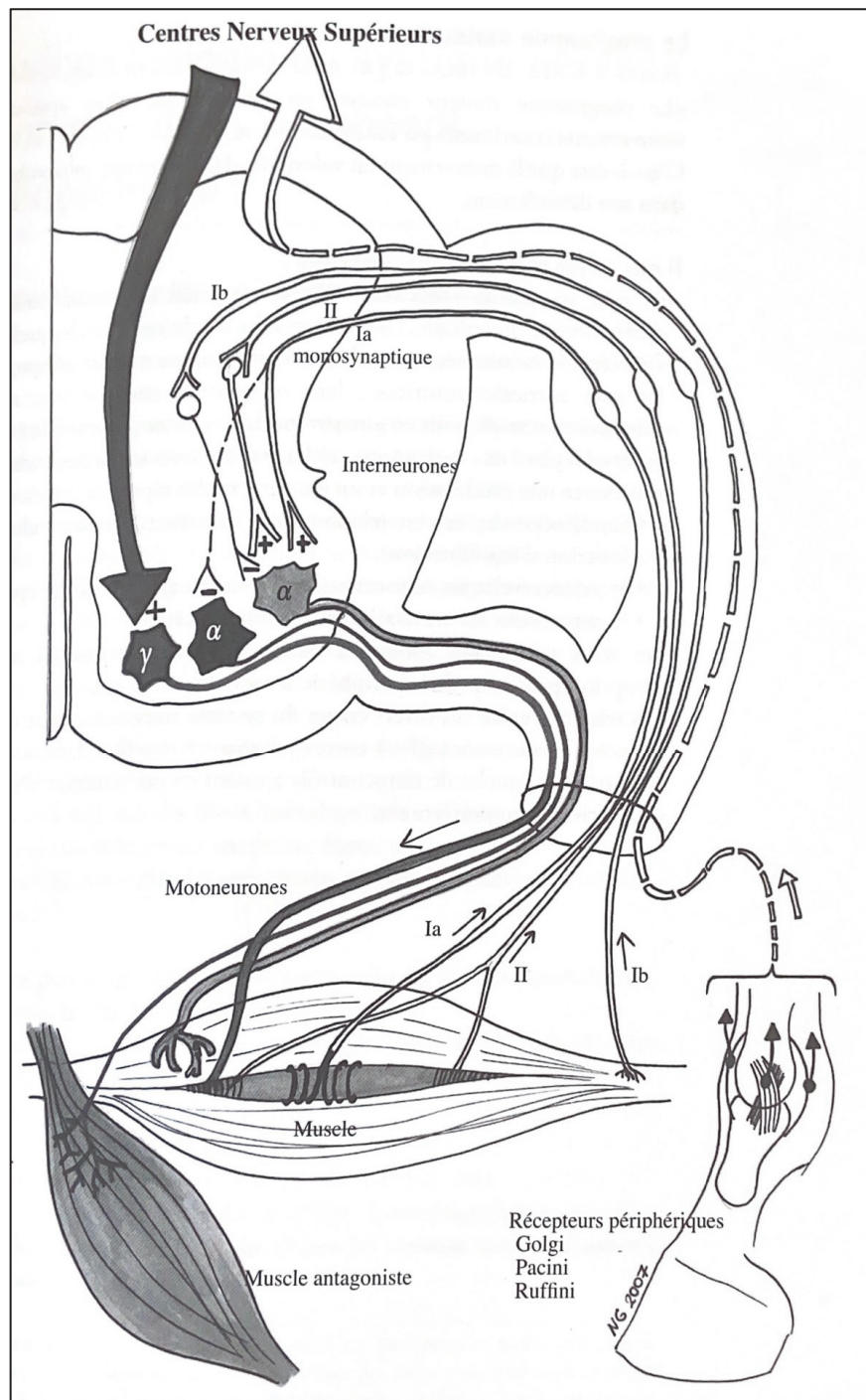


Figure 4 : schéma de la régulation du mécanisme neuro-musculaire (Fosse et Gimenez, 2008)

(3) Dysfonction ostéopathique et hyperactivité γ

La compréhension de ce mécanisme de régulation neuro-musculaire permet de mettre en place les hypothèses de la mise en place d'une dysfonction ostéopathique. Selon les travaux de Irwin Korr (1993), la dysfonction ostéopathique se manifeste par une activité γ accrue. Cela entraîne un raccourcissement maintenu des fuseaux neuro-musculaires, qui déchargent de manière continue, exacerbant l'activité des motoneurones α . Le tonus musculaire augmente et les fibres musculaires restent contractées.

On peut ainsi utiliser le terme de "segment facilité" pour décrire un segment médullaire, contrôlant une articulation affectée, qui devient hyper-réactif, avec un seuil d'excitation beaucoup plus bas que celui des segments voisins.

Ce phénomène de « facilitation » entraîne une « désynchronisation » complexe entre les fibres sensibles et motrices et ne répond plus au principe du réflexe myotatique selon lequel la contraction d'un muscle antagoniste entraîne une décontraction de l'agoniste, d'où un état de contracture maintenue (Sawaya, 2008).

Tout influx supplémentaire peut provoquer une décharge des neurones efférents facilités. Si le bombardement afférent est intense et prolongé, les neurones facilités et les structures qu'ils innervent peuvent être maintenus dans un état d'hyperactivité de manière continue. Cette facilitation peut s'étendre à tous les neurones du segment médullaire responsable de l'innervation de l'articulation en lésion, impliquant non seulement les structures ostéo-articulaires et musculo-tendineuses, mais aussi les zones cutanées et viscérales du métamère affecté. Ainsi, même une stimulation légère peut provoquer une réponse, telle qu'une douleur ou une réaction des tissus innervés. Cette hyperactivité γ peut résulter d'une contraction excessive commandée par le système nerveux central, ou d'un raccourcissement brusque des muscles dû à une réaction réflexe en réponse à un traumatisme, un choc, ou un étirement trop intense.

Les faisceaux musculaires profonds (musculatures juxta-vertébrale et juxta-articulaire), intervenant dans les réajustements posturaux permanents, et riches en unités motrices lentes à métabolisme aérobie, sont particulièrement sensibles à l'ischémie provoquée par ces contractures musculaires et se spasment rapidement, contribuant à entretenir le cercle vicieux « contracture-spasme-douleur » (Sawaya, 2008).

c. Les différents types de dysfonctions

On peut définir deux types de dysfonctions ostéopathiques (Fosse & Gimenez, 2008) :

- Les **dysfonctions primaires** : liées à un traumatisme, une contracture musculaire, un effort violent, mais qui peuvent également se déclarer dans le cadre de micro-traumatismes répétés (structures musculo-tendineuses lors de répétitions de séances de sauts, étirements des muscles ilio-psoas dans les changements de directions brusques et répétés, microtraumatismes de la selle chez le cheval). Elles sont généralement d'apparition aiguë et douloureuses.
- Les **dysfonctions secondaires** : elles peuvent avoir comme origine une adaptation à une dysfonction à distance (par exemple : suite lésionnelle ascendante lors d'une dorsalgie associée à une boiterie postérieure), une anomalie de posture (défaut d'aplomb, mauvaise attitude du cavalier chez le cheval), ou un processus viscéro-somatique. Par exemple, lorsqu'une structure viscérale présente un dysfonctionnement fonctionnel, elle génère un afflux d'influx nerveux vers la corne dorsale de la moelle épinière, ce qui provoque une hypertonie prolongée des muscles para-vertébraux et, par conséquent, une tension accrue au niveau de la structure vertébrale. Elles sont généralement d'apparition progressive et de douleur insidieuse.

d. Conséquences

Les conséquences de ces lésions ostéopathiques peuvent être de deux genres (Lizon, 1988) :

- Dans le temps : immédiates ou retardées.
- Dans l'espace : dépendant du lieu du blocage et de son intensité.

5. Différentes méthodes de diagnostic et de traitements ostéopathiques

De façon très simplifiée, l'ostéopathie fait appel à deux grands groupes de méthodes de diagnostic et de correction des dysfonctions rencontrées :

- (a) **Les techniques mécanistes** (« structurelles » ou « manipulatives ») font appel à des gestes palpatoires et des tests articulaires précis de grande et de faible amplitude, selon tous les degrés de liberté d'une articulation (y compris les mouvements de glissements). Les techniques de traitements comprennent des manipulations à bras de levier court ou long, comportant des manœuvres directes de type « thrust » de façon à inverser les paramètres de la dysfonction, ou à des

manœuvres plus progressives, directes ou indirectes, travaillant sur le rééquilibrage des tensions myofasciales de type « énergie musculaire » ou apparentées (Sawaya, 2008).

Le développement de ces techniques sort du cadre de notre étude. Nous ne ferons ici que préciser :

- Qu'il existe une base importante de recherches scientifiques sur les techniques manipulatives ostéopathiques (le mot clé « *manipulative osteopathic treatment* » aboutit à 233 publications recensées dans PubMed, 3380 dans Scopus/Sciendirect, et 76 dans *Web of Science*) ;
- Qu'elles se basent sur des mécanismes physiologiques et biologiques reconnus et identifiés : mises en jeux des réflexes myotatiques et myotatique inversés, activation des mécanismes du *gate-control*, libération d'endorphines, de médiateurs de l'inflammation, neuro-modulation du système nerveux autonome...)(Cerritelli et al., 2025; Dal Farra et al., 2024) ;
- Que leur efficacité est démontrée dans certaines conditions, surtout dans l'appareil musculo-squelettique, mais la recherche continue afin de mieux standardiser les méthodes et mieux comprendre les mécanismes cliniques.

- (b) **Les techniques se fondant sur la perception et la ré-harmonisation du mécanisme respiratoire primaire (MRP)** à la base du concept de l'ostéopathie crânienne et crânio-sacrée qui est le principal objet de cette thèse et qui sera développée par la suite.

II. L'ostéopathie crânio-sacrée et le Mouvement Respiratoire Primaire

1. Cas particulier de l'ostéopathie crânio-sacrée

Développée à la suite des recherches de William Garner Sutherland, l'ostéopathie crânio-sacrée ou thérapie crânio-sacrée s'intéresse « aux relations entre membranes méningées de la tête au sacrum » (Langen & Schulte Wien, 2005) et se fonde sur l'axe crânio-sacré comprenant le crâne, la colonne vertébrale et le sacrum. Bien qu'elle s'inscrive dans la continuité des principes établis par A.T. Still et reprenne les concepts fondamentaux de l'ostéopathie décrits dans la première partie de ce chapitre, son originalité réside dans la reconnaissance, la perception et la ré-harmonisation d'un 3^{ème} rythme physiologique, le Mouvement Respiratoire Primaire ou MRP, distinct du rythme cardiaque ou de la respiration. C'est ce dernier concept qui demeure très controversé au sein de la communauté scientifique.

Magoun (2000) décrit que ce concept nécessite « une connaissance détaillée de l'ostéologie et de l'arthrologie du crâne, de la morphologie générale du système nerveux central, de la structure et du fonctionnement des méninges » et de « la physiologie du liquide céphalo-rachidien ».

Remarque : Les termes d'"ostéopathie fluidique", "ostéopathie tissulaire", "ostéopathie fasciale" et "ostéopathie énergétique" désignent des variantes méthodologiques ayant chacune sa focale particulière. Elles relèvent toutes de la même approche thérapeutique fondamentale que l'ostéopathie crânio-sacrée, structurée autour du concept du mécanisme respiratoire primaire (MRP) défini par Sutherland. De ce fait, nous ne reviendrons plus par la suite sur ces dénominations ; le terme « ostéopathie crânio-sacrée » (OCS) sera utilisé exclusivement pour regrouper l'ensemble de ces pratiques dans la suite de l'étude.

2. Définition et bases du Mouvement Respiratoire Primaire

W. G. Sutherland décrit le Mouvement Respiratoire Primaire (MRP), comme un mécanisme physiologique qui agit sur l'ensemble du corps à partir du rythme propre du cerveau. Ce mécanisme trouve son origine dans la fluctuation du liquide céphalo-rachidien (LCR), laquelle est ensuite transmise aux os articulés du crâne, ces derniers étant limités dans leur mobilité par les tensions des membranes méningées. La dure-mère rachidienne transmet ensuite ces fluctuations jusqu'au sacrum, assurant une continuité dans ce mouvement rythmique à travers le système crânio-sacré.

Démence et controversée, W.G. Sutherland présente quelques arguments pour appuyer sa théorie (Le Corre & Toffaloni, 1996) :

- L'incompressibilité du LCR, qui permet la transmission des variations de volume et de pression de la masse cérébrale à la structure osseuse qui l'abrite, justifiant ainsi la nécessité d'une certaine mobilité crânienne ;
- L'observation d'un mouvement rythmique lent au niveau de la masse cérébrale, distinct des battements cardiaques et de la respiration pulmonaire qui semblerait refléter un rythme propre au cerveau et au système nerveux central ;
- La mise en évidence de la fluctuation du LCR par des mesures manométrique effectuées lors de ponctions lombaires.

Sutherland souligne que ce rythme pourrait être perceptible par la plupart des praticiens entraînés à la palpation douce du crâne, ainsi qu'à distance du crâne sur l'ensemble du corps. Il a également observé que ce rythme, oscillant entre 8 et 14 cycles par minute (chez l'Homme), pouvait varier d'une personne à l'autre, mais aussi chez un même individu en fonction de son état de santé. (Le Corre & Toffaloni, 1996)

3. Concept de base

a. Généralités

Il est intéressant de revenir à la définition même des termes employés. Magoun définit le concept de Mécanisme Respiratoire Primaire selon le *Stedman's Medical Dictionary* :

- Mécanisme : un arrangement ou assemblage d'éléments de tous ce qui a une action déterminée.

En effet, il met en relation les os du crâne, les os de la colonne vertébrale et du bassin, connectés par les membranes interspinales et reliés aux membres par les muscles et les fascias. L'élément clé de ce mécanisme est le liquide céphalo-rachidien et ses fluctuations.

- Respiratoire : ce terme fait référence à la notion de respiration au sens large, qui inclut un processus métabolique fondamental permettant l'élimination des déchets et la formation de nouvelle matière au niveau cellulaire. Le métabolisme, c'est-à-dire l'ensemble des réactions chimiques assurant la nutrition et la régénération des tissus, comprend deux phases complémentaires : l'anabolisme (construction et réparation) et le catabolisme (dégradation et élimination).

Sutherland a assimilé le cycle du MRP à ces deux phases métaboliques, où la phase d'inspiration (« inspir ») correspond à une phase de flexion et d'anabolisme, et la phase d'expiration (« expir ») à une phase d'extension et de catabolisme

- Primaire : signifie que ce mouvement respiratoire est le premier ou principal, indépendant de la respiration pulmonaire volontaire, reflétant une motilité inhérente et involontaire au niveau du système nerveux central et des tissus associés

Le MRP selon Sutherland est un phénomène rythmique fondamental, interne et spontané, lié à la motilité propre du cerveau, à la fluctuation du LCR et à la mobilité crânio-sacrée. Ce mouvement est en rapport avec une fonction vitale profonde (métabolisme respiratoire des tissus) au-delà des mouvements respiratoires classiques.

(Bel, 2014; Evrard, 2002; Magoun, 2000)

b. Mouvements

Dans le crâne, l'articulation sphéno-basilaire ou sphéno-occipitale (entre la partie basilaire de l'os occipital et le composant basi-sphénoïde de l'os sphénoïde) est considérée comme une articulation clé en ostéopathie crânienne. Ces deux os sont des vertèbres primitives annexées au crâne au cours du développement fœtal. De ce fait, par analogie avec les articulations inter-vertébrales, la jonction occipitale est souvent qualifiée à tort de « symphyse » par les ostéopathes humains, alors que histo-anatomiquement c'est une synchondrose qui a tendance à s'ossifier et se souder avec l'âge.

Au cours d'un cycle du MRP :

- Les os impairs (Ethmoïde, sphénoïde, occipital, sacrum), réalisent des mouvements de flexion et d'extension.
- Les os pairs du crâne (os frontaux, pariétaux, temporaux, et les de la face) décrivent simultanément des mouvements synchrones de rotation externe et interne. Ceci est également le cas des os pairs des membres thoraciques et pelviens.

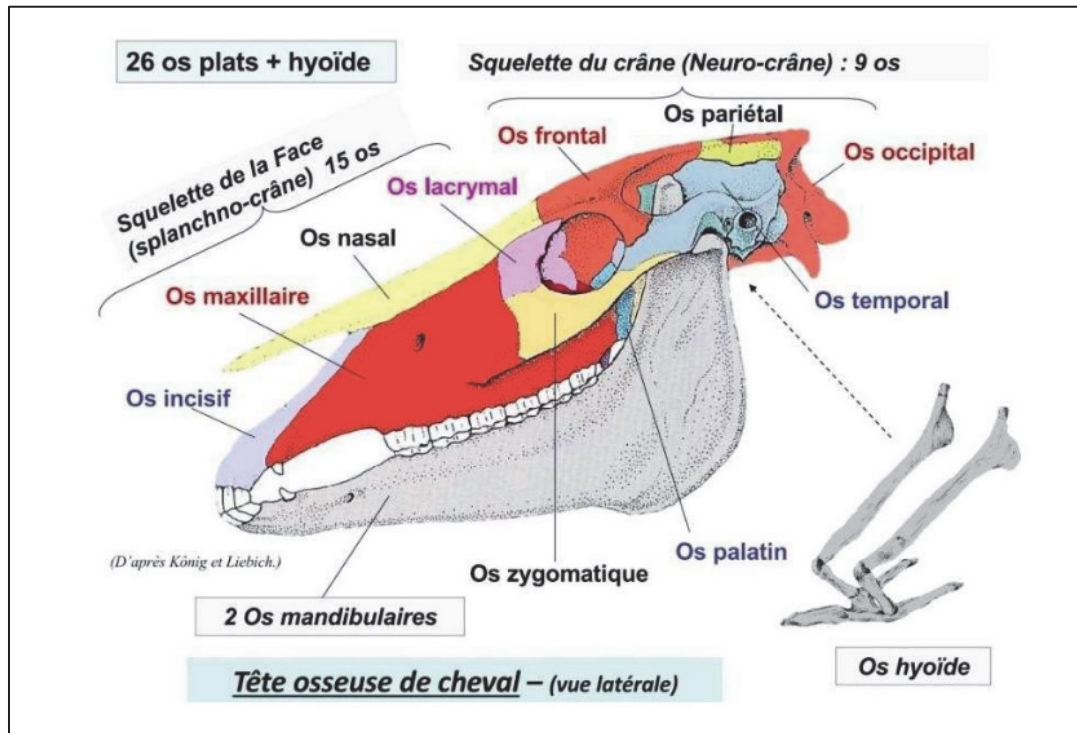


Figure 5 : Les os du crâne chez le cheval (S. Sawaya, 2020)

Il est important de rappeler ici, que les mouvements décrits ici entre les os du crâne sont évidemment infimes, voire d'ordre microscopique

1. **Lors de la phase d'INSPIR crânienne ou de flexion (flux)** (Figure 6) : La jonction sphéno-occipitale réalise un mouvement de flexion (comparable à une flexion vertébrale). Ceci entraîne un écartement des os pariétaux et une rotation externe des os temporaux (écaille du temporal, dont le mouvement est comparé à ceux des ouïes d'un poisson). Ceci a tendance à abaisser la voûte crânienne dans le plan médian. Le volume intra-crânien augmente en largeur. Parallèlement à cela, via la traction par l'intermédiaire de la dure-mère, le sacrum réalise un mouvement de flexion vertébrale (« se verticalise » : sa base décrit un mouvement dorsal tandis que son apex se dirige ventralement). Au niveau des membres, les os pairs réalisent une rotation externe.

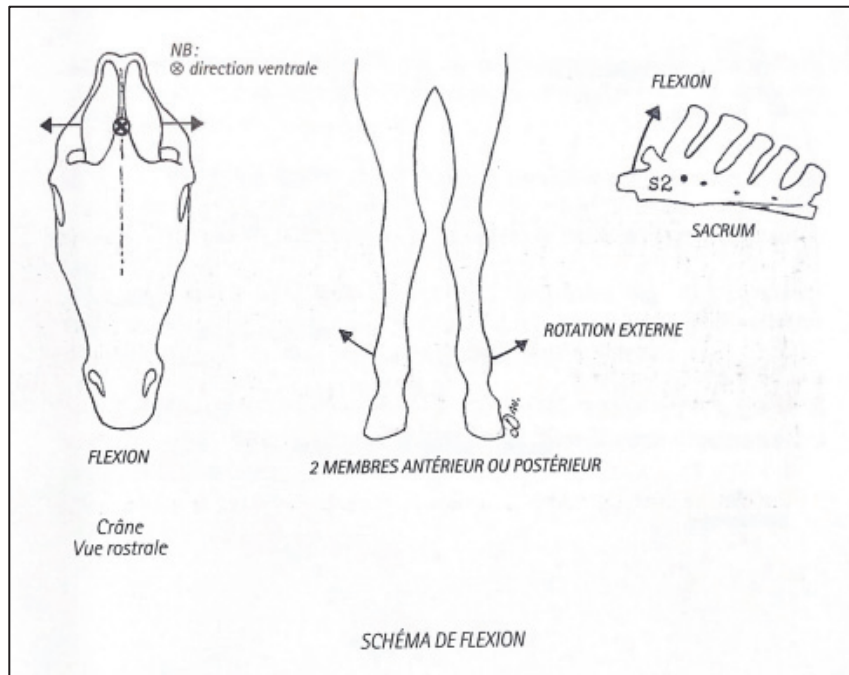


Figure 6 : schéma de flexion du Mouvement Respiratoire Primaire chez le cheval au niveau du crâne, du sacrum et des membres (Evrard, 2002)

2. **Lors de la phase d'EXPIR crânienne ou d'extension (reflux)** (Figure 7). La synchodrose sphéno-occipitale décrit une extension. Les os pariétaux se rapprochent du plan médian et les os temporaux décrivent une rotation interne. Ceci se traduit par relèvement de la suture sagittale : le crâne « s'allonge » dans le sens rostro-caudal, et se « rétracte » dans le sens latéro-latéral. Le sacrum, bascule dans le sens opposé, en « extension » (base en direction ventrale, apex en direction dorsale). Les segments pairs des membres décrivent une rotation interne.

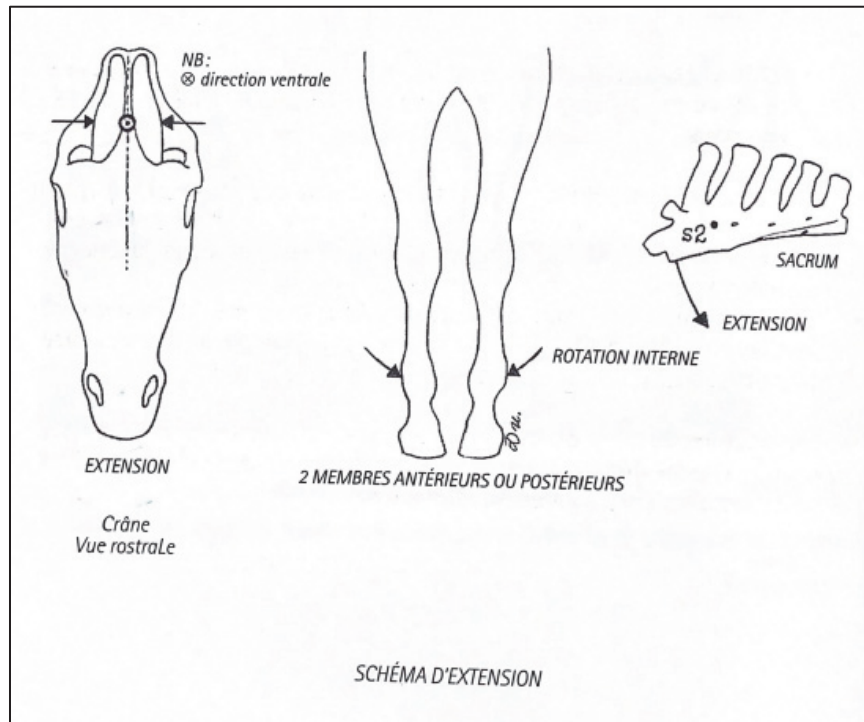


Figure 7 : schéma d'extension du Mouvement Respiratoire Primaire chez le cheval au niveau du crâne, du sacrum et des membres (Evrard, 2002)

8 à 14 cycles d'Inspir/Expir par minutes chez l'homme (Le Corre & Toffaloni, 1996). Une plage comparable, de 8 à 12 cycles, a été rapportée chez le cheval (Evrard, 2002; Lizon, 1988).

4. Composantes du MRP

Le Mouvement Respiratoire Primaire est un mécanisme complexe, intégrant le liquide céphalo-rachidien, les os du crâne, la dure-mère et le sacrum. L'interdépendance de ces éléments conduit à la définition de cinq composantes essentielles (Evrard, 2002; Magoun, 2000) :

- Une triade motrice :
 - Le mouvement propre du cerveau et de la dure-mère
 - La fluctuation du liquide céphalo-rachidien
 - La mobilité des membranes intra-crâniennes et intra-spinales (dure-mère)
- Les conséquences de cette triade :
 - Le mouvement des os du crâne
 - Les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques

Ces cinq composantes représentent les bases dynamiques fondamentales du MRP, qui rythme et anime l'ensemble de la structure crânio-sacrée.

a. La mobilité inhérente du système nerveux central

Au sein du cerveau, Sutherland distingue deux types de pulsations. Le premier correspond aux rythmes physiologiques généraux du corps, tels que le rythme cardiaque et respiratoire. Le second, qu'il a décrit lui-même lors de l'élaboration de sa théorie crânio-sacrée, serait d'origine embryologique, et se manifesterait sous la forme d'une « impulsion » rythmique produite involontairement par le cerveau lui-même. Plus tardivement, Magoun (2000) compare ce mouvement à celui « d'une méduse » et suggère que cette motilité intrinsèque du cerveau serait le fait d'un battement rythmique autonome des cellules gliales qui aurait été observé dans des cultures in-vitro à partir d'animaux de laboratoire (Le Corre & Toffaloni, 1996).

C'est ce rythme, propre au système nerveux central, qui est responsable des fluctuations du liquide céphalo-rachidien.

b. La fluctuation du liquide céphalo-rachidien

Le liquide céphalo-rachidien (LCR) possède deux fonctions principales auprès du système nerveux :

- Une fonction mécanique via la protection du système nerveux en limitant les chocs et en amortissant les mouvements ;
- Une fonction biologique par le transport des molécules (hormones, nutriments, neurotransmetteurs, anticorps, lymphocytes...) et par l'évacuation des déchets et du surplus de lymphe via le système lymphatique.

Pour répondre au mieux à ces deux fonctions, il subit un renouvellement constant.

Il est produit au niveau des plexus choroïdes des ventricules latéraux et du 4^{ème} ventricule, par ultrafiltration du sang artériel. Il occupe deux compartiments :

- Interne, correspondant aux ventricules du cerveau et au canal central de la moelle épinière ;
- Et externe, où il circule dans l'espace sub-arachnoïdien enveloppant le cerveau dans la cavité crânienne et la moelle épinière dans le canal vertébral.

Ces deux compartiments communiquent entre eux par les 3 foramens du 4^{ème} ventricule (de Luschka et de Magendie).

Il est résorbé principalement au niveau des granulations arachnoïdiennes. Il passe dans les sinus veineux de la dure-mère crânienne puis dans la circulation générale. Selon Upledger, il traverserait le crâne au moins 10 fois par minute chez l'homme. (Evrard, 2002; Magoun, 2000)

En ostéopathie crânienne, la fluctuation du LCR est un mouvement subtil et rythmique, initié par l'impulsion intrinsèque du système nerveux central et qui se transmet à toute la boîte crânienne et induit les micromouvements rythmiques des os crâniens et des méninges qui les relient. Ceci est transmis par l'intermédiaire de la dure-mère et le LCR médullaires au sacrum et à l'ensemble de l'organisme.

c. La mobilité des membranes intra-crânienne et intra-spinales

Les méninges sont formées de trois membranes qui sont, de l'extérieur vers l'intérieur : la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère.

Nous nous intéresserons ici plus particulièrement à la dure-mère, qui est la plus épaisse, la plus fibreuse (origine ectodermique) et moins extensible.

- **La dure-mère crânienne** : Son feuillet externe (endostéal) est fortement adhérent (mais distinct) du périoste de la face interne de la cavité crânienne. Il présente des prolongements fibreux s'insinuant entre les sutures, en particulier entre les deux os pariétaux. Il protège et accompagne les nerfs crâniens jusqu'à leurs foramens de sortie. Son feuillet interne forme des cloisons qui divisent la cavité crânienne en compartiments (faux du cerveau, tente du cervelet, tente de l'hypophyse) et créent un « système membraneux en suspension » (Figure 8). Chacune de ces membranes possède un ou plusieurs pôles d'attaches créant un « système de membranes de tensions réciproques ». La faux du cerveau relie la *crista-galli* de l'os ethmoïde aux sutures inter-frontale, interpariétale, et à la protubérance occipitale interne. Cette dernière donne attache de chaque côté à la tente du cervelet qui s'insère le long d'une crête cérébro-cerebelleuse pour rejoindre l'os sphénoïde et former autour de la fosse de l'hypophyse un anneau entourant le col de la glande (Barone & Bortolami, 2004). Le point de croisement entre la faux du cerveau et la tente du cervelet est considéré par Sutherland comme un point d'appui et d'équilibration permanente des tensions (le « *fulcrum* ») s'exerçant sur ces membranes, s'adaptant aux changements posturaux. Les tensions cycliques s'exerçant sur ces membranes, par la fluctuation du LCR, les variations de la pression intra-crânienne (arrivée du sang à chaque systole), exercent des contraintes mécaniques au niveau de leurs insertions osseuses participant à la micro-mobilité des os du crâne

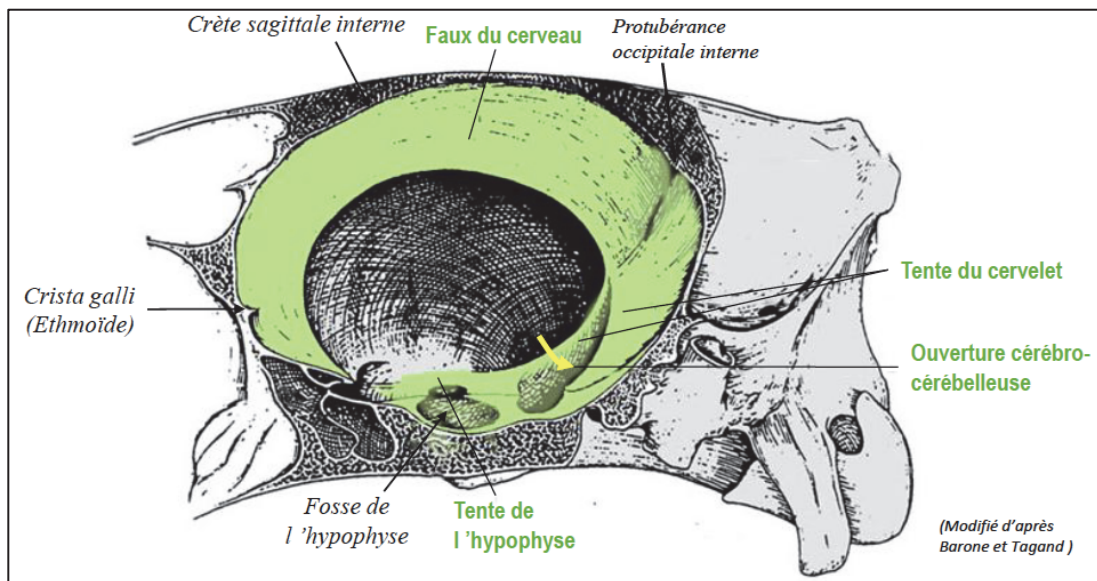


Figure 8 : Les cloisons de la dure-mère crânienne après ablation du cerveau chez un cheval (Barone, 2004)

- La dure-mère spinale correspond au prolongement du feuillet interne de la dure-mère crânienne (le feuillet externe s'arrêtant sur le pourtour du foramen magnum) (Figure 9 et Figure 10). Elle forme un étui suspendant la moelle épinière dans le canal vertébral. Crânialement, elle s'ancre sur le pourtour du foramen magnum, et montre aussi bien chez l'homme que chez le cheval, le bœuf et le chien un dédoublement en feuillet endostéal adhérent aux parois internes de C2 et de C3. Chez le cheval il est même décrit des ponts myo-duraux (Elbrond & Shultz, 2019). Tout le long de la colonne vertébrale, elle accompagne les racines de chaque nerf spinal jusqu'au pourtour de son foramen intervertébral. Caudalement elle montre des zones de fixation au niveau de la deuxième vertèbre sacrale en entourant le cône terminal de la moelle et les nerfs de la queue de cheval. Elle finit de se prolonger jusqu'au vertèbres coccygiennes par le *phylum terminale* ou ligament coccygien (Barone & Bortolami, 2004).

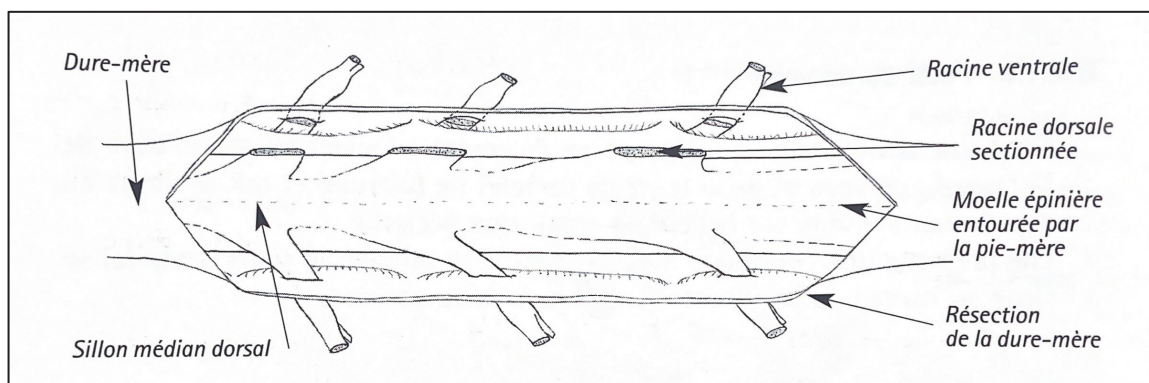


Figure 9 : vue dorsale de la dure-mère et des racines du rachis (Evrard, 2002)

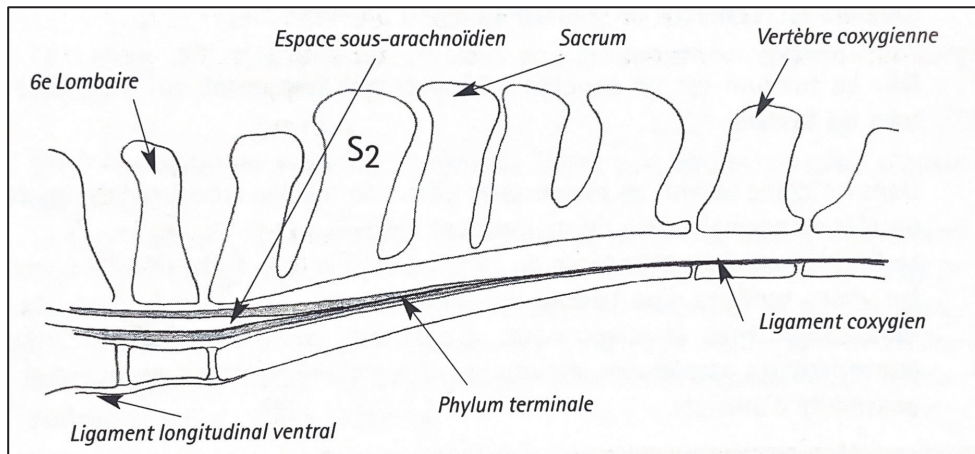


Figure 10 : Coupe sagittale du sacrum au niveau du canal rachidien (Evrard, 2002)

La dure-mère spinale, inextensible, joue un rôle de membrane de tension réciproque entre l'occiput et le complexe sacro-coccygien qu'elle relie, constituant la composante « fasciale » de l'axe crânio-sacré. Magoun précise d'ailleurs : « le mécanisme crânio-sacré fonctionne de telle manière que la dure-mère soulève le sacrum autour de son axe en position de flexion respiratoire avec la base vers le haut et l'apex vers le bas ». (Evrard, 2002; Magoun, 2000)

d. Les mouvements des os du crâne

Les tensions des membranes intra-crâniennes exercent des contraintes qui vont à leur tour contribuer à la mobilité des os du crâne.

(1) Les sutures crâniennes

Chez le bébé comme chez le tout jeune animal, tant que le système nerveux central n'a pas terminé sa croissance, les différents os du toit du crâne et de la face ne rentrent pas en contact direct, et leurs bords sont lisses et reliés par des membranes fibreuses (syndesmoses). Ceci est facilement palpable et identifiable au niveau des fontanelles fronto-pariétales notamment chez les animaux (« grandes fontanelles »). Ce n'est que lorsque le SNC a terminé sa croissance, que les os du toit du crâne et de la face rentrent en contact et que se différencient les différentes sutures (écailleuses, dentées, foliées, planes).

