

**L'Institut Dauphine
d'Ostéopathie**



**The Federal European
Register of Osteopaths**



Promotion 2014

Mémoire n° 8

Pour l'obtention du

DIPLÔME EN OSTÉOPATHIE (D.O.)

Présenté et soutenu publiquement

Le à Paris

Par M. Nicolas BLAISE

Né le 29/11/1989

Complément à l'étude d'objectivation d'un test

**Reproductibilité du test de l'articulation talo-
naviculaire**

Directeur de recherche : Arnaud LEFEVRE

Co-directeur : Pr Claude Gillot

Membres du jury

Président :

Assesseurs :

**L'Institut Dauphine
d'Ostéopathie**

**The Federal European
Register of Osteopaths**

Promotion 2014

Mémoire n° 8

Pour l'obtention du

DIPLÔME EN OSTÉOPATHIE (D.O.)

Présenté et soutenu publiquement

Le

à Paris

Par M. Nicolas BLAISE

Né le 29/11/1989

Complément à l'étude d'objectivation d'un test

**Reproductibilité du test de l'articulation talo-
naviculaire**

Directeur de recherche : Arnaud LEFEVRE

Co-directeur : Pr Claude Gillot

Membres du jury

Président :

Assesseurs :

Note aux lecteurs :

Le travail qui vous est proposé ici est un mémoire de fin d'études élaboré en vue de l'obtention de mon diplôme (D.O.) en ostéopathie, au sein de l'IDO (Institut Dauphine d'Ostéopathie), soutenu et présenté publiquement devant le FERO (Federal European Register of Osteopaths) en octobre 2014.

L'auteur se réserve les droits de ce document : pour le reproduire ou l'utiliser à des fins personnelles, il vous faut lui en faire la demande.

TABLE DES MATIERES

II - INTRODUCTION	- 7 -
A] Introduction sur les tests ostéopathiques	- 8 -
1 - Importance de la reproductibilité des tests en ostéopathie	- 8 -
2 - Pré-étude sur nos enseignants	- 11 -
3 - Historique et définition de la dysfonction somatique	- 13 -
4 - Conséquences d'une dysfonction somatique	- 14 -
5 - Problématique : objectifs de l'étude	- 16 -
B] Articulation talo-naviculaire	- 18 -
1 - Anthropologie du pied	- 20 -
2 - Anatomophysiologie talo-naviculaire	- 26 -
3 - Biomécanique de l'articulation talo-naviculaire	- 52 -
3 - Dysfonctions ostéopathiques de l'articulation talo-naviculaire	- 58 -
III - MATERIEL ET METHODE	- 61 -
A] Description de l'étude	- 61 -
1 - Déroulement de l'étude	- 61 -
2 - Caractéristiques de l'étude et élimination des biais	- 64 -
B] Population de l'étude	- 65 -
1 - Nombre de sujets	- 65 -
2 - Critères d'inclusion	- 65 -
3 - Critères d'exclusion	- 66 -
C] Méthodologie pratique	- 67 -
1 - Repérage palpatoire	- 67 -
2 - Description des tests	- 68 -
D] Testeurs	- 73 -
IV - RESULTATS ET ANALYSE STATISTIQUE	- 76 -
1 - Résultats du test de l'articulation talo-naviculaire	- 76 -
2 - Analyse du test de l'articulation talo-naviculaire :	- 81 -
3 - Résultats et analyse du test au podoscope	- 86 -
V - DISCUSSION	- 87 -
A] Discussion technique	- 87 -
1 - Concernant le test ostéopathique	- 87 -
2 - Concernant le test podologique	- 88 -
B] Discussion ostéopathique	- 91 -
1 - Concernant le test ostéopathique	- 91 -
2 - Concernant le test podologique	- 93 -
3 - Concordance des antécédents des sujets avec les résultats observés	- 94 -
C] Ouverture	- 95 -
1 - Conclusion	- 95 -
2 - Limites	- 96 -
3 - Ouverture	- 96 -
VI - BIBLIOGRAPHIE	- 100 -
VII - ANNEXES	- 102 -
Résumé	- 110 -

I - REMERCIEMENTS

Je souhaiterais exprimer ma gratitude tout spécialement à M. Arnaud Lefevre, mon maître de mémoire, pour la richesse de ses conseils et sa motivation ; ainsi qu'à M. Jean-François Hennebicq et M. Jordane Portela pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon sujet de mémoire et pour leur participation à son expérimentation ; c'est une grande chance d'avoir pu bénéficier de leur savoir et de leur expérience.

Je rends également hommage au Pr Gillot, célèbre anatomiste rattaché à la faculté Paris V - René Descartes, pour sa disponibilité et la pédagogie de l'ensemble de son enseignement particulier hebdomadaire qu'il m'a transmis dans le cadre de l'obtention de mon DUAC¹, de septembre 2013 à mai 2014 dans le pavillon de dissection des Saints Pères, trésor de plus de cinquante années d'étude du corps humain.

M. Pascal Dhennin, mon « ostéopathe de famille », a fait naître ma vocation, et m'a accompagné dans mes premiers pas en ostéopathie. Qu'il puisse ici trouver le témoignage de mes sincères remerciements. Un grand merci également à l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'IDO² pour leur formation de qualité et particulièrement messieurs Frédéric Pariaud et Chi-Hien Phuong pour leur accompagnement dans la mise en forme de ce mémoire.

Je tiens également à faire part de ma gratitude à tous les étudiants de seconde année à l'IDO s'étant prêtés à cette étude, à mes camarades de cinquième année pour leurs conseils avisés ; et plus spécialement à Adrien Huet, ancien étudiant de l'IDO, pour la documentation de choix qu'il m'a mise à disposition.

¹ Diplôme Universitaire d'Anatomie Clinique du Pr Delmas, au 45 rue des Saints-Pères 75006 PARIS.

² Institut Dauphine d'Ostéopathie, au 2 rue Nicolas Houel 75005 PARIS.

Je désire enfin exprimer ma reconnaissance, du fond du cœur, à ma fiancée ainsi qu'à ma famille pour leur accompagnement sans faille, et pour leur infinie patience alors qu'ils faisaient les frais de mes premières expériences ostéopathiques !

II - INTRODUCTION

Précédant toute manipulation, mais aussi largement cité pour juger de l'efficacité et de l'efficacité de nombreuses techniques, **la phase de test semble le contrefort d'une consultation ostéopathique cohérente.**

Cependant, en m'appuyant sur la revue de littérature et notamment les références de la SEFO³, il m'est apparu une absence de publication statistique concernant l'étude de la reproductibilité du test articulaire de l'articulation talo-naviculaire.

Nous rappellerons dans ce présent mémoire les différentes visions de la « Dysfonction Somatique Ostéopathique » (DSO), et nous chercherons un critère quantifiable justifiant la technicité à utiliser lors d'un test ostéopathique articulaire de ce complexe talo-naviculaire ; en nous appuyant notamment sur une approche originale de son anatomophysiologie, fruit de mon travail de recherche cadavérique aux côtés du Pr Gillot.

A la lumière des références proposées par la BSO⁴, nous reviendrons sur les normes de validation de cette étude, et sur sa mise en place par trois praticiens ostéopathes (DO) enseignants à l'Institut Dauphine d'Ostéopathie sur treize étudiants de ce même établissement. Puis nous analyserons les résultats obtenus sous l'égide du coefficient KAPPA (shuntant le poids du hasard) afin de tirer la **mesure dans laquelle nos critères palpatoires sont suffisamment objectivables pour permettre une reproductibilité intra-praticiens et inter-praticiens homogène.**

³ « SEFO » (Scientific European Federation Osteopaths): fédération présidée par François Ricard (DO) qui référence les travaux de recherche en ostéopathie et délivre des méthodologies d'investigation scientifique

⁴ British School of Osteopathy, 98-118 Southwark Bridge Rd, London SE1 0BQ, Royaume-Uni. Dans le manuel « Reproducibility and validity » de l' « international academy of manual / musculoskeletal medicine » traitant des protocoles d'étude pour les tests diagnostiques en médecine manuelle.

Enfin, nous proposerons en ouverture une mise en relief du rapport entre les diagnostics ostéopathiques et podologiques par la prise d'empreintes plantaires au podoscope.

NB : Par soucis de simplicité, toute la nomenclature utilisée dans ce mémoire prendra pour référentiel l'axe central du corps.

A] Introduction sur les tests ostéopathiques

1 - Importance de la reproductibilité des tests en ostéopathie

Qu'est-ce qu'un « test » ?

Selon le dictionnaire Larousse de 2013, un test est « un examen, ou une **épreuve standardisée et étalonnée** permettant **d'évaluer des aptitudes** physiques ou psychologiques chez un individu donné », ou encore « un examen complémentaire pratiqué pour **orienter ou confirmer le diagnostic** d'une maladie ».

Qu'est-ce que la « reproductibilité » ?

De manière générale, cette condition part du principe que pour exclure les effets aléatoires d'une étude -et donc d'un test- (dont les erreurs de jugement des analystes), et s'approcher ainsi **au plus proche de la réalité** (« aux incertitudes près »), on ne peut tirer des conclusions d'une observation que si elle se trouve bien décrite, survenue plusieurs fois et provoquée par des personnes différentes. En effet, lorsque l'expérience est suffisamment répétée, un outil statistique permet de déterminer la probabilité que le résultat soit dû au seul hasard.

L'une des bases théoriques (et pratiques) de la maîtrise statistique d'un protocole peut se résumer au **procédé des « 5M »**⁵ (les cinq causes principales de variabilité d'une étude expérimentale) : **Machine** (ici la main de l'opérateur) & **Main d'œuvre** (l'opérateur), **Milieu** (& Management de l'étude: les facteurs environnementaux de l'étude), **Matière** (le patient dans cette étude) et **Méthode** (la technicité utilisée).

Mais quid du sixième « M » : la **Mesure** ?

La Mesure souffre de variabilité si elle n'est pas soumise au préalable elle-aussi à la règle des « 5M » : ce travail préparatoire sur les conditions de Mesure est indispensable à la justification de la tolérance et de la variabilité du protocole expérimental.

Notez que nous parlons ici de **reproductibilité** et non de répétabilité puisque les conditions de mesure sont **opérateur-dépendantes**, et varient donc légèrement.

Cette méthodologie peut évidemment s'appliquer aux tests ostéopathiques. **La reproductibilité correspondant alors à la mesure de l'accord entre un ou plusieurs praticiens effectuant le même test sur un même patient ; et cette notion permet ainsi de déterminer si un test est suffisamment normé pour que plusieurs praticiens qui l'utilisent aboutissent aux mêmes conclusions.**

Que recherche un test ?

Reste à prendre en compte pour valider un test les critères de **sensibilité** et de **spécificité** qui lui sont propres.

⁵ Méthode dite de *Kaoru Ishikawa*, classant les différentes causes d'un problème en cinq grandes familles : « les 5M ».

Prenons l'exemple d'un test orthopédique de la cheville : le **choc talien**.

(Aussi appelé « choc astragalien » ou encore « test de ballotement »)⁶.

- Il est jugé **reproductible** si, sur un nombre suffisant de patients, plusieurs praticiens arrivent à la même conclusion (choc retrouvé, ou non) sur la même cheville.

- Il est jugé **spécifique** s'il existe une corrélation entre la positivité clinique du test et le diastasis anatomique effectif ; et qu'à l'inverse le test est négatif en absence de séparation des surfaces des deux os parallèles.

- Il est enfin **sensible** si le test se trouve positif devant *toute* (en pratique *un maximum* d') articulation(s) atteinte(s), avec un minimum de faux-positifs.

Toutes ces évaluations sont validées par des épreuves statistiques, les probabilités shuntant le poids du hasard.

Pourquoi rechercher des tests reproductibles en ostéopathie ?

« Si nous devons n'utiliser que ce qui est expérimentalement démontrable, nous nous priverions d'une quintessence merveilleuse fournie par l'expérience clinique. Selon les règles de l'aérodynamisme, un bourdon ne peut pas voler ; cependant, il vole. »⁷

Cependant, depuis sa naissance avec A.T.Still le 22 juin 1874, l'ostéopathie ne cesse de se présenter comme une **discipline scientifique**. Devant la récente **reconnaissance sociétale** de la profession en France, et dans son désir de **dialogue pluridisciplinaire**, l'ostéopathe ne peut faire fi de mesures rationnelles et quantifiables remettant en question tant sa pratique personnelle que la qualité de son enseignement, et donc l'objectivation de son travail en général.

⁶ L'examineur empaupe le talon d'une main, recherche une mobilité transverse anormale du talus dans la pince bi-malléolaire (tibio-fibulaire), un ballotement externe traduisant un diastasis tibio-fibulaire. « Orthopédie de l'adulte », coll. Mémotests, Pascal Auré, éd. Estem 2003.

⁷ R. Richard D.O. dans la préface de son livre *Lésions ostéopathiques vertébrales – Physiopathologie et techniques de normalisation*, t. 1, Maloine, Paris, 1982, p.10

2 - Pré-étude sur nos enseignants

Avant toute analyse théorique sur les différentes méthodes de tests et leur fiabilité, j'ai tenu à m'informer de leurs utilisations effectives en cabinet ostéopathique.

Pour se faire, je me suis penché sur la conclusion de l'étude élaborée par M. Adrien Huet dans son mémoire, soutenu en 2012, « Les tests ostéopathiques du rachis cervical : une étude sur leur reproductivité » : ayant proposé un questionnaire par mail, destiné à l'ensemble des ostéopathes exclusifs du corps enseignant de l'Institut Dauphine d'Ostéopathie de l'époque, il avait pu mettre en forme le tableau ci-dessous synthétisant la part donnée à chacun des grands types de tests (qu'il avait alors référencés) dans leur pratique ostéopathique quotidienne (résultats mis à la lumière de leurs années d'expériences).

	Nombre de réponses	% du nombre total de réponse	Expérience moyenne des praticiens (en années)
Densité	10	42	11
Paramètres majeurs de mobilité	8	33	15
Paramètres mineurs de mobilité	6	25	6
Reproduction de douleur	0	0	
	24	100	

Tableau 1 – Utilisation effective des tests ostéopathiques dans la pratique quotidienne des enseignants de l'IDO en 2012, selon l'étude menée par M. Adrien Huet dans son mémoire « Les tests ostéopathiques du rachis cervical : une étude sur leur reproductivité ».

Toujours dans cette étude, les différents cursus étudiants suivis par chacun des protagonistes avaient été mis en parallèle afin de préciser la justification de leurs pratiques. On peut donc rappeler ici la remarque faite par M. Adrien Huet, stipulant que parmi tous les praticiens, seuls les médecins ayant suivi la formation de DIU de « médecine manuelle ostéopathie »⁸ incluaient dans leur protocole de tests la recherche de reproduction de la douleur (mis à part les tests médicaux orthopédiques).

M. Huet avait également noté que, malgré la diversité des tests utilisés par les ostéopathes non-médecins, leurs différents cursus pédagogiques (formation à temps partiel comme à temps plein) semblaient proposer dans l'ensemble une méthodologie d'apprentissage des tests relativement similaire. **Tous témoignaient en effet d'avoir reçu une formation initiale de tests en paramètres majeurs, l'apprentissage du ressenti des paramètres mineurs étant généralement réservé aux secondes parties de cycles.**

Parmi ces principales technicités (utilisées de façon plutôt homogène mise à part la reproduction de la douleur) en existe-il certaines plus spécifiques, plus sensibles aux DSO et ainsi plus reproductibles que d'autres ?

⁸ Responsable du diplôme : Jean-Yves Maigne, jy.maigne@htd.aphp.fr

Formation sur deux ans (187 heures, dont 91 heures de théorie et 96 heures de pratique) proposée aux médecins par la faculté de médecine Paris V – Descartes (conjointement avec les Universités d'Aix-Marseille, Paris XIII, Caen, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Reims, Rennes, Saint-Etienne, Strasbourg, Toulouse et Tours).

<http://www.scfc.parisdescartes.fr/index.php/descartes/formations/medecine/osteo-articulaire/diu-medecine-manuelle-osteopathie>

3 - Historique et définition de la dysfonction somatique

Nous allons mettre en évidence la pertinence de ces tests pratiqués en médecine manuelle à la lumière des différentes visions de la symptomatologie d'une DSO.

A.T. Still et les premiers ostéopathes ont très rapidement établi le terme de « lésion ostéopathique » afin de nommer le phénomène d'altération tissulaire qu'ils retrouvaient et ses différentes caractéristiques (alors même qu'ils n'avaient aucune notion des phénomènes physiopathologiques de ces dysfonctions). Mais face au panel croissant d'interprétations de ce « syndrome » (de cet ensemble de symptômes), plusieurs enseignants de techniques ostéopathiques vinrent à poser un consensus dès 1915 en proposant cette définition : « Une lésion peut être n'importe quel dérangement structurel, lequel en plus d'être une condition pathologique avec ses signes et symptômes, est une cause intrinsèque de maladie, avec ses effets à distance ».

Afin d'élargir cette mise au point de vocabulaire, l'AOA⁹ nomma dès l'année suivante un comité chargé de présenter une terminologie latine plus exacte, en accord avec la mise en place (alors en cours) de la terminologie internationale médicale. Mais l'équipe ne présenta jamais son rapport.

En 1932, une équipe sous les auspices des Collèges d'Ostéopathie Associés conçut la large définition suivante, diffusée l'année suivante dans le journal de l'AOA¹⁰ : « La lésion ostéopathique articulaire est une modification des rapports anatomiques et physiologiques des structures articulaires, résultant en des perturbations fonctionnelles locales ou distantes ».

⁹ American Osteopathic Association (Association Américaine d'Ostéopathie).

¹⁰ American Osteopathic Association (Association Américaine d'Ostéopathie).

La « dysfonction » actuelle est posée sous le terme de « **dysfonction somatique** » dans la classification hospitalière internationale des maladies : elle figure pour la première fois en 1981, fruit des travaux de réaffirmation du Comité d'Assistance de l'Académie d'Ostéopathie Appliquée, hôpital dirigé par Ira Rumney¹¹. Cette définition (née en 1968 de la pression d'impératifs économiques et médicaux, face aux compagnies d'assurance et un public exigeant des critères spécifiques permettant de définir le service de l'ostéopathe) nous est donnée par *Fondements de la Médecine Ostéopathique* (texte de référence publié par l'AOA) qui l'établit en ces termes : « **Fonction compromise ou modifiée dans ses composantes somatiques (structure corporelle) : structures squelettiques, articulaires et myofasciales, et leurs composants vasculaires, lymphatiques, et neurologiques connexes** ».

4 - Conséquences d'une dysfonction somatique

L'objet et l'analyse expérimentale de mon mémoire ne me laissent que trop peu d'espace pour développer une claire considération de la **dysfonction somatique vertébrale comme perturbatrice du fonctionnement neurologique, trophique et mécanique d'un individu**.

De plus, la considération du poids des **causes** biomécaniques versus celui des causes neurophysiologiques de dysfonctions somatiques, ou encore les **moyens de régulation** d'une dysfonction à portée de l'ostéopathe ont déjà été profondément traités dans le mémoire « *ostéopathie : croyance ou neuroscience ?* » soutenu en 2012 par mon tuteur de mémoire, M. Arnaud Lefevre.

Je vous renvoie donc humblement à cette recherche bibliographique ; nous ne retiendrons ici que le **simple acronyme anglais « TART », consensus ostéopathique regroupant les quatre composantes définissant l'expression clinique de la DSV¹²** :

¹¹ DO, présidente de l'hospital assistance committee of the academy of applied osteopathy en 1968

¹² DSV : « Dysfonction Somatique Vertébrale ».

- « **T** » : le changement de **Texture** tissulaire,
- « **A** » : l'**Asymétrie** des repères anatomiques,
- « **R** » : la **Restriction** de mobilité,
- « **T** » : la sensibilité ou la **douleur** (en anglais *Tenderness*).

Le caractère anisotropique¹³ de la physiologie articulaire impliquant déjà une biomécanique extrêmement fine qui demande une grande finesse palpatoire pour être convenablement investiguée, **nous nous baserons sur la seule restriction de mobilité comme critère-maître pour rechercher le diagnostic de dysfonction ostéopathique** (excluant dans notre approche les recherches d'altération de la qualité tissulaire, d'asymétrie topographique ou encore de reproduction de la douleur : demeurant toutes plus difficilement objectivables).