Selon les principes de l'OCS :

- D'une part, le massif crânio-facial constitué de l'assemblage de 26 os (+ les deux mandibules), soumis en permanence à des contraintes (insertions des muscles de la tête et du cou, mastication notamment chez les herbivores, tensions intra-crâniennes exercées par les méninges, fluctuation du LCR, pression intra-crânienne lors de systoles), ne peut pas être une structure compacte et immobile,

- D'autre part, la présence de différents types de sutures, indique que chaque os est adapté à une mobilité différente selon les contraintes auxquelles il est soumis au sein du massif crânien,

...justifient une certaine déformabilité du squelette céphalique avec possibilité de micro-mouvements des os du crâne.

Les différentes sutures crâniennes jouent un rôle de protection et amortissent les contraintes, surtout chez les nouveau-nés au moment de l'accouchement ou de contraintes traumatiques. Ceci est possible grâce à leur propriétés visco-élastiques et à la constitution de la matrice extra-cellulaire dans laquelle elles baignent, riche en fibre de collagène, en protéoglycane et en eau. (Evrard, 2002)

L'ossification des sutures se fait chez la majorité des espèces assez tardivement (près de l'âge adulte) Au cours de la vie de l'individu, elles s'ossifient lentement mais garderaient une certaine mobilité leur permettant de transmettre et d'amortir les variations du LCR.

(2) La synchondrose sphéno-basilaire (SSB)

Selon Sutherland, c'est l'articulation sphéno-basilaire qui « répand » le mouvement aux os du crâne (Evrard, 2002).

L'os sphénoïde semble en effet avoir une position centrale (Figure 11) : d'une part, c'est le seul qui s'articule avec tous les autres os du neurocrâne, et d'autre part, il semble former un centre de convergence des membranes dures (constituants de la tente du cervelet, diaphragme sellaire de l'hypophyse, diaphragme optique, extrémité rostrale de la faux du cervelet), donc de leurs tensions.

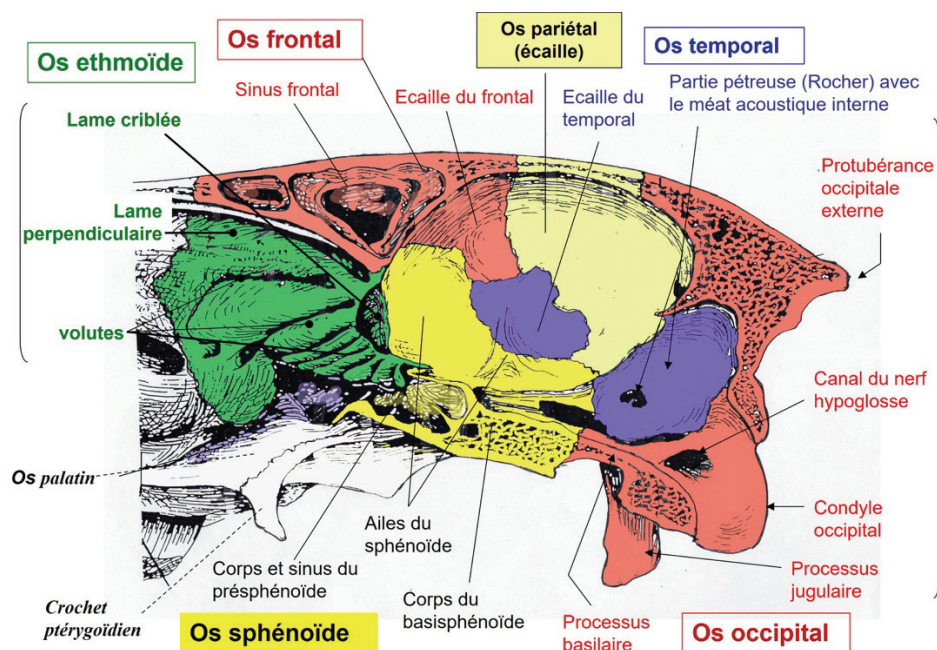


Figure 11 : coupe sagittale d'une tête de cheval (Serge Sawaya).

Les surfaces articulaires sphéno-basilaire étant unies par du tissu fibro-cartilagineux (synchondrose), ceci réduit la mobilité entre les deux os, mais ne l'exclut pas complètement. L'ossification de la jonction est des plus tardives et survient à la fin de la croissance squelettique, à l'âge adulte (5 ans chez le cheval, 2 ans chez les bovins, 8-10 mois, jusqu'à 2 ans chez le chien, jusqu'à 20 ans chez l'homme) (Barone, 1976; Butler et al., 2000). Mais il semble qu'il n'y ait jamais de soudure complète, même chez des animaux âgés.

Selon l'OSC, la SSB décrit des mouvements de flexion et d'extension synchrones avec le cycle Inspir-Expir du MRP. A l'instar des articulations intervertébrales, elle peut subir également des contraintes secondaires en latéro-flexion, rotation, torsion, glissement.

En conclusion, sous l'impulsion du système nerveux central, le LCR reçoit et transmet ses fluctuations aux membranes intra-crâniennes et intra-spinales qui entraînent à leur tour le mouvement des os du crâne. C'est par la SSB, qui est au centre du MRP ressenti par le praticien, que se crée le mouvement « d'Inspir-Expir » et que ce dernier est transmis au sacrum.

e. Les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques

Selon le modèle de Sutherland, le sacrum effectue un mouvement involontaire entre les iliums, indépendant et distinct des ajustements posturaux volontaires. Ce mouvement est synchronisé avec le Mécanisme Respiratoire Primaire (MRP) et est transmis à travers le système fascial qui relie toutes les parties du corps.

Chez l'homme, l'axe principal de ce mouvement sacré est horizontal et situé au niveau de la deuxième vertèbre sacrée (S2). Autour de cet « axe de Sutherland »., le sacrum bascule en légers arcs de cercle, en harmonie avec le rythme général du système crânio-sacré

Chez le cheval, cet axe passe par les ligaments interosseux des articulations sacro-iliaques. La motilité involontaire du sacrum autour de cet axe correspond à de petits mouvements de nutation et de contre-nutation. En fait ce mouvement involontaire ne se fait pas purement dans le plan sagittal mais possède également des composantes obliques (Figure 12) (Fosse & Gimenez, 2008).

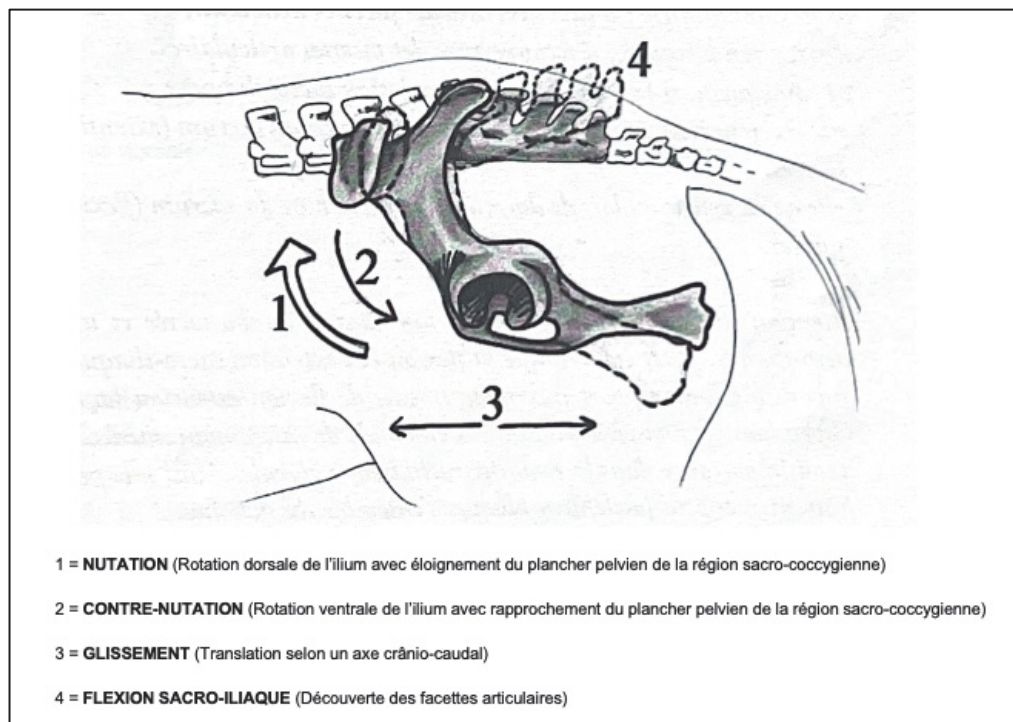


Figure 12 : Schéma des axes de mobilité du sacrum (Fosse et Gimenez, 2008)

Ce mouvement est sous l'influence de l'impulsion rythmique générée par la dure-mère crânienne et spinale, initiée par la boîte crânienne. Nous avons vu que la dure-mère forme une membrane de tension réciproque entre la base du crâne et le sacrum, d'une part, et qu'elle enveloppe la moelle épinière dans un manchon rigide sous lequel circule le liquide céphalo-rachidien (LCR)

Ainsi, toute traction ou mouvement à une extrémité de ce système influence l'autre extrémité. Pendant les phases de flexion-extension de la SSB, les mouvements de l'os occipital sont directement transmis au sacrum via la dure-mère, (Figure 13) Cette transmission mécanique est à la base de la motilité involontaire rythmique du sacrum,

essentielle au maintien de la dynamique globale du système crânio-sacré (Evrard, 2002; Magoun, 2000).

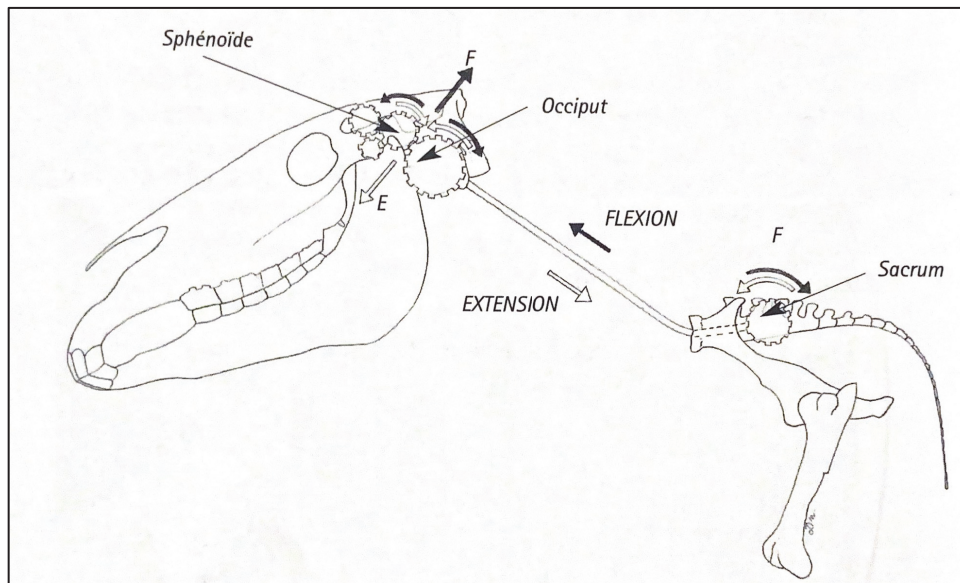


Figure 13 : mécanisme de flexion-extension et lien entre le crâne et le sacrum (Evrard, 2002)

En résumé, les cinq composantes du Mouvement respiratoire Primaire (MRP) sont interdépendantes, chacune jouant un rôle spécifique tout en influençant les autres. La mobilité du crâne et la circulation du liquide céphalo-rachidien (LCR) sont essentielles, car elles permettent la transmission du mouvement et de l'énergie dans le système, facilitant ainsi les échanges fluidiques et rythmiques autour du cerveau et de la moelle épinière. La motilité de la moelle épinière, modulée par ces fluides et les structures osseuses, contribue à la communication et à la coordination fonctionnelle du système nerveux central. La respiration du cerveau, bien qu'indirecte et d'origine inconnue, représente une impulsion énergétique régulant l'impulsion des structures intracrâniennes. Enfin, les membranes intracrâniennes, grâce à leur élasticité et de leur attachement au crâne, jouent un rôle clé dans la transmission et la régulation des forces mécaniques et fluidiques au sein du système. Selon Sutherland, cette interconnexion explique pourquoi il est possible de traiter le sacrum par le crâne et inversement.

Après avoir présenté les principes et mécanismes sous-jacents au MRP, intéressons-nous maintenant à ses modalités de perception, d'évaluation, ainsi qu'aux méthodes permettant de

le corriger lorsqu'il est perturbé.

5. Tests d'évaluation du MRP

Il est important de souligner ici qu'aucune image ou représentation issue d'une observation scientifique ne permet, à ce jour, de visualiser de manière objective le MRP et son mouvement. Dans ce qui suit, nous avons pris le parti de nous appuyer exclusivement sur des sources référencées et accessibles telles que des mémoires de thèses et ouvrages de références rédigés par des ostéopathes expérimentés.

a. Perception du MRP par le manipulateur

(1) Perception du MRP

Selon Fosse (1997), l'écoute du MRP peut se réaliser en plaçant ses mains à plat de part et d'autre de la structure à évaluer, en imposant une pression légère, de l'ordre de 5 grammes. Il décrit la perception du MRP *comme « un pouls, plus discret, plus lent et plus soutenu que le pouls cardiaque »*. Le rythme de ce mouvement se compose de deux phases, l'une d'inspiration et l'autre d'expiration, qu'il convient de distinguer à la fois du rythme cardiaque, des mouvements respiratoires du patient et du pouls digité ressenti par le praticien (Fosse, 1997)

Lors de l'examen palpatoire le long de la colonne vertébrale ou au niveau de l'abdomen, le praticien perçoit un mouvement décrivant une trajectoire ovoïde caractéristique (Figure 14). Le MRP débute par un déplacement en direction crâniale, marque un bref temps d'arrêt, puis s'étend latéralement avant de revenir en direction caudale. Un second temps d'arrêt se produit, avant que le mouvement ne revienne médialement. La première phase, combinant le déplacement crânial et latéral, est plus dynamique : elle correspond à la phase active du MRP, assimilée à « l'Inspir » ou « flexion ». La seconde phase durant laquelle le mouvement redescend en direction caudale puis médiale, paraît plus douce, mais avec une amplitude équivalente : c'est la phase passive associée à « l'Expir » ou « extension ».

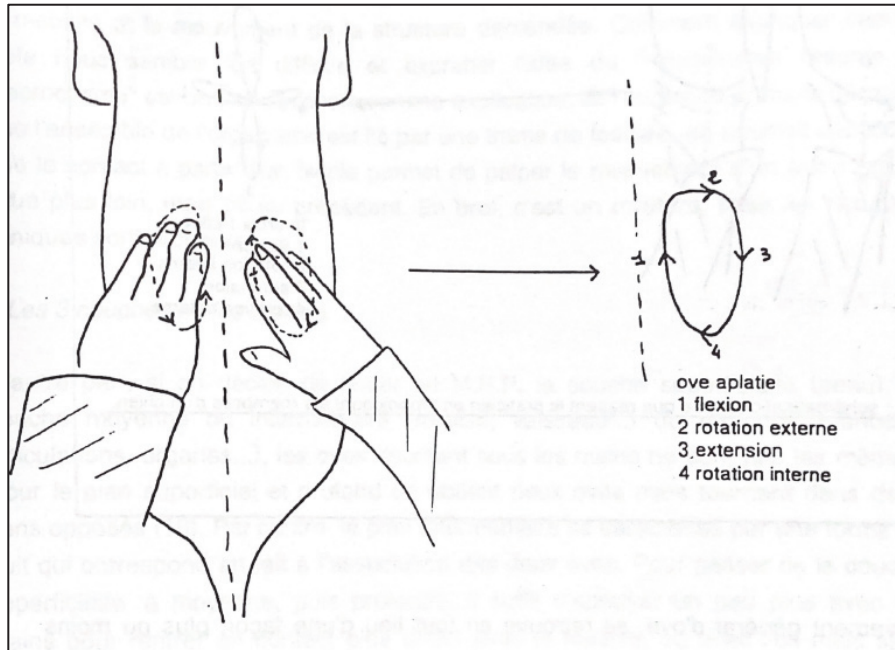


Figure 14: schématisation du ressenti du praticien à la manipulation du MRP sur les lombes d'un chien (Fosse, 1997)

Le MRP peut aussi être évalué en plaçant une main sur le rachis et l'autre sur le sternum, ce qui permet d'évaluer le mouvement axial vertébral ainsi que l'équilibre entre la ligne supérieure et la ligne inférieure du cheval. Dans cette configuration, l'ove ventrale se déploie en sens inverse de l'ove dorsale.

Selon Lizon (1988), la perception du MRP est plus aisée au niveau du sacrum car les animaux tolèrent généralement mieux la palpation dans cette région (Figure 15).

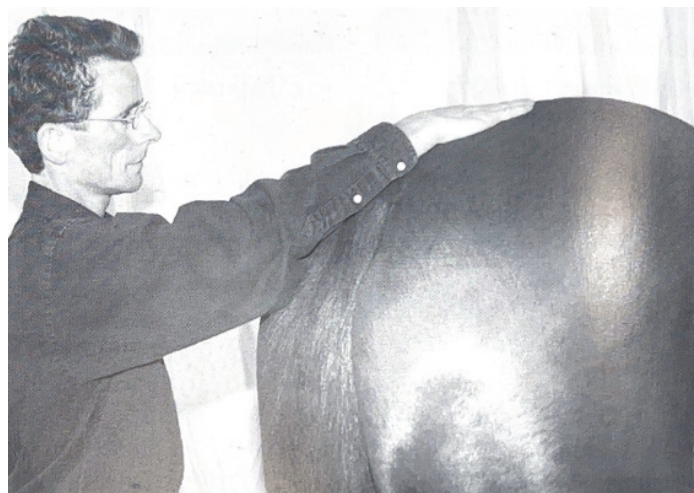


Figure 15 : Palpation du MRP au niveau du sacrum chez le cheval (Evrard, 2002)

Selon Fosse (1997), le MRP au niveau des membres se manifesterait sous la forme d'une "croix tréflée", où quatre oves planes et étroites se développent à partir d'un point

central (Figure 16) : d'abord en direction proximale (flexion), suivie d'un mouvement latéral (rotation externe), puis distal (extension), et enfin médial (rotation interne).

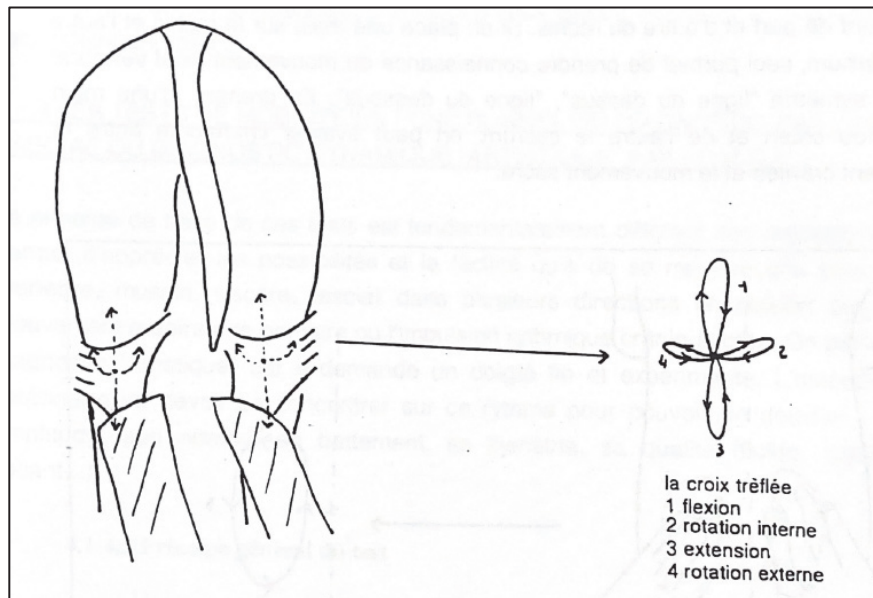


Figure 16 : schématisation du ressenti du praticien à la manipulation du MRP sur les membres d'un chien (Fosse, 1997)

Lorsque le praticien place ses mains sur le crâne, il perçoit au moment de « l'Inspir » que le crâne devient plus court, plus large et que la voûte crânienne s'abaisse. Lors de « l'Expir », c'est l'inverse qui se produit. (Fosse, 1997)

Chez l'homme, la littérature ne décrit pas explicitement une trajectoire ou une forme géométrique claire, ovoïde ou en forme de croix tréflée, comme précisé chez l'animal par Fosse ou Lizon. Il est évoqué une oscillation très subtile et rythmique, qualifiée de fluide, et évoquant un flux et reflux de vague (Magoun, 2000).

(2) Les trois plans

Selon Fosse (1997) un examen attentif et approfondi du MRP, permet de tester trois plans de tissus différents (Figure 17) : la couche superficielle (peau), la couche moyenne ou intermédiaire (muscles, vaisseaux...) ou la couche profonde (périoste, articulations, organes...). Le ressenti n'est pas le même selon le plan testé. Pour la couche superficielle et profonde, on perçoit deux oves identiques mais tournant dans un sens opposé. Pour le plan moyen, un mouvement en forme de 8 est perçu, qui correspondrait à l'association des oves des couches superficielle et profonde. On passe d'un plan superficiel à un plan plus profond en accentuant progressivement et légèrement la pression de la main sur la zone examinée de façon à entrer en contact avec les muscles ou les os, sans pour autant appliquer une pression exagérée qui empêcherait de ressentir le MRP.

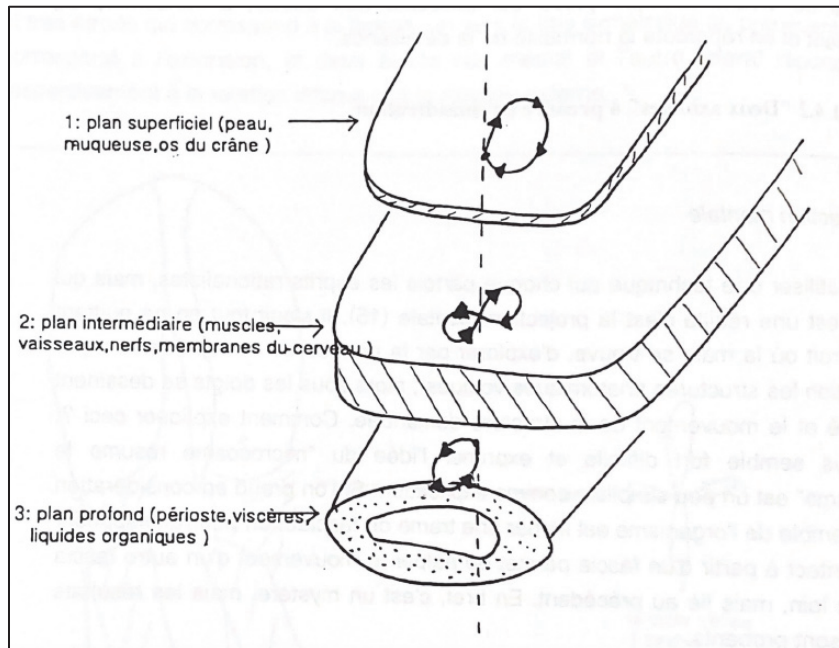


Figure 17 : schéma des trois couches du MRP et de leurs mouvements respectifs (Fosse, 1997)

(3) Test par projection mentale

Cette méthode n'ayant pas été décrite par Sutherland ni ses disciples directs, nous ne ferons que l'évoquer ici, d'une part, parce qu'elle a été développée par un des pères de l'ostéopathie vétérinaire, le Dr F. Lizon et d'autre part, du fait qu'elle illustre un des aspects controversés de l'ostéopathie.

Elle consiste à se projeter mentalement sur des structures anatomiques éloignées des zones où les mains sont posées, à les visualiser et à se les représenter intérieurement pour mieux percevoir leur dynamique.

Cette approche, intuitive et sensorielle, ne possède pas de justifications scientifiques mais reste pratiquée par nombre de praticiens qui rapportent des résultats probants. Selon Lizon (1988), elle permettrait une écoute fine des tissus et faciliterait le travail ostéopathique en « renforçant la connexion entre la main du praticien et le mouvement subtil du MRP ».

b. MRP normal

Un MRP normal se caractérise par une synchronisation harmonieuse, avec un sens, une amplitude et une vitesse identiques de part et d'autre du rachis, de la tête ou entre deux membres symétriques. (Fosse, 1997)

c. MRP anormal

En cas de dysfonction ou de pathologie, le mouvement du MRP perd sa forme caractéristique d'ove aplatie : il peut s'interrompre, présenter des formes variées, des modifications d'amplitude ou de durée, un manque d'aisance dans le mouvement avec l'impression que les tissus « coulissent » mal les uns par rapport aux autres... Les blocages peuvent être de tous genres dans le plan horizontal.

Quant à la manipulation du sacrum, le mouvement du MRP va quitter le plan sagittal pour venir se déplacer et « s'enrouler » de manière imprévisible vers la droite ou la gauche, avec des amplitudes modifiées et anarchiques. (Fosse, 1997)

d. Test de motilité et MRP

(1) Motilité passive

Le test de motilité passive, décrit par Fosse, correspond à un mouvement initié volontairement par le praticien : celui-ci imprime une direction et observe la réponse du crâne. Cette méthode permettrait souvent d'obtenir une réponse plus rapide du MRP et de mieux mettre en évidence des blocages subtils, en aidant les tissus à retrouver un équilibre de tension. La difficulté réside dans le fait de guider le mouvement sans le forcer, ce qui exige finesse et expérience. (Fosse, 2001)

(2) Densité tissulaire

Elle correspond à la résistance opposée par une structure anatomique à une contrainte légère, qu'elle soit exercée par une pression digitale, une traction physique ou une intention perceptive du praticien. Lorsqu'une pression inférieure à 5 grammes est appliquée, la structure (et son mouvement respiratoire primaire) devrait céder de manière fluide, puis revenir à son état initial par un mécanisme de rappel élastique, en lien avec les propriétés viscoélastiques des tissus fasciaux. En revanche, si cette réponse est absente et que la palpation rencontre une masse rigide, peu mobile ou résistante, cela traduit une augmentation de la densité tissulaire, généralement révélatrice d'une dysfonction locale ou systémique. Ce phénomène est interprété comme un déséquilibre dans les mécanismes d'adaptation tissulaire. (Fosse, 2001)

(3) Still Point

Le « *still point* » (« point d'immobilité ») décrit par Sutherland, est un moment particulier d'arrêt temporaire du MRP, qui peut survenir pendant une séance de traitement. À ce moment-là, le corps semble entrer dans un état de relâchement profond : les tensions

se libèrent, et les tissus retrouvent leurs équilibre et stabilité. C'est souvent le moment où se produit la normalisation.

Sur le plan anatomique, le point d'immobilité correspondrait au moment d'atteinte de l'équilibre des tensions intracrâniennes au niveau du *fulcrum* de Sutherland, situé à la croisée entre la faux du cerveau et la tente du cervelet (Fosse, 2001).

e. Méthodes de tests du MRP

La palpation et l'examen du MRP peut se faire de manière méthodologique :

- Test de l'axe sagittal : une main est placée sur le rachis (dans le plan médian) et l'autre sur le sternum. Ce test permet de diagnostiquer une lésion en flexion ou en extension par comparaison, et de déduire de sa présence sur la ligne du dessus ou du dessous.
- Test de symétrie rachidienne : les mains sont placées au niveau des épaules, des lombes, de l'encolure... de part et d'autre de l'axe médian. Les ovales ressentis doivent être symétriques de chaque côté. Sinon ils témoignent d'un blocage uni ou bilatéral.
- Test des membres thoraciques entre eux et des membres pelviens entre eux : les mains chacune sur un membre. Le MRP dessine alors un ovale en forme de croix tréflée.
- Test du système crânio-sacré : une main sur le sacrum, les doigts dirigés caudalement et une main sur l'occiput, les doigts dirigés rostralement. Un test normal met en évidence des mouvements synchrones du sacrum et de l'occiput en flexion et en extension. Sinon cela indique une dysharmonie au niveau du mécanisme du MRP.

Cette première étape permet de situer de façon générale la lésion, par exemple :

- Au niveau de la ligne du dessus : occiput, temporaux, frontaux, SSB, vertèbres, sacrum, vertèbres caudales, côtes avec attaches sur les vertèbres.
- Au niveau de la ligne du dessous : mandibule, hyoïde, sternèbres, côtes avec leur attache sur le sternum, bassin, symphyse pubienne.
- Lésion à droite ou à gauche de la colonne.
- Membre thoracique ou pelvien, droite ou gauche.

Dans un deuxième temps, il s'agit de localiser plus précisément le site de lésion en reprenant un examen plus ciblé des différentes zones :

- Au niveau de la ligne du dessus : les os du crâne, les différents groupes de vertèbres (d'abord groupe par groupe, puis une fois le groupe identifié, vertèbre par vertèbre) et le sacrum.
- Au niveau de la ligne du dessous : les os du crâne, les sternèbres, la symphyse pubienne et le bassin.
- Au niveau des membres : les os et articulations les uns après les autres.

Chaque test doit évaluer les trois plans fasciaux pour afin de déterminer la profondeur de la dysfonction. Dans le cas de dysfonctions vertébrales, il convient aussi tester les organes en relation avec le métamère affecté.

Une fois le lieu précis établi, il s'agit de déterminer les paramètres spatiaux de la dysfonction : forme de l'ove ressenti, sa profondeur, sa hauteur, son sens de rotation, le sens de la restriction du mouvement...

(Evrard, 2002; Fosse, 1997; Lizon, 1988)

6. Dysfonctions et traitement du MRP

a. Classification des lésions

Les dysfonctions peuvent être classées selon les catégories suivantes (Evrard, 2002; Magoun, 2000) ;

Par type de lésions :

- Liquides : comprend toutes les altérations du rythme, du volume, de la vitesse de fluctuation, de la composition ou de la disposition du LCR.
- Osseuses : comprend toute altération de structure, de position ou de mouvement, souvent limité, d'un ou de plusieurs os.
- Des tissus mous : comprends les altérations de structure ou de fonction des méninges ou des tissus nerveux.

Par étiologie :

- Primaires : le plus souvent traumatiques et aiguës. Souvent sous l'influence d'un facteur environnement qui impact le mécanisme.
- Secondaires : le plus souvent chroniques. Peuvent se mettre en place en compensation à un changement de structure du crâne et/ou de la colonne u en réflexe

Par période de vie :

- Prénatales et intra-utérines : le plus souvent chroniques et osseuses. Peuvent s'accompagner de lésions secondaires des tissus mous. Elles passent généralement inaperçues.
- Natales : lésions articulaires membraneuses, le plus souvent aiguës, traumatiques et primaires.
- Postnatales : toutes combinaisons de type et d'étiologie.

b. Techniques de traitement crânio-sacrée, normalisation du MRP

Les techniques de manipulations et de correction du MRP sont des techniques d'autorégulation, douces, passives qui sont basées sur « la facilitation du système, les structures trouvant dans leur réactivité, l'énergie nécessaire à la normalisation ».

Le praticien doit suivre le mouvement lésionnel dans les quatre dimensions : longueur, largeur, profondeur et temps (Fosse, 1997).

Par homologie avec les techniques ostéopathiques manipulatives, on décrit des techniques crâniennes directes et indirectes (Fosse, 1997) :

- **Technique crânienne indirecte** : Le praticien guide la structure restreinte jusqu'à atteindre son amplitude maximale. Lorsque la structure tente de se déplacer au-delà de cette position extrême, il l'immobilise pour contrer la poussée naturelle de la structure, sans exercer de force en direction opposée, mais simplement en maintenant l'immobilisation. Après quelques instants, la mobilité inhérente cesse de pousser et s'inverse. Le thérapeute doit alors suivre ce mouvement et de nouveau immobiliser la structure avant qu'elle ne revienne dans l'autre sens. Cette manœuvre doit être répétée sur plusieurs cycles successifs. À la fin de cette procédure, un relâchement ou un ramollissement des tissus initialement tendus ou lésés se produira.
- **Technique crânienne directe** : le praticien aide la structure lésée à passer et rompt la barrière motrice pathologique.

La réalisation correcte de ces techniques nécessite :

- De déterminer au préalable de façon précise les paramètres du MRP en dysfonction et identifier le plan affecté (superficiel, intermédiaire ou profond).
- Suivre le mouvement lorsqu'il est libre et l'immobiliser juste au moment où il revient.
- Attendre sans pousser, sans forcer. Parfois le mouvement peut changer de direction ; dans ce cas il convient de le suivre et de ré-immobiliser la structure.

Les structures atteignent alors un point d'immobilité (*still point*), qui représente un état d'équilibre entre les différentes tensions, marquant le moment d'auto-résolution. Il faut bien suivre le mouvement durant quelques cycles ensuite pour vérifier la disparition de la lésion.

c. Action sur la fluctuation du LCR pour ré-harmoniser le MRP

Des manœuvres crâniennes sont censées agir sur la fluctuation du LCR, et améliorer le déroulement du MRP.

Pascal Evrard (Evrard, 2002) décrit en particulier deux types de techniques :

- **Une technique homéostatique (régulatrice) appelée « technique de compression du quatrième ventricule »** (voir Figure 18). Le principe est d'amener l'os occipital en « extension » ce qui exerce une compression sur le quatrième ventricule. La circulation du LCR dans le corps s'en retrouve favorisée. Cette technique va permettre de diminuer ou de normaliser la fluctuation du LCR en amplitude et en rythme en permettant une équilibration du système nerveux parasymphatique et sympathique (les centres parasymphatiques crâniens sont situés dans la moelle allongée dont la face dorsale constitue le plancher du 4^{ème} ventricule).



Figure 18 : Technique de compression du 4ème ventricule sur un cheval (Evrard, 2002)

- Des techniques accélératrices telles que la technique de la rotation bilatérale des temporaux autour de deux axes obliques, la technique du balancement des temporaux autour de deux axes obliques et via le sacrum autour de l'axe transversal de S2. Ces techniques permettent l'accélération du MRP et en conséquence, l'amélioration des fonctions physiologiques et de la « vitalité » générale du corps de l'individu.

Résumé :

- Origine de l'ostéopathie : fondée par **Andrew Taylor Still** au XVIIIème siècle, qui se base sur l'anatomie et la biomécanique.
- Définition : approche globale visant le rééquilibrage du corps par des techniques manuelles.
- **Quatre principes fondamentaux** de l'ostéopathie : unité de corps, interdépendance structure-fonction, règle de l'artère et capacité d'auto-régulation du corps.
- Concept d'**ostéopathie crânio-sacrée** : établi par **William Garner Sutherland** dans la continuité d'A.T Still. Il introduit aussi le concept de Mouvement Respiratoire Primaire (MRP).
- **Dysfonction ostéopathique** : altération réversible de la mobilité des articulations ou des tissus. Peuvent être primaires ou secondaires.
- **Mouvement Respiratoire Primaire** : mécanisme physiologique qui agit sur l'ensemble du corps à partir du rythme propre du cerveau. Se traduit en deux phases : une de flexion et une d'extension. Perceptible par les mains du praticien sur l'ensemble de l'organisme.
- **Cinq composantes du MRP** : une triade motrice avec le **mouvement propre du cerveau et de la dure-mère, la fluctuation du liquide céphalo-rachidien et la mobilité des membranes intracrâniennes et intra-spinales** ; ainsi que deux conséquences de cette dernière, **le mouvement induit des os du crâne et les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques**.

Après avoir exposé les bases théoriques et historiques du Mouvement Respiratoire Primaire en mettant en avant ses composantes, ses dysfonctions et les tests palpatoires associés, la seconde partie du mémoire se penche sur la validation scientifique de ce concept. L'objectif est d'explorer les recherches actuelles pour valider ou invalider l'existence, la physiopathologie, les tests diagnostiques et l'efficacité thérapeutique des techniques utilisées pour traiter les dysfonctions du Mouvement Respiratoire Primaire. Cela permettra d'évaluer si ce concept, enseigné et utilisé en pratique humaine ou vétérinaire, repose sur des preuves scientifiques objectives et mesurables.

PARTIE 2

OSTEOPATHIE CRANIO-SACREE ET

MOUVEMENT RESPIRATOIRE PRIMAIRE :

PREUVES SCIENTIFIQUES

I. Méthodologie de recherche bibliographique

1. Mots clefs et termes de recherche

La recherche bibliographique des articles utilisés dans cette partie a été effectuée à partir de bases de données académiques telles que *PubMed*, *Web of Science*, *Scopus*, *ScienceDirect* et *Wiley Online*, accessibles notamment via le portail de la bibliothèque de VetAgro-Sup. Elle a également été complétée par la consultation du site « *ResearchGate* » de réseautage social pour chercheurs et scientifiques, ainsi que par la consultation de moteurs de recherche plus généraux tels que *Google Scholar* et *Google*.

Les mots clefs utilisés pour la recherche d'articles dans chaque thématique sont répertoriés en **annexe 1**.

Toute publication référencée dans la bibliographie des articles sélectionnés ou consultés et jugée pertinente pour le sujet étudié, a également été intégrée à l'analyse.