Il semble y avoir un point d'accord à dire que la restriction de mobilité est en effet un des paramètres d'éligibilité les plus faciles d'accès aux mains de l'ostéopathe afin de poser le diagnostic le plus probable de dysfonction ostéopathique, il en paraît tout du moins l'un des plus objectivables ; mais est-il aussi reproductible qu'il le semble ?

¹³ Biomécaniquement, les mouvements primaires (possiblement altérés) à la surface des articulations sont le glissement, le roulement, la rotation, la compression et la détente. Mais les différents tissus effecteurs d'un mouvement (os, cartilage, muscle, tendon et ligament) sont régis par des propriétés biomécaniques propres, allant de l'étage moléculaire (viscoélasticité) à celui macro-cellulaire (formation/résorption osseuse) : les mouvements normaux (macromouvements) sont donc la résultante d'une somme de micromouvements.

5 – Problématique : objectifs de l'étude

En nous basant sur la définition même de l'ostéopathie donnée par le FER¹⁴, il est aisé de comprendre -malgré le large champ des compétences ostéopathiques- l'importance que revêt le « **diagnostic précis de la mobilité structurelle, tissulaire, viscéral et crânienne de l'ensemble du corps humain** » pour notre profession.

La « dysfonction ostéopathique » possède certes une symptomatologie multiple et encore mal identifiée, mais en se basant sur les caractéristiques objectives exposées ci-dessus d'une dysfonction somatique structurelle (dans le cas d'une absence d'altération anatomique des tissus), l'ostéopathe est amené tout au long de ses différentes prises en charge (avant et après traitement) à quantifier la mobilité des différentes articulations de l'organisme dans un but de diagnostic tissulaire et d'objectivation de l'efficacité de sa pratique clinique.

Tout thérapeute ayant pris à cœur de développer son habileté palpatoire fait confiance à l'hypothétique reproductibilité de ses tests (inter-patients et inter-praticiens) ; cette étude a donc pour but d'objectiver le test d'une articulation, la talo-naviculaire, afin d'estimer sa fiabilité, ses limites, et donc sa reproductibilité.

Notre expérimentation se place dans la continuité du travail effectué par Catherine Duong, en vue de l'obtention de son D.O. à l'ISO - Paris Est en 2011 : « Essai d'objectivation d'un test : le test de la sous-talienne pratiqué par trois praticiens en simple aveugle objectivé par un podoscope » ; ayant proposé, en ouverture de son mémoire, une extension de son étude à d'autres articulations du pied.

¹⁴ « L'ostéopathie, une médecine holistique : Plus qu'une **méthode**, c'est un concept basé sur un principe biomécanique simple : « Ce qui est mobile fonctionne correctement ». Ainsi l'**ostéopathie** se caractérise par un ensemble de pratiques manuelles que le praticien utilise, après avoir fait un examen détaillé et un diagnostic précis de la mobilité structurelle, tissulaire, viscéral et crânienne de l'ensemble du corps humain. L'ostéopathie tient compte de la globalité de l'organisme et son but est de **rééquilibrer** tous les systèmes en dysfonction pour leur rendre leur mobilité propre et les faire fonctionner en bonne **harmonie** afin de rétablir et conserver l'holisme ». http://www.fero-osteo.com/grand_public.php#bref

Il me tenait en effet à cœur de participer à la promotion de la recherche scientifique en ostéopathie, tout en contribuant au modelage de ma propre vision de notre profession. L'examen palpatoire ostéopathique étant la pierre d'angle de toute consultation, l'objectivation de son efficacité m'est donc naturellement apparue intéressante au vu du peu de publications dans ce domaine.

Mais l'articulation talo-naviculaire ne s'est présentée à moi que dans un second temps, puisqu'ignorant l'existence du récent mémoire de Catherine Duong, j'avais moi-même projeté l'étude de l'articulation sous-talienne (l'ayant analysée longuement dans mes recherches cadavériques auprès du Pr Gillot dans le cadre de mon Diplôme Universitaire d'Anatomie Clinique à la faculté biomédicale des Saints Pères à Paris V – Descartes ; et conscient du trésor qu'elle représente quant-au rapport entre la facilité de son examen, puisque n'ayant qu'un degré de liberté, et de son rôle clé dans le maintien de la bipédie : véritable carrefour des forces ascendantes et descendantes entre le pied et la jambe).

L'ouverture du mémoire traitant de la sous-talienne m'a poussé à entreprendre des recherches sur les différentes publications existantes, étudiant l'examen articulaire des différentes articulations des os du pied¹⁵. C'est ainsi que mon attention s'est portée sur l'articulation talo-naviculaire : **clé de voûte de l'arche interne du pied, pas ou peu étudiée ni en anatomie fonctionnelle ni en recherche ostéopathique, or articulation extrêmement riche en anatomie anthropologique comparée : cet articulé indispensable à la bipédie ne possédant lui-aussi qu'un degré de liberté et étant donc (à mon humble avis) très intéressant à traiter en projet de mémoire.**

Ce premier mémoire sur la sous-talienne étant à mon sens assez complet, j'ai repropoé l'intéressante comparaison entre la prise podologique d'empreinte plantaire et les dysfonctions ostéopathiques retrouvées au niveau du pied ; mais la

¹⁵ Notamment la consultation des normes SEFO (Scientific European Federation Osteopaths) : référençant les études déjà établies, et affirmant que le test de glissement AP de la sous-talienne ainsi que le test de mobilité du calcaneus ont été validés dans le passé.
<http://scientific-european-federation-osteopaths.org/fr/lignes-recherche>

prise d'empreinte a eut pour but ici de servir de simple ouverture (hypothèse d'analogie entre dysfonctions podologiques et dysfonctions ostéopathiques) et non pas de « moyen médical d'objectivation » d'une dysfonction ostéopathique.

J'ai effectivement gardé une vraie distinction entre la définition de « dysfonction » de chacune de ces disciplines, m'exposant sinon à quelques confusions entre ce qui est pour les podologues une **attitude posturale**, et pour les ostéopathes un *simple défaut de mobilité*.

B] Articulation talo-naviculaire

Cette seconde partie, purement anatomo-physiologique, peut se présenter comme trop conséquente et risquant de prendre le pas sur la fond ostéopathique de ce mémoire, cependant il me tenait à cœur de proposer ici un exposé d'une partie de mes travaux de recherche cadavérique aux côtés du Pr C. Gillot ; acquisition d'un regard fonctionnel insolite sur le complexe talo-naviculaire aiguisant selon moi notre palpation de thérapeute, et donc notamment précieuse pour notre volet expérimental (pratique) qui suivra dans ce mémoire.

La biomécanique du pied, par l'étude tardive de son anthropologie et de son anatomie fonctionnelle (les premiers travaux référencés dans ces domaines datent du XIXème-XXème siècles) semble un point d'intérêt particulier de nombreux praticiens de santé actuels, et notamment d'anatomistes tel que le Pr Gillot.

Voici donc, non pas un simple rappel, mais une collection de certaines particularités anatomiques relevées par ce professeur concernant le complexe articulaire talo-naviculaire.

Cette vision originale a pour but de nous éclairer sur la mesure de la liberté de cette articulation vis-à-vis de celles l'avoisinant (notamment au niveau de l'arrière-pied) ; afin de comprendre au mieux sa physiologie, et ainsi les composantes à prendre en compte dans son test.

On ne peut pas, en effet, isoler l'étude de l'articulation talo-naviculaire en faisant fi de ses éléments de voisinage, puisque **le naviculaire subit les principaux mouvements combinés du pied** : le mouvement le plus à même de mettre en évidence cette physiologie globale du pied est **le mouvement d'inversion-éversion**.

Bien que celui-ci, par son amplitude et ses composants, traduise l'interaction de plusieurs articulations agissant simultanément dans un but supérieur à l'action que chacune aurait isolément ; elle correspond à une double rotation au niveau du pied : en arrière une torsion de la sous talienne, et **en avant une rotation de l'articulation talo-naviculaire**.

L'articulation transverse du tarse dans son ensemble possède certes un mouvement préférentiel en prono-supination (adduction-abduction) mais elle participe, comme la sous-talienne, au mouvement global d'inversion-éversion.

Suite aux différentes études cadavériques sur le mouvement d'inversion du pied (Cf. ANNEXES) (traitant de ses amplitudes et de ses acteurs) : nous pouvons noter que même si elles attribuent des poids différents aux rôles des articulations sous-talienne & transverse du tarse (articulation de Chopart), **l'amplitude globale d'inversion reste identique, d'environ 40°**. Contre une amplitude totale d'éversion ne dépassant pas les 15° (Pr C. Gillot) ; deux schémas de distribution sont retrouvés lors de ces expériences :

- Sous-talienne : 10°
- Transverse du tarse : 30°

Ou

- Sous-talienne : 30°
- Transverse du tarse : 10°

Le poids de la talo-naviculaire dans la synergie d'inversion n'est donc pas quantifiable avec précision. Mais ce mouvement étant déterminé par l'ensemble des acteurs musculaires de voisinage, par les conformations articulaires ainsi que leurs moyens de fixité ligamentaire (hypo-mobilité de l'arrière-pied étant elle-même condition du rôle de support du pied), il nous renseignera sur la manière d'appréhender l'articulation à tester lors de notre étude.

1 - Anthropologie du pied

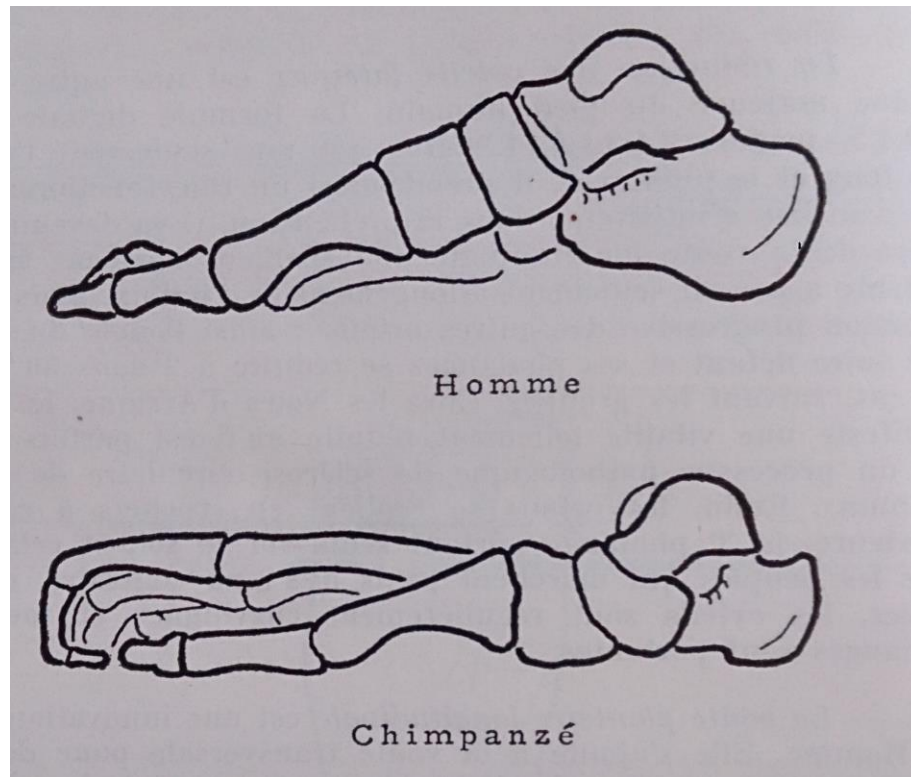


Photo 2 – Ci-dessus, comparaison du premier axe du pied entre l’homme et le chimpanzé¹⁶.

Il n’est pas possible d’investiguer avec précision l’anatomophysiologie du pied sans notions anthropologiques. En effet, le passage à la bipédie a privé le pied humain de son premier orteil opposable, lui ôtant tout rôle de préhension: **il est devenu un organe purement locomoteur**, supportant tout le poids de l’organisme (le pied du chimpanzé présente en effet quant-à lui un double rôle d’appui et de préhension, rendu possible par l’opposabilité du premier rayon).

Cette anatomie comparée des pieds humains et anthropoïdes met en évidence que, de par sa structure même, le pied de l’humain (bien qu’ayant conservé une même fonction de déplacement) présente une plus grande différenciation que sa main : les longueurs relatives des structures des diverses régions du pied sont modifiées afin de faciliter la marche.

¹⁶ George Olivier. *Anatomie anthropologique*, Vigot frères, éditeurs.

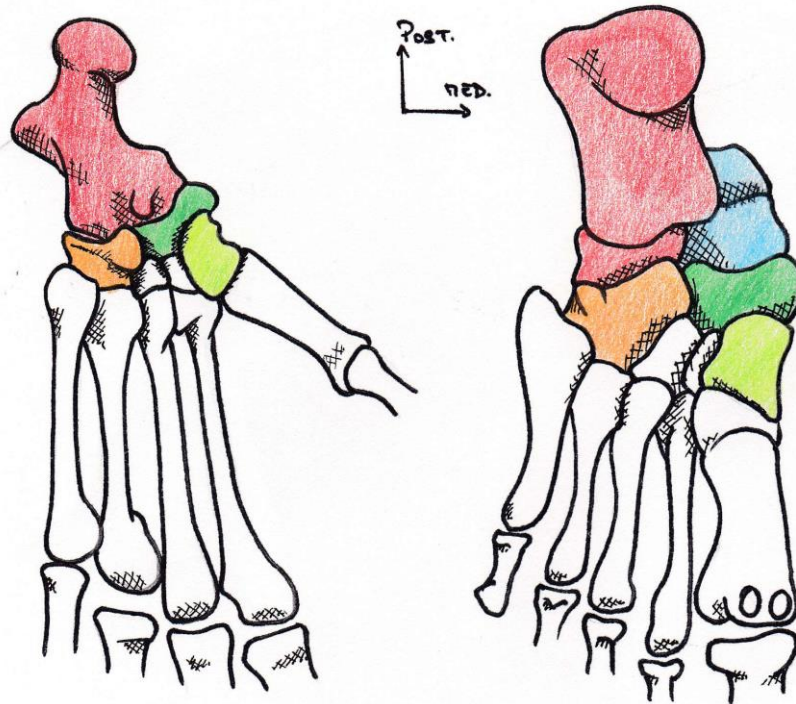


Schéma 3 – Vues inférieures de la voûte plantaire du pied chez le singe (à gauche) et chez l'homme (à droite)

Sur cette opposition de vues plantaires (Cf. schéma 3), nous pouvons constater de grandes différences :

ESPECE / ELEMENT OSSEUX	HOMME	SINGE
CALCANEUM	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur du calcaneus rétro-articulaire assez large • Surface rugueuse postérieure du calcaneus assez large 	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur du calcaneus rétro-articulaire très mince • Surface rugueuse postérieure du calcaneus beaucoup plus étroite chez le singe (cette surface étant le principal point d'appui postérieur du pied)
SUSTENTACULUM TALI	Apophyse horizontale	Apophyse oblique
GRANDE APOPHYSE	Assez mince	Plus large et largement échancrée
TETE DU TALUS	Grand espace libre d'articulation	Partie libre de la tête du talus très réduite chez le singe.
NAVICULAIRE	Horizontal, transversal et éloigné du sustentaculum tali, de telle sorte que la tête du talus soit en porte-à-faux entre la petite apophyse et le naviculaire (qui repose sur un double appui élastique : le tendon glénoïdien et le sésamoïde du tendon du muscle tibial postérieur)	<ul style="list-style-type: none"> • Très aplati d'avant en arrière, et le tubercule plantaire est fortement saillant et plus volumineux • Oblique et la saillie se rapproche de la petite apophyse

CUNEIFORME MEDIAL	Tubercule plantaire presque inapparent	Tubercule plantaire bien développé
CUBOÏDE	Sa crête atteint son maximum de volume au niveau du bord latéral du pied, dépolie par les os sésamoïdes des longs fibulaires	<ul style="list-style-type: none"> • Gracilité étonnante • Sa crête est effilée vers le bord latéral, qu'elle n'atteint pas • Présente une facette pour le passage du long fibulaire (empreinte du nodule sur l'os).
METATARSIENS	Base du 5 ^{ème} métatarsien en pointe	<ul style="list-style-type: none"> • Très longs • Base du 5^{ème} métatarsien volumineuse et arrondie en boule
M1	Parallèle aux autres métatarsiens	En abduction - rotation

On constate au niveau de la hanche, du genou et du système cheville-pied de l'humain, un verrouillage **mécanique** (« close packed » selon Maconail) : les conformations des surfaces articulaires et la disposition du système de contention ont suivi un développement synergique au profit du maintien d'une **stabilité** parfaite : respectant un rapport maximal entre économie énergétique et efficacité du « système bipède » sous l'influence de la gravité.

P. Ficat définit en effet une articulation sous ces termes : « une matrice conjonctive modelée par **mécanomorphose** » (pilotée finement par un système nerveux développé : coordonnant automatiquement les mouvements musculaires nécessaires grâce aux réflexes myotatiques).

Origine du développement de la voûte plantaire :

- Chez l'Homme, on décrit deux bords à la voûte plantaire :

Une arche médiale surélevée par rapport au sol et culminante au niveau de la tête du talus (qui est en porte-à-faux entre la petite apophyse en arrière et en bas, et le naviculaire en haut et en avant). Cette arche interne, tarso-métatarsienne, possède cinq articulations qui démultiplient sa mobilité, lui conférant **souplesse** et **élasticité**.

Et on lui décrit une arche externe entre trois os (le calcaneus, le cuboïde et le 5^{ème} métatarsien) que l'on considère comme faisant partie de la voûte plantaire malgré sa situation surbaissée. En pratique, l'examen podoscopique du pied humain en station debout montre que l'arche externe est une arche d'appui puisque la base du

5^{ème} métatarsien est au contact du sol ; mais l'arche interne, classiquement considérée comme l'arc boutant de la voûte plantaire chez l'humain, prend également naissance au niveau du calcaneus.

(La bande d'appui externe disparaît en partie dans le pied creux pathologique ; il n'existe ainsi plus d'appui à mi-longueur du pied).

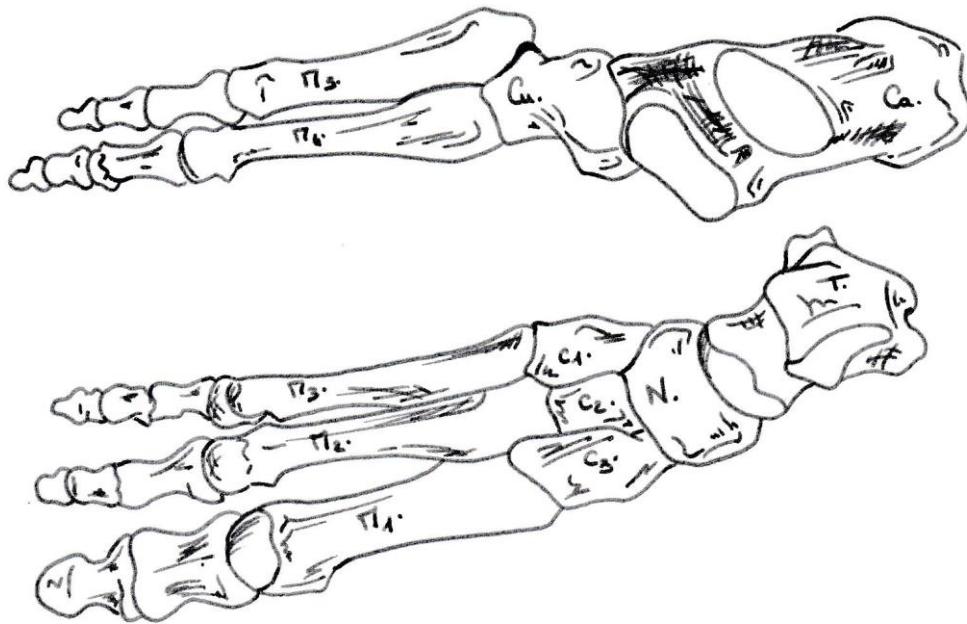


Schéma 4 - Représentation de la vue supérieure d'un pied osseux, éclaté entre ses deux arches fonctionnelles

- Chez les anthropoïdes à l'inverse, les deux rebords de l'ensemble tarso-métatarsien sont au contact du sol par l'intermédiaire de très fortes saillies, elles aussi à mi-hauteur du pied : la médiale correspondant au **tubercule du naviculaire**, et la latérale comme chez l'homme au 5^{ème} métatarsien.