2. Critères d'inclusion des articles

Les études expérimentales ou cliniques sélectionnées devaient répondre aux critères suivants :

- Être rédigées en français ou en anglais
- Être accessibles en texte intégral, ou, à défaut, en long résumé décrivant la procédure expérimentale notamment les moyens ou techniques de mesure employés, notamment pour les communications orales et posters présentés en congrès.
- Être référencés dans les bases de données scientifiques citées plus haut, ou, pour les thèses et mémoires, dans les bases universitaires, permettant leur consultation par toute personne intéressée par le sujet

Aucune limite de date de publication n'a été imposée.

Des revues de littérature et des métaanalyses ont pu également être retenues, à partir du moment qu'il s'agit d'analyses d'études cliniques ou expérimentales, que les publications sur le thème concerné étaient nombreuses, et qu'elles tiennent compte des avancées scientifiques récentes, postérieures à l'année 2000.

Les articles sélectionnés et leur analyse figurent en annexe 2.

3. Critères d'exclusion des articles

Tout article ne répondant pas aux critères d'inclusion énumérés ci-dessus n'a pas été retenu pour l'analyse de la validité scientifique de l'ostéopathie cranio-sacrée.

La sélection des publications s'est déroulée en plusieurs étapes :

- Dans un premier temps, les analyses historiques et des concepts théoriques de l'ostéopathie, ont été exclus.
- Dans un deuxième temps, les documents dont le texte intégral n'a pu être consulté, et les articles rédigés dans une autre langue que le français ou l'anglais, ou qui ne présentaient pas un long abstract détaillé dans ces langues, ont été écartés.
- Enfin seules les études décrivant de manière explicite leur méthodologie ainsi que les moyens de mesure, d'examen ou d'évaluation ont été conservés.

4. Construction de l'analyse d'articles

Afin de rendre le travail et la recherche plus structurée, les recherches ont été menées de manière indépendante pour chacun des principes de bases de l'ostéopathie crânio-sacrée présentés dans la première partie du mémoire. A partir des articles sélectionnés, ces fondements ont ensuite été analysés et questionnés à la lumière des données disponibles.

Ainsi, nous traiterons successivement :

- Les composantes du MRP
 - La mobilité inhérente du système nerveux central
 - Les mouvements des os du crâne
 - La mobilité des membranes intra-crâniennes et intra-spinales
 - La fluctuation du liquide céphalo-rachidien
 - Les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques
- Test de mobilité et mesure du MRP, c'est-à-dire les méthodes diagnostiques de ce dernier.

- L'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée, qui constitue un des points importants de ce travail.

II. Motilité inhérente du système nerveux central ou Impulsion Rythmique Centrale

1. Hypothèse de départ

Dans le modèle classique, la motilité du SNC est considérée comme une activité propre du tissu nerveux, se traduisant par des phases alternées d'expansion et de rétraction qui se propageraient aux méninges, aux os du crâne puis au sacrum, constituant le moteur du Mécanisme Respiratoire Primaire. Cette Impulsion Rythmique Crânienne (IRC), perçue à l'examen sous la forme d'un rythme lent distinct de la respiration et du pouls cardiaque, est au centre du raisonnement diagnostique palpatoire en ostéopathie crânienne et cranio-sacrée. Son origine est supposée embryologique en rapport avec le battement de cellules gliales

Il s'agit de répondre aux questions suivantes :

1. Existe-il bien une pulsatilité cérébrale identifiable et enregistrable ?
2. Est-ce que ces oscillations sont distinctes de celles inhérentes aux fréquences respiratoire et cardiaque ?
3. Sont-elles détectables par palpation et à quoi correspond le mouvement perçu par palpation selon les techniques de l'ostéopathie crânienne ?

2. Analyse des articles

Notre recherche bibliographique a permis de consulter treize études expérimentales explorant l'IRC, en grande majorité publiées au cours des deux dernières décennies, synthétisées dans le Tableau I. Pour en faciliter la présentation, nous les avons regroupées en trois catégories partiellement superposables : celles portant sur l'objectivation de l'IRC, celles examinant la synchronicité de la palpation de l'IRC avec les différentes ondes physiologiques de l'organisme, et enfin celles consacrées exclusivement à sa détection palpatoire

a) Objectivation d'une pulsativité cérébrale ou d'une Impulsion Rythmique Crânienne

La première approche objective pour étudier l'existence de l'Impulsion Rythmique Crânienne a probablement été celle de Frymann V. (Frymann, 1971), qui a mesuré directement les mouvements physiques de la tête. A cet effet un appareil spécifique a été créé avec l'aide d'un ingénieur. Il permettait, grâce à des capteurs dont les signaux étaient amplifiés, d'enregistrer électroniquement les mouvements intrinsèques du crâne sur un oscilloscope en excluant les mouvements liés à la respiration ou à la mobilité du sujet. Parallèlement, un pneumographe et un pléthysmographe enregistraient respectivement la respiration et les variations vasculaires périphériques.

L'appareil a permis :

1. D'enregistrer des mouvements crâniens de très faibles amplitudes (0,0127 – 0,00254 mm), ce qui confirme l'existence de micromouvements du crâne vivant.
2. D'identifier sur les tracés un rythme lent, distinct temporellement du rythme respiratoire et du pouls et dont la fréquence était plus lente que celle de la respiration thoracique. Sa fréquence était de l'ordre d'une dizaine de cycles par minute (12,8 cycles/minute pour un des enregistrements détaillés présentés dans l'article). L'interruption transitoire de la respiration (apnée à mi-inspiration) modifiait l'amplitude des courbes respiratoires mais laissait persister une activité rythmique crânienne indépendante, ce qui renforçait l'argument d'un rythme propre au crâne.

L'inconvénient de ces mesures directes résidait dans la forte pression exercée sur la tête par l'équipement utilisé, et dans l'obligation pour les participants de retenir leur respiration afin d'exclure les mouvements respiratoires. D'autre part, l'article de Frymann correspond à la présentation d'une conception expérimentale sans protocole d'étude classique (taille d'échantillon non définie, absence de groupe contrôle, absence de test statistique) et seuls y sont présentés des tracés les plus parlants, ce qui entraîne un biais de sélection.

Dans la continuité du principe des travaux de Frymann, mais beaucoup plus récemment, Rasmussen et Meulengracht (2021) ont réalisé une étude comparable sur 50 volontaires sains, avec un appareil bien plus élaboré, muni de deux servo-actionneurs appliqués en regard des processus mastoïdes maintenant un contact constant de 10 g et sensibles à des déplacements de l'ordre du micromètre. Le système d'acquisition permet une analyse par transformée de Fourier rapide, permettant l'extraction des ondes rythmiques de 3 à 90 cycles par minute (cpm). En parallèle, les fréquences respiratoires et cardiaque étaient enregistrés par des capteurs connectés. Un troisième rythme de fréquence moyenne 6,16 cpm, [4-25] a été enregistré chez 100% des sujets, et toujours distinct des rythmes artériel

(57 cpm [44-78] et respiratoire (14,3 cpm [9,6 – 20,7])). Ce troisième rythme mesuré ici est donc fortement compatible, en termes de fréquence et de nature (onde lente indépendante de la respiration et du pouls), avec l'Impulsion Crânienne Rythmique telle que perçue en ostéopathie crânienne, sans que l'étude puisse trancher sur son rôle exact dans le Mécanisme Respiratoire Primaire, ni sur sa signification clinique.

D'autres études, faisant appel à des techniques différentes ont également permis l'enregistrement et des mesures objectives de cette pulsativité crânienne telles que :

- Les travaux de Moskalenko et al (2001) qui ont démontré par « l'analyse des oscillations rythmiques lentes dans le crâne humain à l'aide d'un enregistrement simultané de bio-impédance et de Doppler transcrânien que les oscillations lentes détectées par des changements de bio-impédance ont une origine intracrânienne »

- L'étude de Pribadi K (2008) qui a eu recours à un scanneur à tête LASER, le « *Scanning Laser Displacement Meter* », permettant de mesurer des micro-déplacements de la surface cutanée de l'ordre du 0,01 µm, pour enregistrer des pulsation à différents endroits du corps placé à des points d'acupuncture, ainsi qu'au sommet du processus mastoïde droit. Elle met en évidence, à la pointe de l'os mastoïde, une pulsation d'onde sinusoïdale (déviations maximale 0,8 mm) d'une fréquence de 11 cpm, qui se situe dans l'intervalle décrit pour l'impulsion rythmique crânienne. Toutefois, il ne s'agit que d'une étude préliminaire, menée sur un seul individu, sans groupe contrôle et sans contrôle précis des paramètres physiologiques (pouls, fréquences respiratoire et cardiaque).

Enfin, il est intéressant ici d'évoquer la seule étude que nous avons pu consulter sur ce sujet chez l'animal. Il s'agit de celle de Goyenvallée E (2012) réalisée dans le cadre de son mémoire de Diplôme d'Ostéopathie Vétérinaire, et qui relate l'observation directe de cette pulsativité crânienne. 7 lapins ont été anesthésiés puis soumis à une craniotomie circulaire. Les paramètres physiologiques (Fréquence respiratoire thoracique et capnométrie, fréquence cardiaque) et des paramètres ostéopathiques (fréquence d'inspir/expir du sacrum) sont enregistrés simultanément.

Chez 5 lapins sur 7, un mouvement rythmique d'expansion cérébrale est apparu en moyenne 49 minutes après induction de l'anesthésie et après infraction de la dure-mère. Ce mouvement rythmique a été filmé (*lien sur site Ostéo4pattes : <https://osteo4pattes-sdo.eu/pulsatilite-cerebrale/>*). La fréquence de ce mouvement était pratiquement synchrone de la fréquence respiratoire (50–60 cpm). L'auteur attribue l'apparition retardée de cette pulsativité à l'effet de l'anesthésie : il faudrait un délai pour que la concentration des agents anesthésiques diminue suffisamment et permette le retour d'une motricité cérébrale d'amplitude et de fréquence suffisantes pour devenir observable. Le fait que son rythme soit

synchrone de la fréquence respiratoire, et non pas complètement indépendant serait en rapport avec l'abord chirurgical et l'infraction de la dure-mère, et serait un phénomène décrit par les chirurgiens et anatomistes renommés du système nerveux central de la fin du XIXème siècle. Cette étude montre que la pulsatilité cérébrale existe bien, et qu'elle partage certaines caractéristiques rythmiques avec ce qui est décrit pour l'IRC/MRP, mais ne permet pas de démontrer que cette pulsatilité serait le moteur du MRP.

b) Palpation et enregistrement de l'Impulsion Rythmique Crânienne

Dans une série d'études, couplant à l'aveugle palpation du IRC et enregistrement du flux sanguin par Laser-Doppler-Flowmétrie, Nelson et al (2001, 2006) ont montré une correspondance entre l'IRC et les ondes de Traube-Heyring-Mayer (THM). Ces dernières, décrites la première fois en 1865 par Ludwig Traube puis par Heinrich Hering et Sigmund Mayer, sont des oscillations de la pression artérielle à faible fréquence (environ 2 à 3 cycles par minute). Elles sont liées à l'activité du système nerveux autonome, plus particulièrement à la régulation sympathique du tonus vasculaire (vasomotricité). Leur mécanisme n'est pas encore décrit (Bieber et al., 2023). (Figure 20). L'étude de 2006, montre que la palpation reste en phase avec l'oscillation THM, mais le plus souvent en la comptant un cycle sur deux. Cette relation 1:2 entre palpation et ondes THM, associée à la modulation de fréquence, serait une explication possible des échecs à démontrer une bonne fiabilité de la palpation inter-examineur du MRP.

Cette relation est confirmée dans deux études montrant, toujours au moyen de la flowmétrie par Laser-Doppler, que les techniques d'ostéopathie crânienne appliquées chez des adultes sains, modifient spécifiquement les composantes basses fréquences du signal THM, montrant que le traitement crânien module les oscillations autonomes lentes associées au CRI (Nelson et al., 2004; Sergueef et al., 2002).

Plus récemment, à l'aide d'un protocole en double aveugle associant palpation de l'IRC et enregistrement du flux sanguin cutané frontal par photopléthysmographie, Pelz et al (2023) montrent, chez 25 volontaires sains, une corrélation significative entre les fréquences palpées et les oscillations mesurées dans la bande intermédiaire (0,15 Hz). Ces résultats suggèrent encore l'existence d'un phénomène physiologique réel lié à l'activité vasomotrice ou au système nerveux autonome, ce qui pourrait aussi montrer que l'IRC coïncide peut-être avec un rythme biologique déjà existant.

c) Palpation manuelle et rythme de l'ICP

En fait, ce n'est qu'en 1961, bien après la mort de Sutherland, que Woods et Woods (1961) (cités par Sergueef et al, 2011) ont publié pour la première fois le terme d'Impulsion

Rythmique Crânienne et un intervalle normatif pour celle-ci de 10 à 14 cpm. Chez le cheval, Evrard (2002) rapporte une fréquence de 8 à 14 cpm.

Plusieurs travaux ont cherché à déterminer la fréquence normale de IRC chez l'homme par palpation manuelle. Norton et al. (1992) ont étudié l'Impulsion Crânienne Rythmique (CRI) chez 24 adultes sains, examinés par 12 ostéopathes et étudiants, afin de quantifier objectivement sa fréquence et la répartition des phases de flexion/extension à l'aide d'un simple interrupteur actionné au genou couplé à un enregistreur graphique, pendant une prise crânienne en voûte. En prenant les mesures sur des périodes de 2 minutes, ils trouvent une durée moyenne de cycle de 16,5 s, soit une fréquence d'environ $3,7 \pm 0,6$ cycles/min, nettement plus lente que les 6–14 cycles/min classiquement rapportés, les examinateurs les plus expérimentés présentant une variabilité moindre. Quant à Nelson et al, (2006), sur des cycles de 5 à 15 minutes, ils mesurent une fréquence moyenne de $4,54 \pm 3,5$ cycles/minutes. Ce dernier montre aussi la grande variabilité de cette fréquence par rapport aux études effectuées au cours des 45 dernières années sur le sujet (Figure 19).

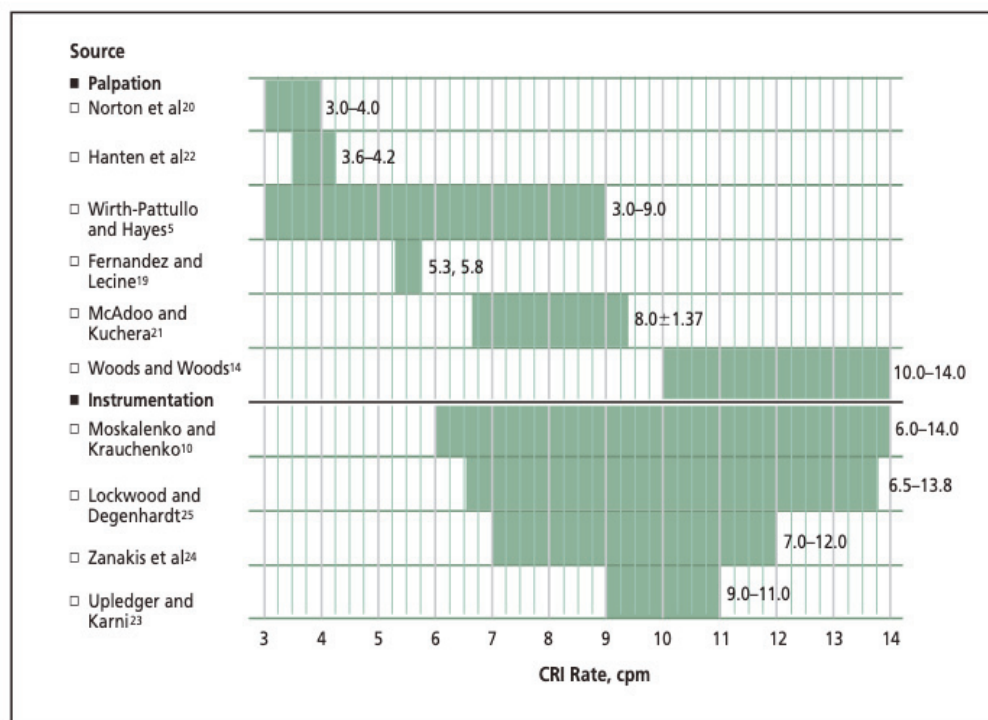


Figure 19 : représentation graphique des fréquences quantifiées de l'impulsion rythmique crânienne (IRC) rapportées dans la littérature au cours des 45 dernières années (Nelson et al, 2006)

Sergueef et al (2011) répondent à cette question dans leur étude sur un large échantillon de patients (727 sujets différents). Ils mettent en avant que plus l'expérience de l'examineur augmente, plus la moyenne et la dispersion (écart-type) des valeurs diminuent. Cette différence suggère que les pratiquants novices rapportent plus volontiers des rythmes rapides, possiblement à cause d'erreurs de palpation ou de mélange avec d'autres rythmes physiologiques, contrairement aux plus expérimentés. Il est aussi possible que les plus novices, par anticipation, « guident » le rythme au lieu de le suivre passivement. Les valeurs obtenues par les praticiens expérimentés sont très proches de celles retrouvées dans d'autres études utilisant des méthodes instrumentales (flowmétrie laser-Doppler par exemple) ce qui suggère que le phénomène perçu pourrait bien refléter une réalité physiologique, en particulier une oscillation de 0,08 Hz (4,8 cycles/minute) correspondant à certaines ondes vasomotrices lentes. Les auteurs recommandent de revoir la référence normative : ils suggèrent que le rythme du CRI palpé devrait être considéré comme « normal » lorsqu'il se situe entre 2 et 7 cycles par minute, du moins chez les examinateurs expérimentés.

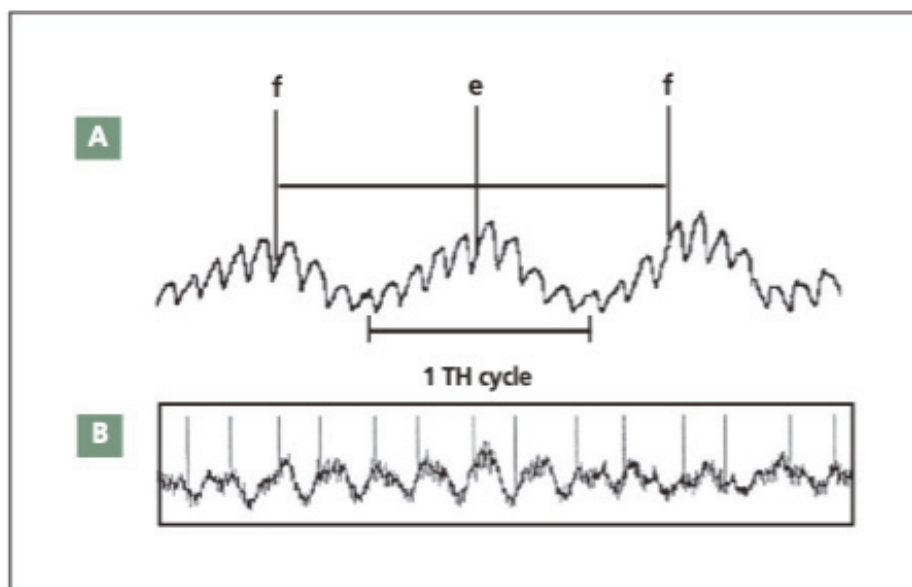


Figure 20 : Palpation de l'impulsion rythmique crânienne (IRC) comparée à la débitmétrie Doppler laser (enregistrement de la vitesse du flux sanguin) de l'oscillation de Traube-Hering. A : Palpation de l'IRC (f : flexion, e : extension) et de l'onde THM (tracé oscillant) dans un rapport 1:2. B : Enregistrement de débitmétrie comprimé démontrant le rapport 1:2. (Nelson et al, 2006)

Tableau I : Synthèse des articles portant sur la motilité inhérente du système nerveux central ou Impulsion Rythmique Centrale

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
A study of the rhythmic motions of the living cranium	Fryman (1971)	Montrer qu'il existe une motilité inhérente du crâne, plus lente que la respiration thoracique. Vérifier qu'elle peut être enregistrée mécaniquement. Si oui, démontrer son rapport aux fonctions physiologiques connues.	Crânes d'humains vivants (n inconnu)	Utilisation d'un appareil capable d'enregistrer électroniquement les mouvements intrinsèques du crâne en excluant les mouvements liés à la respiration ou à la motilité du sujet, relié à un oscilloscope. Créé en association avec un ingénieur.	Existence d'une motilité inhérente dans le crâne. Peut être enregistrée mécaniquement. Relation avec les autres fonctions physiologiques connues peut être déduite par ses ressemblances avec elles.	Validité et fiabilité du dispositif utilisé. Manque de détails concernant le dispositif, le nombre et les critères d'inclusion ou d'exclusion des opérateurs et des sujets, les critères d'inclusions ou de non-inclusion des résultats obtenus. Absence d'explication pour décrire l'origine du rythme perçu.
Direct measurement of the rhythmic motions of the human head identifies a third rhythm	Rasmussen (2021)	Déterminer s'il existe un rythme crânien distinct du rythme respiratoire et du pouls artériel, mesurable objectivement chez l'humain	0 adultes sains, en position allongée, en état de repos.	Mesure pendant 42 minutes des mouvements de tête au repos, avec un appareil de suivi du mouvement, sans intervention externe	Un "troisième rythme" a été identifié chez tous les sujets, avec une fréquence moyenne d'environ 6,16 cycles/min (intervalle - 4,25–7,07 cpm).	Amplitude des oscillations confiée aux mouvements respiratoires + contribution artérielle très faible, ce qui rend l'attribution précise du rythme difficile ; étude en repos (pas en contexte pathologique)
Slow rhythmic oscillations within the human cranium : phenomenology, origin and informational significance	Moskalenko et al (2001)	Analyser les mécanismes physiologiques et le rôle des oscillations rythmiques lentes (de la circulation sanguine et du LCR) dans le crâne de l'être humain	Patients sains et patients souffrants d'hypertension intracrânienne (n=36)	Utilisation écho Doppler transcrânien, ECH et impédancimétrie. Applications crâniennes sur les patients souffrants d'hypertension intracrânienne (HIC).	Présences d'oscillations rythmiques non en lien avec l'activité du cœur ou de la respiration. Amplitudes moins importantes chez les patients souffrants d'HIC. Après manipulations crâniennes, variation de l'implitude des oscillations.	Absence de résultats chiffrés. On a seulement les données de 20 patients sur 36 sans indications des motifs d'exclusion. Absence de test statistiques décrits.
The detection and recording of CRI in acupuncture points using SSLDM and its significance	Pribadi (2008)	Détecter, mesurer et enregistrer l'IRC au niveau de points d'acupuncture d'une main d'un sujet humain. Etudier la relation entre l'IRC au niveau de l'os mastoïde et le mouvement crânien de l'os mastoïde enregistré avec la même technique de manière contemporaine. Etudier si l'instrument utilisé est capable d'enregistrer l'IRC à des points spéciaux d'acupuncture et au niveau de l'os mastoïde.	n = 1	Enregistrement de pulsations à l'aide de Surface Scanning Laser Displacement Meter (SSLDM) à différents endroits du corps	Présence d'ondes de pulsation au niveau de différents points d'acupuncture dont les caractéristiques coïncident avec ceux de l'IRC. L'appareil est sensible et spécifique pour enregistrer des pulsations au niveau des points d'acupuncture.	Viabilité et fiabilité du SSLDM. Un seul sujet d'étude.
La pulsativité cérébrale dans le concept Cranio-Sacré. Etude chez le lapin	Goyenvaille (2012)	Vérifier si la pulsativité cérébrale peut être observée in vivo et si elle correspond au moteur du MRP. Existence d'une relation entre cette pulsativité et les mouvements du sacrum	Lapins New Zealand, femelles, n=7	Après anesthésie : Craniotomie circulaire de 11 mm au sommet du crâne (avec une adhérence variable de la dure-mère). Observation directe du cerveau à ciel ouvert. Mesure simultanée de : la pulsativité cérébrale (fréquence + amplitude), la fréquence respiratoire (capnomètre + observation thoracique), la fréquence cardiaque, le mouvement inspir/expir du sacrum, palpé manuellement (fréquence + restrictions) Mesures réalisées à plusieurs étapes : induction, incision cutanée, craniotomie, réapparition du mouvement cérébral, fin d'observation	Pulsativité cérébrale réapparaît chez 5/7 lapins, synchronisée avec la respiration, pas avec le cœur. Blocage du sacrum en flexion après ouverture de la dure-mère (6/7), mouvement sacré non retrouvé. Aucune synchronisation crâne-sacrum observée.	Anesthésie modifie fortement pulsativité et respiration. Effraction de la dure-mère dans 6/7 cas, compliquant l'interprétation. Très petit échantillon (n = 7). Mesures palpatoires subjectives pour le sacrum. Conditions non physiologiques (craniotomie ouverte).

Ostéopathie crânienne et oscillations des ondes de Traube-Hering-Mayer : une comparaison de la fluxmétrie laser-Doppler et de la palpation	Sergueef et al (2002)	Déterminer l'effet de manipulations crâniennes sur l'oscillation de THM.	23 sujets en bonne santé randomisés en deux groupes (un recevant de la palpation crânienne simple, l'autre des manipulations crâniennes)	Application du traitement placebo ou contrôle pendant 10 à 20 min. Enregistrement en parallèle de la vélocité sanguine, du signal thermique, du signal cardiaque, du signal barométrique et du signal respiratoire des THM	Les manipulations ont un effet sur les oscillations de faible fréquence de vélocité sanguine, contrairement à la simple palpation crânienne.	Comparabilité des deux groupes : les valeurs enregistrées avant traitement dans le groupe 'manipulation' sont toutes plus hautes, pour tous les signaux au contraire du groupe 'palpation'.
Cranial rhythmic impulse related to the THM oscillation : comparing laser-Doppler flowmetry and palpation	Nelson et al (2001)	Mesurer simultanément le MRP (manifesté par l'IRC) et l'oscillation de Traube-Heyring-Mayer (THM)	Patients en bonne santé (n=20)	Utilisation d'une sonde Doppler pour enregistrer l'oscillation de THM et utilisation de la technique pariétale pour enregistrer l'IRC	Coincidence entre la palpation de l'IRC et les variations de l'oscillation de THM (selon l'analyse statistique)	Statistiques faites seulement sur 12 sujets sur 20 (il manque un peu de détails sur l'analyse)
Cranial manipulation induces sequential changes in blood flow velocity on demand	Nelson et al (2004)	Déterminer si la manipulation crânienne modifie spécifiquement la composante Traube-Hering (0.1 Hz) de la vitesse du flux sanguin et ces effets peuvent être reproduits à la demande.	15 adultes en bonne santé ont participé à l'étude.	La vitesse du flux sanguin a été mesurée par laser-Doppler avant, pendant et après des séquences alternées de manipulation crânienne et de non-traitement selon un schéma prédéfini.	Toutes les manipulations ont provoqué une augmentation nette de la composante TH (0,1 Hz) du flux sanguin et une élévation de la fréquence cardiaque ($\approx 70 \rightarrow 82$ bpm), avec un retour au niveau basal quelques minutes après l'arrêt.	Étude sur un petit échantillon, sans groupe contrôle, avec forte probabilité d'influences non spécifiques (placebo, bruit du signal, facteurs autonomes) et absence de lien direct avec la palpation clinique réelle
Recording the rate of the cranial rhythmic impulse	Nelson et al (2006)	Comparer les valeurs d'IRC obtenues par laser Doppler à celles obtenues par palpation manuelle.	Ostéopathes et étudiants en ostéopathie de moins de 35 ans (n=44)	Enregistrement des vitesses d'écoulement sanguin par laser Doppler. Détection manuelle des phases de flexion et d'extension de l'IRC pendant 5 à 15 min	Validité de l'utilisation de la sonde Doppler pour mesurer l'IRC.	
Validation of subjective manual palpation using objective physiological recordings of the cranial rhythmic impulse during osteopathic manipulative intervention	Holger Pelz (2023)	Vérifier si la palpation manuelle du <i>cranial rhythmic impulse</i> (CRI), utilisée en ostéopathie crânienne, correspond à des marqueurs physiologiques objectifs, notamment ici au système nerveux autonome.	25 adultes sains (14 femmes, âge moyen ≈ 42 ans), non-fumeurs, sans antécédents neurologiques, cardiovasculaires ou psychiatriques. 2 ostéopathes expérimentés.	Double aveugle. Palpation manuelle des rythmes marquée par un pédale bluetooth. Enregistrement simultané des oscillations du flux sanguin cutané frontal par PPG. Analyse des fréquences par transformée en ondelettes. Comparaison entre participants "L-F-responders" (basse fréquence = 0,07 Hz) et "IM-responders" (bande intermédiaire = 0,15Hz)	Corrélation élevée entre fréquences palpées et MFHA. Palpation manuelle du CRI montre des correspondances objectives avec des oscillations physiologiques mesurées. Le modèle basé sur la bande intermédiaire (IM band) et ses harmoniques est une explication plausible. Manifestation physiologiques réelle du système vasomoteur cutané ou du SNA, observable dans la bande IM.	Petit échantillon de participants. Variabilité individuelle élevée des rythmes physiologiques et du CRI. Les termes flexion extension sont difficiles à associer aux données physiologiques.
Characterization of the CRI in healthy human adults	Norton et al (1992)	Présenter des données concernant la fréquence et l'amplitude de l'IRC permettant de tester le modèle explicatif de l'IRC qui implique des variations de pressions tissulaires	24 étudiants en ostéopathie.	Observation manuelle pendant 2 minutes de la durée des cycles d'IRC et de leur fréquence.	Fréquence = $3,7 \pm 0,6$ cycles/minute	Validité et fiabilité des techniques diagnostiques utilisées. Manque de détails méthodologiques. Absence d'utilisation de tests statistiques pour comparer les résultats obtenus selon les observateurs.
The palpated cranial rhythmic impulse (CRI): Its normative rate and examiner experience	Sergueef et al (2011)	Définir une valeur "normale" de la fréquence CRI palpée et comparer les taux selon le niveau d'expérience des examinateurs.	n=734 sujets sains examinés, palpation de la CRI réalisée par des praticiens de 1 à 25 ans d'expérience/734	Étude rétrospective — chaque examinateur déclare la CRI : taux palpé mesuré puis données analysées par niveau d'expérience.	Fréquence moyenne de CRI palpée = $6,88 \pm 4,45$ cycles/min ; plus l'expérience augmente, plus la moyenne et la variabilité diminuent. Le "taux normal" de CRI devrait être repensé (plutôt 2–7 cpm qu'environ 8–14 cpm), et l'expertise de l'examineur influe beaucoup sur les valeurs palpées.	Données subjectives (palpation), grande variabilité inter-praticiens, distribution large, absence de mesure objective externe.

Applicability of using dynamic MRI to evaluate alleged cranial rhythmic impulse (CRI)	Pezzhman Masoudi (2024)	Démontrer que le Cranial Rhythmic Impulse (CRI) correspond à des mouvements mesurables du crâne liés au modèle biomécanique du « four-gear interlinked model ». Le dynamic MRI (IRM dynamique) est capable de mesurer de manière fiable la fréquence et l'amplitude de ces mouvements crâniens. Certaines distances craniométriques (glabella—occiput, sella turcica—glabella, sella turcica—occiput) varient en phase avec le CRI et peuvent servir de repères fiables.	15 participants sains âgés de 25 à 77 ans	IRM dynamique, acquisition pendant 30 secondes à une fréquence de 0,6Hz. Distances mesurées : glabella—occiput, sella—occiput, sella—glabella. Paramètres calculés : fréquence des oscillations, amplitude des mouvements, corrélations entre distances.	Fréquence des ondes CRI : Moyenne entre 5,6 et 6,7 cycles/30 s (~10–12 cycles/min), cohérente avec les valeurs rapportées dans la littérature. Consistance des fréquences entre les trois distances mesurées. Amplitude des ondes CRI : Moyennes : 0,39 mm (glabella—occiput), 0,49 mm (sella—glabella), 0,60 mm (sella—occiput). Variabilité interindividuelle importante (0,17–1,7 mm). ICC élevée : 0,87 à 0,96.	Faible échantillon. Modèle biomécanique de référence (four gear model) non validé scientifiquement. Amplitude difficile à mesurer, seules certaines distances sont fiables ce qui limite l'interprétation globale.
---	-------------------------	---	---	--	---	---

3. Discussion et conclusion

Plusieurs études, notamment certains travaux de Moskalenko et collaborateurs dont l'apport aurait enrichi cette analyse n'ont pas pu être consultés, soit parce qu'ils étaient rédigés en langue russe, soit parce que le texte intégral n'était pas disponible.

Les différentes études analysées montrent qu'un rythme crânien existe bien et qu'il peut être objectivé par plusieurs méthodes de mesure. Ce rythme, assimilé à l'impulsion rythmique crânienne, se superpose à l'onde de Traube–Hering–Mayer, décrite en physiologie comme une onde de vasomotricité liée au système nerveux autonome.

Cependant, les fréquences rapportées varient largement d'une étude à l'autre. Cette variabilité est en partie liée à la différence d'expérience des praticiens ; plus ceux-ci sont expérimentés, plus les valeurs concordent avec celles obtenues par les outils de mesure, ce qui ne plaide pas en faveur de la fiabilité de l'examen palpatoire en pratique clinique, comme nous le verrons plus loin. Mais dans les études présentées ici, les auteurs se contentent majoritairement de constater cette variabilité sans en explorer les causes potentielles ni s'interroger sur l'origine exacte de ce rythme. Il serait donc intéressant de continuer à rechercher des méthodes pour pouvoir démontrer si ce dernier est réellement en rapport avec le mécanisme du Mouvement Respiratoire Primaire décrit par Sutherland, en proposant une méthodologie et une analyse des résultats solide pouvant limiter l'apparition de biais et de limite.

Les données expérimentales et cliniques récentes confirment l'existence de phénomènes crâniens/céphaliques rythmiques mesurables, et interprètent de plus en plus le CRI/PRM comme émergeant d'oscillations cardiovasculaires-autonomes systémiques et de la dynamique du LCR et non pas comme un mouvement respiratoire primaire discret et intrinsèque aux os du crâne. Ces résultats invitent à reconsidérer le modèle historique du Mouvement Respiratoire Primaire proposé par Sutherland.

Il est important de noter ici, qu'à part l'étude de Goyenvalle, toutes les études sélectionnées et analysées ici ont pour sujet l'être humain. Il est donc nécessaire de garder à l'esprit que les conclusions données dans cette partie seront transposées au domaine vétérinaire mais que c'est ici une limite importante étant donné que les espèces étudiées en médecine vétérinaire présentent de grandes variations spécifiques en termes d'anatomie et de physiologie.

Le Tableau II, résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau II : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur l'existence d'une mobilité inhérente au système nerveux central en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèse	Étayage scientifique
Existence d'une mobilité inhérente au système nerveux central chez l'Homme et les animaux (pulsatilité du SNC)	OUI
Existence d'un rythme (IRC) dissociable des rythmes physiologiques tel que le rythme cardiaque et respiratoire chez l'Homme.	OUI
La fréquence de ces impulsions se superpose à l'onde de Traube-Hering-Mayer	OUI
Détection et enregistrement de ce rythme par des outils de mesure.	OUI
Perception manuelle de ce rythme	OUI
Fréquence de 8 à 14 cycles/min chez l'homme.	OUI (mais grande variabilité)
Fréquence de 8 à 12 cycles/min chez le cheval.	NON
Fréquence chez autres animaux domestiques	NON
Découverte de l'origine de ce rythme	NON

III. Mobilité des os du crâne et sutures

1. Hypothèse de départ

Dans la théorie du MRP, les os du crâne et de la face présentent une certaine mobilité entre eux. Cette mobilité spécifique résulterait de l'action de forces externes (pression mécanique, tensions de tous les muscles et fascias s'y insérant, chocs vibrations ...) et internes (variations de la pression de fluctuation du LCR, tensions exercées par les méninges...). Elle est rendue possible par les caractéristiques des sutures crâniennes et faciales qui ne fusionnent pas totalement, même à l'âge adulte.

Aussi faible soit-elle, cette mobilité pourrait être perçue à l'examen palpatoire par les praticiens formés à l'ostéopathie crânio-sacrée, et mesurée à l'aide d'instruments spécialisés.

Des perturbations de cette mobilité crânienne sont supposées influencer l'état de santé et pourraient être traitées par des techniques ostéopathiques spécifiques.

2. Analyse des articles

Plusieurs études ont exploré l'hypothèse de mobilité des os de la face et du crâne chez l'humain et chez les animaux (voir Tableau III). Nous les avons divisés en 4 groupes : les études anatomiques des fusions des différentes sutures du crâne, les études évaluant la mobilité induite par des forces externes, celles induites par les forces internes, et les études les plus récentes par imagerie.