Il est habituel de dire que le pied du singe n'a pas de voûte plantaire ; **en fait il existe une gouttière centrale au sommet d'une voûte à peine amorcée** et située entre deux arches d'appui médiale et latérale. Le naviculaire, oblique, projette sa saillie en regard de la petite apophyse du calcaneus et se retrouve donc au même niveau que ce-dernier ; le naviculaire touche par conséquent le sol, ce qui confère au pied du singe une attitude de **pied plat de 3° degré**.

Le pied du Neandertal était très similaire à celui du singe : très épais, le pouce nettement écarté du 2^{ème} orteil, l'articulation entre le premier cunéiforme et son métatarsien adjacent anormalement mobile, et un deuxième métatarsien très robuste. La voûte plantaire y était ainsi également esquissée.

On peut observer que **l'embryologie du singe est très proche de celle de l'humain** : l'os cuboïde se trouve ossifié dès la naissance (9^{ème} mois) **accompagné des grands os d'appui** que sont le calcaneus et le corps des métatarsiens ; bien avant l'ossification secondaire très tardive du naviculaire (dernier du pied) et des cunéiformes ; **peut-on alors supposer que c'est la station bipodale qui permet le développement de la voûte plantaire ?**

Justification de la conservation du mouvement d'inversion :

Le mouvement d'inversion, dans sa fonctionnalité tant chez l'humain que chez l'arboricole possède une triple exigence (Cf. étude cadavérique en ANNEXES):

- La **liberté des têtes métatarsiennes**, sans contact au sol (l'inversion est donc verrouillée au départ du pas chez l'Homme),
- Un **indispensable équinisme** (et donc un tendon calcanéen détendu, car celui-ci verrouille la talo-crurale en flexion dorsale et empêche ainsi la rotation du calcaneus),
- Une **action motrice** pour le paramètre de torsion axiale (fonction quasi exclusive de la branche nerveuse antérieure de L4, localisation des centres nerveux de l'inversion).

Le mouvement d'inversion n'atteint ainsi son amplitude et son efficacité maximales que si le pied est suspendu, libre et en flexion plantaire ; il n'existe donc presque jamais dans la vie courante d'un Homme.

Le pied humain, suite aux importants remaniements phylogénétiques ayant abouti au développement de l'ensemble de sa voûte, a conservé sa fonctionnalité d'inversion, pourquoi ?

Le mouvement d'inversion des pieds rend possible l'appui sur une surface verticale fixe en creusant l'ensemble de la voûte plantaire : cette concavité des pieds s'oppose à une disposition de repos plus rectiligne, spécifiant le rôle de ce premier mouvement pour « grimper aux arbres ».

En effet, on a longtemps attribué l'important volume du tubercule du naviculaire à l'insertion du muscle Tibial Postérieur sur ce-dernier. Mais il est intéressant d'observer que chez les anthropoïdes, habiles grimpeurs, ce tubercule est beaucoup plus développé pour un muscle TP qui l'est beaucoup moins : ces primates utilisant le tubercule du naviculaire comme point d'appui au contact du sol (et pas seulement pour grimper aux arbres). Vis-à-vis de son volume toujours important, on peut en déduire un **rôle de point d'appui (maintenu pour grimper aux arbres, et non pour marcher) trop peu connu à ce tubercule du naviculaire chez l'homme.**

En effet, nous pouvons noter que l'action du grimper nécessite un bon appui entre le tubercule du naviculaire et la malléole tibiale : séparés de 3 cm chez l'homme, mais beaucoup moins chez le singe (son naviculaire étant déjeté vers l'arrière). **L'homme a donc besoin d'une forte action musculaire pour compenser son manque d'encastrement du naviculaire.**



Photo 5 – Ci-dessus, abord interne du tarse osseux : mise en évidence des différents points d'appuis de l'arche interne du pied sur vue interne de la face interne d'un pied sec.

Ce rôle préférentiel du mouvement d'inversion pour grimper aux arbres semble confirmé par l'étude du **singe Gorilla Gorilla qui possède un habitat sans arbres, or son pied anthropoïde ne s'est pas adapté au grimper dans son espèce** (il possède une simple adaptation d'opposition du pouce).

On peut alors supposer que cette **évolution a été longtemps utile pour la survie de notre espèce (la capacité d'ascension des arbres l'ayant protégée des prédateurs terrestres).**

2 – Anatomophysiologie talo-naviculaire

Adapté à la bipédie, le pied remplit une double fonction :

- Il doit **recevoir** le poids du corps et la réaction du sol,
- Il doit **permettre** le déroulement dynamique du pas, pendant la marche.

Ceci suppose à la fois **résistance** et **souplesse** : il ne comporte pas moins de 26 os (de tailles et de structures très différentes), 31 articulations, et 20 muscles qui lui sont propres ; cependant le pied est en général déformé, pris entre les contraintes mécaniques du poids et celles du chaussage, souvent loin d'être idéales. **Le complexe tarsien est le système qui permet de marier la plasticité du pied à la puissance des os de la jambe. Nous associerons donc l'étude de l'articulation talo-naviculaire à celle plus générale du pied, car les muscles qui mobilisent cette dernière ont tous une action à distance sur le pied.**

La situation du naviculaire au médio-pied l'amène à subir des mouvements spécifiques de glissement en torsion ou en rotation autour du talus et du cuboïde. Cet os fonctionne comme une énarthrose dans son articulation avec le talus : l'amplitude de glissement en rotation entre le talus et le naviculaire autour d'un axe oblique en haut et en dehors varie de 4 à 20° en fonction du mouvement initial. La morphologie des surfaces articulaires grâce à leurs bonnes congruences permet à cette articulation de subir toutes les composantes du mouvement d'inversion-éversion.

Par contre, ses amplitudes de mouvement sont faibles concernant son articulation avec le cuboïde, de l'ordre de 4°. Les mouvements de glissements spécifiques oscillent entre l'adduction-abduction et les flexions plantaires et dorsales. Enfin, on considère actuellement que les mouvements entre les cunéiformes et le naviculaire sont de petits mouvements de glissements, mais la mobilité de ces niveaux n'a pas encore été étudiée.

Nous considérerons donc dans ce mémoire uniquement les glissements spécifiques du naviculaire par rapport au talus.

Dans le mouvement d'inversion ou de supination le naviculaire glisse globalement vers le haut, mais effectue vraisemblablement **un ensemble de glissements dans les trois plans de l'espace par rapport à la tête du talus :**

- | dans le plan sagittal de bas en haut,
- | dans le plan transversal de dedans en dehors,
- | dans le plan frontal dans le sens anti-horaire.

L'ensemble de ces glissements forme un mouvement unique de glissement en rotation externe. Si le cuboïde suit ce mouvement du naviculaire, **la voûte a tendance à se creuser** et se replier sur elle-même.

Communément, les moteurs du mouvement d'inversion agissant sur le couple talo-naviculaire sont les muscles tibiaux antérieur et postérieur, long fléchisseur de l'hallux, et fléchisseur commun des orteils.

Les freins les plus connus de ce mouvement sont les éverseurs antagonistes, la capsule articulaire talo-naviculaire postéro-interne, le ligament talo-naviculaire dorsal, le fibrocartilage glénoïdien (véritable ligament ressort de cette articulation), la branche interne du ligament en « Y » de Chopart (faisceau interne du ligament bifurqué) et le ligament calcanéonaviculaire plantaire.

NB : On peut constater que le naviculaire est à la fois sous l'influence du mouvement du talus, mais aussi sous l'influence du calcaneus par la relation ligamentaire jouant un rôle dans sa stabilité antéropostérieure.

Ostéologie talo-naviculaire

Massif osseux dominant le tarse postérieur au niveau de l'arrière-pied, le **talus** correspond à la région de la cheville et coiffe le calcanéus (correspondant à la région du talon) à la manière de deux parallépipèdes posés l'un sur l'autre de façon « croisée ».

Le talus est orienté vers l'avant et le dedans et est articulé avec de nombreux os : tibia et fibula (au-dessus), calcanéus (au dessous), et naviculaire (en avant) ; cependant il est intéressant de noter qu'aucun muscle ne s'insère à son niveau : sa mobilité est donc passive et dépend de son voisinage.

Il est articulé avec le naviculaire par sa tête, surface articulaire hémisphérique qui se continue jusqu'à sa face inférieure et s'articule successivement avec le naviculaire, le ligament glénoïdien puis la face supérieure du calcanéus.

Appartenant au tarse antérieur, au niveau interne du médio-pied : région dite du « cou de pied », le **naviculaire** fait suite au talus. Il a une forme de demi-lune à convexité antérieure et possède à son bord interne un tubercule saillant où s'insère le tendon du muscle tibial postérieur. Il s'articule en avant avec les trois petits os cunéiformes, de forme triangulaire, juxtaposés en largeur.

Suite à cette rapide présentation générale, étudions plus spécifiquement la description de ces deux os, proposée par le Pr Gillot :

- **Le talus**

Notons en premier lieu que la terminologie de « talus » ou « astragale » demeure inexacte (définitions selon le dictionnaire « Robert »):

- « Talus » (origine anglo-saxonne) étant un terme militaire gaulois désignant l'amas de terre en forte pente précédant une tranchée ou un fossé.
- « Talus » (latin) définit la partie saillante du pied ; or les épines calcanéennes sont bien plus saillantes.



Schéma 6 – Ci-dessus, représentation d'un astragale architectural.

- « Astragale » (grec) étant quant-à lui un terme grec d'architecture désignant une moulure arrondie, sorte d'anneau ou de boudin, encadrée par deux filets. Considéré comme un petit tore, il sépare souvent le chapiteau du fût de la colonne ; or le talus est un os massif et de grande mobilité (Cf. schéma 6).

Le Pr Gillot propose pour cet os le terme plus précis d' « **os dorso-médial du tarse** ».

Passé cette précision de vocabulaire, il semble bon -avant toute étude- de diviser cet os en deux grandes parties fonctionnelles :

- Son corps (élément le plus volumineux du pied juste après le calcanéus) : superstructure articulée avec le tibia et la fibula,
- L'ensemble de son col et de sa tête : partie postérieure de l'arche interne du pied.

Sous-tendant le « bloc tarso-métatarsien sous-talien » soudé (calcanéus, cuboïde, et le reste des os du pied possédant un fort système de contention ligamentaire : rivage du cuboïde à la grande apophyse du calcanéus, ligament calcanéo-cuboïdien dorsal renforcé par un grillage de tendons musculaires, ligament en « Y » liant naviculaire et cuboïde,...) (Cf. photo 7) : il existe une mobilité du bloc calcanéo-pédieux vis-à-vis du talus : tous les mouvements de rotation s'effectuent en dessous du talus.



Photo 7 – Ci-dessus, mise en évidence du ligament calcanéo-cuboïdien dorsal (ainsi que du fort système de contention musculo-aponévrotique dorsal du pied).

C'est l'os articulaire central du pied (tous les mouvements s'effectuent autour de lui).

Il possède un rôle majeur de transmission des pressions (d'assimilation et de dispersion des forces) (Cf. schéma 8): les lamelles osseuses verticales en provenance du tibia (et accessoirement de la fibula) dirigent toutes leurs forces de pression descendantes en deux trames se croisant au sein du corps du talus avant de se distribuer aux deux appuis du pied lors de la position debout :

- Pour 60% au calcanéus, par un faisceau thalamique,
- Pour 40% aux têtes métatarsiennes, par deux colonnes longitudinales vers les deux arches.

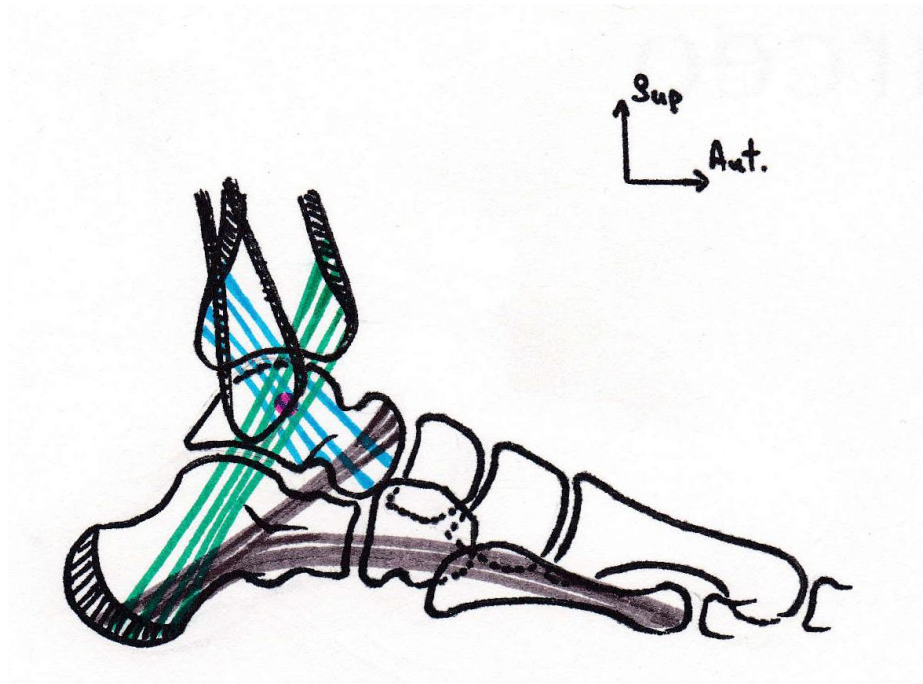


Schéma 8 – Ci-dessus, représentation du carrefour des trames de forces de pression au niveau de l'arrière-pied.

NB : intérêt pour la prise en charge ostéopathique, la clinique nous met en évidence (par l'étude des impactions de la surface thalamique au sein du corps du talus) que le talus joue également un rôle d'assimilation des forces **ascendantes** lors des chocs sous la plante du pied :

- au niveau du talon : forces verticales,
- au niveau de la plante du pied : forces obliques vers l'arrière et le haut.

Destot définit d'ailleurs la résistance du talus par cette phrase :

« L'astragale est un centre traumatique autour duquel rayonnent toutes les lésions ».

Au départ du pas, ces forces de dirigent de l'arrière vers l'avant du pied par un faisceau oblique calcanéen tendant à s'horizontaliser au travers du cuboïde, transmettant ses forces vers le premier rayon (Cf. faisceau marron du schéma 8).

- **Le naviculaire**

Il est important de noter en premier lieu qu'il existe un paramètre non-recensé dans le mouvement d'inversion; en effet, s'ajoute aux capacités de flexion-extension / abduction-adduction / pronation-supination un **paramètre d'enroulement**: phénomène de concavité du bord interne du pied qui nous permet d'épouser les formes cylindriques verticales (comme un tronc d'arbre) afin d'exercer l'action de grimper.

Au sommet de cette incurvation se trouve le tubercule du naviculaire qui possède un rôle particulier dans le phénomène d'inversion :

Il existe un fort ligament plantaire entre le cunéiforme médial et le naviculaire, si bien que le tendon du muscle tibial postérieur n'occupe qu'une moitié de la surface d'insertion sur la face inférieure du naviculaire.

Le tendon du tibial postérieur ne passe pas directement dans la gouttière du naviculaire en formant une anse, mais **il se réfléchit sur la crête plantaire du naviculaire** et c'est à ce niveau qu'il existe une surface très lisse pour l'engagement du tendon (en aval de son nodule fibreux) dans la gouttière. (Cf. photo 9).

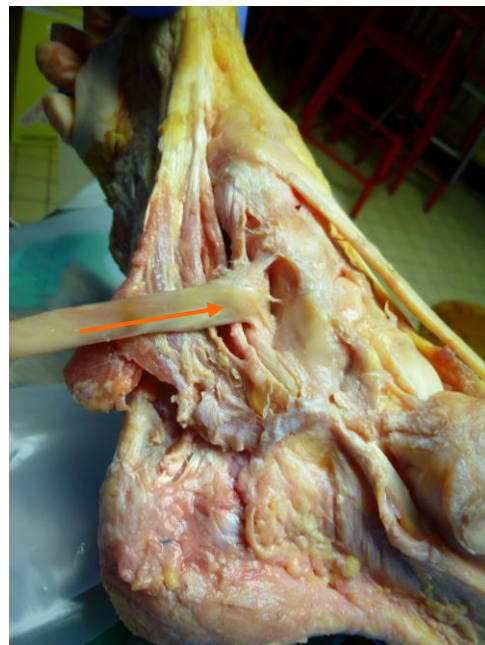


Photo 9 – Ci-dessus, mise en évidence de l'insertion plantaire du tendon du muscle TP, et de son nodule fibreux.

Surfaces articulaires talo-naviculaires : la loge du talus

L'articulation entre talus et naviculaire participe à **l'articulation transverse du tarse, dite de Chopart** (qui forme vu de dessous un « S » couché horizontalement), regroupant l'ensemble des surfaces qui se trouvent entre tarses antérieur et postérieur : à savoir les deux articulations juxtaposées talo-naviculaire en interne et calcanéocuboïdienne en externe.

Cet articulé interne (de situation plus haute que l'externe) est de forme ovalaire. La tête du talus est convexe vers l'avant, répondant à la surface articulaire postérieure concave du naviculaire.

L'apophyse postéro-interne du talus se trouve très proche de la petite apophyse du calcaneus ; or le mouvement d'inversion est permis seulement si il existe une possible ascension légère du talus (permise par l'étrécissement de la poulie tibio-fibulaire en arrière, induisant une nécessité d'équinisme) ; il existe d'ailleurs un secteur lisse au niveau de la surface thalamique antérieure du Calcaneus (en miroir de la surface découverte médialement sur le versant plantaire de la tête talienne) : cette première surface est **dépourvue de cartilage** (ne s'articule pas avec le naviculaire) et est purement ligamentaire. Elle possède en regard une **plaque cartilagineuse croisée par le muscle tibial postérieur** : il s'agit d'un fibrocartilage conférant de la souplesse à l'articulation sous-talienne, en permettant un glissement de l'apophyse postéro-interne du Talus vers la petite apophyse du Calcaneus.

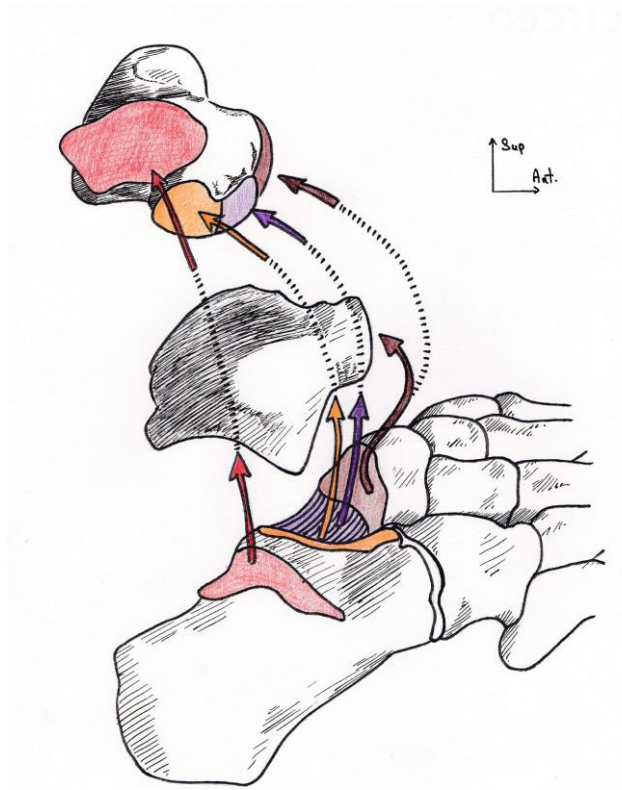


Schéma 10 – Ci-contre, aperçu des surfaces articulaires du complexe articulaire sous-talien en vue postéro-latérale. En haut de la figure, le talus a été basculé pour mettre en évidence les surfaces articulaires¹⁷.

- **Articulation talo-calcanéenne postérieure,**
- **Articulation talo-calcanéenne antérieure,**
- **Articulation avec le ligament calcanéo-naviculaire plantaire,**
- **Surface articulaire talo-naviculaire.**

La loge du Talus (tête & col) est constituée (Cf. schéma 10):

- en avant & en haut : du talus,
- en avant & en bas: du calcaneus,
- en dedans : de la plaque cartilagineuse,
- en dehors : du ligament en « Y ».

Il s'agit donc d'une **dépression de gros calibre très articulée**, qui est limitée postérieurement par le ligament interosseux (ligament intra-capsulaire) (Cf. photo 11).

¹⁷ Schéma d'après celui de Paul Klein, *Biomécanique des membres inférieurs*, Elsevier, p. 354.

Cette loge représente une cotyle éclatée en différents segments, et peut être divisée en différentes unités cartilagineuses :

- En bas & avant : grande et petite apophyses du Calcanéus,
 - Grande : en avant, petite surface au ras du bord inférieur du Naviculaire,
 - Petite : en arrière, grande surface.
- NB : Il existe souvent une incisure au niveau de la tête du Talus, moulée par l'usure due aux frottements entre ces deux surfaces.
- En haut & avant : Naviculaire : 2,5 cm face à une tête talienne de 3,5 cm (& de 45° vers le bas et le dedans). **Il persiste donc constamment un tiers de la tête à découvert !**

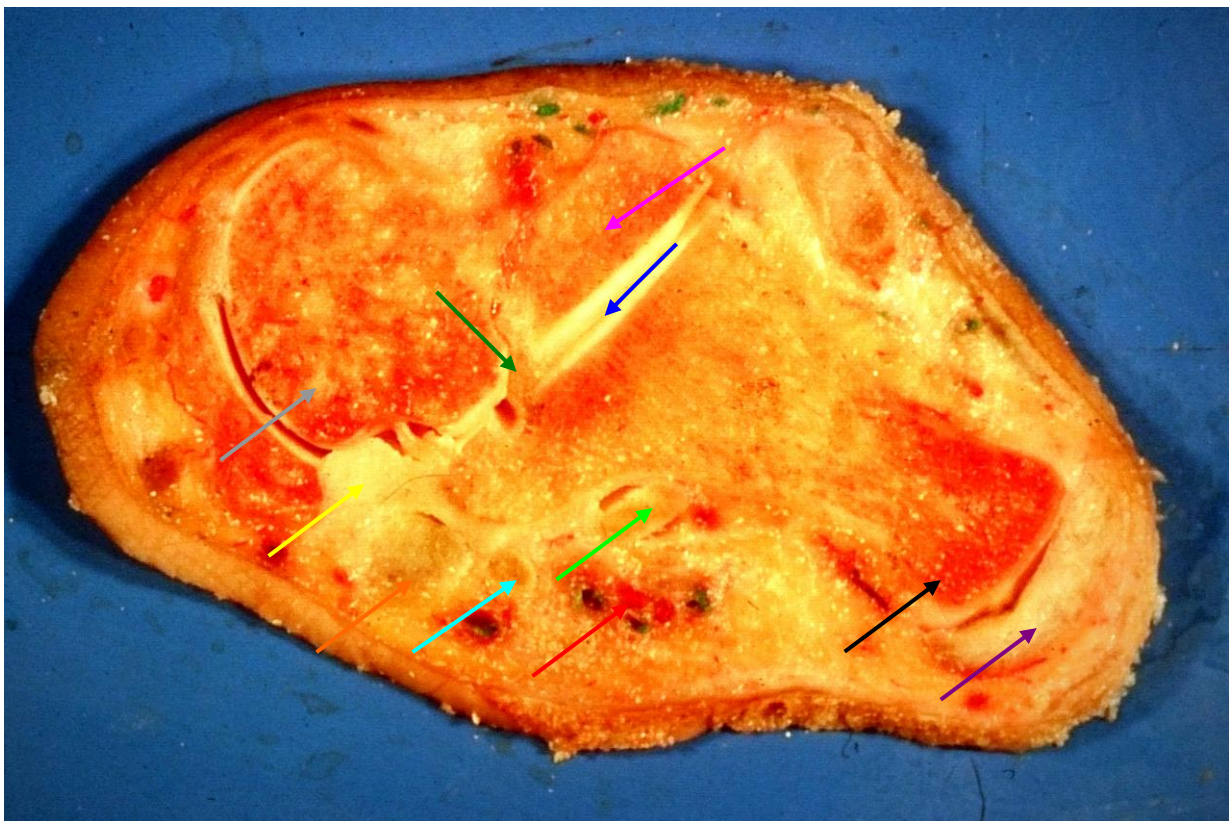


Photo 11 – Ci-dessus, superbe coupe du complexe talo-calcanéen dans un plan oblique vers le bas, l'arrière et le dedans (Pr Gillot).

- Tête du talus,
- Tubercule du naviculaire,
- Corps du calcaneus,
- Surface thalamique (plaque cartilagineuse),
- Tendon calcanéen,
- Tendon du muscle tibial postérieur,
- Nodule du tendon du muscle tibial postérieur,
- Ligament interosseux,
- Tendon du muscle fléchisseur commun des orteils,
- Tendon du muscle fléchisseur propre de l'hallux,
- Pédicule vasculo-nerveux plantaire (au sein du muscle adducteur de l'hallux).

Capsule articulaire et ligaments talo-naviculaires

- **La loge du talus**

Deux éléments non-articulaires viennent donc compléter cette loge du Talus (résumé en un seul comme le « Ligament Glénoïdien de Faraboeuf »):

- **Ligament calcanéo-naviculaire plantaire (rugueux)** : recouvert d'une bourse séreuse à réséquer en dissection, il est triangulaire, horizontal et profond. Il répond à la surface postérieure de la tête du Talus (Cf. photo 13).

- Origine : incisure inter-apophysaire,
- Trajet : souvent en deux faisceaux,
- Terminaison : bord inférieur du Naviculaire.

- **Plaque cartilagineuse** : elle s'insère sur le bord interne (libre) du ligament calcanéo-naviculaire plantaire et s'étend du tubercule du naviculaire à la petite apophyse du calcaneus. Sa face interne donne dans la loge, et elle contient le tendon du muscle TP au niveau de son bord externe. Verticale et superficielle, elle est très épaisse (presque 1cm, renforçant la capsule entre le naviculaire et le Calcaneus) ; elle répond à la surface antéro-supérieure de la tête talienne (Cf. photo 12 et 13).

La plaque cartilagineuse est donc suspendue par le ligament calcanéo-naviculaire plantaire ; et le tendon du TP, revêtu de sa gaine, représente un moyen de contention de l'articulation talo-calcaneenne : réel rôle ligamentaire.

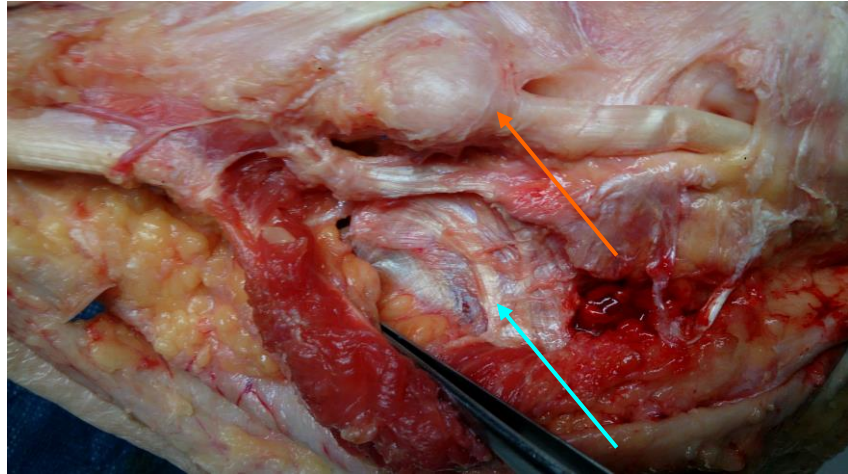


Photo 12 – Ci-dessus, mise en évidence de l'expansion de la couche superficielle du ligament collatéral médial sur la gaine du tendon du muscle tibial postérieur.

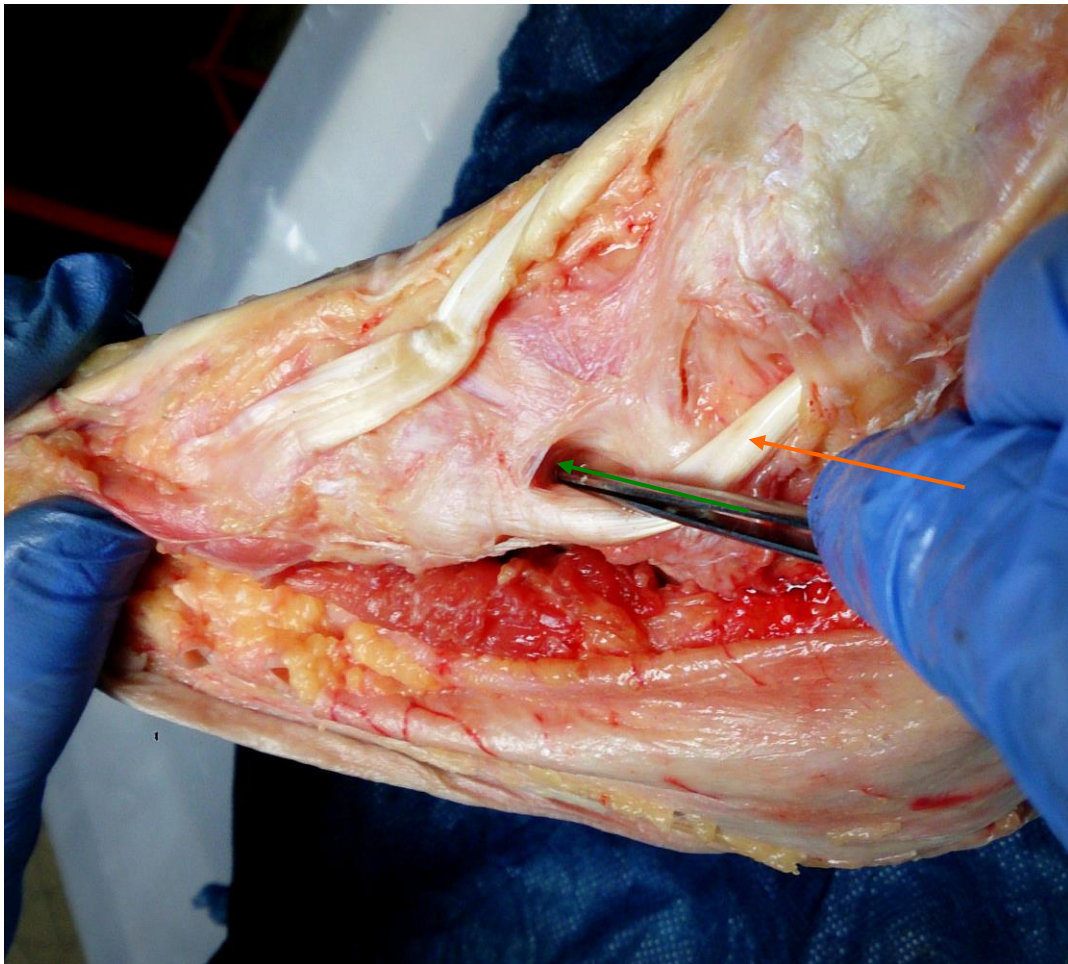


Photo 13 – Ci-dessus, mise en évidence de la situation du ligament interosseux dans sa fossette, par résection de la plaque cartilagineuse (sur laquelle le tendon du muscle tibial postérieur a posé son empreinte) et par dégagement du tendon du muscle tibial postérieur (et de son nodule fibreux).

- **La fourche pédieuse : pied de réception et pied de propulsion**

Charpy détaille la physiologie du pied en deux ensembles :

- Une voûte interne alignant : talus (col et tête), naviculaire, les trois cunéiformes, les trois premiers métatarsiens et leurs phalanges ;
- Une voûte externe alignant : calcanéus (grande apophyse), cuboïde, les deux derniers métatarsiens et leurs phalanges.

L'articulation entre ces deux voûtes connaît un espace vrai, mis en évidence en imagerie radiologique :

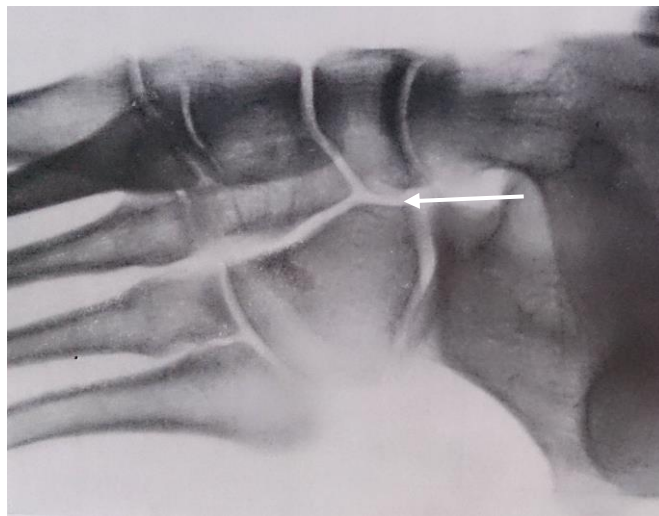


Photo 14 – Ci-dessus mise en évidence des deux colonnes longitudinales du pied décrites par Charpy¹⁸.

Ainsi, l'articulation transverse du tarse possède deux capsules distinctes pour ses deux contingents interne et externe, cependant, la capsule de la talo-naviculaire est commune avec celle de l'articulation sous-talienne antérieure.

¹⁸ Jean Lelièvre. *Pathologie du pied*, Masson & Cie, éditeurs.

Au niveau interne comme externe, les deux capsules sont renforcées par un système de contention ligamentaire important ; on a ainsi pour le soutien du naviculaire :

- **Le ligament talo-naviculaire dorsal,**

- Le **ligament glénoïdien** au niveau plantaire (ligament calcanéonaviculaire plantaire) s'étendant du sustentaculum tali au bord médial du naviculaire : sa face profonde est recouverte de cartilage, conférant à ce ligament un rôle de petit glène qui soutient la face antérieure du talus,

- Le **ligament en « Y » de Chopart** médialement, issu du calcanéus et l'unissant à la face dorso-médiale du cuboïde (sur lequel il s'étale horizontalement contrairement à son approche verticale sur le naviculaire : pour bien situer sa forme, il faut considérer la situation ne forme de marche d'escalier du naviculaire par rapport au cuboïde. Cf. schéma 2).

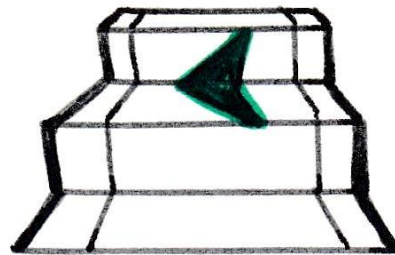


Schéma 15 – Représentation du rôle du ligament en « Y » de Chopart sur l'articulé naviculo-cuboïdien en forme d'escalier

Myologie talo-naviculaire : les muscles de l'inversion

Penchons-nous maintenant sur la mécanique active : les auteurs s'accordent à dire que **les muscles intervenant dans l'inversion peuvent être résumés à ceux situés médialement par rapport à l'axe trans-médio-tarsien** (axe du mouvement d'inversion résumant au mieux le degré de mouvement, comme nous le verrons en analyse de la biomécanique) ; à savoir les muscles :

- **Triceps sural,**
- **Tibial antérieur,**
- **Tibial postérieur,**
- **Long fléchisseur plantaire de l'hallux,**
- **Long fléchisseur plantaire des orteils,**
- **Long extenseur de l'hallux** (inverseur seulement en fin d'inversion),
- **Abducteur de l'hallux** (par son trajet il influe principalement sur les articulations du bord médial du pied).

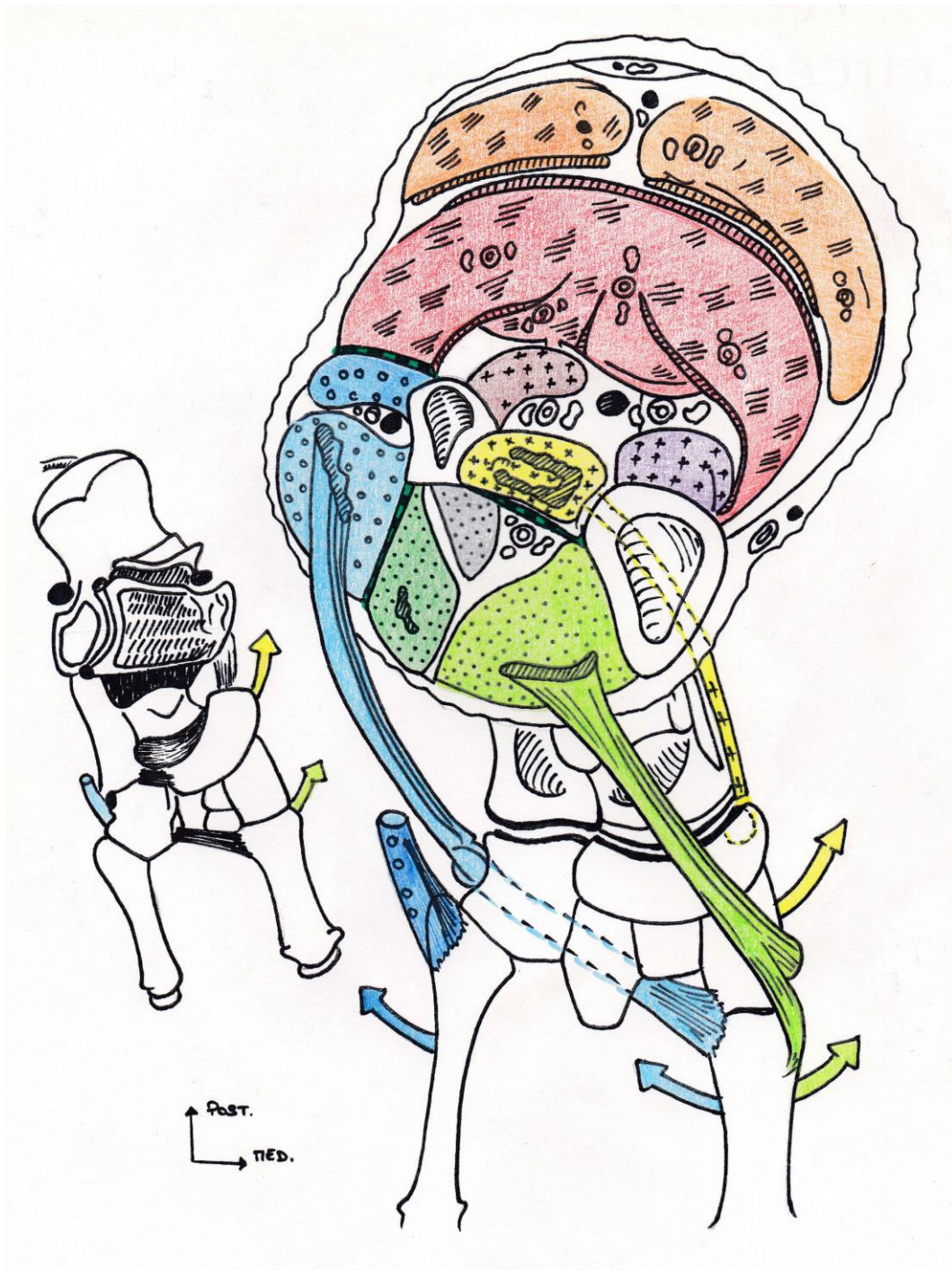


Schéma 16 – Ci-dessus, schéma d’après celui du Pr Gillot représentant les muscles acteurs de l’inversion au niveau d’une vue supérieure de coupe de jambe, et leurs expansions tendineuses sur le pied osseux.

Légende du schéma 16 :

- **Muscles gastrocnémiens médial & latéral ;**
 - **Muscle soléaire ;**
 - **Muscle long fléchisseur de l'hallux (LFH);**
 - **Muscle et tendon tibial postérieur (TP), et leur action ;**
 - **Muscle fléchisseur plantaire commun des orteils (LFO);**
 - **Muscle court fibulaire (CF), et son action ;**
 - **Muscle et tendon long fibulaire (LF), et leur action ;**
 - **Muscle fléchisseur dorsal de l'hallux ;**
 - **Muscle fléchisseur dorsal des orteils ;**
 - **Muscle et tendon tibial antérieur (TA), et leur action.**
-
- **Le poids des muscles tibiaux antérieur et postérieur**

On peut s'étonner que mis à part le Triceps sural, presque aucun muscle ne s'insère sur le calcanéus, le talus ou encore le cuboïde. En effet, **la quasi totalité des muscles extrinsèques s'insèrent sur le bord interne du pied ;** le tendon d'Achille jouant un rôle de frein face à ces-derniers (rôle de « bride »).

De plus, **le naviculaire est véritablement rivé au cuboïde et aux cunéiformes** (dont le 3^{ème} est également articulé avec le cuboïde), il n'est donc pas libre dans l'espace (soudé par des ligaments, tendons,...) (Cf. photo 17).