La possibilité de mouvements des os de la tête a fait l'objet de nombreuses études et controverses, liées ou non au concept de l'ostéopathie crânio-sacrée. La présentation de toutes les études référencées en faveur ou en défaveur de cette hypothèse n'étant pas possible dans le cadre de cette thèse, nous évoquerons également deux revues systématiques les plus récentes sur le sujet.

a. Fusion des sutures des os du crâne

Pritchard et al (1956) ont montré sur des échantillons humains et animaux (moutons, cochons, chats, lapins et rats), néonataux et adultes, que les sutures ne se ferment pas complètement avec l'âge, laissant une mobilité relative entre les structures crâniennes, et ce, même à l'âge adulte. Examinant la perméabilité des sutures inter-pariétales et pariéto-temporales sur 17 cadavres humains, Retzlaff et al (1979) ont renforcé la thèse de la persistance de l'ouverture des sutures crâniennes, tout au long de la vie, ce qui assure une condition anatomique nécessaire à la présence d'une mobilité. On manque cependant de détails méthodologiques concernant l'obtention de ces résultats. Cette conclusion a été

enrichie par des études plus récentes, conduites respectivement par Sabini et Elkowitz (2006) et Murlimajnu et al (2011) sur des cadavres humains dans le but d'évaluer les morphologies de leurs sutures crâniennes. Il en est ressorti que les sutures coronales (fronto-pariétales), sagittales et lambdoïdes (occipito-pariétales) possèdent une grande perméabilité et qu'elles s'ossifient rarement entièrement.

b. Forces externes et mobilité des os du crâne

Dans une approche plus mécanistique, Hubbard et al (1971), ont observé que les sutures crâniennes soumises à des contraintes mécaniques (force externe) montraient une certaine compliance, et que cette dernière pouvait être mesurée. Ceci suggère que les sutures peuvent transmettre des contraintes mécaniques et sont sensibles à ces forces. Cependant, cette étude reste limitée par son faible nombre d'échantillons et l'absence de tests statistiques. De plus, Michael et Retzlaff (1975) qui ont réalisé leur étude sur des sujets vivants (des singes écureuils femelles anesthésiés), ont mis en évidence des mouvements rythmiques crâniens après application d'une contrainte externe (force inférieure à dix grammes sur différents os du crâne), mettant en avant l'existence de mouvements osseux spontanés, à une fréquence de 5 à 7 cycles par minutes. Malgré l'absence de renseignements sur le nombre d'animaux étudiés ce qui trouble l'analyse statistique, ces résultats apportent un soutien à l'idée d'une mobilité intrinsèque, qu'on pourrait penser sensible à des forces externes. Appuyant aussi cette théorie, l'étude de Herniou (1992) réalisée sur des moutons met en évidence des déplacements des structures crâniennes de 20 à 25 microns après application d'une force sur l'os frontal.

Les résultats précédents sont contredits par l'étude plus récente de Downey et al (2006) : réalisée sur des lapines de Nouvelle Zélande anesthésiées, elle montre l'absence de variation de la pression intracrânienne ou de mouvement des structures crâniennes après application d'une faible force sur l'os frontal. Les variations ne sont observées qu'à partir de 1000 grammes de pression.

c. Forces internes et mobilité des os du crâne

Afin d'étudier l'incidence des forces internes sur la mobilité crânienne, Adams et al (1992), ont travaillé sur des chats anesthésiés. Ils ont observé des déplacements latéraux et antéro-postérieurs des os pariétaux, en réponse à une exposition à de l'air contenant 8% de CO₂, après injection de noradrénaline ou de LCR dans un ventricule cérébrale latéral. Selon une seconde étude menée par Heisey et Adams (1993) sur des chats, les sutures montrent une réelle variation de compliance en fonction du volume de LCR injecté et de la pression intracrânienne. Ils ont également montré que les modifications de compliance sont plus sensibles aux variations du volume de LCR qu'aux mouvements de l'os pariétal. Ces

deux études sont donc enrichissantes pour montrer le lien de causalité entre forces internes et mobilité des os du crâne et de la face.

d. Études par imagerie

Les études de Oleski et al (2002), Crow et al (2009), et Masoudi (2024) ont démontré la possibilité de visualiser et quantifier la mobilité des structures crâniennes par imagerie.

- Crow et al (2009) ont réalisé des mesures par IRM chez 20 individus sains et ont détecté des variations temporelles, mesurables et significatives de la surface (dépassant le seuil de résolution de l'acquisition), ainsi que de la largeur, de la hauteur, de l'axe principale de la cavité crânienne. Ces variations sont compatibles avec l'idée d'un mouvement spontané interne.

- Oleski et al (2002), ont eu recours à la radiographie pour comparer des distances et angles entre des repères osseux avant, puis après, manipulations ostéopathiques crâniennes de la voûte chez 12 personnes. Ils ont mesuré des variations significatives pour au-moins 3 des mesures chez 91,6% des individus. Ils concluent que ces mouvements crâniens peuvent être mis en évidence et mesurés sur des clichés radiographiques. Sur un autre plan, cette étude tend également à montrer que l'application de techniques ostéopathiques crâniennes peuvent mobiliser les os de la tête.

- Dans une étude récente, Masoudi (2024) a utilisé l'IRM dynamique pour objectiver les mouvements de la boîte crânienne associés à l'impulsion rythmique crânienne chez 15 participants sains. Les résultats révèlent des oscillations régulières d'environ 10 à 12 cycles par minute, avec des amplitudes évoluant entre 0,39 et 0,60 mm selon les distances craniométriques mesurées.

e. Revues systématiques

Les deux revues systématiques les plus récentes référencées sont des revues narratives sans méta-analyse quantifiant spécifiquement la micro-mobilité des os de la face et du crâne chez l'homme ou l'animal.

L'article de Rogers et Witt (1997) intitulé « The controversy of cranial bone motion » a passé en revue des études chez l'homme et l'animal, comprenant les travaux sur les jauges de contrainte et l'imagerie des sutures et des micro-mouvements des os pariétaux. Il conclut que les recherches sur le mouvement des os crâniens étaient rares, limitées sur le plan méthodologique et globalement peu concluantes, avec seulement un potentiel possible de mouvement de très faible amplitude qui ne pouvait être clairement lié à la pratique clinique.

La revue de Seimetz et al. (2012) a identifié et résumé les études expérimentales sur le mouvement crânien et la rigidité du crâne, rapportant que la déviation des sutures animales variait de 0 à 910 μm et que la déviation de la voûte crânienne humaine vivante variait d'environ 0,78 à 3,72 μm . Bien que l'article ne présente pas ses conclusions comme une revue thérapeutique de l'ostéopathie crânienne, il compile les études biomécaniques pertinentes et conclut que de petites déformations mesurables du crâne peuvent se produire sous l'effet de changements de pression physiologique ou de forces externes appliquées dans la gamme utilisée en ostéopathie crânienne. Il souligne toutefois que ces mouvements sont très faibles, variables et ne valident pas en eux-mêmes les concepts plus larges de l'ostéopathie crânien.

Tableau III : Synthèse des articles portant sur la mobilité des os du crâne et sutures

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
Assessment of calvarial structure motion by MRI	Crow (2009)	Déterminer si des mouvements intrinsèques des structures crâniennes peuvent être détectés par IRM, sans intervention manuelle externe	Professionnels de santé de 24 à 52 ans sans antécédents chirurgicaux crâniens (n = 20)	IRM T1 pondérée sur un plan axial unique au niveau des os pariétaux. 8 images prises toutes les 45 secondes pendant 6 minutes (au total 8 images/sujets) et utilisation d'une bobine crânienne rigide pour éviter tout mouvement de tête.	La variation d'aire est statistiquement significative ($p < 0,003$) et supérieure au seuil de résolution. Autres mesures (largeur, hauteur, axe majeur ...) statistiquement significatives mais en dessous du seuil de détection fiable. Donc variation mesurable de la structure crânienne dans le temps compatible avec l'idée d'un mouvement spontané interne.	Résolution limitée de l'IRM utilisée. Absence de corrélation directe avec les rythmes physiologiques. Absence de marqueur externe fixe sur l'image pour assurer une référence de comparaison inter-image. Pas de démonstration du mécanisme à l'origine des mouvements observés (mécanique osseuse? fluides intracrâniens? sutures?)
The structure and development of cranial and facial sutures	Pritchard et al (1956)	Etudier le développement et les structures de sutures provenant de fœtus, de jeunes humains et d'humains adultes	Echantillons de crânes de 9 humains juste nés, 17 moutons de 18 mois, 6 cochons de 5 mois, 5 chats de 57 jours, 4 lapins juste nés et adultes, 93 rats de 15 j d'âge fœtal à 1 an.	Observation de différents éléments histologiques et osseux des structures crâniennes et faciales, préalablement définis	Les sutures permettent une union ferme entre 2 os voisins, bien qu'une mobilité relative soit permise. La fermeture des sutures apparaît en fin de croissance généralement mais cela varie considérablement selon les animaux et les sutures	
Flexure of cranial sutures	Hubbard et al (1971)	Déterminer la compliance des sutures crâniennes. Comparer de manière théorique la compliance de structures crâniennes possédant des sutures crâniennes à celles qui n'en possèdent pas.	Echantillons de crânes de 3 humains.	Déformation des crânes en flexion à l'aide d'appareil Enregistrement des mouvements provoqués avec un oscilloscope.	Les échantillons des crânes embaumés et non embaumés sont légèrement plus compliant que les structures osseuses théoriques équivalentes	n faible, Pas de tests statistiques.
A preliminary study of cranial bone movement in the squirrel monkey	Michael et Retzlaff (1975)	Montrer que les os du crâne bougent. Montrer qu'ils possèdent un mouvement rythmique lent.	Crânes de singes écureuils femelles adultes anesthésiées (n inconnu)	Enregistrement de la fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, pression artérielle, la fréquence de mouvement et le déplacement de l'os pariétal. Application d'une force inférieure à 10 grammes sur différents os.	Existence de mouvements rythmiques de 5 à 7 cycles/minute qui parcourent les os du crâne, permis par l'intermédiaire des ligaments et des mouvements respiratoires.	n inconnu donc présentation des résultats incomplète. Pas de critères d'inclusion ou d'exclusion.
Age related changes in human cranial sutures	Retzlaff et al (1979)	Etudier la perméabilité des sutures pariéto-pariétales et pariéto-temporales chez l'homme	Cadavres humains de 7 à 78 ans (n=17)	?	Il n'y a aucune preuve de fermeture des sutures par ossification chez aucun des cas étudiés	Très peu de détails méthodologiques.
Parietal bone mobility in the anesthetized cat	Adams et al (1992)	Montrer que les os bougent latéralement et en rotation dans le plan médian de la suture sagittale. Montrer que ces mouvements sont dus à la fois à des forces externes et à des forces internes et liés au pouls périphériques et aux mouvements respiratoires. Montrer qu'ils sont aussi dus aux changements de pression intracrânienne provoqués par l'injection de LCR dans un ventricule. Montrer que les os du crâne ne sont pas unis de manière rigides.	Crânes de chats anesthésiés (n inconnu)	Mesures des mouvements au niveau de la suture sagittale à l'aide d'un appareil de mesure isotonique en fonction des fluctuations de la pression intracrânienne provoquées expérimentalement.	Une compression latérale augmente la pression intracrânienne lorsqu'une force vers le bas est appliquée à la suture sagittale (augmentation non dues au cœur ou aux poumons). Existence des mouvements latéraux des os du crâne lorsque les chats sont exposés à de l'air contenant 8% de CO2. après injection de noradrénaline ou de LCR dans un ventricule cérébrale latéral.	Appareil de mesure isotonique : validité et fiabilité. Manque de méthodologie (nombre de sujets, sélections des résultats, exclusion, inclusion...). Présentation partielle des résultats.
Quantifications in vivo et post-mortem de la mobilité osseuse et structurale, sur un os frontal du mouton, soumis à faible contrainte	Herniou (1992)	Evaluer la mobilité de la suture et de l'os frontal du mouton soumis à faible contrainte.	Moutons anesthésiés (n inconnu)	Enregistrements avec un dispositif contenant des capteurs à inductance et un capteur de force.	Les sutures frontales sont nettement plus mobiles que les os adjacents. Les déplacements sont de 20 à 25 microns.	Validité et fiabilité du dispositif. Manque de détails sur les conditions expérimentales.

Role of cranial bone mobility in cranial compliance	Heisey & Adams (1993)	Démontrer que l'augmentation du volume intracrânien du chat induit le mouvement des os pariétaux de la suture sagittale	Chats adultes (n = 17)	Enregistrement de la pression sanguine artérielle, de la fréquence cardiaque et respiratoire, de la pression intracrânienne et des mouvements de l'os pariétal. Injections de différentes quantités de LCR.	Mouvement total de la suture de 300 micromètres. La compliance des sutures varie en fonction du volume de LCR injecté et la pression intracrânienne. Elle varie aussi plus en fonction du volume de LCR qu'en fonction des mouvements de l'os pariétal.	Absence de test statistique. Absence de détails méthodologiques concernant le nombre d'animaux, de l'inclusion ou de l'exclusion des observations.
Radiographic evidence of cranial bone mobility	Oleski et al (2002)	Déterminer si une manipulation externe du crâne altère les paramètres de la voûte et de la base du crâne	Crânes d'humains (n=12)	Manipulations crâniennes de la voûte puis radiographies de la face avant et après traitement. Utilisation d'un dispositif spécifique appelé "méthode d'analyse dentaire radiographique orthogonale" pour limiter les mouvements du patient. Réalisation de mesures sur les clichés obtenus.	Observation d'une mobilité crâniale à la radiographie	Validité et fiabilité de l'outil de mesure. Absence de groupe contrôle.
Craniosacral therapy : the effects of cranial manipulation on intracranial pressure and cranial bone movement	Downey et al (2006)	Déterminer si une faible force appliquée au niveau de l'os frontal fait varier de manière significative la pression intracrânienne et le mouvement autour de la suture coronale.	Lapines blanches de Nouvelle Zélande anesthésiées (n=13)	Mesures de la pression intracrânienne. Application d'une force axiale de 10 à 10000g au niveau de l'os frontal. RX pour mesurer le mouvement engendré.	Une faible force appliquée sur l'os frontal n'a pas d'influence significative sur la pression intracrânienne et le mouvement autour de la suture coronale.	2 résultats de radiographies sont exclus de l'analyse (mais pas de connaissances des critères d'exclusions. Coefficients de Pearson extermements élevés, corrélation parfaite ou quasi-parfaite : extrêmement rare en biologie.
Significance of differences in patency among cranial sutures	Sabini et Elkowitz (2006)	Déterminer s'il existe une différence de perméabilité et d'oblitération des sutures extracrâniennes coronales, lambdoïdes et sagittales. Déterminer les différences morphologiques de ces sutures.	Crânes de cadavres d'humains (moyenne d'âge 82 ans) (n = 36)	Observation et catégorisation à l'œil nu de chacune des sutures de crânes de cadavres humains. Score entre 0 et 4 (structure ouverte, non fusionnée jusqu'à sutures 100% fusionnée)	Existence d'une plus grande perméabilité de la suture lambdoïde. Due à des forces externes.	Validité et fiabilité de la méthode observationnelle (un seul observateur).
Morphological investigation of cranial sutures in indian human adult skull	Murlimajnu et al (2011)	Evaluer la morphologie des sutures coronales, lambdoïdes et sagittales. Déterminer si il existe des différences en terme de perméabilité.	Crâne de cadavres humains (n=78)	Observation et catégorisation à l'œil nu de chacune des sutures de crânes de cadavres humains. Score entre 0 et 4 (structure ouverte, non fusionnée à sutures 100% fusionnée). Plusieurs co-observateurs.	Existence d'une plus grande perméabilité de la suture lambdoïde. Due à des forces externes.	Validité et fiabilité de la méthode observationnelle.

3. Discussion et conclusion

L'ensemble des études analysées oriente vers une validation de l'existence d'une certaine mobilité des os du crâne et de la face, chez l'humain et chez l'animal. Anatomiquement, cette dernière semble être permise par le fait que les sutures crâniennes ne soient pas totalement fusionnées au cours de la vie de l'individu. Les travaux recensés mettent en avant une sensibilité des sutures crâniennes à de fortes contraintes mécaniques externes et potentiellement à des facteurs de force interne (variation de pression intracrânienne ou de volume du liquide céphalorachidien).

Toutefois, il faut noter que malgré des résultats convergents, la diversité des modèles expérimentaux, le manque de standardisation méthodologique et la faiblesse des analyses statistique de certaines études limitent la validation totale de ces conclusions.

Ainsi, il est facile de valider complètement le postulat selon lequel les sutures crâniennes ne sont pas totalement fusionnées, mais il n'est pas possible d'affirmer avec certitudes que la mobilité crânienne est due à cela. Nous pouvons donc témoigner d'une certaine mobilité des os de la face et du crâne sans pouvoir apporter de mécanisme ou d'explication à son origine.

Aucune étude ne nous permet de discuter du fait que des perturbations de la mobilité crânienne entraînent des troubles de la santé ou que certaines techniques manuelles permettent d'améliorer ces perturbations, nous ne nous prononcerons donc pas sur ces points-là.

Le Tableau IV résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau IV : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur la mobilité des os de la face et du crâne en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèses	Étayage scientifique
Les os du crâne et de la face sont mobiles entre eux.	OUI
La mobilité crânienne est due à des forces internes et externes.	OUI
Les sutures crâniennes ne sont pas totalement fusionnées, même à l'âge adulte.	OUI
La mobilité crânienne peut être perceptible manuellement et à l'aide d'outils de mesures spécialisés.	OUI
Les perturbations de cette mobilité peuvent entraîner des troubles de santé.	NON
Certaines techniques manuelles permettent d'améliorer ces perturbations.	NON

IV. Fluctuation du liquide céphalo-rachidien

1. Hypothèse de départ

La théorie de base de l'ostéopathie crânio-sacrée est que le liquide céphalo-rachidien (LCR) présente des fluctuations cycliques, initiées par une impulsion rythmique crâniennes (IRC), indépendante des rythmes cardiaque et respiratoire. Ces fluctuations sont transmises à l'ensemble de la boîte crânienne et entraînent des mouvements infimes des os du crâne et des méninges crâniennes et spinales.

Selon Upledger (1995) les fluctuations du LCR se feraient selon un rythme de 10 cycles d'expansion/contraction par minute se superposant au rythme cranio-sacral du MRP. L'extravasation du LCR hors du cerveau, vers la périphérie, notamment par le système lymphatique, est également un principe fondamental de l'ostéopathie crânio-sacrée mise en avant par Sutherland.

La fluctuation pulsatile du LCR combinée à la motilité propre des tissus du système nerveux, constituent en quelque sorte le « moteur » du MRP palpable, à la base des approches thérapeutiques ostéopathiques cranio-sacrales.

Des perturbations de la circulation du LCR peuvent entraîner des pathologies mais certaines techniques manuelles permettent d'améliorer et de compenser les problèmes amenés.

2. Analyse des articles

Le résultat de notre recherche de toute étude expérimentale ou clinique cherchant à relier le LCR (fluctuation, circulation, pulsation) avec l'ostéopathie crânio-sacrée (mécanisme/mouvement respiratoire primaire, impulsion rythmique crânienne, ostéopathie crânienne, ostéopathie cranio-sacrée) n'a abouti qu'à une seule référence qui est un mémoire pour l'obtention du diplôme d'ostéopathie de P. Bolet (1993) (voir le Tableau V.)

Nous nous intéresserons également à l'étude de Budgell et Bolton (2007) qui porte sur la physiologie de la circulation du LCR. Ses auteurs déclarent vouloir caractériser les fréquences et l'amplitude des oscillations de pression du LCR chez le rat anesthésié, et vérifier si ces oscillations correspondent aux principales fréquences cardiovasculaires et respiratoires, « *comme le suggèrent certaines théories chiropratiques* ». Bien que les principes de l'ostéopathie crânio-sacrée diffèrent nettement de ceux de la chiropratique, les résultats d'une telle étude sont susceptibles d'éclairer la compréhension de l'OCS.

a. Ostéopathie crânio-sacrée et LCR

- Bolet (1993) a évalué l'influence d'une technique de base de l'ostéopathie crânienne, celle de compression du 4^{ème} ventricule (CV4), sensée agir sur la circulation du LCR, sur les paramètres ioniques sanguins (concentration des ions Na⁺, K⁺ et Cl⁻ ainsi que les protéines totales) chez 24 patients répartis en 3 groupes : 12 personnes hospitalisées dans un service de pneumologie et alcoologie traités par CV4 : 6 jeunes sans pathologie définie, traités par CV4, et 6 patients hospitalisés non traités. Les prises de sang sont réalisées juste avant, puis 15 minutes et 48 heures après le traitement ostéopathique.

Les résultats montrent une variation notable de l'équilibre ionique concernant les Na⁺ et K⁺ et les Protéines totales chez les patients traités, dans les limites des valeurs physiologiques. Bolet rapporte que *« le médecin qui suivait ces patients dans son service hospitalier a estimé que 60 à 70% des patients avait parlé d'une amélioration de leur état, suite à la séance de CV4 ; "Ils se sentaient plus détendus" »*.

L'analyse des résultats de cette étude ne s'appuie que sur un calcul et une comparaison simple de moyennes et non pas sur une véritable analyse statistique pour montrer la significativité des résultats observés. Un biais est possible concernant l'échantillonnage des patients (critères d'inclusion et d'exclusion ? affections ou état clinique des patients hospitalisés des groupes traité ou non, qui peuvent influencer les résultats et leur évolution). Une évaluation clinique générale par le médecin traitant avant et après application de la CV4 fait défaut. Enfin, l'étude des paramètres sanguins se fait uniquement sur 48 heures ce qui ne permet pas un suivi sur un plus long terme des patients hospitalisés.

De ce fait, si cette étude peut suggérer un effet potentiel de la technique de compression du quatrième ventricule sur l'équilibre ionique chez des patients hospitalisés en pneumologie et en alcoologie, elle ne permet pas de conclure à une amélioration significative ni du profil ionique ni de l'état de santé des patients. Par ailleurs, aucun élément de cette étude ne permet d'affirmer que cette technique influence la circulation du liquide cérebrospinal.

- Bugdell et Bolton (2007) ont anesthésié 8 rats mâles dans l'objectif de déterminer les fréquences et la puissance des oscillations de la pression du LCR et de savoir si elles sont entraînées par les cycles respiratoires ou cardiaques. La pression du LCR était enregistrée via un cathéter sous-arachnoïdien implanté en région lombaire. Simultanément, les fréquences cardiaque et ventilatoire étaient mesurées au cours de la ventilation spontanée et d'une phase de ventilation mécanique à pression positive. Une analyse spectrale permettait d'identifier les pics de fréquence. Trois fréquences ont été identifiées.

Le pic d'oscillation le plus puissant de la pression du LCR coïncide avec le mouvement ventilatoire thoracique, en respiration spontanée comme en ventilation mécanique, montrant un entraînement par la respiration. Les deux autres oscillations sont, pour l'une, synchronisée à la fréquence cardiaque et, pour l'autre, beaucoup plus faible, avec la fréquence artérielle.

Cette étude met en avant que les mouvements du LCR sont essentiellement entraînés par la ventilation, la pression pulsatile artérielle jouant un rôle mineur dans les conditions d'immobilité et d'anesthésie. Ces résultats rejoignent et expliquent probablement les observations de Goyenvallée (2012) évoquées plus haut sur des lapins anesthésiés et concernant la pulsativité du SNC synchrone de la fréquence respiratoire. Cependant, il faut noter, que dans cette étude, aucune mention n'est faite de l'IRC et aucun élément ne laisse supposer que le LCR possède une fréquence équivalente à celle de la mobilité du système nerveux central.

b. Physiologie du LCR

Au-delà du champ de l'ostéopathie, la compréhension de la dynamique du LCR intéresse l'ensemble de la médecine, et plus particulièrement les neurosciences cliniques. Ce sujet a fait l'objet de nombreuses recherches depuis environ siècle. Depuis l'essor de l'IRM de flux et de l'IRM dynamique dans les années 1990, les modèles classiques de production, de circulation et de résorption du LCR ont été profondément révisés. Ces données récentes offrent un cadre physiologique renouvelé qui permet de reconsidérer certains éléments du modèle crânien et crânio-sacré en ostéopathie.

Faire la revue de toutes ces études sort du contexte de ce travail, nous ne ferons ici qu'en résumer les principaux résultats.

Fluctuation et pulsations du LCR

- **Le mouvement du liquide céphalo-rachidien (LCR) dans le cerveau et le canal rachidien se caractérise principalement par des pulsations rythmiques** plutôt que par une circulation unidirectionnelle. Des études utilisant l'IRM ultra-rapide et des méthodes de contraste de phase ont systématiquement observé trois types principaux de pulsations du LCR chez l'homme (Martins et al, 2024 ; Picchioni et al, 2020 ; Washgul, 2011) :
- **Des pulsations cardiaques**, synchronisées avec le rythme cardiaque, se manifestent sous forme d'ondes régulières dans le flux du LCR. Elles sont surtout visibles dans l'aqueduc mésencéphalique et les espaces sous-arachnoïdiens. Leur

fréquence est de 1 à 1,2 Hz, correspondant en moyenne à la fréquence cardiaque au repos ;

- **Des pulsations liées à la respiration** : Les variations de la pression intrathoracique pendant l'inspiration et l'expiration sont transmises par le flux veineux, influençant la pression et le flux du LCR, en particulier dans le canal rachidien. Elles sont à l'origine de fluctuations rythmiques plus lentes (fréquence d'environ 0,3 Hz) qui se superposent au cycle cardiaque.
- **Des pulsations vasomotrices ou autonomes** : Les ondes vasomotrices et l'activité autonome modulent le mouvement du LCR en modifiant le volume et la pression sanguins cérébraux, ce qui a un impact supplémentaire sur la dynamique du LCR. Elles se présentent sous forme d'ondes oscillant à une fréquence encore plus basse, inférieure à 0,1 – 0,2 Hz. Elles sont détectées grâce à l'acquisition IRM ultra-rapide et à l'analyse spectrale.

Des résultats comparables mais avec des fréquences plus faibles ont été observées chez le chien avec des fréquences globalement plus basses en lien avec les paramètres cardiorespiratoires, et probablement avec l'anesthésie générale (Christen et al, 2020 ; Hori et al, 2020).

Sécrétion du LCR

Les modèles modernes de la formation du LCR décrivent un système de production distribué (Smets et al, 2024 ; Xiang et al, 2023). Les plexus choroïdes demeurent le principal site de sécrétion, assurant environ 70 à 80% de la production totale, grâce à un transport ionique actif et à des mécanismes d'ultrafiltration au travers de leur épithélium spécialisé. Toutefois, 20 à 30% du LCR proviendraient de sources extra-choroïdiennes : échanges liquidiens au niveau de la barrière hémato-encéphalique (BHE) le long des capillaires cérébraux, surfaces épendymaires ventriculaires et espaces périvasculaires. Dans ces régions, les mouvements d'eau et de solutés entre le compartiment sanguin, le liquide interstitiel cérébral et les espaces du LCR participent à une production et un renouvellement plus diffus du liquide céphalo-rachidien. La formation du LCR apparaît ainsi comme le résultat d'un ensemble de processus de sécrétion active et d'échanges de fluides à plusieurs interfaces barrière, plutôt que comme un phénomène localisé presque exclusivement aux plexus choroïdes. Cet aspect a été documenté par des études expérimentales et d'imagerie chez diverses espèces, dont le chien et les primates non humains, suggérant une certaine variabilité inter-espèces des proportions relatives des différents sites de production

Le système « glymphatique »

Dans une étude destinée à observer la circulation du LCR au moyen d'imagerie microscopique à 2-photons de traceurs fluorescents chez des souris, Iliff et al (2012) ont pu montrer que LCR pénètre le parenchyme via les espaces péri-artériels et y circule en se combinant au liquide interstitiel, facilitant ainsi l'élimination des déchets métaboliques au niveau des espaces péri-veineux. Cette voie, nommée « glymphatique » par les auteurs, favorise la circulation du liquide interstitiel et l'élimination des solutés des espaces interstitiels cérébraux. Elle dépend des canaux hydriques à aquaporine-4 des astrocytes qui facilitent les échanges de liquide entre les espaces périvasculaires et l'espace interstitiel, favorisant le flux du LCR. Elle permet notamment l'élimination active du peptide β -amyloïde soluble, impliqué dans la maladie d'Alzheimer chez l'homme. Ces résultats suggèrent un mécanisme majeur d'élimination des déchets cérébraux, notamment des protéines potentiellement neurotoxiques, via la circulation du LCR plutôt que par simple diffusion ou drainage lymphatique classique.

Les observations du système glymphatique et du flux périvasculaire du LCR décrites par Iliff et al. ont été reproduites chez d'autres espèces, tels que le rat (Iliff et al 2012), le porc (Bèchet et al 2021), le chien (Wang et al, 2024), et l'homme (Iliff et al, 2013) , et les modalités de cette circulation précisées.

Vaisseaux lymphatiques du système nerveux central

Dans une étude faisant appel à l'immunohistochimie, le marquage fluorescent, la microscopie biphotonique et la microscopie électronique à transmission, Louveau et al (2015) ont démontré l'existence de vaisseaux lymphatiques fonctionnels et distincts tapissant les sinus durs. Ces vaisseaux transportent le LCR et les cellules immunitaires hors du système nerveux central, en se connectant directement aux ganglions lymphatiques cervicaux profonds. Ces observations chez la souris ont été confirmées par d'autres études chez les rongeurs (Antila et al 2017) chez des singes ouistitis (Absinta et al 2017) et chez l'homme (Absinta et al, 2017). Ces découvertes récentes ont remis en question le dogme admis jusqu'alors, selon lequel le SNC était dépourvu de système de drainage lymphatique fonctionnel et que la réabsorption du LCR a lieu exclusivement par les granulations arachnoïdiennes dans le sang veineux.

Pris ensemble, ces résultats recentrent la dynamique du LCR sur un système pulsatile intimement couplé aux variations cardiorespiratoires, à la motilité vasculaire et aux échanges liquidiens à travers les différentes barrières neuro-vasculaires.

Tableau V : Synthèse des articles portant sur la fluctuation du liquide céphalo-rachidien

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
La compression du 4ème ventricule modifie-t-elle le profil ionique chez l'enfant?	Bolet (1993)	Déterminer si la technique de compression du quatrième ventricule modifie le profil ionique du patient.	Patients hospitalisés dans un service de pneumologie et d'alcologie (n=12), patients jeunes sans pathologie définie (n=6), autres patients hospitalisés (n=6)	Constitution de 3 groupes (dont un groupe de patients hospitalisés). Réalisation de prises de sang pour obtenir des ionogrammes avant et après application de la technique (si la technique est appliquée) puis à 48h.	Les variations du K, Na et protéines circulantes sont beaucoup plus importantes chez les personnes manipulées : ces variations restent en majeure partie dans les normes physiologiques. La technique a un effet sur le profil ionique du patient.	Hétérogénéité probable des groupes de patients. Pas de groupe contrôle placebo. Absence d'analyses statistiques pour établir la significativité clinique et statistique des différences entre les mesures.
Cerebrospinal fluid pressure in the anesthetized rat	Budgell and Bolton (2005)	Déterminer les fréquences et puissances des oscillations de la pression du LCR chez le rat anesthésié et savoir si elles sont entraînées par les cycles respiratoires et cardiaques.	8 rats mâles Wistar adultes, anesthésiés à l'uréthane agés de 8 à 12 semaines. 26 essais réalisés.	Enregistrement simultané de la pression du LCR, la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire. Ventilation spontanée ou mécanique	Existence de 3 fréquences principales. Oscillations fortement corrélées au rythme respiratoire (très peu au rythme cardiaque). Existence d'oscillations lentes indépendantes des 2 (rythme autonome central?)	Rats anesthésiés. Un seul site de mesure. Pas de lien direct avec la perception de l'IRC.

3. Discussion et conclusion

Malgré les avancées technologiques dans l'exploration du LCR et de sa circulation, en particulier en imagerie, les travaux expérimentaux concernant son implication dans la genèse du MRP restent quasi inexistants. En revanche, les études consacrées à la physiologie générale du LCR et son rôle dans les maladies neurodégénératives sont très nombreuses. Plusieurs résultats récents en IRM confirment plusieurs éléments pertinents pour les concepts de l'ostéopathie crânienne et cranio-sacrale, tout en mettant en évidence certaines divergences importantes :

Concernant la fluctuation du LCR, les études actuelles montrent clairement un flux rythmique de nature pulsatile, lié aux cycles physiologiques cardiaque et respiratoire. Ce point rejoint le concept ostéopathique de « fluctuation continue » du LCR. Toutefois, la vitesse très faible de circulation du LCR contredit l'hypothèse selon laquelle cette fluctuation constituerait une composante majeure du MRP et le vecteur principal de transmission de l'IRC au sein de la boîte crânienne. Pour appuyer ce propos, nous pouvons citer Baud (1995) qui a montré, qu'en injectant dans le cul-de-sac lombo-sacral un traceur (le DTPA marqué par l'¹¹¹In), on visualise ce dernier après 2 heures dans les citernes basales et sylviennes, après 24 heures dans tous les espaces sous-arachnoïdiens et après 48 heures au niveau de la convexité et du sinus longitudinal supérieur (Baud, 2005). Par ailleurs, Bugdell et Bolton mettent en avant que les fréquences et puissances des oscillations de la pression du LCR coïncident avec celles de la fréquence respiratoire, sans évoquer la possibilité qu'elles soient potentiellement corrélées à un troisième rythme physiologique pouvant être assimilé au MRP

Les études d'IRM dynamique confirment l'existence de plusieurs rythmes pulsatoires du flux du LCR qui fournissent une base biomécanique plausible à l'observation clinique de mouvements rythmiques crâniens. Les pulsations principales correspondent cependant aux cycles cardiaque et respiratoire et non pas au cycle plus lent du MRP/IRC décrit classiquement en ostéopathie crânienne.

En revanche les oscillations de très faible fréquences qualifiées de pulsations vasomotrices, de fréquence 0,1-0,2Hz, soit de 6 à 12 cycles par minute, sont bien dans l'intervalle des valeurs mesurées pour l'IRC, incluant les 10 cpm mesurés par Upledger (1995) et pourraient y être corrélées. Néanmoins, la correspondance directe reste ambiguë et non confirmée par l'imagerie seule. Notamment l'amplitude paraît trop faible pour constituer, à elle seule, le « moteur » du LCR et les données d'imagerie ne permettent pas, à ce stade, d'identifier formellement ces oscillations aux rythmes palpés en clinique

Les nouvelles connaissances sur la circulation du LCR - sécrétion extra-choroïdale, passages parenchymateux, voies de drainages lymphatiques, et système glymphatique – confortent d'idée d'une extravasation du LCR hors du SNV, vers la périphérie, notamment via les voies lymphatiques, comme l'avait déjà pressenti Still (« *...the lymphatic system, which is closely and universally connected to the spinal cord and to all the other nerves, and which, together with them, drinks from the cerebral fluids.* » (Still AT : « *The philosophy and mechanical principles of osteopathy* », 1902). Dans cette perspective, les cellules gliales de la barrière hémato-méningée et certaines cellules épendymaires spécialisées pourraient être à l'origine de ces oscillations de très basse fréquence, ou en constituer l'une des composantes

Pour finir, des études récentes d'IRM et physiologiques confirment les fluctuations du LCR et les pulsations rythmiques qui fournissent une base physique claire pour certains phénomènes rythmiques crâniens. Cependant, elles ne valident pas entièrement la fréquence et le caractère spécifiques du MRP/IRC décrits dans les manuels d'ostéopathie crânienne. Le concept de la « fluctuation » du LCR décrit en OCS peut être recontextualisé non pas comme un rythme autonome distinct, mais comme l'expression possible de ces interactions hydrodynamiques et vasculaires complexes. La perception manuelle du MR, correspond probablement à plusieurs processus pulsations physiologiques qui se chevauchent mais qui ne sont pas forcément identiques. Cela confirme une correspondance partielle, mais pas totale, entre les résultats de l'imagerie dynamique contemporaine du LCR et les concepts classiques de l'ostéopathie crânio-sacrée dérivés de Still et Sutherland.

Le Tableau VI, résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau VI : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur les fluctuations du liquide céphalo-rachidien en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèse	Étayage scientifique
Le LCR est le moteur du MRP en transmettant l'IRC à l'ensemble du corps.	NON
Le LCR est en mouvement.	OUI
Il fluctue de façon pulsatoire	OUI
Sa fréquence pulsatoire est indépendante de la respiration et des battements cardiaques	NON
Il présente une composante pulsatoire de très faible fréquence (6-12 cpm)	OUI
La fluctuation du LCR est à l'origine du MRP/IRC	NON
Extravasation possible du LCR et circulation hors du SNC	OUI
Des modifications du LCR peuvent entraîner des pathologies.	NON
Les techniques manuelles améliorent l'état de santé des patients en médecine humaine.	NON
Les techniques manuelles améliorent l'état de santé des patients en médecine vétérinaire.	NON

V. Membranes de tension réciproques

1. Hypothèse de départ

Le principe de la « membrane de tension réciproque » (MTR) est un modèle théorique dans lequel les membranes dures intracrâniennes (faux du cerveau et tente du cervelet surtout) ont pour rôle de guider les mouvements des os du crâne autour du fulcrum de Sutherland. Elles s'étendent caudalement par la dure-mère spinale jusqu'au sacrum et premières vertèbres coccygiennes. Ces membranes se comportent comme un système continu auto-équilibré (membranes de tenségrité), aidant à réguler, modérer et redistribuer l'IRC transmise par le LCR, et coordonnant un mouvement rythmique des os du crâne et du sacrum.