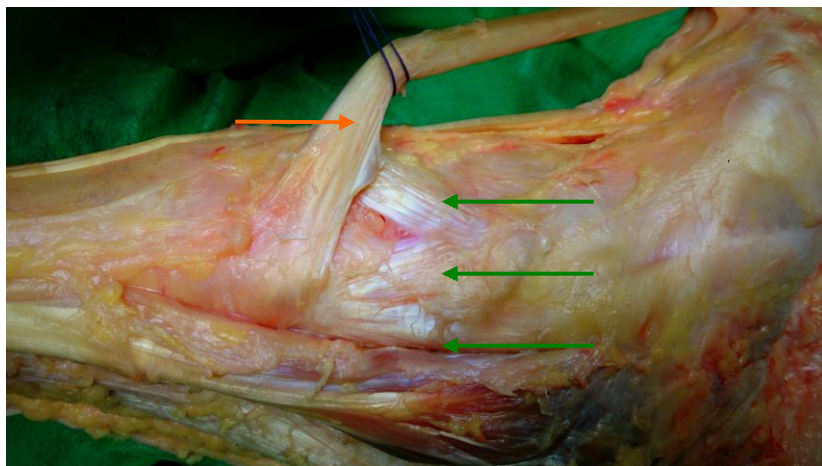


Photo 17 – Ci-dessus, mise en évidence du **complexe tri-ligamentaire dorsal** de l'articulation entre le naviculaire et les trois cunéiformes, renforcé par le **tendon du muscle tibial postérieur**.

Le mouvement du naviculaire entraîne donc obligatoirement le complexe [cuboïde-calcaneus-cunéiformes] (ainsi que les différents métatarsiens et orteils), et nécessite beaucoup de puissance : **le muscle TP est topographiquement le plus à même de répondre à cette demande de mouvement.** Par son action, le TP est en effet rétracteur de ce principal appui lors du grimper, le tubercule du naviculaire, en le ramenant vers l'arrière.

Le TP croise médialement l'articulation Transverse du Tarse, sa gaine suspendue par la couche superficielle du Ligament Collatéral Médial (Cf. photo 18, 19 & 20).

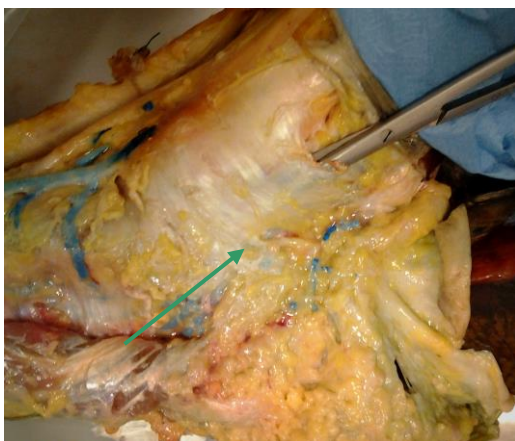


Photo 18 – Ci-dessus, mise en évidence du ligament collatéral (rétinaculaire) médial de la cheville.

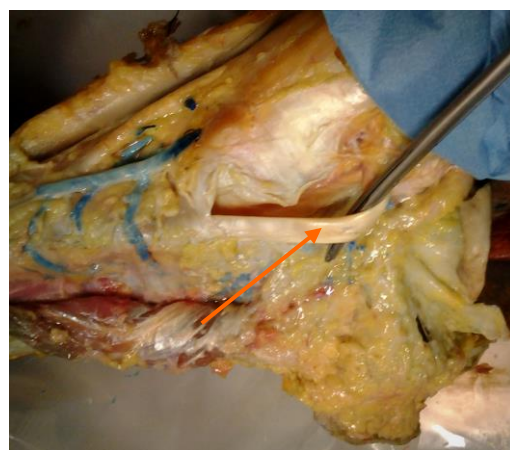


Photo 19 – Ci-dessus, mise en évidence du tendon du muscle tibial postérieur après résection du LCM.

Mais cette action isolée du TP va induire un bâillement de l'articulation talo-naviculaire en dégageant la partie supéro-externe de la tête du talus : c'est le muscle TA qui, croisant l'articulation à ce niveau (il « coiffe » la tête du talus et le naviculaire), va empêcher la fuite de la tête du talus.

TA et TP forment un verrouillage complet de l'arche interne du pied modélisant un point d'appui solide pour contacter le tronc, véritable complexe rigide [malléole tibiale - tubercule du naviculaire - cunéiforme médial], indispensable au grimper (Cf. étude anatomique comparée entre le pied anthropoïde et le pied humain).

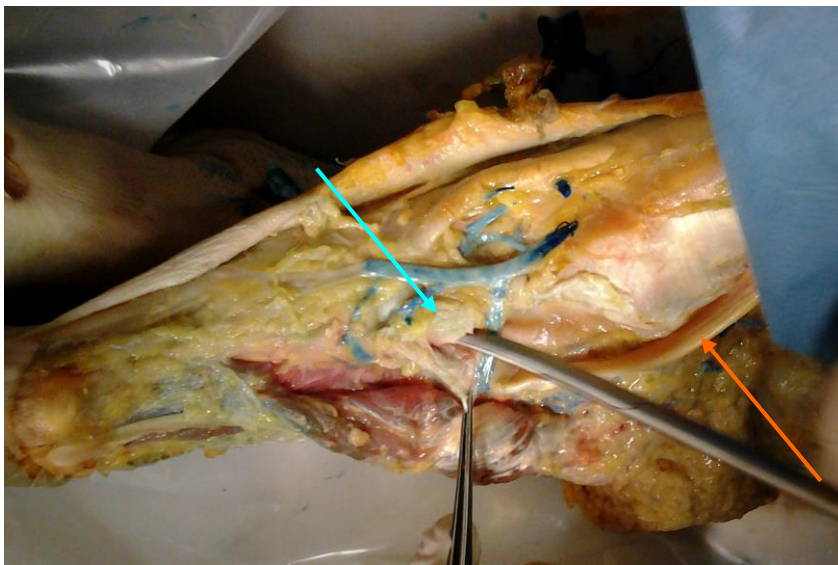


Photo 20 – Ci-dessus, mise en évidence de la plaque cartilagineuse par soulèvement (le tendon du muscle tibial postérieur avant été récliné en arrière).

Comme nous pourrions le faire par abord externe du tarse osseux, nous pouvons quantifier le mouvement d'inversion par la mesure de la distance entre le tubercule du naviculaire et la malléole tibiale ; on observe :

- 3 cm au départ du mouvement
- 1,5 cm suite à l'induction du mouvement de varus (de 3 cm : le maximal)
- 1 cm enfin, suite à l'ajout de la torsion axiale (de 1,5 cm : le maximal)

Lors de l'inversion, le tubercule du naviculaire glisse vers le bas et l'arrière vers la malléole tibiale.

Selon une étude de BENASSY (chirurgien orthopédiste) la rupture de la branche antérieure de la 4^{ème} racine nerveuse lombaire (L4), observée dans certains traumatismes, entraîne une paralysie conjointe des muscles tibiaux antérieur et postérieur ; **ces deux muscles qui semblent à première vue antagonistes** dans la flexion plantaire et dorsale (de par même leur position respectivement en arrière et en avant de la malléole tibiale) **sont vraisemblablement synchrones dans le mouvement d'inversion** : orientation de l'avant-pied vers le dedans permise par leurs insertions distales sur le premier rayon du pied.

En allant plus loin, peut-on même attester que le muscle tibial antérieur joue un rôle plus efficace que le muscle tibial postérieur dans ce mouvement ? Alors même qu'il demeure plus faible (tant pas son corps charnu que par son tendon) que ce deuxième.

D'un côté, le muscle TP possède un très large tendon s'insérant sur le tubercule du naviculaire, envoyant quelques fibres plantaires très résistantes vers les 2^{ème} & 3^{ème} cunéiformes (il existe en effet dans l'ostéologie du 2^{ème} et 3^{ème} cunéiformes une crête sagittale au niveau de leur versant plantaire, ces deux crêtes se prolongent à la face plantaire des métatarsiens adjacents, 2^{ème} & 3^{ème}), indiquant une expansion de l'insertion des bandelettes du TP sur ces têtes métatarsiennes.

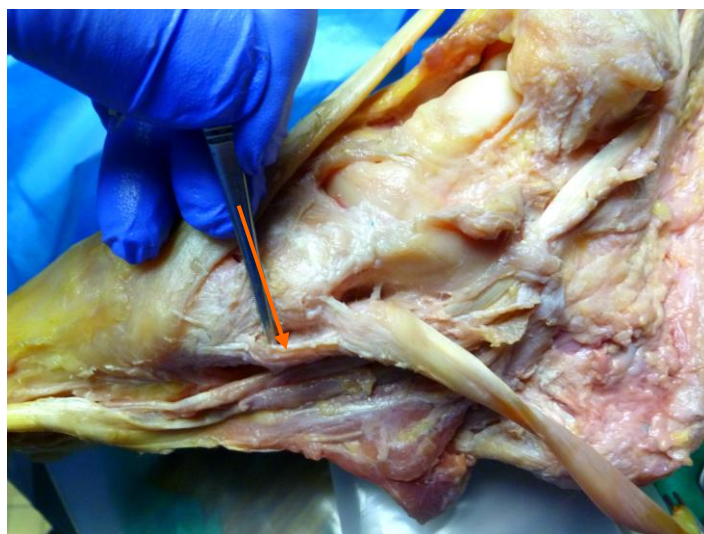


Photo 21 – Ci-dessus, mise en évidence de l'expansion de l'insertion du tendon du TP sur les bases métatarsiennes.

Mais il possède un double défaut dans son insertion :

- Un **tendon terminal court**, le muscle étant amarré presque directement à l'os, avec une **gaine tendineuse très limitée**, soumettant au muscle une moindre mobilité (raccourcissement de 1,5 à 2cm),
- Une **insertion très proche de l'articulation** (principale terminaison sur la face plantaire du naviculaire), lui conférant un **faible bras de levier** vis-à-vis du centre de rotation (la tête du talus).

Le relâchement du muscle tibial postérieur est certes indispensable au mouvement de valgus, mais il semble cependant qu'il ne soit pas le plus puissant acteur de la varisation du pied et / ou de son inversion : son action musculaire étant réduite à un rôle de « tension » plus que de « traction ».

Le tibial antérieur, de son côté, s'insère plus en avant de l'articulation transverse du tarse (partageant son insertion sur la base du 1^{er} cunéiforme avec une languette du tendon du muscle long fibulaire ; et débordant sur la base de M1), de plus il s'enroule sur le premier rayon (ses fibres se recourbent pour se terminer au ras de la partie plantaire du tubercule antérieur du 1^{er} métatarsien) lui conférant un meilleur bras de levier pour effectuer une rotation du premier rayon autour de son axe.

Le TA est ainsi moins épais que le TP, mais bénéficie d'un bras de levier beaucoup plus favorable. (Comme c'est le cas également des tendons du LFO).

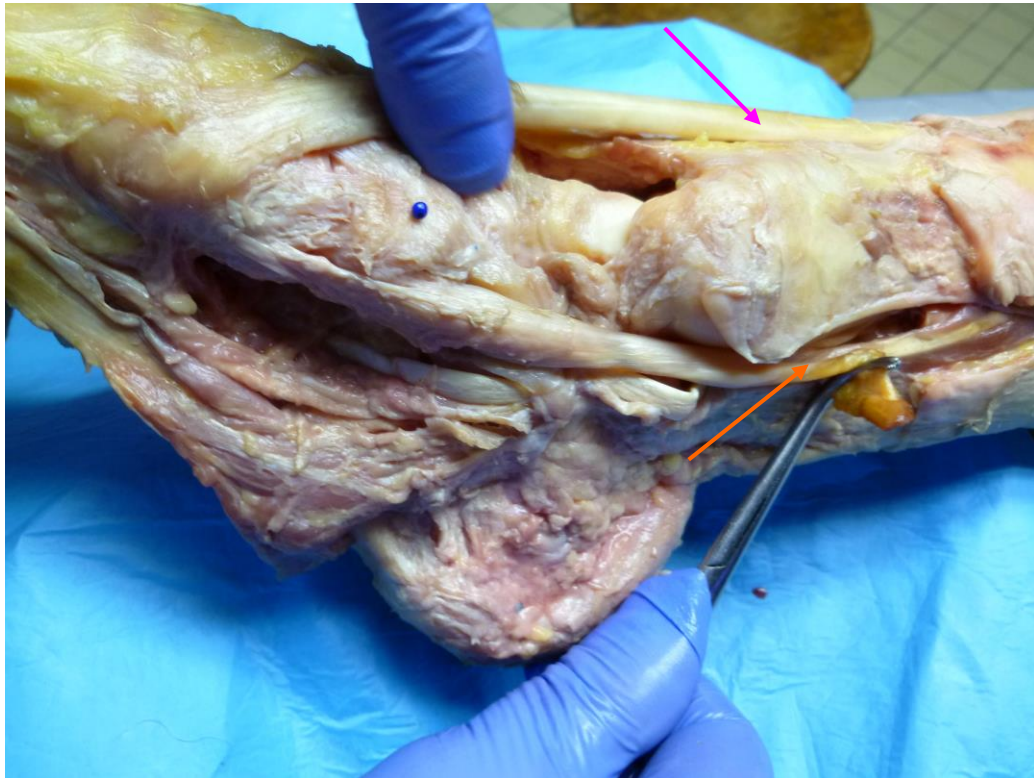


Photo 22 – Ci-dessus, mise en évidence de l'action synergique du TA et du TP dans le mouvement d'inversion. Le naviculaire étant indiqué par la perle bleue ; le pied est ici en position neutre.

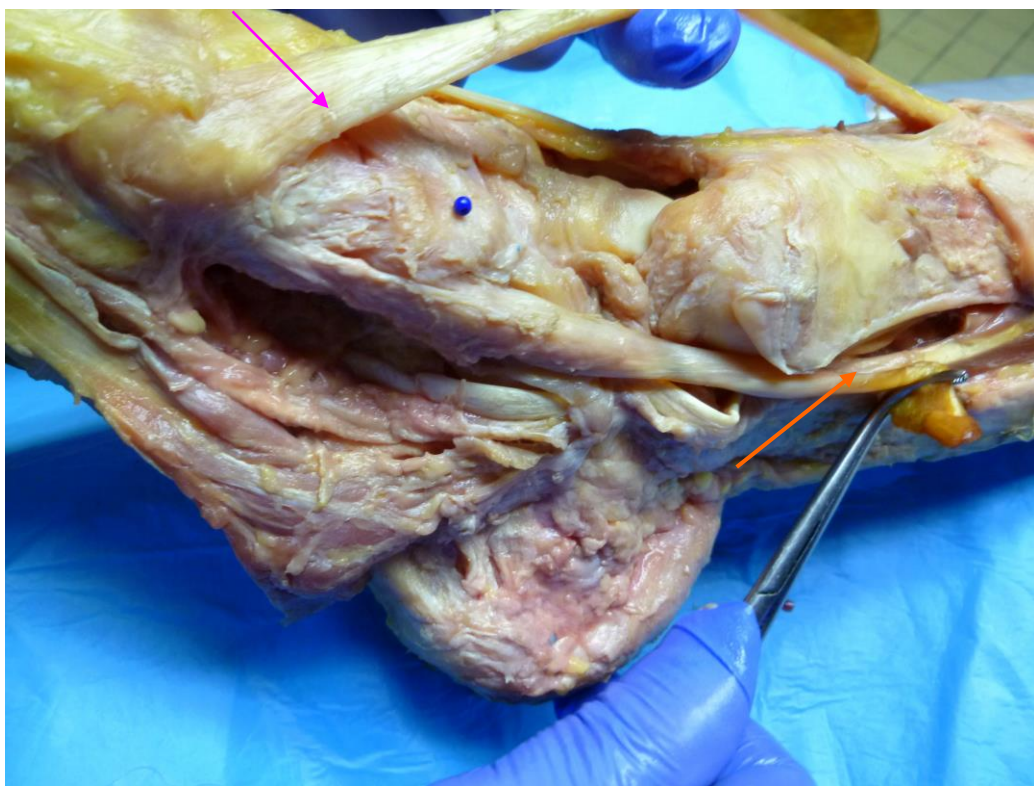


Photo 23 – Ci-dessus, mise en évidence de l'action synergique du et du TP dans le mouvement d'inversion. Le naviculaire étant indiqué par la perle bleue ; le pied est ici en inversion forcée.

L'action musculaire de l'inversion n'est toute fois pas réservée aux seuls muscles tibiaux, puisque le mouvement actif était encore possible suite à cette étude de Benassy ; cependant, la marche étant très perturbée par la section de la branche antérieure de L4 (boiterie fauchante homolatérale à la branche sectionnée). Nous pouvons ainsi affirmer que les **centres nerveux de l'inversion se trouvent au niveau des motoneurones des cornes antérieures de la moelle aux niveaux métamériques L4-L5.**

NB : La branche antérieure de L4, aussi nommée nerf « trifurqué » (entendre « en fourche ») par Jehring, étant la seule à envoyer des fibres à l'ensemble des trois grands nerfs moteurs des membres inférieurs (à savoir des fibres antérieures pour le nerf Obturateur, des fibres postérieures pour le nerf Fémoral, et une participation au tronc lombo-sacré).

A la coupe de la jambe, ces deux muscles apparaissent dissymétriques :

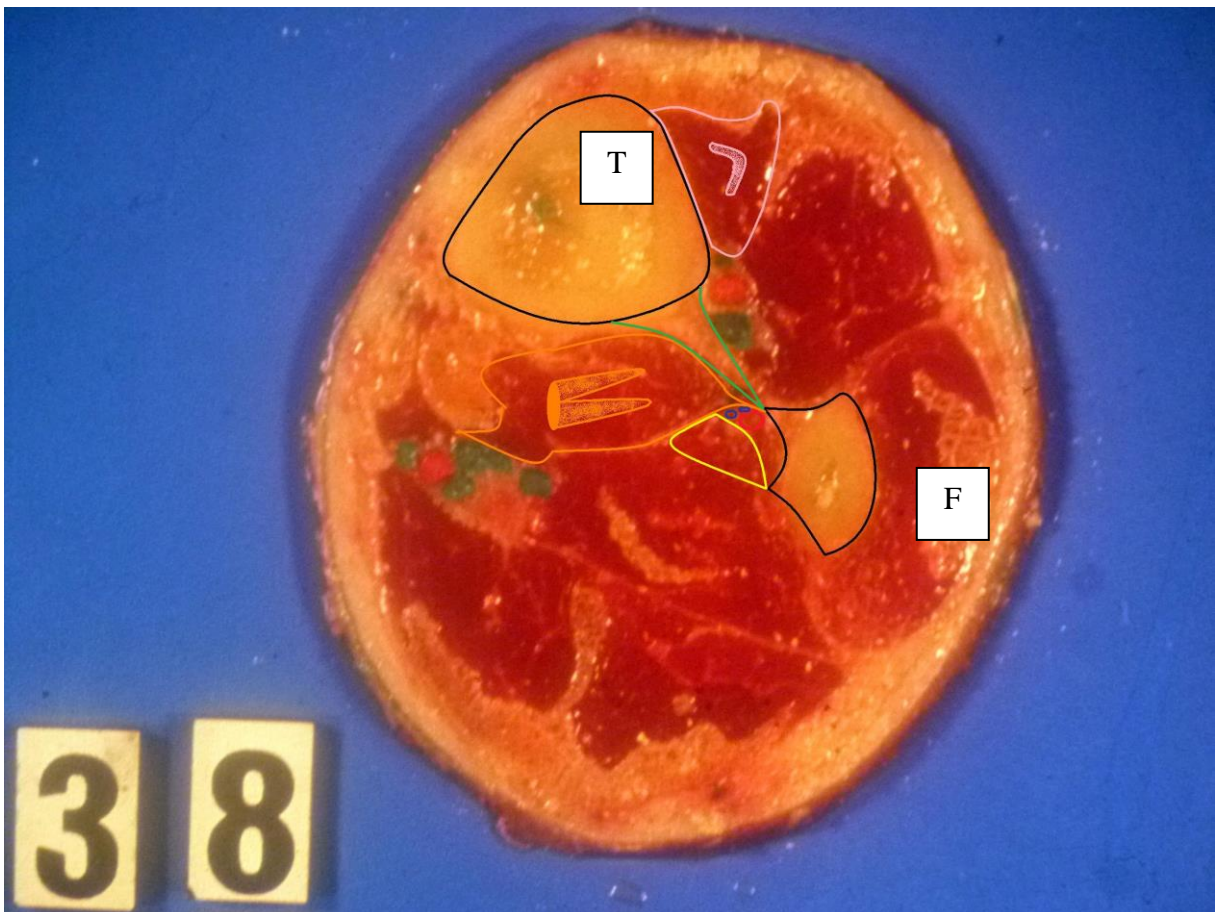


Photo 24 – Ci-dessus, vue supérieure d'une coupe au tiers supérieur de la jambe mettant en évidence le rapport entre les corps charnus des muscles TP (et son tendon) et TA (et son tendon).