2. Analyse des articles

Notre recherche bibliographique ne nous a pas mis en présence d'une quelconque étude expérimentale, qu'elle soit en biomécanique ou en imagerie, testant directement la réalité fonctionnelle du modèle de membrane de tension réciproque. Des travaux existants ont traité de façon indirecte aux MTR dans des études de palpation simultanée du MRP au niveau du crâne et du sacrum pour évaluer le « lien central » (*core-link*) entre le crâne et le sacrum. Ces études font l'objet du chapitre suivant (voir Tableau VII).

Toutefois, deux observations concernant la dure-mère et son rôle de MTR méritent notre attention :

Dans son mémoire pour le Diplôme d'Ostéopathie Vétérinaire sur la pulsatilité crânienne, déjà évoqué dans le chapitre sur les impulsions rythmiques crâniennes, Goyenvallée (2012) fait une observation intéressante : chez les 7 lapins de l'étude qui ont subi une ablation chirurgicale de la calvaria sous anesthésie générale, l'infraction de la dure-mère crânienne qu'elle soit iatrogène ou chirurgicale s'accompagnait immédiatement et systématiquement d'une mise en flexion soudaine du sacrum. L'ostéopathe qui palpa le bassin était aveugle à l'acte du chirurgien qui opérait à la tête, et annonçait à chaque fois la mise en flexion brusque du sacrum juste au moment où l'effraction de la dure-mère avait lieu. Pour Goyenvallée, ces observations confirmeraient le lien central (« *core-link* ») crânio-sacré par l'intermédiaire de la dure-mère et sa fonction de membrane de tension réciproque.

De leur côté, Kostopoulos et Keramidas (1992) se sont intéressés aux membranes crâniennes. Leur objectif était de mesurer les variations de l'allongement de la faux du cerveau lors de l'application de plusieurs techniques standardisées de thérapie crânio-sacrée sur le crâne d'un cadavre humain embaumé. La cavité crânienne avait été ouverte

par deux fenêtres osseuses pour retirer le cerveau tout en préservant les sutures et conservant toutes les membranes méningées intracrâniennes. Un transducteur piézoélectrique était fixé à la faux du cerveau et relié à un oscilloscope afin d'enregistrer de très petites variations de longueur pendant les manœuvres. Ils ont pu mesurer de petites mais nettes élongations de la faux du cerveau à la suite d'application de différentes techniques cranio-sacrée sur le crâne. Pour les auteurs, ceci suggère une potentielle transmission de forces mécaniques, mêmes très faibles, des os vers les membranes crâniennes.

Tableau VII : Synthèse des articles portant sur les membranes de tension réciproques

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
Changes in Elongation of Falx Cerebri During Craniosacral Therapy Techniques Applied on the Skull of an Embalmed Cadaver	Kostopoulos (1992)	Démontrer que les techniques de thérapie craniocacrale (CST) appliquées au crâne peuvent provoquer une déformation mesurable de la dure-mère, et plus précisément de la faux du cerveau. Montrer que ces déformations démontrent une mobilité potentielle des sutures crâniennes, soutenant ainsi un fondement scientifique à la CST.	1 cadavre humain embaumé depuis 6 mois	Application de techniques de CST appliquées. Capteurs : Élément piézoélectrique fixé au falx cerebri, microphone capacitif à proximité pour capter les déplacements, oscilloscope pour lecture des variations Dissection partielle du crâne pour exposer le falx cerebri sans endommager les membranes. Application manuelle des techniques par un thérapeute spécialisé. Mesure indirecte des déplacements via les variations d'amplitude sur l'oscilloscope, calibrées pour obtenir une estimation en millimètres.	Réponse mécanique directionnelle du falx cerebri aux forces appliquées. Le déplacement opposé entre compression et décompression est interprété comme une preuve que la membrane suit la direction des forces.	Cadavre embaumé (tissus sont plus rigides qu'en conditions physiologiques). Un seul sujet. Mesure indirecte du déplacement réel. Résultats inconclusifs pour certaines techniques (ear pull).
La pulsativité cérébrale dans le concept Cranio-Sacré. Etude chez le lapin	Goyenvallée (2012)	Vérifier si la pulsativité cérébrale peut être observée in vivo et si elle correspond au moteur du MRP. Existence d'une relation entre cette pulsativité et les mouvements du sacrum	7 lapins New Zealand, femelles, environ 2 kg. Ils étaient anesthésiés puis euthanasiés en fin de procédure, conformément à l'expérimentation animale.	Après anesthésie : Craniotomie circulaire de 11 mm au sommet du crâne (avec une adhérence variable de la dure-mère). Observation directe du cerveau à ciel ouvert. Mesure simultanée de : la pulsativité cérébrale (fréquence + amplitude) / la fréquence respiratoire (capnomètre + observation thoracique), la fréquence cardiaque, le mouvement inspir-expir du sacrum, palpé manuellement (fréquence + restrictions) Mesures réalisées à plusieurs étapes : induction, incision cutanée, craniotomie, réapparition du mouvement cérébral, fin d'observation	Pulsativité cérébrale réapparaît chez 5/7 lapins, synchronisée avec la respiration, pas avec le cœur. Blocage du sacrum en flexion après ouverture de la dure-mère (6/7), mouvement sacré non retrouvé. Aucune synchronisation crâne-sacrum observée.	Anesthésie modifie fortement pulsativité et respiration. Effraction de la dure-mère dans 6/7 cas, compliquant l'interprétation. Très petit échantillon (n = 7). Mesures palpatoires subjectives pour le sacrum. Conditions non physiologiques (craniotomie ouverte).

3. Discussion et conclusion

La disposition anatomique et les attaches de la dure-mère dans le crâne et tout le long du canal vertébral est assimilable à un système d'auto-régulation des tensions (tenségrité) tout le long des cavités du système nerveux. Il existe de nombreuses études portant sur les caractéristiques biomécaniques (module d'élasticité, rigidité etc.) de la dure-mère en rapport avec les lésions traumatiques et la chirurgie (Pearcy et al., 2022), mais aucune référencée à notre connaissance portant sur la modification et la régulation des tensions tout le long de la colonne vertébrale en fonction des mouvements de la tête et du rachis ou qui explore et valide ce modèle de tenségrité.

Les observations rapportées dans l'étude de Goyenvalle, constituent certainement un signal fort d'un lien mécanique fonctionnel crâne-dure-mère-sacrum, compatible avec le « *core-link* » de l'OCS. Elles montrent que de brusques variations de tensions dures peuvent se transmettre jusqu'au sacrum. Il est connu qu'une effraction de la dure-mère crânienne s'accompagne d'influx nociceptifs importants. Ceci pourrait éventuellement être à l'origine de fortes contractures musculaires au niveau du rachis induisant une éventuelle hyperflexion. Mais ceci n'est pas décrit dans la littérature relative aux lésions traumatiques de la dure-mère (Fontaine et al., 2018; Kemp et al., 2012). Une lésion de la dure-mère s'accompagne d'une fuite du liquide céphalo-rachidien, et donc d'une chute brutale de la pression intra-crânienne d'où une perturbation de l'équilibre du système crânio-sacré.

Quant à l'étude de Kostopoulos et Keramidas (1992) bien que leurs résultats tendent à appuyer l'idée d'une mobilité crânienne couplée à une interaction avec les membranes intracrâniennes, et ceci même sous l'effet de pressions très légères caractéristiques des techniques de l'ostéopathie crânienne, les auteurs reconnaissent les limites importantes de leur étude : un seul cadavre, des propriétés biomécaniques tissulaires non physiologiques modifiées par l'embaumement et par l'absence de cerveau, de LCR et de pression intracrânienne. Ce qui limite fortement la portée de ces résultats pour leur transposition aux conditions physiologiques.

Ces deux études suggèrent que le modèle de membrane de tension réciproque est cohérent et plausible sur le plan mécanique (lien crâne–dure-mère–sacrum et transmission de forces aux membranes), mais restent méthodologiquement trop préliminaires pour constituer une validation scientifique définitive. En l'état des connaissances, il n'existe pas de preuves expérimentales suffisantes montrant que les MTR jouent effectivement un rôle démontré dans la mobilité des os du crâne ou dans une mobilité involontaire du sacrum.

Le Tableau VII, résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau VIII : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur le système de membrane de tension réciproque (MTR) en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèse	Étayage scientifique
Le système de MTR : « régulateur de tension » de la dynamique intracrânienne »	NON
Le système de MTR et le lien crâne-dure-mère-sacrum (lien-central)	NON (insuffisant)
Le système de MTR permet de normaliser, temporiser et renvoyer l'impulsion transmise par le LCR.	NON

VI. Mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques

1. Hypothèse de départ

Le principe théorique énonce qu'il existe un mouvement involontaire du sacrum entre les iliaques, indépendant de la posture et des mouvements locomoteurs. Lié au mécanisme du Mouvement respiratoire Primaire, ce mouvement est transmis du crâne vers le sacrum grâce au système de membrane réciproque sous l'effet de l'Impulsion Rythmique Crânienne. Ensuite c'est la synchronicité entre les mouvements de la synchodronse sphéno-basilaire et le sacrum qui permet un déplacement crânio-caudal du bassin.

2. Analyse des articles

Un seul article a pu être sélectionné selon les critères de recherches définis (voir Tableau IX).

R.W. Moran et P. Gibbons (2001) ont évalué la fiabilité de la palpation du MRP crânien et sacré et cherché à vérifier le concept de lien central (« *core-link* ») reliant les mouvements du crâne et du sacrum. Onze sujets sains ont été examinés simultanément au niveau du crâne et du sacrum, par deux ostéopathes formés et ayant une expérience de 4,5 et 6,5 ans de pratique en ostéopathie crânio-sacrée. Le test est répété interchangeant la place (à la tête ou au sacrum) des examinateurs. Ces derniers signalaient les phases de flexion complète du MRP via un dispositif informatisé, sans aucune communication possible entre

eux. Les résultats ont montré une fiabilité intra-examineur moyenne à bonne (coefficient de corrélation entre +0,52 et +0,73), mais une fiabilité inter-examineurs faible ou nulle (−0,09 à +0,31), avec des différences significatives entre les fréquences des MRP palpés à la tête et au sacrum. **Ces résultats ne permettent pas de soutenir la validité de l'hypothèse du « lien central » dans la théorie cranio-sacrée.**

Tableau IX : Synthèse des articles portant sur les mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
Intraexaminer and interexaminer reliability for palpation of the CRI at the head and sacrum	Moran (2001)	Evaluer la fiabilité intra- et inter-examineurs de la palpation de l'IRC. Tester la validité de l'hypothèse du "core-link" qui postule une interaction simultanée entre les mouvements du crâne et du sacrum via le système craniocervical.	Sujets sains (n = 11) palpés par des ostéopathes expérimentés en techniques crâniennes (n = 2)	Palpation simultanée du crâne et du sacrum. Praticiens à l'aveugle et sans communication. Activation d'une pédale silencieuse reliée à l'ordinateur à chaque phase de flexion complète de l'IRC.	Fiabilité intra-examineur (tête ou sacrum seul) modérée à bonne (ICC entre +0.52 et +0.73). Fiabilité inter-examineur (comparaison tête sacrum en même temps) faible à inexistante (ICC de -0.09 à +0.31). Modèle core-link invalidé.	Petits nombres de sujets. Nombre limité d'examineurs. Subjectivité de la palpation. Pas de mesures objectives en parallèle. Absence de contrôle du cycle respiratoire ou d'autres rythmes physiologiques.

3. Discussion et conclusion

L'articulation sacro-iliaque et les paramètres de sa très faible mobilité ont été étudiés in-vitro et in-vivo chez l'homme (Kiapour et al., 2020; Vleeming et al., 2012), le cheval (Degueurce et al., 2004; Goff et al., 2010; Goff et al., 2006) et le chien (Daniel et al., 2024; Gregory et al., 1986; Saunders et al., 2013). Sa mobilité active, lors de la locomotion, serait involontaire, par contractions des nombreux muscles s'insérant sur le sacrum et/ou l'os coxal (Kiapour et al., 2020). Le sacrum est influencé non seulement par les mouvements des membres pelviens et du rachis, mais aussi, en statique, par la respiration et la musculature des diaphragmes pelviens et urogénital (« plancher pelvien » chez l'homme).

Des tests spécifiques de mobilité du sacrum entre les iliaques et des iliums par rapport au sacrum sont décrits en ostéopathie « mécaniste ».

La mobilité involontaire décrite en ostéopathie crânio-sacrée par Sutherland puis Magoun est indépendante de la locomotion, des mouvements respiratoires et cardiaques. Malgré l'importance du concept de lien central (« *core-link* ») entre le crâne et le sacrum en ostéopathie crânio-sacrée, les études cherchant à fournir des preuves de son existence, du moins les études référencées ou accessibles à la recherche bibliographiques, sont particulièrement rares.

Il convient de mentionner ici les travaux de Zanakis et de ses collaborateurs, fréquemment cités dans la littérature relative à l'ostéopathie. Dans une étude associant cinématique (enregistrement du mouvement de marqueurs de surface sur la peau du crâne) à la palpation des mouvements du sacrum par un praticien expérimenté, Zanakis et al (1996) ont rapporté un taux de concordance de 92 % et ont conclu que leurs résultats confirmaient l'hypothèse d'une relation crânio-sacrée synchrone. Cette étude n'est disponible que sous forme d'un court résumé (moins de 200 mots) dans les *proceedings* du 4^{ème} congrès annuel de l'*American Osteopathic Association* parus dans la revue de l'association et aucun texte intégral, mémoire ou rapport concernant ces travaux n'est disponible dans aucune des bases de données de recherche scientifique. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont émis des réserves concernant la validité la méthodologie et la reproductibilité de ces études, et la confiance aux recherches menées par M. F. Zanakis a été compromise par le fait qu'il a été condamné à deux reprises pour fraude (Hiort M, 2017).

En ce qui concerne les résultats de l'étude de Moran et Gibbons présentée plus haut :

- d'une part, **ils suggèrent qu'il y existe un mouvement cyclique involontaire du sacrum perceptible par la technique d'écoute de l'ostéopathie crânio-sacrée**, mais ne permettent pas de dire que ce mouvement correspond au MRP tel que défini par l'ostéopathie crânio-sacrée ;

- d'autre part, **ils montrent que ce mouvement n'est pas synchrone avec celui détecté au niveau de la tête, et ne présente pas la même fréquence**,

Sur ce dernier point, une étude réalisée par Rogers et al (1998) abouti aux mêmes résultats mettant en question le concept du lien central, à la différence que, dans cette étude, les examinateurs se trouvaient au niveau de la tête et des pieds.

A l'heure actuelle, l'étude de Moran et Gibbons (2001) est la seule référencée et accessible sur le sujet et ne permet pas de valider l'hypothèse qu'il existe une mobilité involontaire du sacrum en rapport avec le MRP crânien.

Toutefois, malgré sa qualité méthodologique, il reste qu'elle n'a été réalisée que sur un faible échantillon (11 personnes), et comporte les possibilités de biais communs à toutes les études basées sur des tests palpatoires subjectifs.

Le Tableau X, résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau X : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur l'existence d'un mouvement involontaire du sacrum entre les iliaques induit par le MRP en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèse	Étayage scientifique
Existence d'un mouvement involontaire cranio-sacré du sacrum, perceptible selon la méthode d'écoute du MRP de l'OCS	Insuffisant
Ce mouvement involontaire correspond au MRP	NON
Ce mouvement involontaire est synchrone et lié au MRP crânien	NON

VII. Le diagnostic palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée

1. Principe de base

La méthode de diagnostic en ostéopathie crânio-sacrée, basée sur la perception et l'évaluation palpatoire du MRP, ainsi que la description de ce dernier tel que ressenti en pratique vétérinaire (Fosse, 1997; Lizon, 1988) ont été exposées dans la première partie du mémoire.

Nous avons également vu que cet examen palpatoire permet percevoir une impulsion, identifiée par les ostéopathes au MRP, dont la rythmicité est superposable à celles des ondes dites de Traube-Hering-Mayer, associées à la vasomotricité.

Il paraît dès lors intéressant de s'interroger sur le caractère objectivable ou non de cette perception, ce qui apporterait un argument solide en faveur de la reproductibilité et de la validité du diagnostic du MRP par tout praticien expérimenté en ostéopathie crânio-sacrée.

Pour rappel, la fiabilité induit « que tout résultat significatif doit être plus qu'une découverte unique et doit être intrinsèquement reproductible » (Shuttleworth, 2008). Nous cherchons donc à démontrer que la palpation comme méthode diagnostique est reproductible pour un même praticien évaluant le même sujet et pour différents praticiens évaluant le même sujet.

2. Analyse des articles

Sept études, réalisées chez l'homme, dans lesquelles les auteurs ont cherché à évaluer la fiabilité intra- et inter-examineurs de la palpation du MRP ont pu être sélectionnées et consultées. Nous n'avons trouvé aucune étude disponible traitant ce sujet chez les animaux (voir Tableau XI).

Wirth-Patullo et Hayes (1994) ont évalué la fiabilité inter-examineur de la perception du rythme cranio-sacral testé par trois praticiens expérimentés chez 12 enfants et adultes présentant des antécédents de traumatisme physique, chirurgie ou trouble d'apprentissage. Pour chaque évaluation, un infirmier enregistrait simultanément les fréquences cardiaques et respiratoires du sujet et de l'examineur. Les résultats ont montré des différences significatives et un manque total de concordance entre les examineurs (valeur de la corrélation intra-classe (ICC) de -0,02).

Dans une étude comparable, Hanten et al (1998) ont également évalué la fiabilité intra-examineurs chez 40 adultes en bonne santé testés par deux examineurs sous monitoring des fréquences cardiaque et respiratoire. Le calcul du coefficient de corrélation a montré une bonne reproductibilité individuelle (ICC de +0,78 et +0,83), mais une fiabilité

inter-observateurs était très faible ($ICC = +0,22$) montrant une grande variabilité entre les praticiens.

Quant à Sommerfeld et al (2004), leurs résultats n'ont pas trouvé de fiabilité inter- ni intra-examineur significative concernant la fréquence du MRP, sa durée de phase de flexion, ou le ratio flexion/extension, que ce soit à la palpation du crâne ou du sacrum. Par ailleurs, leur étude réalisée sur un échantillon de 49 sujets adultes sains, a montré un effet significatif de la fréquence respiratoire de l'examineur sur la perception du MRP, en particulier au niveau du sacrum.

Déjà présenté précédemment (partie 2, IV), le travail de Moran et Gibbons (2001), portait sur la validation du modèle « *core-link* » par une palpation simultanée de la tête et du bassin réalisée par deux examinateurs chez 11 sujets sains. L'analyse de la corrélation montre une fiabilité intra-examineur modérée à bonne (ICC entre $+0,52$ et $+0,73$) mais une fiabilité inter-examineur faible à inexistante (ICC de $-0,09$ à $+0,31$). Ainsi, outre le fait que la palpation de l'IRC ne soit pas reproductible par différents examinateurs sur différents patients, elle ne l'est pas davantage par différents examinateurs sur le même patient.

L'étude de Rogers et al (1998), avait été réalisée dans la même optique : une palpation simultanée du MRP au niveau de la tête et des pieds par deux examinateurs chez 28 sujets sains. Leurs résultats concernant la fiabilité inter-examineurs, rejoignent ceux des études précédentes (très faible : ICC $0,08$ à la tête, $0,19$ aux pieds), mais mettent en évidence une reproductibilité intra-examineur légèrement meilleure (ICC entre $0,18$ et $0,3$).

Halma et al (2008) ont mené une étude avec 48 patients adultes répartis en 3 groupes : sujets sains, porteurs de céphalées et asthmatiques. Ils ont été examinés par deux ostéopathes aveugles à l'état des patients et réalisant les tests séparément. Outre la perception de l'IRC, les praticiens ont évalué le « schéma de contrainte crânienne » (*Crâniol Strain Pattern* ou *CSP*) en testant la motilité de la synchondrose sphéno-basilaire d'une part, et défini les quadrants de restriction crânienne d'autre part. Dans cette étude, seule la reproductibilité intra-examineur a été analysée. Parmi les trois méthodes diagnostiques testées, la détermination du *CSP* s'est avérée la plus fiable, en particulier chez les sujets sains ($kappa = 0,82$, excellente fiabilité). A l'inverse, la perception du CRI et les quadrants de restriction ont montré une fiabilité faible à modérée selon les observateurs ($k = 0,13$ à $0,38$ pour le CRI ; $k = 0,44$ à $0,52$ pour les quadrants), Cette étude met en avant une reproductibilité intra-observateur plus faible que dans les études précédemment citées. En revanche, les résultats montrent que l'évaluation des schémas de contrainte crânienne est

plus fiable, ce qui laisse supposer que les praticiens seraient susceptibles de mieux percevoir des asymétries ou motifs globaux de contraintes que l'IRC, plus discret.

L'étude récente de Alvarez et al (2024) est la seule qui a cherché à évaluer la fiabilité de la palpation de l'IRC dans le cadre d'un diagnostic ostéopathique à distance sur différents segments corporels. A cet effet, deux médecins experts en ostéopathie crânienne ont testé à distance 11 segments (atlanto-occipitale, atlanto-axiale, C4, C7, Th6, Th12, L3, sacrum, iliaque gauche, tête fibulaire droite et tête radiale gauche) au moyen de la technique standardisée du « *Cranial Vault Hold* » (« prise de la voûte crânienne ») chez 44 patients. Deux ostéopathes expérimentés ont ensuite réalisé un diagnostic palpatoire direct de chacun de ces segments. Tous les examinateurs étaient en situation d'aveugle concernant les tests et résultats des autres. Un assistant a consigné toutes les observations. Si le diagnostic pour 6 segments sur 11 segments a montré une probabilité supérieure au hasard, aucun test de concordance n'a été statistiquement significatif. Les auteurs concluent que la fiabilité de la palpation du CRI, via la technique du *Cranial Vault Hold* pour le diagnostic des segments corporels demeure très faible, à peine supérieure au hasard, même entre experts formés.

Tableau XI : Synthèse des articles portant sur le diagnostic palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
Interrater reliability of craniocervical angle measurements and their relationship with subjects' and examiners' heart and respiratory rate measurements	Wirth-Patullo et Hayes (1994)	Déterminer la fiabilité inter-examineurs de la fréquence craniocervicale. Déterminer les relations entre cette fréquence et les fréquences cardiaques et respiratoires du sujet et des examineurs.	12 enfants et adultes avec des antécédents de traumatisme physique, de chirurgie ou de troubles de l'apprentissage. Examineurs = 3 physiothérapeutes experts en thérapies craniocervicales.	Enregistrement de la fréquence cardiaque et respiratoire par une infirmière des sujets et de l'examineur. Palpation par l'examineur pour déterminer la fréquence craniocervicale au niveau de la tête. Chaque sujet examiné par les 3 observeurs.	Différences significatives entre les examineurs et le nuage de points des taux ont montré un manque de concordance entre les examinateurs (ICC était de -0.02). Les corrélations entre la fréquence craniocervicale du sujet et les fréquences cardiaques et respiratoires du sujet et de l'examineur ont été analysées avec les coefficients de corrélation de Pearson et étaient faibles et non statistiquement significatives.	Variabilité importante entre les sujets
Craniocervical rhythm: reliability and relationships with cardiac and respiratory rates	Hanten et al	Déterminer la fiabilité intra et inter examineurs de la palpation de la fréquence de l'IRC. Déterminer les relations entre cette fréquence et les fréquences cardiaques et respiratoires du sujet et des examineurs.	40 adultes en bonne santé. 2 examineurs.	Palpation des fréquences de l'IRC au niveau de la tête des sujets 2 fois par chacun des examineurs. Enregistrement des fréquences cardiaques et respiratoires en parallèle.	Reproductibilité intra-observateur vérifiée mais pas reproductibilité inter-observateur	Les examineurs sont des étudiants
Intraexaminer and interexaminer reliability for palpation of the CRI at the head and sacrum	Sommerfeld et al (2003)	Déterminer la fiabilité intra et inter examineurs de la palpation de la fréquence de l'IRC. Déterminer les relations entre cette fréquence et les fréquences cardiaques et respiratoires du sujet et des examineurs.	49 adultes en bonne santé. 2 examineurs.	Palpation des fréquences de l'IRC des sujets 2 fois par chacun des examineurs, une fois à la tête et une fois au bassin. Mesure de la fréquence du MRP. de la durée moyenne de la phase de flexion et du rapport moyen entre phases de flexion et extension.	Reproductibilité intra-observateur vérifiée mais pas reproductibilité inter-observateur	
Intraobserver Reliability of Cranial Strain Patterns as Evaluated by Osteopathic Physicians: A Pilot Study	Haima et al (2008)	Déterminer la reproductibilité intra-observateur de l'examen palpatoire du crâne en ostéopathie.	48 adultes (16 asthmatiques, 17 souffrant de céphalées, 15 patients sains)	Chaque évaluateur évalue la moitié des sujets. Chaque sujet est évalué 3 fois. Mesure de l'IRC, des schémas de contraintes crâniennes et des quadrants de restriction.	Reproductibilité intra-observateur pas vérifiée.	
A Test of Reliability: Cranial Rhythmic Impulse for Distant Diagnoses	Alvarez et al (2024)	Évaluer la fiabilité de la palpation de l'IRC dans le cadre d'un diagnostic ostéopathique à distance sur différents segments corporels.	44 patients. 2 médecins experts	Test à distance de 11 segments (atlanto-occipitale, atlanto-axiale, C4, C7, Th6, Th12, L3, sacrum, iliaque gauche, tête fibulaire droite et tête radiale gauche) au moyen de la technique standardisée du « Cranial Vault Hold » (« prise de la voûte crânienne ») chez les 44 patients. Réalisation d'un diagnostic palpatoire direct de chacun des segments par les 2 examineurs. Examineurs en situation d'aveugle concernant les tests et résultats des autres. Un assistant a consigné toutes les observations.	Fiabilité de la palpation du CRI, via la technique du <i>Cranial Vault Hold</i> pour le diagnostic des segments corporels demeure très faible, à peine supérieure au hasard, même entre experts formés	

Simultaneous palpation of the craniocervical angle at the head and feet: intratester and interrater reliability and rate comparisons	Roger et al (1998)	Déterminer la fiabilité intra et inter examinateurs de la palpation simultanée de l'IRC à la tête et aux pieds.	28 sujets sains. 2 examinateurs.	Palpation simultanée du crâne et du sacrum. Praticiens à l'aveugle et sans communication. Activation d'une pédale silencieuse reliée à l'ordinateur à chaque phase de flexion complète de l'IRC.	Fiabilité inter-examineurs très faible : ICC 0,08 à la tête, 0,19 aux pieds, reproductibilité intra-examineur meilleure (ICC entre 0,18 et 0,3)	
Intraexaminer and interexaminer reliability for palpation of the CRI at the head and sacrum	Moran (2001)	Evaluer la fiabilité intra- et inter-examineurs de la palpation de l'IRC. Tester la validité de l'hypothèse du "core-link" qui postule une interaction simultanée entre les mouvements du crâne et du sacrum via le système craniocervical.	Sujets sains (n = 11) palpés par des ostéopathes expérimentés en techniques crâniennes (n = 2)	Palpation simultanée du crâne et du sacrum. Praticiens à l'aveugle et sans communication. Activation d'une pédale silencieuse reliée à l'ordinateur à chaque phase de flexion complète de l'IRC.	Fiabilité intra-examineur (tête ou sacrum seul) modérée à bonne (ICC entre +0,52 et +0,73). Fiabilité inter-examineur (comparaison tête sacrum en même temps) faible à inexistante (ICC de -0,09 à +0,31). Modèle core-link invalidé.	Petits nombres de sujets, Nombre limité d'examineurs. Subjectivité de la palpation. Pas de mesures objectives en parallèle. Absence de contrôle du cycle respiratoire ou d'autres rythmes physiologiques.

3. Discussion et conclusion

Aucune des études scientifiques disponibles et que nous avons pu consulter à ce jour ne permet d'établir une base objective et reproductible à la perception du MRP (ou de l'IRC) même lorsque les conditions expérimentales ont été contrôlées (détection à l'aveugle, technique d'écoute standardisée, examinateurs expérimentés, mesures simultanées des fréquences respiratoires du praticien et du patient...) comme dans les études les plus récentes (Halma et al, 2008 ; Moran et Gibbons, 2011 ; Alvarez et al, 2024)

La reproductibilité intra-observateurs paraît, certes, modérée, mais reste seulement acceptable, tandis que la reproductibilité inter-observateurs est systématiquement faible voire quasi inexistante (voir Tableau XII).

Tableau XII : résumé des valeurs des intervalles de confiance IRC (rouge : faible / jaune : modéré / vert : fiable)

Étude	Fiabilité inter-examinateur IRC =	Fiabilité intra-examinateur IRC =
Wirth-Patullo & Hayes (1994)	-0,02	NE
Hanten & al (1998)	+ 0,22	[+0,78 ; +0,83]
Moran & Gibbons (2001)	[-0,09 ; +0,31]	[+0,52 ; +0,73]
Rogers & al (1998)	+0,08 à la tête +0,19 aux pieds	+0,18 à la tête +0,3 aux pieds

La principale limite méthodologique de ces études réside dans l'impossibilité actuelle d'objectiver, quantifier et mesurer le MRP autrement que par une description subjective d'une perception manuelle, elle-même dépendante de l'expérience de l'examineur. Ceci limite la reproductibilité des résultats et pose une difficulté majeure à leur validation scientifique.

L'évaluation objective des perceptions manuelles, et en particulièrement du MRP est complexe. Comme pour toute étude quantitative, les instruments utilisés - ici les mains des examinateurs - nécessitent un « calibrage » précis. Les paramètres palpatoires devraient être clairement définis entre les examinateurs, simplifiés et standardisés, lors de tests préliminaires. Par ailleurs, chaque temps de cet examen (détection du MRP, identification

des phases de flexion et extension, détermination des paramètres d'une éventuelle modification ou restriction dans ce mouvement) peut être influencée par de nombreux facteurs tels que la respiration de l'examineur, son niveau de concentration, de fatigue ou son expérience, pouvant biaiser la validité diagnostique de la palpation.

A ce sujet, il convient de citer les travaux de Upledger (1977) qui rapportent une bonne reproductibilité de la palpation cranio-sacrée entre examinateurs chez 25 enfants. Cette étude, souvent citée en référence en littérature ostéopathique, n'a pas pu être consultée dans son texte intégral ni sous forme de résumé. Ses résultats sont toutefois remis en question dans des publications scientifiques leur reprochant des faiblesses méthodologiques (tous les enfants présentaient une perturbation du rythme crânio-sacré), l'absence de validation instrumentale et la non-reproductibilité des résultats dans des études plus récentes (Green, 1999; Guillaud et al., 2016; Supp, 2011).

Le constat de faible reproductibilité de l'examen palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée est retrouvé dans les deux études systématiques traitant spécifiquement de la fiabilité de ce diagnostic (Green, 1999; Guillaud et al., 2016).

Il convient cependant de noter que ces réserves n'invalident pas l'existence du MRP en tant que concept clinique, mais soulignent que sa détection actuelle par palpation reste hautement subjective.

Le Tableau XIII, résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau XIII : Étayage scientifique des hypothèses ostéopathiques sur le diagnostic palpatoire en ostéopathie crânio-sacrée en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèse	Étayage scientifique
Existence d'une reproductibilité intra-observateurs pour la méthode de palpation du MRP.	OUI (faible)
Existence d'une reproductibilité inter-observateurs pour la méthode de palpation du MRP.	NON

VIII. Efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée

1. Principe de départ

Selon Sutherland, l'ostéopathie crânio-sacrée (OCS) repose sur le fait que les dysfonctions du système crânio-sacral peuvent avoir des répercussions sur l'état de santé général du patient. Pour traiter ces dysfonctions, des techniques manuelles de manipulation douce des structures crâniennes, de l'axe vertébral et du sacrum ont été développées pour restaurer l'équilibre du système de l'individu (Le Corre & Toffaloni, 1996).

L'efficacité thérapeutique de l'OCS est un sujet qui fait débat au sein de la communauté scientifique, nous allons donc essayer de percevoir si les bénéfices rapportés sont réels ou s'ils sont basés sur un effet placebo ou une perception subjective du patient.

2. Analyse des articles

La littérature portant sur l'efficacité clinique et la fiabilité de l'ostéopathie crânienne ou crânio-sacrée est relativement limitée. Afin de nous appuyer sur des études répondant aux exigences minimales de rigueur scientifique, nous avons orienté notre recherche vers les essais cliniques randomisés et ceux qui comportent un groupe témoin ou un placebo. La majorité des articles recensés dans les différentes bases de données consultées (*Science direct* (8), *Web of sciences* (15), *Pubmed* (21)), se recoupent et figurent dans les deux revues de littérature et méta-analyses les plus récentes (Amendolara et al, 2024, Cebalos-Leïta et al 2024). Ceci inclut également celles trouvées de bases de données spécialisées telles que PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*), OSTMED (*Osteopathic Medicine Digital Library*) et OSTlib.

Les revues systématiques et méta-analyses constituent des sources particulièrement intéressantes à considérer dans cette partie, car elles représentent les outils méthodologiques les plus robustes de la médecine fondée sur les preuves. Les premières permettent de rassembler et d'analyser de manière critique l'ensemble des études publiées sur une question donnée, tandis que les secondes combinent leurs résultats de façon quantitative afin d'estimer un effet global avec une meilleure puissance statistique. Leur utilité est double : éviter les conclusions biaisées issues d'études isolées et fournir une base objective et hiérarchisée pour guider la pratique clinique et les recommandations scientifiques. Les études qu'elles intègrent sont sélectionnés sur des critères précis et sont soumis à plusieurs évaluations au moyen d'outils validés : la qualité méthodologique (grille PEDro), l'analyse du risque de biais (*Cochrane risk of bias 2*) et la qualité des preuves pour

chaque résultats (avec le système GRADEpro (*Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation*)). Ce processus garantit théoriquement que les conclusions sur l'efficacité de l'ostéopathie crânio-sacrée reposent sur une évaluation transparente, reproductible et scientifiquement solide, des données disponibles.

a. Études chez l'Homme

Essais clinique randomisés

24 essais cliniques randomisés, recoupant la compilation des études systématiques d'Amendolara et al (2024) et de Cebalos-Leïta et al (2024) ont été analysés. Ces études sont présentées de façon synthétique dans le Tableau XIV (auteurs, affection, taille de l'échantillon, groupe témoin, groupe traité, moyens d'évaluations, résultats) dans lesquels nous les avons groupés par types d'affections

- Chez les prématurés et nourrissons : mouvements généraux, durée d'hospitalisation, asymétrie posturale, asymétrie crânienne, apnée obstructive, troubles de la succion, coliques infantiles (8 articles)

- Migraines et céphalées (4 articles)

- Douleurs musculo-squelettiques : Lombalgies, cervicalgies, douleurs du plancher pelvien, fibromyalgie (6 articles)

- Troubles visuels (2 articles)

- Affections ORL (1 article)

- Troubles neurologiques : Démarche du Parkinsonien (1 article), paralysie cérébrale chez l'enfant (1 article)

- Troubles comportementaux : Hyperactivité chez l'enfant (1 article)

Dans 17 de ces articles sur 24 (soit 70,8%) les auteurs de ces essais cliniques randomisés rapportent des bénéfices statistiquement significatifs, positivement associés à l'ostéopathie cranio-sacrée. 3 études (soit 12,5%) ne rapportent aucune modification et 4 (16,7%) des bénéfices partiels, portant sur une partie des paramètres testés.

Il est intéressant de noter que pour les groupes d'affections les plus représentées dans cette sélection, les résultats sont majoritairement positifs :

- Ainsi, pour les 8 études réalisées chez les prématurés et les nourrissons, seule celle qui ne porte pas sur une pathologie spécifique, les mouvements généraux, ne rapporte aucune action notable des séances d'OCS (Raith et al., 2016).

- Les 4 études sélectionnées concernant les céphalées et migraines concluent sur des effets notablement positifs.

- Les 6 articles concernant les affections musculo-squelettiques chroniques, concluent sur une réduction significative de la douleur même si, dans 2 de ces articles, les résultats bénéfiques ne sont que partiels pour tous les paramètres étudiés (Elden et al (2013) pour les douleurs du plancher pelvien chez la femme enceinte, et Castro-Sanchez (2016) concernant les lombalgies)

Si ces aspects positifs sont retrouvés dans certaines méta-analyses consacrées à un thème spécifique, comme celles de Jain et al (2025) sur les céphalées et migraines, ou de Haller et al (2019) concernant les douleurs chroniques, ils sont remis en cause dans d'autres revues scientifiques plus générales (Amendolara et al., 2024; Ceballos-Laita et al., 2024; Guillaud et al., 2016) sur lesquelles nous reviendront plus loin. Dans tous les cas, des faiblesses méthodologiques augmentant les risques de biais, sont pointées concernant la majorité de ces études.