En arrière de la **membrane interosseuse**, s'insère sur la face médiale de la fibula (saillie anciennement nommée « crista medialis ») la lame tendineuse extrêmement épaisse du **muscle tibial postérieur** antérieurement, et postérieurement les fibres beaucoup moins épaisses du **muscle long fléchisseur plantaire des orteils** ; rejoignant celles du TP en dehors pour former un tunnel fibreux qui emprisonne l'**artère** et les **deux veines** fibulaires (Cf. photo 24).

Ce corps charnu du muscle TP se poursuit vers le bas par un tendon d'une largeur telle qu'il est obligé de se replier sur lui-même en deux languettes au sein du corps charnu ; si bien que lorsqu'on libère le tendon des fibres musculaires l'entourant, la largeur de la partie jambière du tendon du TP -une fois étalée- correspond à la largeur du tendon calcanéen à son origine en dessous des gastrocnémiens : quatre centimètres.

Ce muscle a donc un très grand tendon terminal vis-à-vis de son corps charnu, ce qui indique qu'il **perd de sa fonction de mobilité** (son corps charnu peine à tracter un si grand tendon, ce qui remet en doute sa faculté d'exercer une traction importante sur les éléments osseux du pied, pesant en moyenne 1,5 kg) **au profit de la stabilité**, lui conférant un rôle presque à « *mi-chemin entre un tendon et un muscle* » selon le Pr Gillot.

En effet à la dissection, une fois le tendon libéré de sa gaine épaisse, en contraignant la cheville en flexion plantaire maximale, le tendon ne se raccourcit que d'environ 1cm à 2cm.

Le TA quant-à lui, possède un fort corps charnu également, mais son tendon (antérieur à la membrane interosseuse tibio-fibulaire) coudé et épais demeure nettement plus fin que celui du TP.

- **Les muscles court et long fibulaires, éverseurs purs ?**

Le long fibulaire est un muscle apparemment d'éversion, mais il joue cependant un rôle non négligeable dans la stratégie d'inversion du pied, **« entraînant » les glissements des os du complexe de l'arrière-pied à partir de la chasse du cuboïde; et ne se trouvent alors pas antagonistes des muscles tibiaux dans l'inversion.** Lors du mouvement d'inversion, l'ensemble des éléments osseux du pied effectue une rotation interne : le muscle Long fibulaire limite et fixe le décalage interne de M1 par insertion au niveau de sa base.

Cette fonction « varisante » (chasse des os vers le dedans) est permise par le rapport entre l'origine très externe de l'entrée du LF à l'arrière pied et son insertion terminale nettement médiale sur le premier rayon : essentiellement sur le naviculaire et le cunéiforme médial qui sont les deux os les plus modifiés lors de l'inversion (insertion poursuivie dans l'axe médial sur la base de M1).

Cette anatomie lui confère un rôle de « coiffe » par sa réflexion en regard de la crête du cuboïde et lui permet de tracter la grande apophyse et tous ses éléments de voisinage : il équilibre ainsi les différentes actions musculaires opérant sur le premier rayon.

NB : Le muscle 3^{ème} Fibulaire croise le col du talus et peut donc limiter aussi l'inversion (de manière inconstante), en freinant la saillie de la tête du talus.

- **Les muscles long fléchisseur plantaire des orteils et carré plantaire, inverseurs accessoires**

Le muscle LFO aborde quant-à lui le pied très en dedans (par le côté interne, le long de la petite apophyse du calcaneus) or il contient deux tendons très latéraux allant aux 4^{ème} et 5^{ème} orteils, lui offrant un trajet diagonal au niveau de la plante du pied (croisant en « X » le tendon du muscle long fibulaire) : excellent bras de levier pour effectuer un mouvement de torsion interne du pied. **Il revêt donc un rôle de muscle « accessoire » ou « auxiliaire » de l'inversion.** (En opposition donc au muscle long extenseur des orteils qui participe à l'éversion).

La dissection, en libérant largement la portion tendineuse du muscle LFO (environ 10cm, afin d'avoir une meilleure prise sur cette dernière), confirme que la tension de ses deux derniers tendons induit un net mouvement d'inversion du pied :



Photo 25 – Ci-dessus, mise en évidence de l'abord du tendon du muscle long fléchisseur plantaire des orteils.



Photo 26 – Ci-dessus, mise en évidence de l'entrée très médiale du tendon du muscle long fléchisseur plantaire des orteils au niveau du pied.

Il est ainsi important de noter que **les deux derniers orteils, eux-seuls, jouent un rôle actif dans les mouvements d'inversion-éversion du pied**, contrairement au 3^{ème} orteil qui a un rôle d'adaptation passive, et aux deux premiers orteils (tant au niveau de leurs tendons dorsaux que plantaires).

Il existe donc un système de synergie musculaire dans le mouvement d'inversion-éversion qui est réservé à des muscles de part et autre du tibia, et de part et autre des deux derniers orteils.

NB : il est intéressant de noter que le muscle carré plantaire peut également participer à l'inversion du pied en envoyant des fibres tendineuses (inconstantes) au muscle fléchisseur plantaire du 5^{ème} orteil.

- **Le muscle adducteur de l'hallux, protecteur du pédicule plantaire**

Rôle particulier de ce muscle intrinsèque, situé paradoxalement juste en dessous du triple point d'appui [malléole tibiale - tubercule du naviculaire - cunéiforme médial], mais qui **protège en réalité le pédicule vasculo-nerveux plantaire interne en son sein** (artère, veines et nerfs plantaire) (Cf. photographies 27 &28).



Photo 27 – Ci-dessus, mise en évidence du muscle adducteur de l'hallux et du plexus veineux plantaire en son sein.

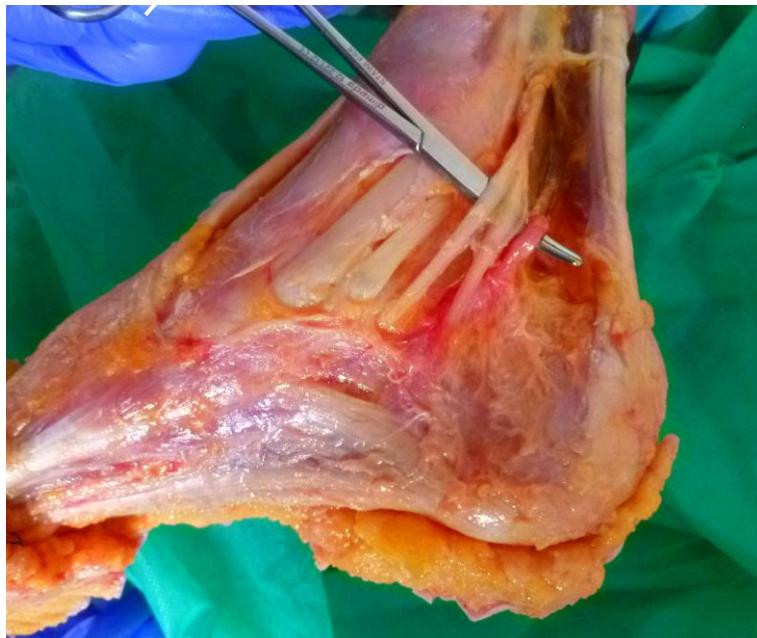


Photo 28 – Ci-dessus, mise en évidence du nerf et de la veine plantaires (se divisant tous deux en deux à leur entrée dans le pied), protégés par le corps charnu du muscle adducteur de l'hallux et par la limitation des mouvements d'inversion-éversion.

3 - Biomécanique de l'articulation talo-naviculaire

L'anatomie descriptive du pied fait certes partie de nos bases les plus anciennes, cependant son anatomie fonctionnelle semble avoir été longtemps délaissée avant d'être abordée partiellement au XIXème siècle par Farabeuf qui décrit ce mouvement du calcaneus sous la célèbre phrase : « *Il tangué, vire et roule* ». Puis ce fut Henké qui traita de l'axe présumé de son mouvement, avant qu'A. Nicolas ne nous donne une synthèse de l'époque (début du XXème siècle) dans le traité d'anatomie humaine de Poirier Charpy.

L'articulation talo-naviculaire permet un mouvement de rotation autour de la tête du talus (fortement convexe), dans son rapport avec la face postérieure du naviculaire (quant-à elle concave).

Il est intéressant de noter que dans l'ensemble des articulations trochoïdes, le mouvement de rotation est toujours effectué par l'os à la surface articulaire convexe ; or ici c'est bien le naviculaire qui glisse dans l'inversion vis-à-vis du talus ; du haut et du dehors vers le bas et le dedans (suivant l'orientation de la tête talienne, nettement oblique vers le bas et le dedans).

Similitudes et différences entre tête du 1^{er} métatarsien et tête du talus :

- **La tête de M1**

Elle s'encastre entre les deux sésamoïdes, lui interdisant toute latéralité lors du pas, et est creusée de deux gouttières plantaires pour le glissement de ces derniers :

- Le **sésamoïde médial** est très angulaire, fortement encastré dans sa gouttière, et centré sous la tête de M1,

- Le **sésamoïde latéral** est plus arrondi, et latéralisé vers l'espace entre les têtes de M1 & M2.

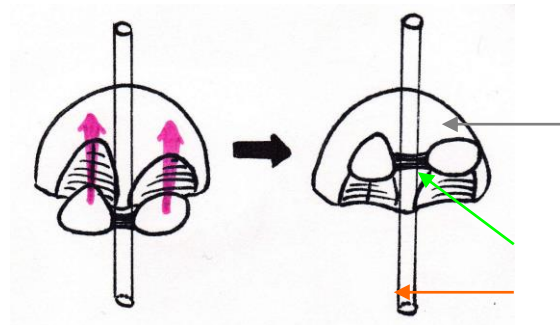


Schéma 29 – Ci-dessus, mise en évidence du glissement des sésamoïdes dans les gouttières plantaires de la tête de M1 lors du passage du pas. (Orientation : la droite du schéma = le dehors).

Lors de l'élan propulsif (flexion dorsale de la métatarso-phalangienne), les **sésamoïdes glissent en avant**, séparés par une crête en « Y » à évasement antérieur ancrée sur la tête de M1, ce qui met en tension le **ligament interosseux** les reliant (Cf. schéma 29). Cette tension est permise par le passage du **tendon du muscle long fléchisseur plantaire de l'hallux** bordant le ligament par-dessous, et induisant une rectitude de la première phalange dans l'axe du pas.

NB : un défaut de ce serrage est retrouvé dans le classique Hallux Valgus, qui entraîne une fuite de P1 vers le dehors du corps.

- **La tête du talus**

Elle présente donc (avec son col) une surface convexe de la même manière que la tête de M1, et s'appuie également entre deux éléments osseux :

- Latéralement sur la grande apophyse,
- Médialement sur la petite apophyse.

Elle est articulée à la face postérieure du naviculaire, comme l'est la face antérieure de M1 avec la face postérieure de P1, à la différence qu'au sein de l'articulation talo-naviculaire existe une surface osseuse dépourvue de cartilage ; lieu d'insertion du ligament calcanéo-naviculaire plantaire et de la plaque cartilagineuse.

La gouttière du sésamoïde médial étant particulièrement angulaire sur la face plantaire de la tête de M1, ce dernier ne permet que des mouvements de flexion/extension à la première phalange (aucune rotation, cas particulier des hallux valgus) ; tandis que la tête du talus autorise au naviculaire des rotations dans les trois plans de l'espace (deux surfaces apophysaires continues et arrondies, sans présence d'arrête osseuse).

Lors des rotations de l'avant-pied, c'est donc le métatarsien qui effectue une rotation (la phalange n'étant pas libre lors de la propulsion) ; tandis qu'à l'arrière-pied, c'est le naviculaire qui se trouve libre de rotation (le talus restant fixé au sein de la mortaise bi-malléolaire).

Rappels anatomo-physiologiques de l'inversion :

L'inversion est communément définie comme une torsion du pied sous-talien, mais il s'agit bel et bien d'une mobilisation de l'ensemble du pied en¹⁹ :

- **Rotation interne = varus,**
- **Flexion plantaire,**
- **Torsion axiale, qui seule exige une inertie musculaire.**

En résumé, elle dépend donc de trois acteurs principaux :

- Le **muscle tibial postérieur** : qui fixe le rebord interne du pied,
- Le **muscle tibial antérieur** : qui referme le bâillement supéro-externe alors créé au niveau de l'articulation talo-naviculaire,
- Ces deux acteurs étant recouverts par l'**aponévrose plantaire interne** (habituellement détendue) protégeant le pédicule vasculo-nerveux plantaire du pied (le nerf et l'artère plantaires tous deux divisés en deux branches, accompagnés de deux veines plantaires satellites).

¹⁹ Huston insiste sur le fait suivant : « *les mouvements, qui se passent dans les articulations sous-astragaliennes et médio-tarsiennes pendant la torsion du pied en dedans, ne fonctionnent que dans une interdépendance absolue* ».

Et comme nous l'avons vu, le **tubercule du naviculaire** est un point d'appui pour le tronc des arbres, mais il ne fonctionne pas isolément : il glisse vers l'arrière sous l'action du TP, et est élevé (soulèvement de l'arche interne qui vient combler la béance supéro-interne alors créée au niveau de l'articulation talo-naviculaire) par l'action complémentaire du TA lors de l'inversion ; entraînant dans sa course la **malléole tibiale** et le **premier cunéiforme** et formant ainsi un **complexe rigide d'appui pour le mouvement de grimper** (permettant d'« agripper » le tronc).

NB : En allant plus loin, on peut dénombrer sept saillies osseuses permettent l'appui lors du grimper (Cf. photo 30): la malléole tibiale, le tubercule postéro-interne du talus, la petite apophyse calcanéenne, la tête du talus, le tubercule du naviculaire (portant lui-même deux saillies différentes : une postérieure pour le muscle TP, orientée vers le bas ; une antérieure pour le muscle TA, plus marginale), et enfin la base de M1.



Photo 30 – Ci-dessus, mise en évidence de l'architecture plantaire de la voûte du pied sur vue inférieure d'un pied sec.

Ainsi, la **vision de l'inversion classiquement redevable du seul degré de liberté de la sous-talienne (axe de Henké), doit être abandonnée au profit de l'établissement de 3 axes :**

- Axe de Henké sous-talien,
- Axe antéropostérieur médio-transversaire,
- Axe oblique trans-médio-tarsien.

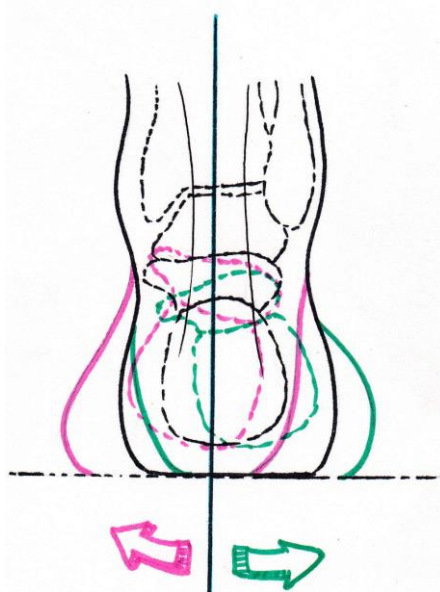


Schéma 31 – Ci-contre, représentation du mouvement de varus et de valgus de l'arrière-pied, autour d'un axe antéropostérieur.

NB : il est à remarquer que la partie rétro-articulaire du calcaneus tourne en sens inverse de l'avant-pied dans les mouvements de varus / valgus (effectuant les mouvements respectifs de supination / pronation à l'arrière-pied).

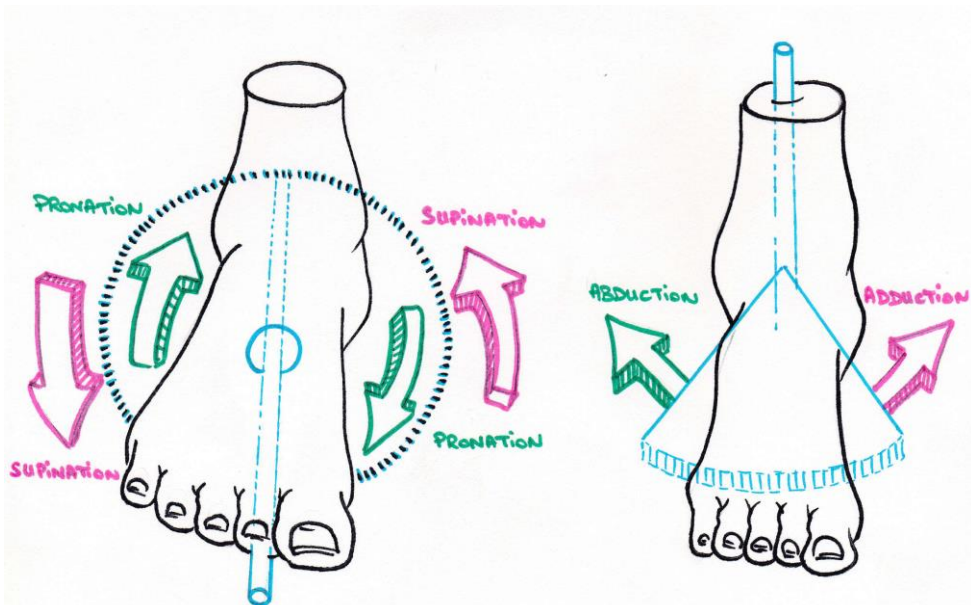


Schéma 32 – Ci-dessus, représentation des mouvements de rotation du pied.

L'arche interne se lève versus l'arche externe qui s'abaisse : l'axe de rotation de ces arches est représenté par le deuxième métatarsien, et le mouvement d'inversion nécessite donc impérativement que le pied (les têtes métatarsienne, particulièrement la cinquième) soit libre de tout contact au sol (Cf. schéma 32).

On peut donc dès lors noter que **l'inversion ne peut-être présente au départ du pas.**

Le mouvement d'inversion n'est donc en aucun cas :

- Ni le varus simple de 25° décrit par les podologues, car la trochlée du talus par son orientation vers le bas et le dedans impose au naviculaire de « se contenter » de glisser au lieu d'une rotation simple.
- Ni une supination de 15° selon les orthopédistes (par comparaison avec la main), car le pied est bloqué au niveau des malléoles.

Il s'agit bien au niveau de l'articulation de Chopart (transverse du tarse) d'un double complexe : talo-naviculaire en interne, et calcanéocuboïdien en externe. L'axe de ces deux rotations se situe au niveau du ligament bifurqué (ligament en « Y » de Chopart).

Il est important de noter que l'articulation talo-crurale aide le combiné d'inversion en proposant une souplesse relative de la pince lors de la flexion plantaire. **Cette indispensable élasticité lui est conférée par l'anatomie de la poulie talienne plus large en avant qu'en arrière** impliquant un verrouillage de l'articulation tibio-tarsienne en flexion dorsale, freinant donc l'inversion jusqu'à la bloquer à partir de 20° de flexion dorsale.

Le tableau suivant met en évidence la relation d'interdépendance entre le degré de flexion de la tibio-tarsienne et l'amplitude possible d'inversion ; notons que ces tests ont été exécutés pieds « libres » (sans contact au sol, permettant le soulèvement de la première colonne, et l'abaissement de la cinquième) :

Flexion plantaire	Amplitude d'inversion
Neutre	10-15°
40°	Maximale

[Voire 60° de flexion plantaire pour l'amplitude maximale d'inversion chez la danseuse classique (suite à la répétition des « pointes »)].

Ce déverrouillage indispensable se justifie par la fonction de grimper que sert le mouvement d'inversion, et qui s'effectue pied libre & suspendu : plus l'équinisme augmente, plus l'inversion permise augmente.

3 - Dysfonctions ostéopathiques de l'articulation talo-naviculaire

Définition de la dysfonction

C'est une restriction de mobilité du naviculaire en rotation par rapport au talus, et accessoirement par rapport au cuboïde ; **les ostéopathes décrivent deux dysfonctions possibles de la talo-naviculaire, qu'ils nomment par son mouvement facilité** ; le naviculaire est soit en position préférentielle :

- de glissement en supériorité, dit « **naviculaire haut** » : en rotation externe ou supination par rapport au talus (restriction de mobilité du naviculaire en rotation interne par rapport au talus).
- de glissement en infériorité, dit « **naviculaire bas** » : en rotation interne ou pronation par rapport au talus.

Ces dysfonctions s'expliquent par l'anatomie et les surfaces articulaires de ces deux os, décrites précédemment dans les rappels anatomiques et biomécaniques.

Ces **glissements** (supérieur et inférieur) ne sont que des micros mouvements, qui sont très difficiles à quantifier. C'est pourquoi chez les ostéopathes, nous parlons de **qualité de mouvement**.

NB : La lésion de « naviculaire haut » est une dysfonction fréquemment retrouvée, qui s'associe volontiers à des lésions postérieures du talus, et à des lésions du cuboïde en rotation interne.

Mécanismes lésionnels²⁰

- **Les causes habituelles**

Le traumatisme direct suite à un choc est rare, voire impossible. On retrouve le plus souvent un traumatisme indirect dit de « faux-mouvement » : soit lié à un faux-mouvement subi par le talus en inversion (entraînant le naviculaire en dysfonction) ; soit lié à un faux-mouvement subi par le médio-pied en varus ou en supination forcée au cours d'une torsion de l'avant-pied (réception d'un saut sur le bord externe de l'avant-pied par exemple) amenant couramment une entorse interne de l'articulation transverse du tarse.

Tous ces traumatismes sont réalisés au cours de gestes de la vie quotidienne, professionnelle et de pratique sportive en relation avec le membre inférieur.

- **Les causes secondaires**

Manifestement, certaines lésions ostéopathiques (comme un talus postéro-externe, ou bien un cuboïde en rotation externe avec la présence d'un faux pied plat), les séquelles de fractures (du talus ou du naviculaire), un chaussage inadapté, le port de semelles mécaniques épaisses inadaptées, une anomalie de la marche,... Les lésions de naviculaire peuvent être le maillon d'une chaîne lésionnelle ascendante ou descendante du membre inférieur.

De même, on reconnaît que le pied creux (varus équin) est un facteur de risque dysfonctionnel de naviculaire dit « haut ».

Maintenances lésionnelles

Il existe donc deux principales étiologies dysfonctionnelles : les entrées posturales et les entrées traumatiques. Notons que dans le cas d'une entrée posturale, la lésion est plus généralement maintenue par une faiblesse musculaire ; tandis que dans le cas d'une entrée traumatiques, nous avons souvent à faire à une hypertonie réactionnelle antalgique.

²⁰ Mécanismes et maintenances lésionnel(le)s d'après le polycopié « *Médio-pied : lésion dite de scaphoïde haut* » de l'enseignement d'HVBA (Haute Vitesse Basse Amplitude) à l'Institut Dauphine d'Ostéopathie en 2009-2010; matière dont le professeur référent était alors M. Hennebicq, ostéopathe (DO).

Lors d'une dysfonction de naviculaire haut, on retrouve généralement à l'examen clinique une douleur sur la partie antéro-supérieure de l'arche interne sur la tubérosité du naviculaire ; cette tubérosité apparaît alors plus saillante et haute qu'en controlatéral. La face plantaire du médio-pied montre la présence d'un bord médial naviculaire saillant et douloureux.

Pédagogiquement, il est donné que le pied aura tendance à être plat et en valgus si le naviculaire tend lui à être en lésion de rotation interne, sinon le pied sera varisant et creux **puisque tout dépend de la position du talus** : nous exposerons ce raisonnement à l'analyse comparative des empreintes plantaires face aux dysfonctions retrouvées dans l'essai clinique de ce mémoire.

La lésion en supériorité est habituellement fixée par un spasme du muscle tibial postérieur, du long fléchisseur de l'hallux et du tibial antérieur. La douleur serait quant-à elle entretenue par une irritation du ligament talo-naviculaire dorsal, de la capsule articulaire talo-naviculaire, du ligament en « Y » de Chopart sur son faisceau interne, le ligament calcanéonaviculaire plantaire ; et enfin par l'étirement permanent des muscles antagonistes éverseurs (principalement les fibulaires). **La douleur est donc essentiellement ligamentaire.**

A l'appui et au déroulement du pas, le pied sera douloureux. Le test de stabilité en charge pourra également montrer un pied instable.

III – MATERIEL ET METHODE

A] Description de l'étude

1 - Déroulement de l'étude

Mise en place du protocole

En me basant sur les critères délivrés par la SEFO²¹, et pour cette étude descriptive dite **transversale** (puisque les données recueillies peuvent correspondre à la présence ou à l'absence d'une dysfonction de l'articulation), j'ai choisi la **méthode épidémiologique la plus rigoureuse pour vérifier la faisabilité de ce test diagnostic: l'essai clinique.**

En effet, le protocole d'expérimentation était contrôlé et « **non-ouvert** » (les praticiens s'en sont tenu au protocole mis en place) et a été soigneusement et **éthiquement conçu** : les sujets participant ont été supervisés et assignés aux différentes modalités d'intervention de manière **simultanée** (dans la même période de temps) et **aléatoire** (dans leur répartition au sein de la salle, et dans l'intervention qu'ils reçoivent).

Les manipulateurs ont enregistré leurs observations sur le seul facteur de dysfonction articulaire pour les deux pieds de chaque sujet à peu près au même moment, l'analyse (comparaison de la prévalence inter-praticienne) des résultats s'est effectuée après l'étude pratique.

²¹ « SEFO » (Scientific European Federation Osteopaths): fédération présidée par François Ricard (DO) qui référence les travaux de recherche en ostéopathie et délivre des méthodologies d'investigation scientifique. Elle a pour but: de promouvoir la recherche scientifique en médecine ostéopathique, d'élaborer des protocoles d'études adaptés à l'ostéopathie, de diriger la méthodologie de travaux de recherche scientifique en ostéopathie, de collaborer avec la Revue « Ostéopathie Scientifique » publiée par Elsevier, de superviser les travaux scientifiques effectués dans les thèses de Médecine Ostéopathique de l'École d'Ostéopathie de Madrid pour la délivrance du Diplôme en Ostéopathie (D.O), de garantir le niveau des études scientifiques effectuées, et enfin d'organiser des événements scientifiques en Ostéopathie (Journées Scientifiques en Ostéopathie) chaque année.

L'objectif n'a pas été ici d'estimer l'efficacité d'une intervention préventive, curative ou réhabilitante : **nous n'avons donc pas formé de groupe témoin** (qui n'aurait pas reçu le test, ou qui aurait reçu un autre test en comparaison dans le but d'estimer la relation bénéfique/risque de notre manipulation ; car il ne s'agit en aucun cas d'un traitement dans une situation clinique concrète).

Le diagnostic de dysfonction n'était pas recherché de manière qualitative (il n'était pas demandé aux examinateurs de jauger du degré des fixations, justifiant une manipulation correctrice ou non) mais bien dans une **visée quantitative** (quantification simple du nombre de pieds sous le seul critère de présence ou d'absence de « dysfonction »).

Déroulement du protocole

La manœuvre protocolaire qui va vous être présentée a eu pour but d'objectiver au maximum notre expérimentation afin d'étudier la reproductibilité d'un test de l'articulation talo-naviculaire, et par la même occasion de considérer les différentes limites de ce test.

L'étude s'est effectuée avec **13 sujets étudiants, trois testeurs enseignants**, et un thérapeute neutre.

Dans un premier temps, le thérapeute neutre a mis en évidence pédagogiquement, face aux trois testeurs isolés, la technicité du TOA (Test Ostéopathique Articulaire) dont notre mémoire va tenter de jauger la reproductibilité (détaillée plus loin dans la « méthodologie pratique »).

Les enseignants ont alors été invités à n'utiliser strictement que cette technique de test pour rechercher les dysfonctions durant l'étude (méthode enseignée au sein de l'Institut Dauphine d'Ostéopathie, et dont la matière était supervisée par M. Bodinier (DO) lors de mon apprentissage en 2009/2010).

Tout comme les praticiens, les sujets avaient eux-mêmes à remplir une « fiche sujet » (Cf. ANNEXES) leur proposant un formulaire de consentement libre et éclairé afin qu'ils participent volontairement à l'étude, cependant **sans en connaître ni le but ni les différentes modalités du protocole (mode de répartition,...) afin de ne pas fausser les résultats.** Cette même feuille référençait leurs antécédents (dont on désirait alors se servir dans l'analyse des résultats observés).

Le thérapeute neutre a commencé par demander à chacun des sujets de marcher sur le podoscope pieds nus, afin de mettre en évidence leurs empreintes plantaires et de les photographier. Suite à ce premier test, ce même thérapeute a installé aléatoirement chacun des étudiants en décubitus dorsal sur une des tables numérotées de la salle (toutes à la même hauteur) ; **les étudiants une fois installés étaient priés de ne plus se déplacer en attendant la fin de l'expérience** (afin de ne pas altérer les résultats des tests, puisqu'ils réenclencheraient alors les vecteurs musculaires influençant la position de l'articulation).

Nous précisons bien que chaque testeur est ensuite intervenu dans un ordre aléatoire (aussi bien dans l'enchaînement des sujets, que celui des pieds) ; et s'étant engagé à s'en tenir exclusivement au protocole d'étude proposé, il s'est contenté de **ne répéter qu'au maximum deux fois le même test (en cas de doute) sur une même articulation, sans jamais effectuer de manipulation thérapeutique** (afin de minimiser l'influence myo-fasciale due à la répétition des mobilisations). **Les trois testeurs ne savaient en aucun cas leur ordre de passage sur chacun des pieds.**

Chaque thérapeute était accompagné d'un étudiant « scripte » (non sujet du protocole) à qui il indiquait les dysfonctions retrouvées, en veillant bien à tout moment à ne jamais les **divulguer aux autres praticiens (pour ne pas les influencer) ou aux sujets (afin que ces-derniers ignorent toujours le travail effectué par les praticiens tout au long de l'expérimentation).**

Chacun des testeurs a donc veillé à minimiser aussi bien les contacts visuels que les contacts auditifs avec ses collègues enseignants ; et la disposition de la salle n'a pas changé durant l'ensemble de la démonstration : les étudiants ont notamment attendu la fin du dernier test pour être remerciés et pouvoir se déplacer, de sorte à ne pas déranger les thérapeutes. L'examen s'est donc effectué dans une ambiance calme afin d'optimiser également le confort des patients et pour que nos tests s'effectuent dans les meilleures conditions.

2 - Caractéristiques de l'étude et élimination des biais

D'emblée, nous sont apparues deux limites à la mise en place de notre protocole : l'influence accommodative du temps sur l'articulation entre les différents tests, et l'enchaînement des trois testeurs risquant d'exposer la talo-naviculaire à un phénomène articulaire d'accoutumance, et donc à un début de traitement.

L'ensemble de l'expérimentation s'est donc faite en une seule série (afin de ne mesurer uniquement que l'accord inter-thérapeutes) dans les conditions aléatoires présentées ci-dessus (en effectuant une **étude randomisée**, et tous les sujets étant testés par l'ensemble des praticiens), pour une **durée totale du protocole de tests de seulement 23 min.**

Concernant le deuxième biais, les praticiens étaient donc encouragés à **ne répéter qu'au maximum deux fois le même test** (en cas de doute) sur une même articulation, sans jamais effectuer de manipulation thérapeutique.

La rencontre de faux-positifs sera compensée par le calcul du coefficient Kappa dans les statistiques (éliminant les observations dues au seul facteur aléatoire).

Nous verrons ci-dessous les critères d'inclusion et d'exclusion des sujets, cependant les antécédents relevés par dans la « fiche sujet » ne sont pas apparus comme une limite de notre recherche puisqu'inclus sous forme d'ouverture (pour les caractéristiques communes : de traumatismes,...) dans l'analyse des résultats.

B] Population de l'étude

1 - Nombre de sujets

L'étude s'est déroulée grâce à **13 sujets** (la disposition de la salle ne permettant pas l'installation d'un nombre plus important de tables), **tous étudiants en deuxième année à l'Institut Dauphine d'Ostéopathie** ; faisant actuellement les frais de l'apprentissage des **différentes technicités ostéopathiques au niveau du rachis thoracique** (en tests ostéopathiques articulaires (TOA), en traitement ostéopathique général (TOG), et en manipulations structurelles HVBA²²) ; nous considérerons l'influence de ces enseignements comme peu péjorative sur l'articulation talo-naviculaire au vue de la distance séparant ces deux zones, et supposant surtout que tous ces étudiants endurent à peu près les mêmes technicités.

2 - Critères d'inclusion

Il est important de noter ici qu'**il n'existe que peu de publications traitant des normes de validation des tests sur les membres périphériques du corps** : en effet, la célèbre publication « Reproductibilité et Validité » de l'Académie Internationale de Médecine Manuelle/Musculo-squelettique (IAMMM)²³ promet dès la préface de sa dernière édition disponible (datant de 2011) l'inclusion d'un protocole de validation des tests des membres à sa prochaine publication ; cependant aucune mise à jour n'est disponible sur leur site malgré mon inscription au registre de l'IAMMM.

²² « HVBA » : Haute Vitesse, Basse Amplitude.

²³ « IAMMM »: International Academy of Manual/musculoskeletal Medicine, Patijn Jacob, MD, PhD, Remvig Lars, DMSc, *Reproductibility and validity: Study Protocol Formats for Diagnostic Tests in Manual/musculoskeletal Medicine*, éd. 2011.

Nous appuyant sur les conditions utilisées dans l'examen analytique du rachis, et **notre objectif étant de recueillir un simple comparatif des données perçues par plusieurs praticiens pour un même groupe de sujet à un instant « t »**, nous n'avons émis comme seuls critères d'inclusion que les sujets soient **volontaires et de sexe indifférent**.

3 - Critères d'exclusion

Dans la même logique, nous ne poserons pas de critères d'exclusion (comme le port de semelles, l'existence d'antécédents, etc...); cependant, même si notre étude ne comporte pas de traitement, **la cheville du sujet est mobilisée et doit donc être saine**. Nous excluons donc tout patient porteur d'une pathologie organique d'origine néoplasique, infectieuse, inflammatoire ou même traumatique (non investiguée) ; ces dernières portant atteinte à l'intégrité tissulaire :

Les critères d'exclusion sont donc :

- **Un pied douloureux suite à un traumatisme non investigué** (et autres atteintes anatomiques des tissus de la cheville),
- **Un traitement ostéopathique dans les 72 heures passées** : du au phénomène d'adaptation homéostasique, nous choisirons arbitrairement le large délai de trois jours car ce mécanisme inflammatoire est encore mal connu),
- Tous les étudiants sont âgés de 20 à 30 ans : ce qui exclue **les jeunes enfants** (dont la posture n'est pas encore mature), et **les personnes âgées de plus de 50 ans** (portant une plus forte probabilité de pathologies dégénératives : rhumatologique,...),
- **Les pieds porteurs de matériel orthopédique ou d'arthrodèse** : biaisant les normes palpatoires et articulaires établies communément pour l'ensemble des praticiens.

- Enfin, **les femmes enceintes**, en raison de leurs nombreuses modifications posturales (pour l'étude podologique) et du changement d'imprégnation hormonale des tissus risquant de fausser les tests de mobilité ostéopathiques.

Les étudiants ensuite dispersés aléatoirement diffèrent dans les caractéristiques qui peuvent influencer la réponse, sauf par l'intervention qui s'évalue : ayant préalablement recueilli **l'existence des différents évènements répercutés sur leurs jambes** pouvant influencer les résultats des tests (douleurs ou autres symptômes, antécédents traumatiques, manipulations récentes des pieds par un praticien, diagnostic de pied plat/creux, sport pratiqué...) à l'aide du questionnaire de la « fiche sujet », ceux-ci devaient faire l'objet de sous-études de corrélation (émettant une potentielle corrélation entre un élément noté et les diagnostics ostéopathiques et podologiques relevés).

C] Méthodologie pratique

1 - Repérage palpatoire

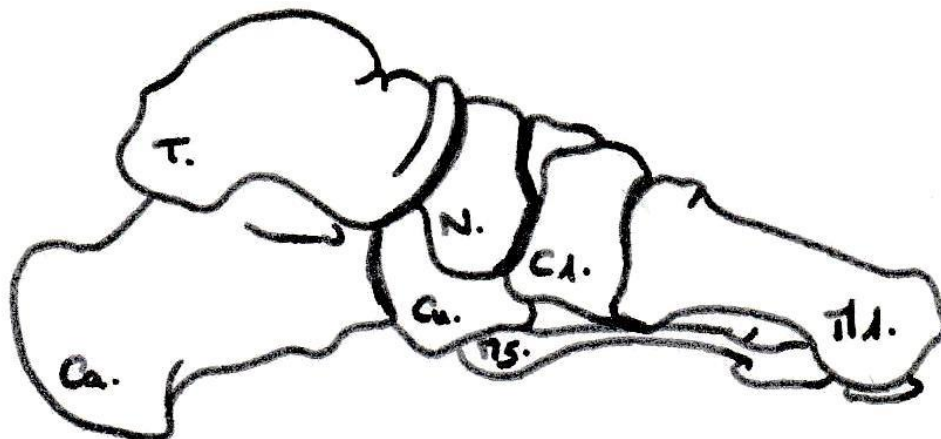


Schéma 33 – Ci-dessus, représentation de l'agencement osseux du bord interne de la voûte plantaire.

Le tubercule du naviculaire se présente sous la forme d'une saillie osseuse aisément palpable au sommet interne de la voûte plantaire (il sert de repérage topographique pour de nombreuses indications médicales) : au départ de l'extrémité antérieure de la malléole tibiale, il se trouve être la première arête palpable à distance de deux ou trois travers de doigts nettement vers l'avant (et un peu vers le bas).

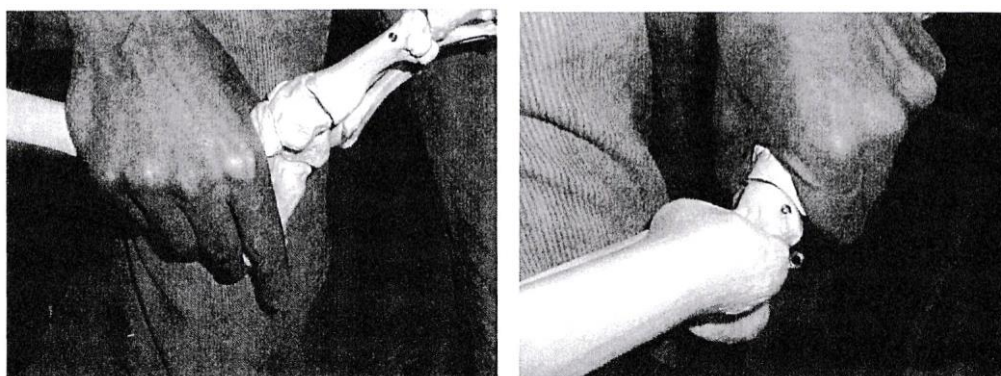


Photo 34 – Repérage et placement des mains sur le talus (à gauche) et le naviculaire (à droite)²⁴.

2 - Description des tests

Deux typologies de tests ont été réalisées durant cette expérience : une ostéopathique (sujet de notre mémoire) et la seconde podologique (dont nous nous servirons en ouverture).

Test de la talo-naviculaire en supériorité/infériorité :

La restriction de mobilité est définie par le mouvement préférentiel du naviculaire par rapport au talus, son rapport avec le cuboïde est considéré comme accessoire.

• **Position du sujet :** le patient est en décubitus dorsal, un coussin sous la tête et les mains sur la poitrine ou le long du corps pour optimiser les conditions de notre test. Les calcanéus sont en dehors de la table, les tendons calcanéens reposant sur le rebord de la table.

²⁴ Tirée du polycopié « *Le pied* » de TOA (Test Ostéopathique Articulaire) enseigné à l'IDO en 2009-2010, matière dont le professeur référent était alors M. Bodinier, ostéopathe (DO).