Voici quelques exemples :

Hanten et al. (1999) ont mené une étude sur 60 patients atteints de céphalées de tension et divisés en trois groupes : groupe contrôle (sans intervention spécifique), groupe placé simplement en position de repos, groupe traité avec une séance unique par la technique CV-4 pendant 10 minutes (compression du 4^{ème} Ventricule). La fréquence et l'intensité des céphalées avant et après l'intervention, étaient évaluées au moyen d'échelles validées (*Visual Analog Scale* et *Headache Index*). Les auteurs rapportent une amélioration significative de l'intensité de la douleur et de la qualité de vie chez le groupe traité, les deux autres groupes ne montrant aucune modification. Bien que randomisée, cette étude porte sur un échantillon relativement faible, ne fait pas de différence entre céphalées aiguës et chroniques et ne comporte qu'une seule séance de traitement d'où l'absence de suivi à plus long terme. En plus du moyen d'évaluation subjective, tous ces critères limitent la portée de ces résultats.

Castro-Sánchez et al. (2011) ont évalué les effets de l'OCS chez 92 femmes souffrant de fibromyalgie. Le groupe placebo recevait un traitement fictif avec un appareil d'électromagnétothérapie débranché. Le suivi comprenait une mesure de la variabilité de la fréquence cardiaque (Holter 24h) et une évaluation de la douleur par algométrie des points gâchettes. Après 20 semaines de traitement (2 séances par semaine), le groupe traité montrait une réduction significative de la douleur des points sensibles et une amélioration significative de la variabilité de la fréquence cardiaque. Par ailleurs, les patientes ont rapporté une réduction significative des douleurs, de l'anxiété, et une amélioration de la

qualité de vie, effets qui ont persisté jusqu'à un an. Cette étude présente un défaut d'aveuglement, que ce soit des patientes vis-à-vis du traitement ou du placebo, des évaluateurs ou des thérapeutes. En outre, le choix du placebo (qui ne correspond pas à un toucher manuel) et son manque de contrôle entraînent un risque élevé de biais et remettent en question la solidité de ses conclusions sur l'efficacité réelle de la thérapie crânio-sacrée pour la fibromyalgie.

Hayden et Mullinger (2006) ont réalisé leur étude sur 28 nourrissons présentant des coliques infantiles. Les quatre semaines de traitement (une séance par semaine) ont permis une réduction des pleurs et une augmentation du temps de sommeil pour le groupe traité, les nourrissons avaient aussi moins besoin d'être bercés. Cette étude n'a pas été effectuée en double aveugle (les parents et les praticiens savaient qui recevait le traitement ostéopathique) ce qui pouvait amener un biais de notation par les parents. En outre, au bout de quatre semaines, la colique pouvait s'être aussi naturellement résorbée, sans qu'aucune cause ne soit identifiée.

Les rapports ou observations de cas cliniques, même ponctuels, ont également leur intérêt dans la meilleure connaissance des possibilités d'une thérapeutique. Ainsi par exemple, l'étude menée par Cases-Solé (2024) sur une patiente de 65 ans possédant la malformation d'Arnold-Chiari de type I et de syringomyélie (diagnostiquées en 2012). Après un suivi sur 6 mois et 32 séances d'ostéopathie, une nette réduction de la douleur, une amélioration de la qualité de vie et une amélioration progressive de la mobilité cervicale et scapulaire sont rapportés. En dépit des limites que constituent le fait que ce ne soit qu'une seule observation de cas sur un seul patient et sans mesures instrumentales objectives des paramètres, ce résultat suggère l'intérêt thérapeutique potentiel de l'OCS dans certains contextes, et appelle à être confirmé par des recherches plus poussées et contrôlées.

Revue systématique et Méta-analyses

Afin d'appuyer notre analyse sur des revues de littérature ayant compilé un maximum d'études cliniques sur l'ostéopathie crânio-sacrée, notre recherche bibliographique a été limitée à la période 2000-2025.

Sept publications portant sur l'OCS chez l'être humain ont été sélectionnées et consultées. Elles sont synthétisées dans le Tableau XV.

Deux de ces articles ont ciblé des tableaux cliniques spécifiques : Haller et al (2019) ont analysé les essais portant sur l'efficacité de l'OCS dans la douleur chronique, tandis que Jain et al (2025) se sont focalisés sur les migraines et céphalées. Les cinq autres revues ont étudié l'efficacité clinique de l'OCS de manière plus globale, en incluant des affections

variées (Amendolara et al., 2024; Ceballos-Laita et al., 2024; Ernst, 2012; Guillaud et al., 2016; Jakel & von Hauenschild, 2011).

L'analyse de Haller et al (2019) regroupe 10 essais cliniques randomisés (ECR), incluant 681 patients, souffrant de douleurs chroniques d'origines diverses : rachialgies, céphalées et migraines, fibromyalgie, douleurs du plancher pelvien, épicondylite. Elle conclut que l'OCS montre des effets significatifs, robustes et durables sur la douleur et la fonction. La revue de Jain et al (2025) portant sur 7 ECR et 581 patients conclut également sur une efficacité potentielle de l'OCS sur l'intensité et la fréquence des poussées de migraines ou de céphalées. Toutefois, les auteurs de ces deux revues scientifiques soulignent les limites méthodologiques des études analysées et recommandent des ECR supplémentaires et de meilleure qualité pour confirmer ces résultats.

Dans une analyse ciblant plus spécifiquement l'ostéopathie crânienne, Jäkel et Hauenschild (2011) ont retenu huit études incluant 392 individus appartenant à des populations très variées (adultes avec céphalées de tension, enfants avec paralysie cérébrale, nourrissons souffrant de coliques, adultes avec troubles visuels, ainsi que des volontaires sains). Sur les 8 études, plusieurs ont montré des effets positifs isolés : amélioration du sommeil (réduction du temps de latence à l'endormissement, meilleure qualité du sommeil chez des enfants atteints de paralysie cérébrale ou des nourrissons avec coliques), diminution de la douleur dans un essai sur les céphalées de tension, et certaines modifications des paramètres neurovégétatifs ou visuels. Toutefois, la majorité des études étaient de qualité méthodologique modérée avec des risques fréquents de biais tels que des échantillons de petite taille, un aveuglement peu clair et des rapports limités. Seule une étude atteignait un haut niveau de qualité, mais ses résultats restaient partiels et difficiles à généraliser. Par conséquent, les auteurs concluent que l'ensemble des preuves est insuffisant et que des essais contrôlés randomisés de meilleure qualité et utilisant une méthodologie plus rigoureuse sont nécessaires.

Les conclusions des 4 revues globales s'accordent toutes sur 3 points principaux (Amendolara et al., 2024; Ceballos-Laita et al., 2024; Ernst, 2012; Guillaud et al., 2016) ;

- **L'absence de preuves suffisantes pour étayer l'efficacité clinique de l'OCS**, aussi bien en considérant indépendamment les douleurs musculo-squelettiques (céphalées, lombalgies, fibromyalgie) et les troubles non musculo-squelettiques (coliques infantiles, prématurité, paralysie cérébrale, troubles du spectre autistique, TDAH (Ceballos-Laita et al., 2024)) que pour l'ensemble des affections confondues.

- **La faiblesse méthodologique et les risques élevés de biais dans la grande majorité des études analysées.** Les résultats bénéfiques rapportés par certaines études sont susceptibles d'être de faux-positifs imputés à de graves lacunes, sinon à des effets non spécifiques (placebo, attention du praticien, relaxation). Il ressort que les études cliniques les plus rigoureuses n'ont pas montré de bénéfices cliniques significatifs de l'OCS.

- **La nécessité d'améliorer les normes méthodologiques de la recherche portant sur les thérapies manuelles en général, et l'ostéopathie en particulier** (Guillaud et al., 2016)

Si Guillaud et al (2016) encouragent la recherche en consacrant un long paragraphe donnant des conseils pour améliorer la méthodologie des études futures, les conclusions des deux revues les plus récentes se montrent plus catégoriques : Pour Cabellos-laïta et al (2024), ces résultats *« suggèrent que l'OCS n'est pas une thérapie fondée sur des preuves »* et qu'elle *« ne devrait donc pas être utilisée dans la pratique clinique courante, à moins que de nouvelles preuves solides ne viennent étayer son utilité »*. Ils estiment néanmoins *« que de futures études dans ce domaine ne se justifient pas »*. Amendolara et al. (2024) sont sur la même longueur d'onde : *« compte tenu des preuves accablantes démontrant l'absence de bénéfice de l'OCS »*, ils soulignent son *« manque d'utilité dans les soins aux patients pour toutes les indications étudiées »*, et *« ne recommandent pas de poursuivre l'exploration de ce sujet »*

b. Études chez les animaux

Les études évaluant l'efficacité clinique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez les animaux sont rarissimes. Seules deux études référencées réalisées chez le cheval ont répondu à nos critères de recherche. Elles sont synthétisées dans le Tableau XVI.

Kanik et al (2017) ont conduit une étude préliminaire visant à adapter les techniques humaines de thérapie crânio-sacrée à la pratique vétérinaire. La thérapeute a appliqué 13 différentes prises (*« hold »*) adaptées des techniques humaines. L'évaluation était basée sur l'utilisation de la thermographie et un examen clinique avant et après traitement. Sur un total de 62 chevaux présentant des troubles très divers (locomoteurs, digestifs, comportementaux), les auteurs rapportent une *« guérison complète »* chez *« 16 sur 42 chevaux »*, une *« amélioration marquée »* chez 7 chevaux, et une *« amélioration partielle »* chez 9.

Vokietytė-Vilėniškė (2022) ont évalué l'efficacité de l'OCS dans le traitement du cheval dorsalgique. 32 chevaux de course (*thoroughbred*) ont été divisés en deux groupes égaux, l'un comportant des chevaux dorsalgiques, l'autre des chevaux ne présentant aucune

douleur dorsale. Le Seuil Nociceptif Mécanique (SNM) a été évalué au moyen d'un algomètre juste avant puis juste après application d'une séance d'OCS de 30 minutes. Tous les chevaux ont montré une augmentation significative du SNM (pour 83,3% des points testés pour le groupe dorsalgique, pour 50% des points testés pour les chevaux non dorsalgiques) après traitement, avec une amélioration significative pour le groupe dorsalgique comparativement au groupe non-dorsalgique.

L'étude de Kanik et al (2017) correspond davantage à un rapport d'observations de cas cliniques variés et hétérogènes qu'une véritable étude clinique. La méthodologie est confuse et, mis à part l'évaluation par thermographies - dont il n'est précisé ni les modalités, ni le protocole, ni les résultats spécifiques - l'approche reste essentiellement qualitative, sans groupe contrôle ou placebo, avec une évaluation subjective des résultats par un seul praticien. Par ailleurs, la présentation des résultats est peu claire : sur les 62 chevaux traités initialement, seul 42 sont retrouvés dans les résultats sans explications concernant les exclusions.

Malgré une méthodologie expérimentale relativement rigoureuse et le recours à des mesures algométriques - méthode semi-quantitative validée dans plusieurs études chez l'humain et le cheval - l'étude de Vokietytė-Vilėniškė et al (2022) présente également des limites, notamment l'absence d'un groupe témoin ou placebo ainsi que le manque de mesures répétées dans le temps.

Par conséquent, bien que ces deux seules études vétérinaires disponibles suggèrent une efficacité potentielle de l'OCS chez le cheval dans divers troubles, elles ne peuvent être considérées que préliminaires et non conclusives.

Tableau XIV : Synthèse des essais randomisés tirés des études de Amendolara et al. (2024) et Cabellos-laïta et al. (2024)

Auteurs	Sujet / Affection	Taille échantillon (Gr traité/Gr Témoin)	Contrôle	Traitement	Moyen d'évaluation	Résultats
Raith et al (2016)	Mouvements généraux chez les prématurés	25 (12/13)	Soins traditionnels	OCS – 2 séances de 20 min par semaine sur 3 semaines	Test de Performance Motrice du Nourrisson (TIMP) et évaluation des mouvements généraux (GMA)	Calculs de covariance autorégressive : aucune différence significative dans les scores d'évaluation générale du mouvement
Cerritelli et al (2013)	Durée d'hospitalisation des prématurés	110 (55/55)	Soins traditionnels	Soins traditionnels + Ostéopathie dont OCS - 2 séances de 20 min. par semaine	Durée d'hospitalisation	Modèle linéaire généralisé : Ostéopathie positivement associée à une réduction de la durée d'hospitalisation des nourrissons prématurés -
Philippi et al (2006)	Asymétrie posturale des nourrissons	32 (16/16)	Placebo (traitement simulé)	OCS 1 séance de 45-60min par semaine 1 mois	Degré d'asymétrie à l'aide de mesures vidéos standardisées	Tests t indépendants : Ostéopathie positivement associée à une amélioration des scores d'asymétrie standardisés
Bagagiolo et al. (2022)	Asymétrie crânienne chez nourrissons atteints de plagiocéphalie synostotique	96 (48/48)	Thérapie de re-positionnement et touches légers (LTT)	Thérapie de repositionnement et Ostéopathie crânienne 6 séances sur 3 mois	Mesure de l'indice de différence du diamètre oblique (ODDI) – à 3 mois et à 1 an	Régression logistique multivariée : le groupe traité était positivement associée à une réduction des scores ODDI
Vandenplas et al (2008)	Apnée obstructive des nourrissons	28 (15/13)	Placebo (traitement simulé)	OCS - 2 séances de 30 min. (à S1 et S3 après polysomnographie à Jo)	Nbre d'apnées Polysomnographie (enregistrement pendant 8h à Jo et S4)	Tests U de Mann-Whitney : séances d'ostéopathie sont positivement associée à une diminution des apnées obstructives mesurées par polysomnographie
Herzhaft-Le Roy et al (2017)	Troubles biomécaniques de la succion chez le nourrisson	97 (49/48)	Consultation lactation – aucun traitement	Consultation lactation + séance Ostéopathie dont OCS (1 seule séance)	Score LATCH et VAS pour douleur du mamelon de la mère – 4 évaluations en 10j	Modèles de régression longitudinale : l'ostéopathie est positivement associée à une amélioration des scores LATCH - Amélioration clinique et statistique significative du score LATCH dans le groupe ostéopathie + lactation versus lactation seule
Castejon-Castejon et al (2022)	Coliques des nourrissons	54 (29/25)	Aucun traitement	OCS 30/40 min.	Durée pleurs, durée du sommeil, questionnaire gravité coliques infantiles (ICSQ), à Jo, J7, J14, J24	ANCOVA avec correction post-hoc de Bonferroni : OCS positivement associée à une réduction des heures de pleurs, à une augmentation des heures de sommeil et à une diminution de la gravité des coliques. Résolution complète des signes après 2 ou 3 séances d'OCS chez 93% des bébés

Auteurs	Sujet / Affection	Taille échantillon (Gr traité/Gr Témoin)	Contrôle	Traitement	Moyen d'évaluation	Résultats
Hayden et Mullinger (2006)	Coliques des nourrissons	28 (14/14)	Aucun traitement	OCS – 1 séance de 30 min/sem. 4 semaines	Durée pleurs, durée du sommeil (Jo et une fois par semaine)	Tests t appariés sur deux échantillons : OCS était positivement associée à une réduction du temps de pleurs et à une augmentation du temps de sommeil. Résolution complète des signes après 2 ou 3 séances chez 72% des bébés
Accorsi et al (2014)	Enfants : Troubles de l'Attention et Hyperactivité	24 (14/14)	Traitement conventionnel (methylphénidate ou atomoxetine + programme psychosocial)	OCS 6 séances de 40min sur 10 semaines	Test de Biancardi-Stroppa Modified (rapidité et justesse)	Régression linéaire multivariée : le groupe traité par OCS est positivement associé à une plus grande amélioration des scores de précision et de rapidité du test de Biancardi-Stroppa.
Wahl et al (2008)	Otitis moyennes chez l'enfant	90 (24/22/22/22)	Placebo (ostéopathie et Echinacée)	Gr1 : Ostéopathie dont OCS et placebo Echinacée Gr2 : Echinacée et placebo Gr 3 : Ostéopathie dont OCS et Echinacée	Date de survenue du premier épisode d'otite moyenne. Nombre d'épisodes d'otite moyenne. - Suivi sur 6 mois	Tests U de Mann-Whitney : Aucune différence significative entre le traitement ostéopathique et la réduction du risque d'otite moyenne aiguë. Aucune interaction significative entre le traitement ostéopathique et le traitement à l'échinacée. Le traitement à l'échinacée était en revanche associé à une réduction du risque d'otite moyenne aiguë.
Hanten et al (1999)	Céphalées de tension	60 (20/20/20)	Aucun traitement	Gr 1 : Technique de la position de repos (10 min) Gr2 : OCS (CV4, 10 min) OCS – 6 séances en 1 mois	Echelle VAS intensité de la douleur avant et après la séance.	MANCOVA à un facteur, puis tests univariés et post-hoc : l'OCS, mais pas la technique de la position de repos, est positivement associée à une réduction de l'intensité de la douleur pendant une crise.
Arnadottir & Sigurdardottir (2013)	Migraine	20 (10/10)	Aucun traitement	OCS – 6 séances en 1 mois	<i>Short-Form Headache Impact Test (HIT-6)</i> avant traitement puis à S4, S8 et S12 (3 mois)	Test t de Mann-Whitney et test t de Wilcoxon : Immédiatement après les traitements et un mois plus tard, une diminution significative des scores HIT-6 a été observée vs scores avant traitement. Les résultats indiquent que le traitement crânio-sacral peut soulager les symptômes de la migraine.
Rolle et al (2014)	Céphalées de tension	40 (21/19)	Traitement fictif (palpation du IRC sans traitement)	OCS- 4 séances (45 min) – 8 semaines	Fréquence des céphalées – Intensité douleur (1 à 5) , diminution de la prise de médicaments, questionnaire <i>Headache Disability Inventory</i> score.	2-way ANOVA puis comparaison multiple Tukey test OCS est positivement associée à une réduction des fréquences des céphalées et réduction de la prise de médicaments. Effet persistant à 3 mois

Auteurs	Sujet / Affection	Taille échantillon (Gr traité/Gr Témoin)	Contrôle	Traitement	Moyen d'évaluation	Résultats
Munoz-Gomez et al (2022)	Migraines	50 (25/25)	Placebo	OCS 1 séance de 30 min/ semaine pendant 4 semaines	Echelle VAS pour la douleur - <i>Headache Disability Index</i> (HDI) pour sévérité et fréquence des migraines à S4 et S8	MANCOVA mixte à deux facteurs : OCS est positivement associée à une réduction de la douleur et de la consommation d'analgésiques, ainsi qu'à une amélioration des scores de l'indice d'incapacité liée aux céphalées
Castro-Sanchez et al (2016)	Lombalgies	64 (32/32)	Massage (10 séances de massage classique)	OCS – 1 séance (60 min) par semaine – 10 semaines	Handicap : question-naire Roland-Morris (RMQ) et Oswestry Disability Index. – Douleur (VAS) – Qualité de vie (Test de Mcquade) – Tension artérielle, saturation oxygène, taux de K et de Mg sanguins -	ANCOVA : aucune différence significative dans les résultats du questionnaire d'invalidité de Roland-Morris. Amélioration statistiquement significative de l'intensité de la douleur, de la saturation en oxygène de l'hémoglobine, de la pression artérielle systolique, du taux de potassium sérique et du taux de magnésium vs groupe témoin
Mazréati et al (2021)	Lombalgies chroniques chez les infirmières	60 (30/30)	Traitement fictif (Toucher léger en région lombaire)	OCS – 8 séances (30 à 60 min)	Evaluation douleur avec score de McGill, avant la 1 ^{ère} séance, juste après la dernière et à 1 mois	ANCOVA : OCS positivement associée à une amélioration des scores et tous les sous-scores (sensoriel, émotionnel, douleur) au questionnaire de McGill, maintenus à 1 mois
Haller et al (2016)	Douleurs cervicales chroniques	54 (27/27)	Traitement fictif (Toucher léger en région lombaire)	OCS – 1 séance (45min) par semaine – 8 semaines	Intensité douleur (VAS) Points douloureux (algométrie) – Questionnaires handicap, anxiété, dépression, stress. Avant, à S8 et à S20	t tests pour échantillons indépendants et Qi2 pour catégories : OCS associée à une diminution significative de l'intensité de la douleur à la fin du traitement et trois mois après. OCS améliore l'incapacité fonctionnelle et la qualité de vie jusqu'à 3 mois après l'intervention.
Elden et al (2013)	Douleurs du plancher pelvien chez la femme enceinte	123 (63/60)	Soins conventionnels	Soins conventionnels + OCS : 6 séances (45 min) sur 8 semaines	Intensité de la douleur (VAS) et arrêt de travail. – Indice d'incapacité d'Oswestry, qualité de vie liée (échelle européenne de qualité de vie) – Récupération clinique	Tests U de Mann-Whitney : Association de l'OCS aux soins conventionnels était positivement corrélée à une réduction des douleurs pelviennes matinales et 69% des femmes du groupe OCS ont été constatées symptomatiquement « guéries » vs 43% du groupe témoin ; mais aucun effet significatif sur la réduction des douleurs pelviennes vespérales ni sur la durée des arrêts maladie.
Castro-Sanchez et al (2011)	Fibromyalgie	92 (46/46)	Traitement fictif (appareil de magnéto-thérapie déconnecté)	OCS 2 séances par semaine durant 20 semaines	Points sensibles (trigger points) par algométrie – Variabilité de la fréquence cardiaque (Holter 24h)	Tests t appariés à deux échantillons : la thérapie craniosacrale était positivement associée à une réduction significative de la douleur des points sensibles et à une amélioration significative de la variabilité de la fréquence cardiaque.

Auteurs	Sujet / Affection	Taille échantillon (Gr traité/Gr Témoin)	Contrôle	Traitement	Moyen d'évaluation	Résultats
Mataran-Penarocha (2011)	Fibromyalgie	84 (43/41)	Traitement fictif (Appareil à ultrasons déconnecté)	OCS 2 séances (1h) par semaine pendant 25 semaines	Evaluation douleur, qualité de vie, qualité du sommeil, dépression, anxiété (échelles spécifiques validées)	Tests t de Student à deux échantillons : OCS positivement associée à une réduction de la douleur et à une amélioration des scores de l'indice de qualité du sommeil de Pittsburgh, du questionnaire de santé SF-36, de l'inventaire de dépression de Beck et de l'inventaire d'anxiété état-trait.
Wyatt et al (2011)	Paralysie cérébrale enfants 5-12 ans	142 (71/71)	Aucun traitement	OCS 6 séances sur 7 mois	Fonction motrice (Gross Motor Function Measure-66, GMFM-66) et qualité de vie de l'enfant (Child Health Questionnaire, CHQ PF50) à six mois.	Analyses et modélisation linéaire : aucune différence significative entre groupe OCS et groupe témoin. Aucune amélioration durable de la fonction motrice, de la douleur, du sommeil ou de la qualité de vie atteints de paralysie cérébrale, ni de la qualité de vie de leurs aidants.
Terrel et al (2022)	Démarche chez patients atteints de la maladie de Parkinson	84 (15/15/13/15/14/12)	Groupes sains Gr 1: Thérapie Manuelle Générale dont OCS Gr 2: Ostéopathie manipulative "Neck-down" OMT Gr 3: Traitement fictif	Gr 1: Thérapie Manuelle Générale dont OCS Gr 2: Ostéopathie manipulative "Neck-down" OMT Gr 3: Traitement fictif	Analyse cinématique tridimensionnelle de la marche sur tapis roulant Avant et après la séance	Tests t appariés et une analyse de la forme d'onde : seul le groupe Parkinson traité avec OCS associée à la thérapie manuelle ostéopathique (OMT) montre une augmentation significative de l'amplitude de mouvement de la hanche en sagittal après traitement.
Sandhouse et al (2010)	Fonction visuelle	29 (15/14)	Traitement fictif	Ostéopathie crânienne (1 séance)	Tests optométriques objectifs avant et après intervention : acuité visuelle, amplitude d'accommodation, stéréoscopie locale, mesure du diamètre pupillaire et de la convergence.	Seule la taille pupillaire en lumière vive pour l'œil gauche diffèrait significativement en faveur de l'ostéopathie crânienne par rapport au groupe contrôle Les deux groupes (traité et témoin) ont montré des changements mesurables après intervention : acuité visuelle, stéréoscopie, taille pupillaire, convergence
Sandhouse et al (2016)	Fonction visuelle	89 (47/42)	Traitement fictif	Ostéopathie crânienne – 1 séance (5 min) par semaine, 8 semaines	Tests optométriques: acuité visuelle à distance, test d'accommodation (Donders push-up), stéréoscopie locale, mesures du diamètre pupillaire, convergence des yeux - questionnaires d'aveuglement.	Effets statistiquement plus marqués pour l'augmentation de la taille pupillaire en lumière vive (œil gauche) et l'augmentation de la distance de convergence dans le groupe OC par rapport au groupe contrôle. Amélioration significative à la fois dans le groupe traité et le groupe placebo sur l'acuité visuelle, la stéréoscopie, la convergence et la taille pupillaire

Tableau XV : Synthèse des méta-analyses portant sur l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez l'Homme

Auteurs	Sujet	Nombre et Type d'études – Nombre total de patients	Méthode et outils d'analyse de biais, méthodologie	RESULTATS et CONCLUSIONS
Haller H et al, (2019)	Douleurs chroniques (migraines, céphalées, rachialgies, fibromyalgie, épicondylite, plancher pelvien)	10 ECR (681 patients)	Méta-analyses à effets aléatoires, avec différence moyenne standardisée (Hedges g) pour la douleur et l'incapacité - Analyses secondaires sur qualité de vie, amélioration globale et tolérance. - Risque de biais évalué avec l'outil Cochrane - protocole enregistré (type PROSPERO).	- Effets significatifs et robuste de la thérapie crânio-sacrée sur la douleur et la fonction, et ce, jusqu'à six mois. - Mais confiance limitée dans ces résultats car risque de biais élevé ou incertain, et hétérogénéité non négligeable. - des ECR mieux contrôlés sont recommandés.
Jain A et al. (2025)	Céphalées et Migraines	7 ECR (510 patients)	Synthèse narrative avec méta-analyse limitée pour la douleur et la fréquence des céphalées lorsque possible. - Risque de biais évalué avec Cochrane RoB2 ; discussion de la qualité selon les recommandations CONSORT.	- Réduction à court terme de l'intensité douloureuse et de la fréquence des crises, notamment pour les céphalées de tension et cervicogéniques, - Rôle possible de la modulation autonome, des tensions myofasciales/durales et de la modulation centrale de la douleur. - Recherches supplémentaires nécessaires pour valider ces résultats car failles méthodologiques dans les études existantes
Jäkel , von Hauenschild .(2011)	Ostéopathie crânienne Affections diverses (céphalées, myopie, coliques du nourrisson, paralysie cérébrale – 4 études sujets volontaires sains	7 ECR / 1 Observationnelle (382 patients et volontaires sains)	-Qualité méthodologique et risque de biais évalués avec la grille de Downs & Black (rapport, validité externe, validité interne, puissance). - Pas de méta-analyse ; synthèse narrative en raison de l'hétérogénéité des populations et des critères de jugement.	- Quelques effets positifs rapportés sur la douleur, les paramètres autonomes et le sommeil, mais dans des essais de petite taille, avec des scores Downs & Black de 14 à 23/27 (qualité modérée). - Les preuves disponibles sur l'efficacité clinique de l'ostéopathie crânienne sont jugées hétérogènes, quantitativement limitées et de qualité méthodologique seulement moyenne ; aucune conclusion ferme ne peut être tirée et de meilleurs ECR sont nécessaires.
Ernest E (2012)	Revue systématique – Toutes indications (migraine, fibromyalgie, coliques infantiles, paralysie cérébrale chez l'enfant)	6 ECR (471 patients)	- Appréciation qualitative de la méthodologie (randomisation, insu, type de contrôle, exhaustivité des données), sans grille standardisée - Pas de méta-analyse ; synthèse purement narrative.	- La majorité des études présentent de graves lacunes. Par conséquent, les preuves sont insuffisantes pour suggérer que la CST a des effets thérapeutiques supérieurs à ceux d'un placebo - Des ECR plus grands et mieux conçus sont nécessaires avant de considérer si OCS comme fondée sur les preuves.

Auteurs	Sujet	Nombre et Type d'études – Nombre total de patients	Méthode et outils d'analyse de biais, méthodologie	RESULTATS et CONCLUSIONS
Guillaud A et al. (2016)	Diagnostic et efficacité clinique Toutes indications	Efficacité clinique : 14 ECR (785 patients)	- outil Cochrane de risque de biais - Synthèse qualitative, avec quantification limitée, sans méta-analyse globale du fait de l'hétérogénéité.	La plupart des ECR présentent de graves lacunes et seuls deux ont montré un faible risque de biais et des résultats modestes qui ne peuvent être écartés comme étant dus à des effets non spécifiques des traitements. -les preuves robustes d'efficacité clinique sont quasi inexistantes ; les résultats positifs disponibles sont plausiblement attribuables au biais ou à des effets non spécifiques. À l'heure actuelle, les preuves sont insuffisantes pour recommander l'ostéopathie crânienne pour le diagnostic ou le traitement des patients.
Ceballos-laïta L et al (2024)	Revue systématique et méta-analyse Toutes indications (Migraines et céphalées, cervicalgies et lombalgies chroniques, fibromyalgie, douleurs du plancher pelvien ; troubles de la vue ; prématurés ; coliques infantiles ; paralysie cérébrale de l'enfant ; autisme ; hyperactivité et troubles de l'attention)	8 ECR pour les affections musculo-squelettiques 7 ECR pour les affections non-musculo-squelettiques (1220 patients)	- Qualité méthodologique évaluée avec l'échelle PEDro. - Risque de biais évalué avec Cochrane RoB2. - Certitude des preuves évaluée avec GRADE (via GRADEpro). - Méta-analyses à effets aléatoires (logiciel de synthèse type RevMan).	- Absence globale d'efficacité clinique de la CST pour les troubles musculo-squelettiques ou non musculo-squelettiques - Petites améliorations statistiques pour certains critères et fonctions (coliques des nourissons et cervicalgies), mais notes dégradées en « faible » ou « très faible » par défaut méthodologique et faible niveau de preuve - Fréquence élevée de risque de biais (petits échantillons, insu insuffisant, rapports incomplets). - Ces résultats suggèrent que la CST n'est pas une thérapie fondée sur des preuves. Par conséquent, elle ne devrait pas être utilisée dans la pratique clinique courante, à moins que de nouvelles preuves solides ne viennent étayer son utilité. - De futures études dans ce domaine ne se justifient pas. Sinon devraient être menées avec une meilleure qualité méthodologique (protocole, répartition aléatoire, aveuglement, mesures objectives des résultats)
Amendolara A et al (2024)	Méta-analyse des études cliniques randomisées Toutes indications (idem)	24 ECR (1613 patients)	- Méta-analyses à effets aléatoires, avec taille d'effet standardisée (Hedges g) - Sous-analyses / méta-régressions par catégorie d'issue - Analyse du risque de biais avec l'outil Cochrane RoB2. - Niveau de preuve évalué avec GRADE.	- Pour les critères de jugement principaux : Aucun effet global significatif de l'OCS – Pour les critères secondaires, effets statistiquement significatifs mais faibles uniquement pour la « santé/structure néonatale » et la « douleur somatique chronique » -Manque d'utilité de l'OCS dans les soins aux patients pour aucune des indications étudiées. - Des ECR de meilleure qualité sont nécessaires

Tableau XVI : Synthèse des articles portant sur l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez le cheval

Titre	Auteur (année)	Hypothèses	Sujets d'études	Protocole d'étude	Résultats et/ou conclusions	Principales limites
Effectiveness of cranial osteopathy therapy on nociception in equine back as evaluated by pressure algometry	Vokietyte-Vieniskė (2022)	Déterminer si la thérapie ostéopathique crânienne augmente le seuil de nociception mécanique (MNT) et réduit la douleur dorsale chez le cheval.	32 chevaux pur-sang dont 16 avec douleur dorsale et 16 sans douleur. Aucun traitement ostéo avant cela. 1 ostéopathe.	Evaluation initiale du dos (score clinique de douleur). Mesure du MNT à 3 niveaux bilatéraux : T13-T14, T18-L1 et L5-L6. Utilisation d'un algomètre FPX 100 sans sédation. Traitement ostéopathique crânien standardisé, répétition des mesures après traitement.	Groupe sans douleur (WBP) : amélioration significative du MNT à 56 points mesurés, montrant une réduction de la sensibilité. Groupe avec douleur (BP) : amélioration significative du MNT à 3/6 points, avec une augmentation moyenne de 0.8 kg/cm². Comparaisons intergroupes montrent des différences nettes avant et après traitement, confirmant une efficacité mesurable. Les chevaux ont montré des signes de relaxation post-traitement : bâillements, mastication, paupières lourdes.	Absence de groupe placebo. 1 seul manipulateur. 1 seule séance d'ostéopathie. Mesure subjective de la réponse comportementale malgré l'usage de l'algomètre.
Adapting craniosacral therapy to treat horses	Kanik et al (2017)	Démontrer la faisabilité et l'efficacité de l'adaptation des techniques humaines de thérapie crânio-sacrée à la pratique équine.	Chevaux de races, âges, sexes et usages variés présentant des troubles divers (locomoteurs, digestifs, comportementaux, inflammatoire...) (n=62)	Séances de traitements par un praticien, basées sur 13 techniques manuelles adaptées de l'humain au cheval. Réalisées dans un environnement calme, adaptées aux réactions de chevaux. Utilisation de caméras thermographiques pour voir les changements physiologiques. Classification des chevaux de 0 à 3 (pas d'amélioration à guérison complète)	16/42 en guérison complète, 7/42 avec amélioration marquée, 9/43 en amélioration partielle et 11/43 sans amélioration.	Absence de groupe contrôle. Méthodologie qualitative (dépend du ressenti d'un seul praticien). Grande variabilité individuelle sur les sujets d'étude et dans la durée de leur traitement. Interprétation subjective des thermographies. Manque de reproductibilité interdépendant (traitement réalisé par un seul praticien). Seulement 43 chevaux classés, pas de critères d'exclusion. Pas de réelle méthode expérimentale.

3. Discussion et conclusion

Au cours des deux dernières décennies, le nombre et la qualité des études cliniques consacrées à l'ostéopathie crânio-sacrée se sont nettement améliorés, là où la revue de Green et al. de 1999 (1999) ne recensait encore aucune étude randomisée. Toutefois, elles restent toujours peu nombreuses et disparates pour permettre de tirer des conclusions définitives sur l'efficacité clinique de cette approche, que ce soit pour une affection spécifique ou de manière globale.

Les auteurs des méta-analyses présentées plus haut, évoquent eux-mêmes les limites de leurs synthèses. Même à l'issue de recherches bibliographiques approfondies, il n'est pas possible d'exclure que des études pertinentes aient été omises. D'autres points relevés sont plus susceptibles de limiter la validité et la portée de leurs conclusions :

- la représentation de chaque condition clinique par un faible nombre d'études (souvent une ou deux seulement) ;
- l'hétérogénéité méthodologique considérable entre les études (durée du traitement, nombre de séances, durée du suivi, outils d'évaluation, etc.), y compris lorsqu'elles portent sur une même indication ;
- l'inclusion, au sein d'une même revue, de conditions diverses, elles-mêmes peu représentées et hétérogènes.

Nous rajouterons que même si ces analyses se fondent sur des outils statistiques rigoureux et revendiquent une neutralité scientifique, elles ne rendent qu'imparfaitement compte de la réalité du terrain de chaque étude. Le ressenti des patients, les observations cliniques rapportées de bonne foi par les praticiens, restent difficilement quantifiables. Les limites méthodologiques, la faiblesse des moyens consacrés à la recherche dans ce domaine ou la difficulté de mesures objectives inhérentes à l'ostéopathie crânio-sacrée contribuent au fait que les observations et les résultats ne sont pas forcément rapportés de la manière la plus appropriée ni la plus favorable à leur validation.

En conclusion, concernant l'efficacité clinique de l'OCS, il ressort que :

- L'analyse des données disponibles chez l'homme comme chez le cheval indique que l'OCS pourrait induire des améliorations cliniques subjectives et détectables par des méthodes d'évaluation qualitatives dans des pathologies fonctionnelles.
- Toutefois, les faiblesses méthodologiques récurrentes des études (absence d'aveuglement, groupe contrôle inadéquat, échantillons restreints, subjectivité de l'évaluation) limitent la portée des conclusions qu'il est possible d'en tirer.

- Les méta-analyses et revues systématiques ne permettent pas de conclure à l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée dans aucun des domaines étudiés, malgré quelques résultats positifs individuels.

Le Tableau XVII, résume les différentes hypothèses qui ont pu être étayées (ou non) par des preuves scientifiques suffisantes ou non, à la lumière de cette analyse :

Tableau XVII : Étayage scientifique des hypothèses sur l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée en l'état actuel des connaissances et de l'analyse bibliographique réalisée ici.

Hypothèse	Étayage scientifique
Efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez l'Homme.	POTENTIELLE mais preuves insuffisantes
Efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée chez le cheval.	POTENTIELLE mais preuves insuffisantes

IX. Conclusion : preuves scientifiques sur l'ostéopathie crânio-sacrée et le Mouvement Respiratoire Primaire.

Synthèse

Après cette analyse de la littérature scientifique et de la recherche de preuves concernant l'ostéopathie crânio-sacrée et le mécanisme respiratoire primaire, on peut conclure sur le fait que c'est une discipline aux bases théoriques complexes, globalement encore insuffisamment validées scientifiquement, à ce jour. Le choix méthodologique de cette thèse a été d'étudier successivement les principaux piliers du modèle à travers des travaux expérimentaux et cliniques afin d'en apprécier la validité et les limites : l'existence d'un rythme propre, la mobilité des os du crâne, la fluctuation du liquide céphalo-rachidien (LCR), le rôle des membranes de tension réciproques et les mouvements involontaires du sacrum en relation avec l'axe crânio-sacré.

L'ensemble du bilan de l'étude est présenté de façon synthétique dans le Tableau XVIII.

Concernant le MRP et l'IRC, les études confirment la palpation d'un rythme de basse fréquence mesurable au niveau crânien, distinct des rythmes cardiaque et respiratoire. Ces oscillations sont majoritairement interprétées comme l'expression de phénomènes vasomoteurs et autonomes, concordant notamment avec l'onde de Traube-Hering-Mayer, plutôt qu'un « mécanisme respiratoire primaire » autonome au sens du modèle historique

de Sutherland. Jusqu'ici, aucun mécanisme explicatif n'est clairement décrit ni ne fait vraiment consensus.

De même, **les fluctuations et la pulsatilité du LCR** sont clairement démontrées par des études faisant appel à techniques sophistiquées de l'IRM. Certaines oscillations de basse fréquence du LCR et du cerveau diffèrent des fréquences cardiaque et respiratoire, et sont associées à la vasomotricité. Leur fréquence se superpose à celle décrite pour le MRP, sans pour autant qu'un lien direct avec le MRP soit démontré. D'autre part des voies de circulation et de diffusion du LCR récemment découvertes à travers le parenchyme cérébral et par le système glymphatique, viennent corroborer un des principes fondamentaux de l'OCS, qui est l'extravasation du LCR hors du cerveau, vers la périphérie, notamment par le système lymphatique.

Le concept des membranes de tensions réciproques et de « core-link » (lien central) s'appuie sur une réalité anatomique bien établie : la continuité méningée cranio-sacrale et ses attaches, rendant plausible un couplage mécanique entre crâne et sacrum. Néanmoins, le modèle originel théorique de « tension réciproque » gouvernant des mouvements synchrones du crâne et du sacrum de façon prédictible ne repose que sur un nombre plus que limité d'études expérimentales dont les résultats, bien que suggestifs, ne permettent pas de confirmer à l'heure actuelle l'existence de ce système fonctionnel.

Concernant **la mobilité des os du crâne**, les données issues des travaux anatomiques et expérimentaux permettent de soutenir l'idée de l'existence d'une micro-mobilité permise par la persistance des sutures crâniennes. Toutefois, l'amplitude, l'origine (mécanique, vasculaire, intracrânienne, combinée) et la signification clinique de cette mobilité restent mal caractérisées.

Il était ensuite indispensable de discuter du diagnostic et de l'efficacité du MRP, pour soutenir l'étude d'une démarche clinique complète.

Pour ce qui est des **modalités diagnostiques du MRP**, toutes les études sur la fiabilité de la palpation montrent, jusqu'ici, au mieux une reproductibilité intra-observateur modérée pour une reproductibilité inter-observateur faible à inexistante, y compris lorsque les praticiens sont expérimentés. Cela suggère que la détection manuelle du MRP reste une méthode subjective, qui ne peut à ce jour pas être considérée comme un outil diagnostique reproductible et fiable au sens scientifique.

Enfin, l'analyse de **l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée** a été effectuée à partir des essais cliniques randomisés les plus récents chez l'homme et les deux seules études disponibles en médecine vétérinaire, réalisées chez le cheval. Elle met en évidence un paysage contrasté : Certaines études rapportent des améliorations cliniques

intéressantes, notamment sur des syndromes douloureux ou des troubles fonctionnels. Néanmoins, la fréquence et l'importance des biais méthodologiques dans la grande majorité des études cliniques actuelles sur l'OCS empêchent de réellement conclure de manière rigoureuse à l'efficacité spécifique des techniques utilisées.

Limites de l'étude

Une première limite inhérente à toute revue bibliographique, est l'impossibilité d'être certain de n'avoir omis aucune étude pertinente, mêmes si nous avons essayé d'approfondir au maximum nos recherches. D'autant plus que le sujet nous a en plus conduit à explorer, au-delà des travaux directement consacrés à l'ostéopathie crânio-sacrée, les domaines de l'anatomie, de la physiologie, de la neurologie, et de l'imagerie afin d'identifier des données récentes dans ces disciplines qui pouvaient être mises en lien avec les concepts de base de l'OCS.

Nous n'avons pas pu accéder au texte intégral de nombreux articles, ou alors uniquement à de simples abstracts courts, notamment concernant ceux d'auteurs reconnus pour leurs travaux et apports en ostéopathie tels que Fryman V, Upledger JE, Sills F, ou Moskalenko Y. Cela vaut en particulier pour les numéros archivés de l'ancien *Journal of the American Osteopathic Association* (JAOA), devenu l'actuel *Journal of Osteopathic Medicine* et d'autres revues dont les articles étaient réservés aux abonnés.

Il est regrettable qu'aucune revue européenne spécifiquement consacrée à l'ostéopathie ne soit indexée dans les principales bases de données scientifiques internationales, en particulier les revues francophones telles qu'*Apostill* ou la *Revue de l'Ostéopathie*. Elles doivent contenir probablement des observations cliniques, des études ou des analyses qui auraient pu enrichir ce travail. De même, de nombreux travaux en langue espagnole, italienne, allemande ou russe publiés dans des revues nationales auraient été intéressants à consulter, mais ils sortaient du cadre linguistique défini par nos critères d'inclusion.

Enfin, notre étude repose sur une revue bibliographique narrative et non pas sur une véritable revue systématique au sens strict avec procédure et protocole précis de sélection. Ceci expose probablement à des biais de sélection et ne permet pas une évaluation standardisée de la qualité méthodologique des articles et études retenus

Conclusion

Ainsi, bien que l'ostéopathie crânio-sacrée soit aujourd'hui pratiquée dans certains domaines cliniques humains et vétérinaires, les preuves scientifiques actuellement disponibles restent limitées, incomplètes ou méthodologiquement fragiles pour valider de

manière rigoureuse ses fondements théoriques, ses méthodes diagnostiques ou son efficacité thérapeutique.

Ce constat n'implique pas forcément l'invalidation totale du modèle, mais souligne plutôt la nécessité de poursuivre et d'affiner la recherche sur le sujet.

Tous ces constats issus de l'analyse des preuves scientifiques disponibles invitent à prendre du recul sur le concept du MRP en l'état actuel des connaissances. Il est perçu par des milliers de praticiens dans le monde, mais sa portée objective reste difficile à cerner ; il convient donc de discuter des perspectives et de l'avenir de cette discipline, ce qui fera l'objet de la troisième partie de ce travail.

Tableau XVIII : Synthèse de l'ensemble de l'étude bibliographique

Éléments en faveur de l'OCS		Éléments en défaveur de l'OCS	
I - En rapport avec les principes de base			
Palpation d'un rythme crânien (MRP / IRC)	- Mise en évidence d'un rythme crânien spécifique, distinct des rythmes cardiaque et respiratoire - Concordance partielle entre IRC palpée et oscillations vasomotrices autonomes.	Mécanisme physiologique sous-jacent non clairement élucidé, plusieurs hypothèses restantes spéculatives.	
Fluctuation et pulsativité du LCR	- Fluctuation du LCR bien documentées par l'imagerie et les mesures physiologiques. Mise en évidence de pulsations distinctes de celles liées à la respiration et à l'activité cardiaque, et dont la fréquence se superpose à celle des IRC - Circulation et drainage du LCR par système glymphatique mis en évidence par études récentes en accord avec théorie de Still et Sutherland	Aucune démonstration d'un lien spécifique entre ces fluctuations/oscillations et un mécanisme respiratoire primaire autonome au sens du modèle Sutherlandien.	
Mobilité des os du crâne	- Possibilité de mouvements minimes ou de micromouvements mesurables mis en évidence dans plusieurs études	- Amplitude, signification clinique et origine exacte de cette mobilité restent incertaines ; extrapolation au modèle complet du MRP non démontrée.	
Membrane de tension réciproque et « core-link »	- Continuité anatomique des méninges crâniennes et spinales et leurs attaches => lien mécanique méningé crânio-sacré	Absence de preuves expérimentales et cliniques de l'existence d'une « membrane de tension réciproque » à l'origine de mouvements synchronisés crânio-sacraux prédictibles.	
II - En rapport avec l'efficacité clinique			
Une altération de l'état général ou d'un organe modifie le MRP/ICR ?	/	Aucune preuve expérimentale ou clinique chez l'humain, ni chez l'animal	
L'examen palpatoire du MRP/ICR permet de détecter une dysfonction d'organe / un trouble général	/	Aucune preuve expérimentale ou clinique chez l'humain, ni chez l'animal Il n'existe aucune donnée validée de sensibilité, spécificité ou valeur pronostique pour un diagnostic basé sur le MRP/ICR.	
Reproductibilité et fiabilité du diagnostic basé sur le MRP/ICR	Quelques études suggèrent une reproductibilité modérée intra-observateur parfois acceptable pour certains paramètres ou praticiens expérimentés.	Reproductibilité inter-examinateur faible à inexistante	
Efficacité clinique (Chez l'humain)	- Plusieurs essais cliniques et quelques méta-analyses rapportent des améliorations de la douleur, de la fonction ou de la qualité de vie dans divers syndromes douloureux chroniques ou troubles fonctionnels.	- Qualité méthodologique très faible et risques de biais élevés (petits effectifs, randomisation/aveuglement imparfaits, biais de publication) de la grande majorité des études => Absence de preuves sur l'efficacité clinique de l'OCS	
Efficacité clinique (Chez les animaux)	- 2 études référencées chez le cheval Rapportent des améliorations fonctionnelles ou comportementales	- Données rares, hétérogènes et peu contrôlées, ne permettant pas de conclure à une efficacité spécifique en médecine vétérinaire.	

PARTIE 3

DISCUSSION : PERSPECTIVES ET AVENIR

I. Révisions conceptuelles et propositions alternatives

1. Des hypothèses alternatives au mécanisme du Mouvement Respiratoire

a. Le Mécanisme Respiratoire Secondaire : une alternative plus moderne au Mécanisme Respiratoire Primaire ?

Bruno Bordonni (2020) introduit et décrit le concept de Mécanisme Respiratoire Secondaire (MRS) comme une alternative modernisée du Mécanisme Respiratoire Primaire. Contrairement à ce dernier, le MRS est, selon Bordonni, le résultat de forces physiologiques mécaniques globales. Il explique que les rythmes perceptibles au niveau crânien sont liés à la transmission atténuée des mouvements cardiaques et respiratoires à travers les structures intracrâniennes (méninges, sutures, os) et à la distribution dynamique des neurofluides (principalement le liquide céphalo-rachidien). Ces forces sont ralenties et filtrées par les propriétés viscoélastiques des tissus cérébraux et osseux, ce qui expliquerait la fréquence lente perçue lors de la palpation crânienne. Bordonni insiste également sur le rôle actif de la palpation, qui, par stimulation des mécanorécepteurs, pourrait modifier la réponse neurovégétative du patient et influencer indirectement ces rythmes. Enfin, il remet en question l'existence d'un lien mécanique direct et actif entre le crâne et le sacrum, en affirmant que les mouvements observables du sacrum sont passifs et principalement induits par la respiration et la posture. Ainsi, Bordonni propose un modèle théorique plus ancré dans les données biomécaniques et neurophysiologiques actuelles.

b. Une autre explication : la vasomotion veineuse locale ?

Une autre hypothèse alternative a été formulée par Farasyn (1999), qui remet en question l'idée selon laquelle le mouvement crânio-sacré résulterait principalement des pulsations du liquide céphalo-rachidien. Selon l'auteur, les phénomènes palpés pourraient plutôt être expliqués par la « vasomotion veineuse locale », c'est-à-dire les contractions rythmiques spontanées des parois veineuses, déjà décrites expérimentalement dans la microcirculation. Cette hypothèse présente l'avantage de rendre compte des fréquences palpées en ostéopathie crânienne (6 à 12 cycles/minute) ainsi que de certaines variations observées entre les zones crâniennes et sacrées. Bien qu'intéressante, cette proposition reste spéculative, car elle repose principalement sur des analogies physiologiques et sur des observations indirectes issues de modèles animaux, sans validation expérimentale directe chez l'humain. Elle illustre néanmoins la volonté de repenser l'origine du mouvement crânio-sacré à la lumière de mécanismes biologiques plausibles autres que le modèle classique du liquide céphalo-rachidien. Cette hypothèse ouvre une piste de réflexion stimulante : elle souligne qu'il reste nécessaire de mener des recherches modernes pour tester empiriquement ces mécanismes, et montre l'intérêt d'explorer de nouvelles explications physiologiques au-delà du modèle traditionnel du liquide céphalo-rachidien.

L'hypothèse que l'origine du MRP coïncide avec la vasomotricité n'est pas une idée totalement nouvelle dans ce champ : d'autres hypothèses, comme celles associées à l'onde Traube–Hering–Mayer (THM), avaient déjà suggéré que les oscillations lentes de la pression artérielle et de la microcirculation pouvaient constituer un substrat physiologique aux rythmes palpés par les ostéopathes. Sergueef et Nelson se sont d'ailleurs employés à chercher des similitudes (Nelson et al., 2001, 2001, 2006).

L'apport de Farasyn s'inscrit donc dans une continuité, en mettant l'accent plus spécifiquement sur la vasomotion veineuse locale. Cette convergence d'hypothèses indique peut-être qu'il serait intéressant de poursuivre les recherches dans ce sens.

Ces hypothèses, bien que spéculatives pour l'instant, témoignent d'une volonté d'ancrer l'ostéopathie crânio-sacrée dans un cadre physiologique mesurable et compatible avec les connaissances scientifiques actuelles.

2. Vers une réinterprétation scientifique de l'ostéopathie crânio-sacrée et du MRP à la lumière des connaissances actuelles

a. Mise en perspectives des principes ostéopathiques de Still

Face aux débats internes et aux différentes avancées scientifiques apportées au cours des dernières années, de nombreux ostéopathes tentent de remettre en question les principes ostéopathiques qui semblent figés dans le temps depuis qu'ils ont été émis par Andrew Taylor Still au XIX^{ème} siècle. Jane E. Stark (2012) montre que trois grandes étapes se distinguent : une période originale (1874–1910), dominée par les formulations philosophiques de Still et de ses élèves qui n'aboutissent à aucune définition consensuelle des principes ostéopathiques ; une période traditionnelle (1910–1950), marquée par une diversité de formulations individuelles autour de thèmes récurrents tels que l'unité du corps, l'importance circulatoire ou la lésion spinale ; et enfin une période moderne (1953–2003), caractérisée par un effort de consensus aboutissant notamment à la formalisation de quatre principes de référence. Ces principes, bien que posant une base théorique importante dans la médecine ostéopathique, introduisent malgré tout des remises en question. David W. Evans (2012) souligne leur caractère trop général et parfois obsolète : l'unité corps-esprit ignore l'environnement et le contexte social ; l'autorégulation est conçue de manière simpliste en négligeant l'allostase et les limites biologiques ; la hiérarchisation des systèmes (d'abord le système nerveux, puis le musculo-squelettique) apparaît réductrice ; enfin, le lien structure-fonction est remis en cause par les apports des neurosciences de la douleur. Il insiste sur le fait que ces principes doivent être perçus comme des hypothèses à faire évoluer régulièrement à l'aide des connaissances scientifiques actuelles, et non pas comme des dogmes.

b. Proposition de modernisation des principes de Still

Ainsi dans cette dynamique de modernisation, Stephen Paulus (2012) stipule que l'ostéopathie ne peut pas être réduite à un ensemble de techniques manuelles mais qu'il est nécessaire qu'elle s'appuie sur une philosophie clinique claire. D'après lui, les tentatives de synthèse, notamment les « quatre concepts » de Still et leur révision, sont trop simplistes et pas assez différenciées des approches biomédicales ou d'autres médecines complémentaires. Il propose donc **dix principes fondamentaux**, issus d'une lecture approfondie des écrits de Still, qui **réaffirment** à la fois l'unité holistique de l'être humain, la capacité d'auto-guérison, l'interdépendance structure-fonction et le rôle central du système musculo-squelettique. Ces principes sont les suivants (Paulus, 2012):

1. « L'être humain fonctionne de manière holistique dans un état dynamique d'unité connectée. »
2. « Le corps et l'esprit possèdent une capacité d'auto-guérison ou d'adaptation, en cas de maladie ou de blessure. Le respect de cette loi naturelle constitue le fondement de tout traitement.
3. « La relation entre structure et fonction a un impact sur la santé globale de l'organisme. La structure (anatomie) et la fonction (physiologie) sont interconnectées et indissociables, tant dans la maladie que dans la santé. »
4. « Un diagnostic anatomique précis est établi par palpation manuelle du corps. Une fois le diagnostic établi, un plan de traitement ostéopathique dynamique et personnalisé peut être mis en place »
5. « Le système musculo-squelettique (os, muscles et tissus conjonctifs) possède une structure et une fonction uniques qui impactent la santé globale de l'organisme. Lorsque le système musculo-squelettique ne fonctionne pas normalement, l'organisme tout entier peut souffrir d'un trouble localisé ou généralisé. »
6. « Les troubles structurels ou fonctionnels du système musculo-squelettique, ainsi que de tout autre système corporel, sont traités par l'application d'un traitement ostéopathique manuel individualisé. »
7. « L'objectif d'un traitement ostéopathique manuel est de restaurer la capacité naturelle d'auto-guérison ou de compensation créative en améliorant la santé locale et globale du corps et en supprimant les obstacles à la bonne circulation sanguine, à la circulation des fluides ou à la fonction nerveuse, permettant ainsi la restauration de la mobilité. »
8. « L'ostéopathie est un système de soins de santé basé sur la recherche et le traitement des causes d'une maladie ou d'une blessure, plutôt que sur la seule prise en charge des symptômes. La douleur est un symptôme, pas une maladie. Si la douleur est traitée de manière exclusive et que l'on ne parvient pas à identifier les causes de la douleur, les actions thérapeutiques sont limitées. Les causes de la douleur sont souvent éloignées des symptômes. »
9. « Il existe deux modes de perception distincts et interdépendants lors du diagnostic et du traitement ostéopathiques. Le champ matériel est tangible et contient les éléments biomécaniques formés par l'anatomie palpable et les fonctions physiques, objectives et mesurables. Le champ immatériel est invisible et désigne les éléments bioénergétiques subjectifs qui sous-tendent la forme matérielle. Il est l'expression

de fonctions subtiles ou de forces inhérentes. Les champs matériel et immatériel coexistent simultanément et sont unifiés dans un état dynamique d'unité connectée. »

10. « Le fondement du système ostéopathique de soins repose sur la confiance en des forces de guérison indicibles, en harmonie avec la Nature. Chaque ostéopathe cultive une pratique personnelle d'introspection et s'appuie sur ce travail intérieur pour offrir un traitement ostéopathique intimement lié. »

Ces deux derniers principes décrits par Paulus rejoignent directement le concept du MRP. Le lien entre le champ matériel et immatériel rejoint la dualité de ce dernier qui est à la fois un phénomène physiologique perceptible dans la mobilité des structures crânio-sacrée et une manifestation plus subtile d'un rythme vital. Ce mouvement reflète bien une liaison entre la matière et les forces énergétique du vivant. De même, la confiance en des forces de guérison naturelles et le travail intérieur du praticien rappellent l'importance de la présence et de l'écoute dans la perception du MP où le thérapeute accompagne plutôt qu'il n'impose en s'harmonisant avec les processus d'autorégulation du patient.

Ces révisions conceptuelles invitent donc à repenser les fondements de l'ostéopathie crânio-sacrée non plus seulement à travers ses principes philosophiques, mais met aussi en avant l'importance d'une recherche scientifique renouvelée sur le sujet.

II. L'avenir de la recherche scientifique en ostéopathie crânio-sacrée

1. Recherche fondamentale : importance de l'exploration des bases anatomo-physiologiques

Pour mieux comprendre les phénomènes entourant les mécanismes du Mouvement respiratoire Primaire, il est nécessaire de passer en revue les bases anatomo-physiologiques de tous les constituants de ce dernier. En effet, Ferguson et al (1998), insistent sur l'importance d'élargir la recherche et de sortir de l'approche purement mécanique et descriptive de la discipline pour la mettre en rapport avec d'autres concepts, afin de s'ouvrir à l'étude des interactions entre rythmes biologiques, dans la relation praticien-patient, ou encore dans l'exploration des dimensions émotionnelles, électromagnétiques et quantiques du vivant. Stark (2012), plus largement, insiste aussi sur le fait qu'il est nécessaire de réactualiser les principes ostéopathiques en tenant compte des réalités médicales, biologiques et scientifiques du XXIème siècle. De même, Ferguson et al (2003) constate que la littérature sur la physiologie de l'ostéopathie crânienne demeure

limitée et hétérogène notamment à cause d'un manque de mesures instrumentales standardisées et de difficultés à isoler le MRP des rythmes physiologiques déjà connus.

L'avenir de la recherche fondamentale en ostéopathie crânio-sacrée semble ainsi résider dans des approches pluridisciplinaires capables d'intégrer les outils de la neurophysiologie, de la biophysique et de la modélisation des rythmes biologiques. C'est le point que Blacklaw-Jones (2009) essaie de mettre en avant dans son article et que Ferguson (2003) encourage à prendre en considération. C'est aussi la conclusion de Thomson et MacMillan (2023) afin de compléter « les faiblesses » de la discipline, de s'ouvrir aux autres disciplines dans un objectif d'avoir une médecine plus centrée sur le patient, intégrative et adaptée aux connaissances contemporaines.

2. Recherche clinique : importance de l'évaluation de l'efficacité et de la fiabilité de l'ostéopathie crânio-sacrée

La recherche clinique tend à jouer un rôle essentiel dans la reconnaissance scientifique de l'ostéopathie crânio-sacrée. Elle vise à évaluer de manière rigoureuse l'efficacité et la fiabilité des pratiques, tout en préservant leur spécificité et leur dimension humaine. On comprend aussi son importance pour justifier de l'utilité d'une discipline controversée comme l'ostéopathie crânio-sacrée.

Zegarra-Parodi et Cerritelli (2016) soulignent les défis méthodologiques auxquels se confronte la recherche clinique en ostéopathie crânio-sacrée. Selon eux, l'application stricte des standards de la médecine fondée sur les faits (*evidence-based medicine*) se heurte aux particularités des thérapies manuelles, dont la nature individualisée et adaptative s'accorde mal avec les outils classiques issus de la pharmacologie, tels que les essais randomisés contrôlés. Pour répondre à cette limite, ils proposent de recourir à des modèles méthodologiques plus adaptés, comme le *TIDieR* (*Template for Intervention Description and Replication*). Cet outil vise à standardiser la description des interventions thérapeutiques afin d'en permettre la reproduction et l'évaluation rigoureuse, élément souvent manquant dans les études visant à évaluer l'efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée. Les chercheurs doivent détailler précisément le contenu du traitement, les principes sous-jacents, les compétences requises du praticien, ainsi que les adaptations possibles selon le patient. En appliquant le *TIDieR* aux pratiques ostéopathiques, il devient possible d'améliorer la transparence, la comparabilité et la qualité méthodologique des études, sans pour autant réduire la complexité et l'effet clinique du geste manuel.

Sur le plan pratique, les auteurs évoquent également le "*Traffic Light System*", qui illustre le degré de validité des interventions selon les données scientifiques disponibles. Dans ce

cadre, l'ostéopathie crânio-sacrée se situe aujourd'hui dans une zone "rouge", en raison du manque de bases physiologiques robustes et d'évidence expérimentale solide. Toutefois, Zegarra-Parodi et Cerritelli plaident pour une approche *evidence-informed*, c'est-à-dire fondée sur les preuves existantes tout en intégrant l'expérience clinique du praticien et les valeurs du patient. Cette posture équilibrée permettrait de concilier exigence scientifique et respect de la singularité de la pratique ostéopathique.

Dans le même esprit, Andrew Cotton (2012) souligne que la recherche clinique en ostéopathie crânio-sacrée doit concilier rigueur scientifique et fidélité à l'essence de la discipline. Il met en garde contre une adaptation excessive aux normes de la médecine basée sur les faits, qui tend à réduire l'ostéopathie à des protocoles standardisés et à effacer sa dimension artisanale fondée sur l'expérience, la palpation et la relation au patient. Il plaide ainsi pour un équilibre, où les apports scientifiques viennent enrichir, mais sans dénaturer, une pratique fondée sur l'observation clinique, l'étude de cas et la transmission du savoir-faire.

Dans cette perspective, il semble également intéressant de s'intéresser à la nature réelle des effets observés lors des traitements en ostéopathie crânio-sacrée. En effet, au-delà des hypothèses physiologiques propres à la discipline, certaines améliorations perçues pourraient résulter de facteurs non spécifiques influençant la réponse clinique. Hartman (2009) met ainsi en avant plusieurs éléments susceptibles d'expliquer une partie des résultats observés :

- L'histoire naturelle de la maladie : certaines pathologies évoluent favorablement d'elles-mêmes, indépendamment de tout traitement ;
- La régression vers la moyenne : les symptômes tendent naturellement à s'atténuer après un épisode aigu ;
- L'effet placebo : le contexte thérapeutique, la relation praticien-patient et les attentes du patient peuvent produire de réelles améliorations ;
- Les facteurs extérieurs : des changements de mode de vie ou des soins complémentaires peuvent également contribuer à la guérison.

Ces considérations invitent à interpréter avec prudence les résultats cliniques rapportés en ostéopathie crânio-sacrée et soulignent l'importance de développer des protocoles de recherche capables de distinguer les effets spécifiques du traitement de ceux liés à des variables contextuelles.

Ainsi, la recherche clinique en ostéopathie crânio-sacrée se situe à la croisée des exigences de la validation scientifique et de la préservation de l'identité disciplinaire. Son

développement repose maintenant sur la mise en œuvre de méthodologies adaptées, capables d'évaluer objectivement ses effets tout en respectant la complexité et la spécificité de cette approche thérapeutique.

III. Enjeux pédagogiques et transmission

Il n'est pas méconnu que l'enseignement et l'existence de l'ostéopathie crânio-sacrée est un sujet controversé dans le monde scientifique. La réalisation de ce travail a pour but de clarifier les connaissances et les découvertes effectuées sur ce sujet afin d'en connaître l'importance et l'intérêt dans la médecine actuelle. Le dernier point à clarifier reste donc si oui ou non, ces concepts doivent continuer d'être transmis aux futures générations d'ostéopathes, ou s'ils doivent être abandonnés.

1. Maintien ou suppression de l'ostéopathie crânio-sacrée dans le cursus de formation ?

Dans un premier temps, il est important de prendre en compte des avis et des arguments des praticiens pour comprendre leurs points de vue et leurs demandes. On se trouve rapidement face à une grande variabilité de points de vue :

Opposé au concept, Hartman (2006) insiste sur le fait que l'ostéopathie crânienne ne devrait plus avoir sa place dans le cursus de formation académique. Il déplore que, malgré l'absence de fondement scientifique et de preuves d'efficacité, l'ostéopathie crânienne continue d'être enseignée dans les écoles, de figurer aux examens et d'être remboursée par les assurances. Il analyse cette persistance comme le résultat de mécanismes psychologiques : besoin de cohérence et attachement émotionnel aux croyances et au succès personnel, plus que réaction rationnelle à l'évidence scientifique. Pour l'auteur, ce manque de fondements scientifiques crédibles rend leur enseignement injustifié et trompeur pour les étudiants. Tant que des études rigoureuses n'apporteront pas la preuve d'un effet positif et reproductible sur la santé des patients, l'ostéopathie crânienne devrait être retirée des programmes universitaires, les compagnies d'assurance devraient cesser de la rembourser, et les patients devraient investir leur temps et leurs ressources dans des soins basés sur le modèle biomédical moderne, fondé sur des preuves solides.

Faisant preuve de plus de bienveillance, Noy (2023) estime que le principal défi de l'ostéopathie est la faiblesse de certaines bases théoriques qui propose des hypothèses mécanistes peu plausibles comme celles du mécanisme crânien. Elle nuance cette affirmation en disant que ce n'est pas pour autant une menace pour la profession mais qu'il s'agit plutôt d'un processus nécessaire de maturation professionnelle permettant à

l'ostéopathie de devenir réellement distincte et centrée sur le patient. Ainsi, c'est un processus indispensable que de remettre en question les croyances sur la pratique pour permettre une évolution saine de la profession.

Finalement, il est important de noter que la plupart des auteurs encouragent sur la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine pour trouver des explications et des preuves scientifiques vérifiables. Ceci ne peut se faire que si ces concepts sont enseignés auprès des nouvelles générations d'ostéopathes, afin de développer leurs esprit critiques, leur curiosité scientifiques et de leur donner envie de poursuivre les travaux des anciennes générations.

2. Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé concernant l'Ostéopathie Cranio-sacrée

Selon les *Benchmarks for Training in Osteopathy* publiés par l'OMS (2010), recommande que l'ostéopathie crânienne ou crânio-sacrée fasse partie de la formation et de la pratique ostéopathique, mais uniquement sous certaines conditions et avec un encadrement basé sur la sécurité et les preuves disponibles.

- La formation doit reposer sur une approche scientifique et critique, incluant une compréhension précise de l'anatomie, de la physiologie et des mécanismes d'action des techniques manuelles, y compris des techniques crâniennes.
- Les étudiants doivent développer des compétences spécifiques, notamment en diagnostic, en raisonnement clinique et en intégration des données issues de la littérature scientifique.
- Toutes les techniques manuelles, y compris l'ostéopathie crânienne, doivent être enseignées et pratiquées sous supervision clinique, afin de garantir la sécurité du patient.
- Les praticiens doivent connaître les indications et les contre-indications, en particulier pour les techniques indirectes, fluidiques ou d'équilibrage, afin de juger de leur pertinence en fonction du profil clinique du patient.
- L'OMS insiste sur la nécessité de reconnaître les limites et les risques propres à chaque technique, notamment celles qualifiées de crâniennes ou crânio-sacrées.

Ainsi, l'OMS considère l'ostéopathie crânienne/crânio-sacrée comme une composante possible de la formation et de la pratique ostéopathique, à condition qu'elle soit transmise rigoureusement, évaluée selon les standards de sécurité, et intégrée à une démarche fondée sur la preuve et le raisonnement clinique.

3. Pour une pédagogie critique, intégrative et pragmatique

Ainsi, l'enseignement de l'ostéopathie crânio-sacrée se situe aujourd'hui à la croisée de plusieurs enjeux :

- La fidélité à l'héritage historique initié par Still, Sutherland et autres pontes de la discipline
- L'exigence de validation scientifique qui découle des exigences de la médecine basée sur les faits
- La responsabilité pédagogique envers les futures générations de praticiens : enseigner ou non ces concepts controversés ?

Si les débats sur la validité du Mouvement Respiratoire Primaire sont toujours actuels, il semble important de noter que les recherches récentes ne cherchent pas à conserver ces concepts tels quels, ni à les faire disparaître mais plutôt à les re-contextualiser dans une démarche critique et moderne.

Adopter une pédagogie critique signifie encourager les étudiants à interroger les fondements théoriques de la discipline, à confronter les modèles anciens aux connaissances actuelles et à développer leur capacité d'analyse scientifique. En effet, cela reste l'un des devoirs de toute personne travaillant dans le domaine médical. L'enseignement de l'ostéopathie crânio-sacrée ne devrait pas se limiter à la transmission de techniques mais devrait aussi être un espace de réflexion où il est possible de questionner le sens, les limites et les mécanismes possibles de ces pratiques.

Ensuite, une pédagogie intégrative consisterait à relier la discipline ostéopathique à d'autres disciplines médicales et scientifiques dans l'esprit des perspectives décrites par Stark, Ferguson ou Thomson. Ainsi, on retrouverait une approche complémentaire au sein d'une médecine globale mais qui resterait centrée sur le patient. Zegarra-parodi et Ceritelli encouragent d'ailleurs à faire coïncider rigueur méthodologique et respect des spécificités cliniques. Cette perception encouragerait les praticiens à chercher des solutions globales plutôt qu'ancrée dans leur pratique pour répondre au mieux à la problématique du patient. En effet il a été démontré que l'ostéopathie crânio-sacrée obtient parfois de très bons résultats individuels, il serait donc dommage de se priver de cet intérêt.

Enfin, une pédagogie pragmatique doit replacer la pratique au cœur de l'apprentissage, tout en s'appuyant sur des outils d'évaluation rigoureux et transparents. Cela implique d'encourager la recherche au sein des écoles d'ostéopathie, d'initier les étudiants à la lecture critique d'articles scientifiques, et de leur donner les moyens de contribuer eux-mêmes à la production de connaissances afin de remettre en question les dogmes des

disciplines. Car c'est aussi l'un de devoirs du praticien. On le voit notamment avec les formations continues comme dans le domaine vétérinaire afin que les praticiens maintiennent, actualisent et développent leurs connaissances tout au long de leur carrière.

Ainsi, former les futures générations d'ostéopathes ne consiste pas à choisir entre tradition et science, mais à créer des praticiens dotés d'un esprit critique, d'une ouverture interdisciplinaire et d'une conscience éthique de leur pratique. C'est dans cette voie que l'ostéopathie crânio-sacrée pourra continuer à évoluer, non comme un dogme, mais comme une discipline en dialogue constant avec le vivant et la connaissance scientifique contemporaine.

CONCLUSION

Ce travail a pour objectif d'examiner de manière critique les fondements, la validité et les perspectives de l'ostéopathie crânio-sacrée, à travers une réflexion articulée en trois grands axes : la révision des concepts historiques, notamment celui du Mouvement Respiratoire Primaire, l'analyse de la recherche scientifique actuelle et les enjeux liés à sa transmission et à sa pérennité.

La revue des principes a montré que les fondements originels de l'ostéopathie crânienne, hérités de la philosophie de Still et de Sutherland, font aujourd'hui l'objet de réinterprétations à la lumière des connaissances biomécaniques et neurophysiologiques. Les modèles alternatifs proposés, tels que ceux fondés sur la circulation des fluides ou la vasomotion, traduisent la volonté de rapprocher la discipline des données scientifiques actuelles, tout en préservant sa dimension humaniste. Pour autant, ces principes et modèles nouvellement proposés font toujours l'objet d'une grande controverse dans le monde scientifique.

L'analyse de la recherche scientifique contemporaine met en évidence les progrès réalisés dans la compréhension et la mesure des phénomènes palpatoires, mais aussi les limites persistantes liées à la variabilité des observations et à la difficulté de standardiser les protocoles. Si certaines études suggèrent l'existence de corrélations physiologiques, la discipline souffre encore d'un manque de données robustes et reproductibles. Ces constats rappellent la nécessité de développer des méthodologies adaptées à la spécificité des thérapies manuelles, conciliant rigueur expérimentale et respect de la complexité clinique.

Au-delà de la recherche, la question de la transmission et de l'enseignement de l'ostéopathie crânio-sacrée demeure centrale afin de comprendre l'avenir de cette discipline. Dans un contexte où la médecine vétérinaire et les thérapies manuelles tendent vers une intégration accrue, il apparaît essentiel d'adopter une pédagogie critique, intégrative et pragmatique.

Ainsi, cette thèse invite à considérer l'ostéopathie crânio-sacrée non comme un dogme immuable, mais comme un champ en constante évolution. Sa valeur ne réside pas uniquement dans la validation immédiate de ses postulats, mais aussi dans sa capacité à susciter la recherche, à questionner les relations entre structure et fonction, et à nourrir une pratique du soin fondée sur l'observation, la réflexion et la responsabilité scientifique.

L'avenir de cette discipline dépendra de sa faculté à s'ouvrir au dialogue interdisciplinaire et à inscrire son développement dans une démarche de science vivante, humaniste et tournée vers le patient, qu'il soit humain ou animal. Aujourd'hui, les sciences

vétérinaires s'ouvrent de plus en plus aux approches complémentaires et aux médecines alternatives, en parallèle des propriétaires d'animaux qui manifestent une curiosité et une ouverture d'esprit grandissantes. Cette évolution offre à la fois un enrichissement des connaissances au service du soin animal et un vaste champ de recherche encore peu exploré, notamment pour adapter les modèles issus de la médecine humaine à la physiologie animale. Il convient donc de tirer parti de cet essor pour approfondir les travaux scientifiques et développer un regard critique et éclairé sur l'intérêt réel de l'ostéopathie crânio-sacrée en médecine vétérinaire, un domaine où, rappelons-le, les études restent encore dramatiquement rares et nécessitent un développement méthodologique rigoureux pour ne pas retomber dans les mêmes problématiques que les études exposées dans ce mémoire. Une telle démarche s'inscrirait pleinement dans une approche intégrée de la santé humaine et animale.

BIBLIOGRAPHIE

- Absinta M, Ha SK, Nair G, Sati P, Luciano NJ, Palisoc M, Louveau A, Zaghloul KA, Pittaluga S, Kipnis J, Reich DS. Human and nonhuman primate meninges harbor lymphatic vessels that can be visualized noninvasively by MRI (2017). *Elife*. 3;6:e29738. doi: 10.7554/eLife.29738. PMID: 28971799; PMCID: PMC5626482.
- Accorsi, A., Lucci, C., Di Mattia, L., Granchelli, C., Barlafante, G., Fini, F., Pizzolorusso, G., Cerritelli, F., & Pincherle, M. (2014). Effect of osteopathic manipulative therapy in the attentive performance of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 114(5), 374-381. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2014.074>
- Adams, T., Heisey, R. S., Smith, M. C., & Briner, B. J. (1992). Parietal bone mobility in the anesthetized cat. *Journal of American Osteopathic Association*, 92(5).
- Alvarez, L. A., Cook, A. C., & Sweeney, C. P. (2024). A Test of Reliability : Cranial Rhythmic Impulse for Distant Diagnoses. *Cureus*, Volume 16(Numéro 8). <https://doi.org/10.7759/cureus.68219>
- Amendolara, A., Sheppert, A., Powers, R., Payne, A., Stacey, S., & Sant, D. (2024). Effectiveness of osteopathic craniosacral techniques : A meta-analysis. *Frontiers in medicine*, 16. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1452465>
- Antila S, Karaman S, Nurmi H, Airavaara M, Voutilainen MH, Mathivet T, Chilov D, Li Z, Koppinen T, Park JH, Fang S, Aspelund A, Saarma M, Eichmann A, Thomas JL, Alitalo K. Development and plasticity of meningeal lymphatic vessels. (2017) *J Exp Med*. 4;214(12):3645-3667. doi: 10.1084/jem.20170391.
- Arnadottir, T. S., & Sigurdardottir, A. K. (2013). Is craniosacral therapy effective for migraine? Tested with HIT-6 Questionnaire. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 19(1), 11-14. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2012.09.003>
- Bagagiolo, D., Priolo, C. G., Favre, E. M., Pangallo, A., Didio, A., Sbarbaro, M., Borro, T., Daccò, S., Manzoni, P., & Farina, D. (2022). A Randomized Controlled Trial of Osteopathic Manipulative Therapy to Reduce Cranial Asymmetries in Young Infants with Nonsynostotic Plagiocephaly. *American Journal of Perinatology*, 39(S 01), S52-S62. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1758723>

- Barone, R. (1976). *Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques: Vol. Tome 1, Ostéologie* (Ed Vigot (Paris)), 428 pages
- Barone, R., & Bortolami, R. (2004). *Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques: Vol. Tome 6, Neurologie I : Système Nerveux Central*. Ed Vigot (Paris), 652 pages.
- Baud, L. (2005). *Système nerveux central: Circulation cérébrale, barrière hémato-encéphalique et liquide céphalo-rachidien*.
https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Systeme_nerveux_central_circulation_cerebrale_barriere_hemato-encephalique_et_liquide_cephalo-rachidien.pdf
- Bèchet NB, Shanbhag NC, Lundgaard I. Glymphatic pathways in the gyrencephalic brain.(2021) J Cereb Blood Flow Metab.;41(9):2264-2279. doi: 10.1177/0271678X21996175. Epub 2021 Feb 27. PMID: 33641515; PMCID: PMC8393296.
- Bel, A. (2014). Le Mécanisme Respiratoire Primaire de Sutherland à aujourd'hui. *Mémoire de Diplôme d'Ostéopathie DE, Institut Supérieur d'Ostéopathie de Paris*, 108.
- Benchmarks for training in traditional / complementary and alternative medicine. ost: Benchmarks for training in osteopathy.* (2010). World Health Organization.
- Bieber, G., Schmidt, A., Kraft, D., & Fellmann, M. (2023). Visual detection of short-wave blood pressure fluctuations. *Proceedings of the 16th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 436-442.
<https://doi.org/10.1145/3594806.3596546>
- Blacklaw-Jones, R. D. (2009). Comments on cranio-sacral method and efficacy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2008.10.001>
- Bolet, P. (1993). *La compression du 4ème ventricule modifie-t-elle le profil ionique chez le patient ?* [Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Ostéopathie]. Collégiale Académie, Saint-Etienne. 67 pages
- Bordoni, B., Walkowski, S., Ducoux, B., & Tobbi, F. (2020). The Cranial Bowl in the New Millennium and Sutherland's Legacy for Osteopathic Medicine: Part 2. *Cureus*.
<https://doi.org/10.7759/cureus.10435>

- Budgell, B. S., & Bolton, P. S. (2007). Cerebrospinal Fluid Pressure in the Anesthetized Rat. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 30(5), 351-356. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2007.04.002>
- Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S., Kold, S. E., & Poulos, P. W. (2000). *Clinical Radiology of the Horse, 2nd edition* (Blackwell science).
- Cases-Solé, R., Varillas-Delgado, D., Trinidad-Cascudo, F., Pino-Tamayo, C., & Garcia-Algar, O. (2024). Osteopathic treatment of a person with Arnold-Chiari malformation and Syringomyelia: A case report. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2024.100730>
- Castejón-Castejón, M., Murcia-González, M. A., Todri, J., Lena, O., & Chillón-Martínez, R. (2022). Treatment of infant colic with craniosacral therapy. A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 71, 102885. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2022.102885>
- Castro-Sánchez, A. M., Lara-Palomo, I. C., Matarán-Peñarrocha, G. A., Saavedra-Hernández, M., Pérez-Mármol, J. M., & Aguilar-Ferrándiz, M. E. (2016). Benefits of Craniosacral Therapy in Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 22(8), 650-657. <https://doi.org/10.1089/acm.2016.0068>
- Castro-Sánchez, A. M., Matarán-Peñarrocha, G. A., Sánchez-Labraca, N., Quesada-Rubio, J. M., Granero-Molina, J., & Moreno-Lorenzo, C. (2011). A randomized controlled trial investigating the effects of craniosacral therapy on pain and heart rate variability in fibromyalgia patients. *Clinical Rehabilitation*, 25(1), 25-35. <https://doi.org/10.1177/0269215510375909>
- Ceballos-Laita, L., Ernst, E., Carrasco-Uribarren, A., Cabanillas-Barea, S., Esteban-Pérez, J., & Jiménez-del-Barrio, S. (2024). Is Craniosacral Therapy Effective? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare*, 12(6), 679. <https://doi.org/10.3390/healthcare12060679>
- Cerritelli, F., Perpetuini, D., Keys, J., Merla, A., & Cardone, D. (2025). Autonomic correlates of osteopathic manipulative treatment on facial functional mapping: An innovative approach based on thermal imaging. *Sci Rep* 15, 7373. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92092-8>

- Cerritelli, F., Pizzolorusso, G., Ciardelli, F., La Mola, E., Cozzolino, V., Renzetti, C., D'Incecco, C., Fusilli, P., Sabatino, G., & Barlafante, G. (2013). Effect of osteopathic manipulative treatment on length of stay in a population of preterm infants : A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 13(1), 65. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-65>
- Christen MA, Schweizer-Gorgas D, Richter H, Joerger FB, Dennler M. Quantification of cerebrospinal fluid flow in dogs by cardiac-gated phase-contrast magnetic resonance imaging (2020) *J Vet Intern Med.*;35(1):333-340. doi: 10.1111/jvim.15932.
- Cotton, A. (2012). Osteopathic principles in the modern world. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 8.
- Crow, W. T., King, H. H., Patterson, R. M., & Giuliano, V. (2009). Assessment of calvarial structure motion by MRI. *Osteopathic Medicine and Primary Care*, 3, 8. <https://doi.org/10.1186/1750-4732-3-8>
- Dagain, E. (2006). *Approche de l'ostéopathie en médecine vétérinaire équine* [Thèse vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon]. Claude Bernard Lyon 1, 238 pages
- Dal Farra, F., Bergna, A., Lunghi, C., Bruini, I., Galli, M., Vismara, L., & Tramontano, M. (2024). Reported biological effects following Osteopathic Manipulative Treatment: A comprehensive mapping review. *Complementary Therapies in Medicine*, Vol 82. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2024.103043>
- Daniel, C., Burkha, S., Rohrmann, N., Wagner, F. C., & Woschke, E. (2024). Determination of the mechanical properties of the sacroiliac joint of a dog by imaging measurement methods and model update in a multi-body model. *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics*, 11. <https://doi.org/10.1002/pamm.202400084>
- Degueurce, C., Chateau, H., & Denoix, J.-M. (2004). In vitro assessment of movements of the sacroiliac joint in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 36(8), 694-698. <https://doi.org/10.2746/0425164044848064>
- Dictionnaire Encyclopédique Illustré*. (1998). Hachette, 1999 pages
- Elbrond, V., & Shultz, R. (2019). Equine myodural bridges An Anatomical, integrative and functional description of myodural bridges along the spine of horses : Special focus on the atlanto-occipital and atlanto-axial regions. *Medical Research Archives* (11), Vol.7 Issue 11. <https://doi.org/10.18103/mra.v7i11.2005>

- Elden, H., Östgaard, H.-C., Glantz, A., Marciniak, P., Linnér, A.-C., & Olsén, M. F. (2013). Effects of craniosacral therapy as adjunct to standard treatment for pelvic girdle pain in pregnant women: A multicenter, single blind, randomized controlled trial. *Acta Obstetricia Et Gynecologica Scandinavica*, 92(7), 775-782. <https://doi.org/10.1111/aogs.12096>
- Ernst, E. (2012). Craniosacral therapy : A systematic review of the clinical evidence. *Focus on Alternative and Complementary Therapies*, 17(4), 197-201. <https://doi.org/10.1111/j.2042-7166.2012.01174.x>
- Evans, D. W. (2012). Osteopathic principles : More harm than good ? *International Journal of Osteopathic Medicine*, 8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijosm.2012.08.006>
- Evrard, P. (2002). *Introduction à l'Ostéopathie crânio-sacrée appliquée au cheval*. Olivier éditeur, 156 pages
- Evrard, P. (2005). *Introduction aux techniques ostéopathiques structurelles appliquées au cheval*. Olivier éditeur, 411 pages
- Farasyn, A. (1999). New hypothesis for the origin of cranio-sacral motion. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9.
- Ferguson, A. (2003). A review of the physiology of cranial osteopathy. *Journal of Osteopathic Medicine*, 11.
- Ferguson, A. J., McPartland, J. M., Upledger, J. E., Collins, M., & Lever, R. (1998). Cranial osteopathy and craniosacral therapy : Current opinions. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11.
- Fontaine, D., Almairac, F., Fernandez, C., Dallel, R., Pallud, J., & Lanteri-Minet, M. (2018). Dural and pial pain-sensitive structures in humans : New inputs from awake craniotomies. *Brain* 1, 141(4), 1040-1048. <https://doi.org/10.1093/brain/awy005>
- Fosse, F. (1997). *Contribution à l'étude de l'ostéopathie chez le chien*, [Thèse vétérinaire Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon]. Claude Bernard Lyon 1, 159 pages
- Fosse, F. (2001). *Ostéopathie crânienne vétérinaire*, 104 pages

- Fosse, F., & Gimenez, N. (2008). *Traité pratique d'ostéopathie mécaniste chez le chien et le cheval: Vol. Tome 1 : Rachis et Bassin*, 167 pages
- Frymann, V. M. (1971). A study of the rhythmic motions of the Cranium living cranium. *Journal of American Osteopathic Association*, 70(9), 18.
- Goff, L. M., Jasiewicz, J., Jeffcott, L. B., Condie, P., McGOWAN, T. W., & McGOWAN, C. M. (2006). Movement between the equine ilium and sacrum : In vivo and in vitro studies. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36), 457-461. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05587.x>
- Goff, L., Van Weeren, P. R., Jeffcott, L., Condie, P., & McGowan, C. (2010). Quantification of equine sacral and iliac motion during gait : A comparison between motion capture with skin-mounted and bone-fixated sensors. *Equine Veterinary Journal. Supplement*, 38, 468-474. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00204.x>
- Goyenvallée, E. (2012). *La pulsatilité cérébrale dans le concept Cranio-Sacré. Etude chez le lapin*. [Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Ostéopathie Vétérinaire d'ONIRIS]. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes.
- Green, C. J. (1999). *A systematic review and critical appraisal of the scientific evidence on craniosacral therapy*. BC Office of Health Technology Assessment, Centre for Health Services and Policy Research, University of British Columbia.
- Gregory, C. R., Cullen, J. M., Pool, R., & Vasseur, P. B. (1986). The canine sacroiliac joint. Preliminary study of anatomy, histopathology, and biomechanics. *Spine*, 11(10), 1044-1048.
- Guillaud, A., Darbois, N., Monvoisin, R., & Pinsault, N. (2016). Reliability of Diagnosis and Clinical Efficacy of Cranial Osteopathy : A Systematic Review. *PLOS ONE*, Volume 11(Numéro 12), 21 pages. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167823>
- Haller, H., Lauche, R., Sundberg, T., Dobos, G., & Cramer, H. (2019). Craniosacral therapy for chronic pain : A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-3017-y>
- Halma, K. D., Degenhardt, B. F., Snider, K. T., Johnson, J. C., Flaim, M. S., & Bradshaw, D. (2008). Intraobserver Reliability of Cranial Strain Patterns as Evaluated by Osteopathic Physicians : A Pilot Study. *Journal of American Osteopathic Association*, 108(9), 10.

- Hanten, W. P., Dawson, D. D., Iwata, M., Seiden, M., Whitten, F. G., & Zink, T. (1998). Craniosacral Rhythm: Reliability and Relationships With Cardiac and Respiratory Rates. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(3), 213-218. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.27.3.213>
- Hanten, W. P., Olson, S. L., Hodson, J. L., Imler, V. L., Knab, V. M., & Magee, J. L. (1999). The Effectiveness of CV-4 and Resting Position Techniques on Subjects with Tension-Type Headaches. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 7(2), 64-70. <https://doi.org/10.1179/106698199790811816>
- Hartman, S. E. (2006). Cranial osteopathy: Its fate seems clear. *Chiropractic & Osteopathy*, 3. <https://doi.org/10.1186/1746-1340-14-10>
- Hartman, S. E. (2009). Why do ineffective treatments seem helpful? A brief review. *Chiropractic & Osteopathy*, 7. <http://www.chiroandosteo.com/content/17/1/10>
- Hayden, C., & Mullinger, B. (2006). A preliminary assessment of the impact of cranial osteopathy for the relief of infantile colic. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 12(2), 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2005.12.005>
- Heisey, S. R., & Adams, T. (1993). Role of Cranial Bone Mobility in Cranial Compliance. *Neurosurgery*, 33(5), 869. https://journals.lww.com/neurosurgery/abstract/1993/11000/role_of_cranial_bone_mobility_in_cranial.14.aspx
- Herniou, J.-C. (1992). *Quantifications in vivo et post-mortem de la mobilité osseuse et structurale, sur un os frontal du mouton, soumis à faible contrainte*, Site officiel de l'USPO. <https://www.uspo-ipco.com/publications/quantificationmobilitésuture.php>
- Herzhaft-Le Roy, J., Xhignesse, M., & Gaboury, I. (2017). Efficacy of an Osteopathic Treatment Coupled With Lactation Consultations for Infants' Biomechanical Sucking Difficulties. *Journal of Human Lactation: Official Journal of International Lactation Consultant Association*, 33(1), 165-172. <https://doi.org/10.1177/0890334416679620>
- Hubbard, R. P., Melvin, J. W., & Barodawalas, I. T. (1971). Flexure of cranial sutures. *Highway Safety Research Institute*, Michigan USA, 9.

- Hori A, Seo W, Miyoshi K, Makita K, Hanazono K, Nakade T. Evaluation of basilar artery and cerebrospinal fluid dynamics using phase-contrast MRI (2020) Comparison between mannitol and isotonic saline solution. *Vet Radiol Ultrasound*. 61(6):680-687. doi: 10.1111/vru.12898.
- Iliff JJ, Wang M, Liao Y, Plogg BA, Peng W, Gundersen GA, Benveniste H, Vates GE, Deane R, Goldman SA, Nagelhus EA, Nedergaard M.(2012) A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including amyloid β . *Sci Transl Med*. 15;4(147):147ra111. doi: 10.1126/scitranslmed.3003748.
- Jain, A., Kumar, S., Gupta, A., & Gakhar, H. (2025). Craniosacral Therapy for Headache Management: A Systematic Review of Therapeutic Efficacy and Mechanisms. *Neurology and Clinical Neuroscience*, 13(6), 408-414. <https://doi.org/10.1111/ncn3.70037>
- Jakel, A., & von Hauenschild, P. (2011). Therapeutic Effects of Cranial Osteopathic Manipulative Medicine: A Systematic Review. *Journal of American Osteopathic Association Review*, 111(12), 9.
- Kanik, W., Augustyn, J., & Tombarkiewicz, B. (2017). Adapting craniosacral therapy to treat horses. *Acta Veterinaria Brno*, 86(1), 75-84. <https://doi.org/10.2754/avb201786010075>
- Kemp, W. 3rd, Tubbs, R., & Cahen-Gadol, A. (2012). The innervation of the cranial dura mater : Neurosurgical case correlates and a review of the literature. *World Neurosurg*, 78(5), 505-510. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.10.045>.
- KIAPOUR, A., JOUKAR, A., ELGAFY, H., ERBULUT, D. U., AGARWAL, A. K., & GOEL, V. K. (2020). Biomechanics of the Sacroiliac Joint: Anatomy, Function, Biomechanics, Sexual Dimorphism, and Causes of Pain. *International Journal of Spine Surgery*, 14(Suppl 1), S3-S13. <https://doi.org/10.14444/6077>
- Korr, I. M., Abehsera, A., & Burty, F. (1993). *Bases physiologiques de l'ostéopathie. Recueil de textes extraits de diverses publications*. (Frison Roche), 269 pages
- Kostopoulos, D. C., & Keramidas, G. (1992). Changes in Elongation of Falx Cerebri During Craniosacral Therapy Techniques Applied on the Skull of an Embalmed Cadaver. *CRANIO®*, 10(1), 9-12. <https://doi.org/10.1080/08869634.1992.11677885>

- Langen, B., & Schulte Wien, B. (2005). *Ostéopathie du cheval*. Maloine, 122 pages
- Le Corre, F., & Toffaloni, S. (1996). *L'ostéopathie*. Presses universitaires de France, 127 pages
- Lizon, F. (1988). *La consultation ostéopathique et homéopathique du chien et du chat*. Edition Similia, 283 pages
- Louveau A, Smirnov I, Keyes TJ, Eccles JD, Rouhani SJ, Peske JD, Derecki NC, Castle D, Mandell JW, Lee KS, Harris TH, Kipnis J. (2015) Structural and functional features of central nervous system lymphatic vessels. *Nature*. 523(7560):337-41. doi: 10.1038/nature14432. PMCID: PMC4506234.
- Magoun, H. (2000). *Ostéopathie dans le champ crânien* (Edition originale 1951), 287 pages
- Masoudi, P., Karimi, N., Abdollahi, I., Bakhshi, E., Moravej, S., & Aghazadeh, A. (2024). Applicability of using dynamic MRI to evaluate alleged cranial rhythmic impulse (CRI). *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 941. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-08064-y>
- Martins T, de Almeida B, Wu M, Wilckens KA, Minhas D, Ibinson JW, Aizenstein HJ, Santini T, Ibrahim TS.(2024) : Characterization of pulsations in the brain and cerebrospinal fluid using ultra-high field magnetic resonance imaging. *Front Neurosci*. 9;18:1305939. doi: 10.3389/fnins.2024.1305939.
- Matarán-Peñarrocha, G. A., Castro-Sánchez, A. M., García, G. C., Moreno-Lorenzo, C., Carreño, T. P., & Zafra, M. D. O. (2011). Influence of craniosacral therapy on anxiety, depression and quality of life in patients with fibromyalgia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2011, 178769. <https://doi.org/10.1093/ecam/nep125>
- Mazreati, N., Rahemi, Z., Aghajani, M., Ajorpaz, N. M., & Mianehsaz, E. (2021). Effect of craniosacral therapy on the intensity of chronic back pain of nurses : A randomized controlled trial. *Nursing Practice Today*, 8(4), 313-321. <https://doi.org/10.18502/npt.v8i4.6707>
- Michael, D., & Retzlaff, E. (1975). A preliminary study of cranial bone movement in the squirrel monkey. *The Journal of American Osteopathic Association*. [https://doi.org/74\(9\):866-869](https://doi.org/74(9):866-869)

- Moran, R. W., & Gibbons, P. (2001). Intraexaminer and interexaminer reliability for palpation of the cranial rhythmic impulse at the head and sacrum. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 24(3), 183-190. [https://doi.org/10.1016/S0161-4754\(01\)62711-8](https://doi.org/10.1016/S0161-4754(01)62711-8)
- Moskalenko, Yu. E., Fryman, V., Weinstein, G. B., Semernya, V. N., Kravchenko, T. I., Markovets, S. P., Panov, A. A., & Maiorova, N. F. (2001). Slow rhythmic oscillations within the human cranium: Phenomenology, origin and informational significance. *Human Physiology*.
- Munoz-Gomez, E., Ingles, M., Aguilar-Rodriguez, M., Molla-Casanova, S., Sempere-Rubio, N., Serra-Ano, P., & Espi-Lopez, G. V. (2022). Effect of a Craniosacral Therapy Protocol in People with Migraine: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11(759), 15. <https://doi.org/10.3390/jcm11030759>
- Murlimanju, B. V., Gupta, C., Samiullah, D., Prabhu, L. V., Pai, M. M., Kumar, C. G., & Somesh, M. S. (2011). *Morphological investigation of cranial sutures in Indian human adult skulls*.
- Nelson, K. E., Sergueef, N., & Glonek, T. (2004). Cranial manipulation induces sequential changes in blood flow velocity on demand. *The AAO Journal*, 3.
- Nelson, K. E., Sergueef, N., & Glonek, T. (2006). Recording the Rate of the Cranial Rhythmic Impulse. *Journal of Osteopathic Medicine*, 106(6), 337-341. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2006.106.6.337>
- Nelson, K. E., Sergueef, N., Lipinski, C. M., Chapman, A. R., & Glonek, T. (2001). Cranial rhythmic impulse related to the Traube-Hering-Mayer oscillation: Comparing laser-Doppler flowmetry and palpation. *Journal of Osteopathic Medicine*, 101(3), 163-173. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2001.101.3.163>
- Norton, J. M., Sibley, G., & Broder-Oldach, R. (1992). Characterization of the cranial rhythmic impulse in healthy human adults. *American Academy of Osteopathy Journal*.
- Noy, M. (2023). Letter to the Editor regarding: Thomson OP, and MacMillan A. What's wrong with osteopathy? *International Journal of Osteopathic Medicine*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2023.100675>

- Oleski, S. L., Smith, G. H., & Crow, W. T. (2002). Radiographic Evidence of Cranial Bone Mobility. *CRANIO®*, 20(1), 34-38. <https://doi.org/10.1080/08869634.2002.11746188>
- Paulus, S. (2012). The core principles of osteopathic philosophy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijosm.2012.08.003>
- Pearcy, Q., Tomlinson, J., Niestrawska, J., Möbius, D., Zhang, M., & Zwirner, J. (2022). Systematic review and meta-analysis of the biomechanical properties of the human dura mater applicable in computational human head models. *Biomech Model Mechanobiol*, 21(3), 755-770.
- Pelz, H., Muller, G., Keller, M., Mathiak, K., Mayer, J., Borik, S., & Perlitz, V. (2023). Validation of subjective manual palpation using objective physiological recordings of the cranial rhythmic impulse during osteopathic manipulative intervention. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33644-8>
- Philippi, H., Faldum, A., Schleupen, A., Pabst, B., Jung, T., Bergmann, H., Bieber, I., Kaemmerer, C., Dijs, P., & Reitter, B. (2006). Infantile postural asymmetry and osteopathic treatment: A randomized therapeutic trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(1), 5-9; discussion 4. <https://doi.org/10.1017/S001216220600003X>
- Picchioni D, Özbay PS, Mandelkow H, de Zwart JA, Wang Y, van Gelderen P, Duyn JH. Autonomic arousals contribute to brain fluid pulsations during sleep (2022). *Neuroimage*. 1;249:118888. doi: 10.1016/j.neuroimage.2022.118888. Epub 2022 Jan 10.
- Pribadi, K. (2008). The detection and recording of Cranial Rhythmic Impulse in acupuncture points using Surface Scanning Laser Displacement Meter and its significance. *Journal of American Osteopathic Association*.
- Pritchard, J. J., Scott, J. H., & Girgis, F. G. (1956). The structure and development of cranial and facial sutures. *Journal of Anatomy*, 90(Pt 1), 73-86.3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1244823/>
- Raith, W., Marschik, P. B., Sommer, C., Maurer-Fellbaum, U., Amhofer, C., Avian, A., Löwenstein, E., Soral, S., Müller, W., Einspieler, C., & Urlesberger, B. (2016). General Movements in preterm infants undergoing craniosacral therapy: A randomised

- controlled pilot-trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 12. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-0984-5>
- Rasmussen, T. R., & Meulengracht, K. C. (2021). Direct measurement of the rhythmic motions of the human head identifies a third rhythm. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 26, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.08.018>
- Rogers, J. S., & Witt, P. L. (1997). The Controversy of Cranial Bone Motion. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 26(2), 95-103. <https://doi.org/10.2519/jospt.1997.26.2.95>
- Rogers, J. S., Witt, P. L., Gross, M. T., Hacke, J. D., & Genova, P. A. (1998). Simultaneous palpation of the craniosacral rate at the head and feet: Intrarater and interrater reliability and rate comparisons. *Physical Therapy*, 78(11), 1175-1185. <https://doi.org/10.1093/ptj/78.11.1175>
- Rolle, G., Tremolizzo, L., Somalvico, F., Ferrarese, C., & Bressan, L. C. (2014). Pilot trial of osteopathic manipulative therapy for patients with frequent episodic tension-type headache. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 114(9), 678-685. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2014.136>
- Sabini, R. C., & Elkowitz, D. E. (2006). Significance of Differences in Patency Among Cranial Sutures. *Journal of Osteopathic Medicine*, 106(10), 600-604. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2006.106.10.600>
- Sandhouse, M. E., Shechtman, D., Fecho, G., & Timoshkin, E. M. (2016). Effect of Osteopathic Cranial Manipulative Medicine on Visual Function. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 116(11), 706-714. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2016.141>
- Sandhouse, M. E., Shechtman, D., Sorkin, R., Drowos, J. L., Caban-Martinez, A. J., Patterson, M. M., Shallo-Hoffmann, J., Hardigan, P., & Snyder, A. (2010). Effect of osteopathy in the cranial field on visual function—A pilot study. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 110(4), 239-243.
- Saunders, F. C., Cave, N. J., Hartman, K. M., Gee, E. K., Worth, A. J., Bridges, J. P., & Hartman, A. C. (2013). Computed tomographic method for measurement of inclination angles and motion of the sacroiliac joints in German Shepherd Dogs and Greyhounds. *American Journal of Veterinary Research*, 74(9), 1172-1182. <https://doi.org/10.2460/ajvr.74.9.1172>

- Sawaya, S. (2008). *Intérêt des thérapies non-conventionnelles dans la prise en charge du cheval dorsalgique: Vol. Vol 40, N° Spécial.*
- Seimetz, C. N., Kemper, A. R., & Duma, S. M. (2012). An investigation of cranial motion through a review of biomechanically based skull deformation literature. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 15(4), 152-165. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2012.05.001>
- Sergueef, N., Greer, M. A., Nelson, K. E., & Glonek, T. (2011). The palpated cranial rhythmic impulse (CRI): Its normative rate and examiner experience. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2010.11.006>
- Sergueef, N., Nelson, K. E., Lipinski, C. M., Chapman, A. R., & Glonek, T. (2002). Ostéopathie crânienne et oscillations des ondes de Traube-Hering-Mayer. Une comparaison de la fluxmétrie laser-Doppler et de la palpation. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/261437733_Osteopathie_cranienne_et_oscillations_des_ondes_de_Traube-Hering-Mayer_Une_comparaison_de_la_fluxmetrie_laser-Doppler_et_de_la_palpation
- Shuttleworth, M. (2008). *Validité et fiabilité*. <https://explorable.com/fr/validite-et-fiabilite>
- Smets NG, Strijkers GJ, Vinje V, Bakker ENTP (2024). Cerebrospinal fluid turnover as a driver of brain clearance. *NMR Biomed.*;37(7):e5029. doi: 10.1002/nbm.5029. Epub 2023 Sep 2. PMID: 37658736.
- Sommerfeld, P., Kaider, A., & Klein, P. (2004). Inter- and intraexaminer reliability in palpation of the “primary respiratory mechanism” within the “cranial concept”. *Manual Therapy*, 9(1), 22-29. [https://doi.org/10.1016/S1356-689X\(03\)00099-7](https://doi.org/10.1016/S1356-689X(03)00099-7)
- Stark, J. E. (2012). An historical perspective on principles of osteopathy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijosm.2012.10.001>
- Still, A. T. (1908). *Autobiography of Andrew T. Still*. Pantiano Classics, 168 pages
- Supp, G. (2011). Craniosacral Rhythm—Where does it stand? *International Journal of Mechanical Diagnosis and Therapy*, Volume 6(Numéro 2), pages 1-5. https://www.pulz-freiburg.de/fileadmin/media/pdf/publikationen/international-mdt_craniosacral.pdf

- Terrell, Z. T., Moudy, S. C., Hensel, K. L., & Patterson, R. M. (2022). Effects of osteopathic manipulative treatment vs. Osteopathic cranial manipulative medicine on Parkinsonian gait. *Journal of Osteopathic Medicine*, 122(5), 243-251. <https://doi.org/10.1515/jom-2021-0203>
- Thomson, O. P., & MacMillan, A. (2023). What's wrong with osteopathy? *International Journal of Osteopathic Medicine*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2023.100659>
- Upledger, J. E. (1977). The reproducibility of craniosacral examination findings : A statistical analysis. *Journal of American Osteopathic Association*, Volume 76(Numéro 8), pages 890-899.
- Vandenplas, Y., Denayer, E., Vandenbossche, T., Vermet, L., Hauser, B., Deschepper, J., & Engelen, A. (2008). Osteopathy may decrease obstructive apnea in infants : A pilot study. *Osteopathic Medicine and Primary Care*, 2, 8. <https://doi.org/10.1186/1750-4732-2-8>
- Vleeming, A., Schuenke, M., Masi, A., Carreiro, J., Danneels, L., & Willard, F. (2012). The sacroiliac joint : An overview of its anatomy, function and potential clinical implications. *J Anat*, 221(6), 537-567.
- Vokietytė-Vilėniškė, G., Nagreckienė, S., Duliebaitė, I., & Žilaitis, V. (2022). Effectiveness of cranial osteopathy therapy on nociception in equine back as evaluated by pressure algometry. *Acta Veterinaria Brno*, 91(4), 347-353. <https://doi.org/10.2754/avb202291040347>
- Wagshul ME, Eide PK, Madsen JR. The pulsating brain: A review of experimental and clinical studies of intracranial pulsatility (2011). *Fluids Barriers CNS*. 18;8(1):5. doi: 10.1186/2045-8118-8-5.
- Wahl, R. A., Aldous, M. B., Worden, K. A., & Grant, K. L. (2008). Echinacea purpurea and osteopathic manipulative treatment in children with recurrent otitis media : A randomized controlled trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 8, 56. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-8-56>
- Wang J, Lv T, Jia F, Li Y, Ma W, Xiao ZP, Yu W, Zhao H, Zhang X, Hu Q. (2024) hemorrhage distinctively disrupts the glymphatic and meningeal lymphatic systems in beagles.

Theranostics. 16;14(15):6053-6070. doi: 10.7150/thno.100982. PMID: 39346537; PMCID: PMC11426235.

Wirth-Pattullo, V., & Hayes, K. W. (1994). Interrater Reliability of Craniosacral Rate Measurements and Their Relationship With Subjects' and Examiners' Heart and Respiratory Rate Measurements. *Physical Therapy*, 74(10), 908-916. <https://doi.org/10.1093/ptj/74.10.908>

Woods, J. M., & Woods, R. H. (1961). A physical finding related to psychiatric disorders. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 60, 988-993.

Wyatt, K., Edwards, V., Franck, L., Britten, N., Creanor, S., Maddick, A., & Logan, S. (2011). Cranial osteopathy for children with cerebral palsy: A randomised controlled trial. *Archives of Disease in Childhood*, 96(6), 505-512. <https://doi.org/10.1136/adc.2010.199877>

Zanakis, M., DiMeo, J., Madonna, S., Morgan, M., & Drasby, e. (1996). Objective measurement of the CRI with manipulation and palpation of the sacrum. *Journal of American Osteopathic Association*, 96(9), 551.

Zegarra-Parodi, R., & Cerritelli, F. (2016). The enigmatic case of cranial osteopathy : Evidence versus clinical practice. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijosm.2016.08.001>

ANNEXES

Annexe 1 – Mots-clés utilisés pour la recherche bibliographique

Tableau XIX : Tableau récapitulatif des mots clefs utilisés pour la recherche bibliographique

Partie	Mots clefs
Motilité inhérente du système nerveux central ou Impulsion Rythmique Centrale	« <i>Primary respiratory mechanism</i> », « <i>cranial rythmic impulse</i> », « <i>craniosacral rhythm</i> », « <i>craniosacral rate</i> » et leurs équivalences françaises.
Mobilité des os du crâne et sutures	« <i>Cranial bone movement</i> », « <i>cranial bone motion</i> », « <i>facial bone motion</i> », « <i>cranial bone mobility</i> », « <i>facial bone mobility</i> », « <i>cranial sutures motion</i> », « <i>facial sutures mobility</i> »... et leurs équivalences françaises.
Fluctuation du liquide céphalo-rachidien	« <i>Cerebrospinal fluid</i> », « <i>CSF</i> » associé à « <i>osteopathy</i> », « <i>craniosacral</i> » ou « <i>Primary Respiratory Mechanism</i> » et leurs équivalences françaises.
Mouvements involontaires du sacrum entre les iliaques	« <i>Mobility of the sacro-iliac joint</i> », « <i>movement of the sacro-iliac joint</i> », « <i>core-link theory</i> », « <i>sacral motion</i> » et leurs équivalences françaises.
Membranes de tension réciproques	« <i>Reciprocal membrane tension</i> », « <i>dura mater</i> », « <i>falx cerebri</i> », « <i>tentorium cerebelli</i> » et « <i>craniosacral osteopathy</i> », « <i>osteopathy</i> » ou « <i>craniosacral</i> » et leurs équivalences françaises.
Méthodes diagnostiques du Mouvement Respiratoire Primaire	« <i>Inter-examineur</i> », « <i>intra-examiner</i> », « <i>reliability</i> », « <i>reproducibility</i> » et « <i>cranial</i> », « <i>craniosacral</i> », « <i>primatory respiratory mechanism</i> », « <i>osteopathy</i> »... et leurs équivalences françaises.
Efficacité thérapeutique de l'ostéopathie crânio-sacrée	« <i>craniosacral medecine</i> », « <i>craniosacral treatment</i> », « <i>craniosacral therapy</i> », « <i>craniosacral technique</i> », « <i>craniosacral manipulation</i> » ou « <i>craniosacrle</i> » associé avec les mêmes termes ainsi que « <i>dogs</i> », « <i>horses</i> », « <i>cats</i> », « <i>veterinary medecine</i> » et leurs équivalences françaises.

Ostéopathie crânio-sacrée et Mouvement Respiratoire Primaire : revue des principes, preuves scientifiques, perspectives et avenir.

Auteur

FERAL Pauline

Résumé

L'ostéopathie crânio-sacrée, issue des travaux de William Garner Sutherland, repose sur l'écoute et la perception du Mécanisme Respiratoire Primaire (MRP), considéré comme un rythme physiologique subtil traduisant l'équilibre interne du corps. Bien qu'utilisée chez l'homme et, plus récemment, chez l'animal, cette approche demeure controversée en raison du manque apparent de preuves scientifiques solides confirmant ses bases anatomo-physiologiques.

Après un rappel synthétique des principes fondamentaux de l'ostéopathie crânio-sacrée, cette thèse présente une revue narrative structurée de la littérature scientifique visant à actualiser les données disponibles étayant ou non ses concepts de base ainsi que son approche clinique. L'analyse de la littérature met en évidence des avancées récentes en faveur de plusieurs aspects du modèle conceptuel, tandis que les études cliniques montrent encore une faible fiabilité du diagnostic palpatoire et une efficacité clinique peu étayée, en raison de la faible qualité méthodologique de la majorité des études.

Enfin, une réflexion interroge la transmission et la place de cette pratique dans les sciences humaines et vétérinaires. L'ostéopathie crânio-sacrée devrait être envisagée non comme un dogme, mais comme un champ d'exploration ouvert, stimulant la curiosité scientifique et le dialogue interdisciplinaire au service du vivant.

Mots-clés

Ostéopathie, Crânio-sacrée, Mouvement Respiratoire Primaire

Jury

Président du jury	:	Professeur CADORE Jean-Luc
Directeur de thèse	:	Docteur SAWAYA Serge
2ème assesseur	:	Docteur GILLET Benoit