- Position du praticien : le praticien est placé latéralement au pied à traiter du sujet, en fente avant, perpendiculairement à la table. **Le pied du sujet repose sur la face antérieure de la cuisse céphalique du praticien.**

- Applicateurs :

- Main céphalique : la première commissure sur le col du talus (de manière à le fixer), le reste des doigts contacte le calcaneus,

- Main caudale : le praticien prend un crédit de peau sur le tubercule du naviculaire (préalablement repéré) du bas vers le haut avec l'articulation interphalangienne proximale de son deuxième doigt ; il place ainsi son index en gâchette et referme les autres doigts.

Les deux mains se retrouvent alors en vis-à-vis.

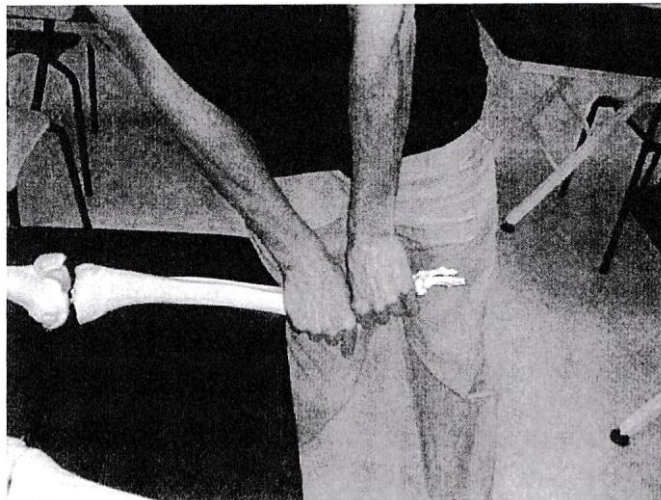


Photo 35 – Placement des mains pour le test TOA de la talo-naviculaire²⁵.

- Test : le praticien oriente ses mains de façon à être dans le plan de l'articulation talo-naviculaire (vers le haut et l'avant) ; pour ce faire, nous veillerons à positionner la cheville en flexion dorsale pour que le mouvement d'inversion-éversion ne puisse s'effectuer physiologiquement qu'au niveau de la talo-naviculaire (shuntant alors la mobilité des articulations talo-crurale et sous-talienne). Nous recherchons la mobilité du naviculaire par rapport au talus ici, **le talus forme alors un point fixe.**

²⁵ Tirée du polycopié « *Le pied* » de TOA (Test Ostéopathique Articulaire) enseigné à l'IDO en 2009-2010, matière dont le professeur référent était alors M. Bodinier, ostéopathe (DO).

Le test se fait dans un mouvement d'aller-retour, de manière comparative et bilatérale :

- Test du naviculaire en glissement d'infériorité (rotation interne) : le praticien teste la capacité du naviculaire à se mouvoir en rotation médiale, dans l'ensemble des paramètres décrits précédemment,

- Test du naviculaire en glissement de supériorité (rotation externe) : le praticien teste la capacité du naviculaire à se mouvoir en rotation latérale, dans l'ensemble des paramètres décrits précédemment,

• Interprétation : Ce test est un test qualitatif, le praticien doit se concentrer sur son ressenti palpatoire. Dans ce test, ce sont les indexes qui sont sensitifs, le reste des mains étant moteur.

Lors des mouvements de rotation, le praticien doit sentir une saillie du tubercule du naviculaire vers le haut en rotation externe, et un effondrement de ce même tubercule dans la rotation opposée : ces bombements et effondrements définissent les mouvements de glissement du naviculaire par rapport au talus.

Chacun des résultats recensés par un testeur était donc annoté par son étudiant-scripte sur une grille.

La prise d’empreinte podoscopique

La prise d’empreinte plantaire s’est effectuée à l’aide d’un **podoscope** : conçu pour l'**examen clinique des plantes de pieds en charge**, ce dernier permet de mettre en évidence les **principales zones d'appui au sol** par phénomène de vitro-pression.

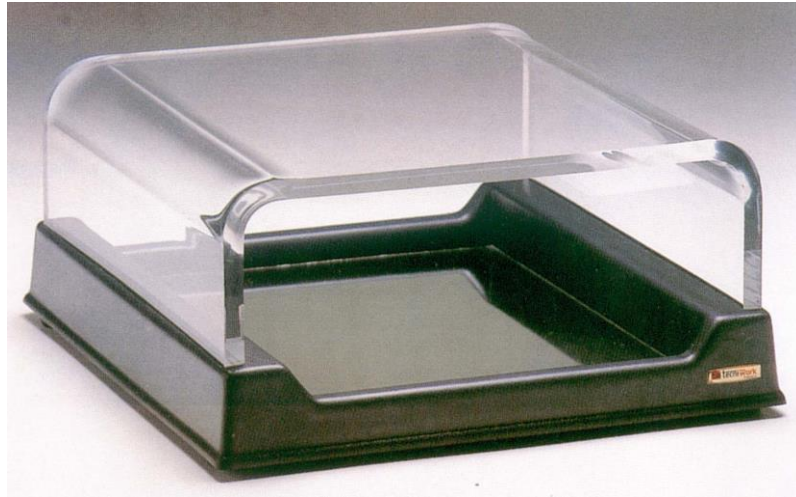


Photo 36 – Podoscope

(Ici à éclairage fluorescent tangentiel, celui utilisé dans l’étude était à rétro-éclairage simple).

Afin d’observer les attitudes podologiques (positionnelles des pieds) des sujets, le thérapeute neutre les a placés tour à tour sur le podoscope en **position de référence posturologique** :

- en leur demandant de piétiner légèrement dans un premier temps,
- puis, leur demandant de se tenir droits, en plaçant leurs chevilles à largeur du bassin (espace inter-calcanéen de trois travers de doigts) en ouverture de 30° (à l’aide d’un instrument de calage identique pour tous), les bras le long du corps ;
- les dents desserrées (pour ne pas informer leur capteur occlusal)
- les yeux ouverts (portant leur correction oculaire si présente) fixant un point fixe éloigné à trois mètres en face d’eux (évitant alors de les faire converger afin de shunter l’influence du capteur oculomoteur sur leur posture).

L'éclairage de la salle est resté sobre et harmonieux (pour une information homogène sur leurs yeux, réels exo-capteurs réfractifs).

L'analyse des prises de clichés de ces empreintes (Cf. ANNEXES) a été corrigée par M. Jean-François Hennebicq (ostéopathe (DO), kinésithérapeute de formation initiale.

Référence initiale²⁶ :

Sur la vue podoscopique (Cf. schéma 37) : « la bande latérale représente la partie de l'empreinte plantaire unissant le talon et la bande métatarsienne. La largeur de la bande latérale de référence chez l'adulte en posture debout correspond au tiers de la largeur de la bande transversale métatarsienne²⁷. Toutefois, la majorité des gens sans symptômes ont des pieds creux, le plus souvent de degré 1 ou 2 (tableau 3), soit 71 % des femmes et 58 % des hommes de race blanche. L'assise classique normale n'est présente que chez un faible pourcentage de la population, soit de 28 % à 38 % selon le sexe²⁸ ».



Schéma 37 – Ci-dessus, représentation des différentes attitudes podologiques en fonction des empreintes podoscopiques relevées selon le blog : <http://lemedecinduquebec.org/Media>

- **Pied plat de 3^{ème} degré,**
- **Pied plat de 2^{ème} degré,**
- **Pied plat de 1^{er} degré,**
- **Pied creux de 1^{er} degré,**
- **Pied creux de 2^{ème} degré,**
- **Pied creux de 3^{ème} degré,**

²⁶ <http://lemedecinduquebec.org/Media>

²⁷ Netter FH. Anatomy, physiology and metabolic disorders. *The Ciba Collection of Medical Illustrations: Musculoskeletal System Part I*. 2e éd. Summit : Ciba-Geigy ; 1991. pp. 113-20.

²⁸ Pellas F, Vial D. Étude des empreintes et pressions plantaires : données actuelles. Dans: Bouysset M, rédacteur. *Le pied en rhumatologie*. 1re éd. Paris : Springer-Verlag : 1998.

D] Testeurs

Comme suggéré dans les normes de l'IAMMM²⁹, notre étude de reproductibilité est objectivable puisqu'elle a été effectuée par plus de deux praticiens.

De plus, pour **affiner l'étude statistique de mon mémoire au vue de la pratique de chacun de ces praticiens**, j'avais inséré un questionnaire au sein de la « fiche praticien » (Cf. ANNEXES) qui leur était proposée.

Ce questionnaire ciblé a notamment permis aux ostéopathes présents de quoter les différentes méthodologies de tests référencées en ostéopathie (à la recherche de DSO) au sein d'un tableau, en fonction de la fréquence à laquelle ils les incorporent dans leur pratique professionnelle ; et avait pour but de prendre du recul sur les résultats ensuite traités.

Les notes classaient l'utilisation des tests comme :

- 4** : « *fréquemment* » (*quotidien*)
- 3** : « *régulièrement* » (*hebdomadaire*)
- 2** : « *un peu* » (*mensuel*)
- 1** : « *rarement* » (*trimestriel*)
- 0** : « *jamais* » (*annuel ou moins*)

Ces notes personnelles seront utilisées en discussion du mémoire (**afin d'éclaircir l'analyse des différences de discriminations inter-praticiennes pour le test à référencer**) et ont donc fait l'objet d'un traitement confidentiel ici : seules ont été reportées dans le tableau ci-dessous les moyennes globales des notes distribuées.

²⁹ « IAMMM »: International Academy of Manual/musculoskeletal Medicine, Patijn Jacob, MD, PhD, Remvig Lars, DMSc, *Reproductibility and validity: Study Protocol Formats for Diagnostic Tests in Manual/musculoskeletal Medicine*, éd. 2011.

		Moyenne des notes pour le test	Note la plus donnée	Expérience moyenne des praticiens (en années) en accord avec la note la plus donnée
Attention	Tests globaux	3,3	4	16
	Tests spécifiques	3,3	3	16
Méthodologie	Tests articulaires (TOA)	2,7		
	Tests musculaires (EM)	2		
	Tests articulaires (TOG)	2	3	16
	Tests tissulaires (fascia/ crânien)	1,7		
Recherche	Paramètres majeurs	4	4	13
	Paramètres mineurs	3,7	4	16
	Densité	2,7		
	Reproduction de la douleur	4	4	13
TOTAL		2,3	3,7	

Tableau 38 - Comparaison des fréquences d'utilisation des différentes technicités de tests, des praticiens avant effectué l'expérimentation (à la lumière de leur expérience professionnelle).

Exposons ces caractéristiques aux formations et aux années d'expériences de chacun des praticiens ayant participé à l'étude :

M. Arnaud Lefevre, ostéopathe DO :

- Centre de formation à l'ostéopathie : Institut Supérieur d'Ostéopathie – Paris Est.
- Autre formation (inclue dans sa pratique ostéopathique) : Posturologie.
- Expérience pratique de l'ostéopathie suite à son diplôme : 8 ans.

M. Jean-François Hennebicq, ostéopathe DO :

- Centre de formation à l'ostéopathie : Institut d'Enseignement Privé d'Ostéopathie.
- Autre formation (inclue dans sa pratique ostéopathique) : kinésithérapie et posturologie.
- Expérience pratique de l'ostéopathie suite à son diplôme : 25 ans.

M. Jordane Portela, ostéopathe DO :

- Centre de formation à l'ostéopathie : Institut Supérieur d'Ostéopathie – Paris Est.
- Expérience pratique de l'ostéopathie suite à son diplôme : 7 ans.

IV – RESULTATS ET ANALYSE STATISTIQUE

Il nous apparaît plusieurs limites en premier abord : comme tout test ostéopathique, l'étude du test de l'articulation talo-naviculaire ne peut s'effectuer au mieux qu'en **simple aveugle**, puisque bien que les sujets aient été ignorants du traitement qu'ils recevaient, les praticiens savaient ce qu'ils recherchaient par leur habileté palpatoire. Contrairement aux études en double aveugle se contentant d'un groupe témoin pour valider leurs recherches, il nous faut ainsi nous servir de tests statistiques incluant le **coefficient Kappa** pour donner du sens à notre expérimentation.

En effet, ce coefficient a pour but de calculer l'intervalle de confiance entre des examinateurs, en incluant au sein de l'analyse de la mesure de l'accord inter-praticiens le « facteur chance ».

Une seconde limite pourrait concerner la population utilisée pour notre expérimentation : en effet, le corps étudiant en ostéopathie est constitué d'un **ratio très favorable pour les femmes**, la parité des sexes n'a donc pas pu être respectée (2 hommes pour 11 femmes). Mais, même conscient des légères différences tissulaires inter-sexes (les femmes possédant des articulations communément plus laxes), nous justifierons cet écart par notre désir de randomisation maximale (le laissant sur le compte du facteur aléatoire).

1 - Résultats du test de l'articulation talo-naviculaire

Afin de respecter la confidentialité des testeurs, il leur a été donné à chacun un numéro (aléatoirement de 1 à 3), voici la comparaison des résultats retrouvés pour l'ensemble des 26 pieds pour chacun des cas de figures possibles :

- **Dysfonction Somatique Ostéopathique retrouvée, ou non** (respectivement rapportés sous les termes « DSO » / « Pas de DSO » dans les tableaux ci-dessous),

- **Dysfonction de naviculaire en infériorité, ou non** (respectivement rapportés sous les termes « Naviculaire inf » / « Pas de naviculaire inf » dans les tableaux ci-dessous),

- **Dysfonction de naviculaire en supériorité, ou non** (respectivement rapportés sous les termes « Naviculaire sup » / « Pas de naviculaire sup » dans les tableaux ci-dessous),

Ce qui nous donne à analyser 26 pieds pour trois cas de figures possibles, soit 78 résultats (pour chaque praticien) ; crédibilisant notre étude puisque l'IAMMM préconise arbitrairement (selon ses termes) un « minimum statistique » de 40 résultats pour valider une étude de reproductibilité (pouvoir analytique cependant encore en cours de calcul).

- **Comparaison des testeurs 1 & 2**
 - **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :**

Testeur 1				
		DSO	Pas de DSO	Total
Testeur 2	DSO	1	6	7
	Pas de DSO	0	6	6
	Total	1	12	13

Testeur 1				
		Naviculaire inf	Pas de Naviculaire inf.	Total
Testeur 2	Naviculaire inf.	0	0	0
	Pas de Naviculaire inf.	1	12	13
	Total	1	12	13

Testeur 1				
		Naviculaire sup	Pas de Naviculaire sup	Total
Testeur 2	Naviculaire sup	0	7	7
	Pas de Naviculaire sup	0	6	6
	Total	0	13	13

- **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :**

Testeur 1				
		DSO	Pas de DSO	Total
Testeur 2	DSO	1	3	4
	Pas de DSO	3	6	9
	Total	4	9	13

Testeur 1				
		Naviculaire inf.	Pas de Naviculaire inf.	Total
Testeur 2	Naviculaire inf.	0	0	0
	Pas de Naviculaire inf.	4	9	13
	Total	4	9	13

Testeur 1				
		Naviculaire sup	Pas de Naviculaire sup	Total
Testeur 2	Naviculaire sup	0	4	4
	Pas de Naviculaire sup	0	9	9
	Total	0	13	13

- **Comparaison des testeurs 2 & 3**
 - **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :**

Testeur 2				
		DSO	Pas de DSO	Total
Testeur 3	DSO	4	1	5
	Pas de DSO	2	6	8
	Total	6	7	13

Testeur 2				
		Naviculaire inf.	Pas de Naviculaire inf.	Total
Testeur 3	Naviculaire inf.	0	3	3
	Pas de Naviculaire inf.	0	10	10
	Total	0	13	13

Testeur 2				
		Naviculaire sup	Pas de Naviculaire sup	Total
Testeur 3	Naviculaire sup	4	0	4
	Pas de Naviculaire sup	3	6	9
	Total	7	6	13

- **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :**

Testeur 2				
		DSO	Pas de DSO	Total
Testeur 3	DSO	3	2	5
	Pas de DSO	0	8	8
	Total	3	10	13

Testeur 2				
		Naviculaire inf.	Pas de Naviculaire inf.	Total
Testeur 3	Naviculaire inf.	0	2	2
	Pas de Naviculaire inf.	0	11	11
	Total	0	13	13

Testeur 2				
		Naviculaire sup	Pas de Naviculaire sup	Total
Testeur 3	Naviculaire sup	2	1	3
	Pas de Naviculaire sup	2	8	10
	Total	4	9	13

- **Comparaison des testeurs 1 & 3**
 - **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :**

Testeur 1				
Testeur 3		DSO	Pas de DSO	Total
	DSO	1	6	7
	Pas de DSO	0	6	6
	Total	1	12	13

Testeur 1				
Testeur 3		Naviculaire inf.	Pas de Naviculaire inf.	Total
	Naviculaire inf.	1	2	3
	Pas de Naviculaire inf.	0	10	10
	Total	1	12	13

Testeur 1				
Testeur 3		Naviculaire sup	Pas de Naviculaire sup	Total
	Naviculaire sup	0	4	4
	Pas de Naviculaire sup	0	9	9
	Total	0	13	13

- **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :**

Testeur 1				
Testeur 3		DSO	Pas de DSO	Total
	DSO	0	5	5
	Pas de DSO	4	4	8
	Total	4	9	13

Testeur 1				
Testeur 3		Naviculaire inf.	Pas de Naviculaire inf.	Total
	Naviculaire inf.	0	2	2
	Pas de Naviculaire inf.	4	7	11
	Total	4	9	13

Testeur 1				
Testeur 3		Naviculaire sup	Pas de Naviculaire sup	Total
	Naviculaire sup	0	3	3
	Pas de Naviculaire sup	0	10	10
	Total	0	13	13

2 - Analyse du test de l'articulation talo-naviculaire :

Il nous incombe dans un premier temps d'édifier la nature DATA de notre expérience ; il s'agit bien d'un test qualitatif dont la gamme de réponse est : y-a-t'il une dysfonction ou pas, et si oui laquelle.

La part du hasard gênant notre appréciation, nous nous servons de l'indice « KAPPA » (élaboré par Jacob Cohen³⁰) pour mettre en évidence le degré de reproductibilité inter-examineurs de notre test puisque cet outil a l'avantage (par rapport à un simple calcul du degré d'accord, tenant uniquement compte de l'influence de la subjectivité) de prendre en compte les **probabilités d'accord par chance**. C'est l'indice recommandé par l'IAMMM pour les études de mesure d'accord entre différents praticiens.

Il se calcule de la façon suivante : soit **X** et **Y**, deux praticiens ayant pour devoir de classer **n** sujets en deux catégories, par rapport à la positivité de leurs réponses à un test : « oui » ou « non ».

On nomme **a** le nombre de cas où **X** et **Y** ont tous deux perçu une réponse positive au test pour un même sujet, et **d** le nombre de cas où ces thérapeutes se sont mis d'accord pour une réponse négative d'un sujet.

De plus, on appellera **b** les cas de ressenti positif de **X** quand **Y** recevait une réponse négative pour le même sujet, et **c** le nombre de situations inverses.

		Testeur X		Total
		Oui	Non	
Testeur Y	Oui	a	b	a+b
	Non	c	d	c+d
	Total	a+c	b+d	n

³⁰ Première parution du coefficient KAPPA dans le journal *Educational and Psychological Measurement* en 1960 : ce-dernier permet la mesure de l'accord entre plusieurs observateurs lors d'un codage qualitatif en catégories.

On commence par calculer pour chaque cas de figure (chaque réponse possible et chaque comparaison de praticiens) le **degré d'accord P_0** :

$$P_0 = (a+b)/n$$

Puis, nous recherchons une estimation de la prévalence de l'hypothèse initiale de chaque test (prévalence de tests positifs, retrouvant la condition recherchée), P_{INDEX} :

$$P_{INDEX} = [a+(b+c)/2]/n$$

On calcule ensuite la probabilité de l'accord attendu, en incluant le **facteur de la chance, P_C** (probabilité d'un accord aléatoire) :

$$P_C = [(a+b)/n] \times [(a+c)/n] + [(c+d)/n] \times [(b+d)/n]$$

NB : ces données correspondent :

- $[(a+b)/n]$ = Pourcentage de positivité retrouvée par X,
- $[(a+c)/n]$ = Pourcentage de positivité retrouvée par Y,
- $[(c+d)/n]$ = Pourcentage de négativité retrouvée par X,
- $[(b+d)/n]$ = Pourcentage de négativité retrouvée par Y.

Nous sommes enfin dans la possibilité de poser un **coefficient KAPPA** pour chacune des conditions, puis un coefficient KAPPA global, mettant en évidence la reproductibilité du test de la talo-naviculaire, K^{31} :

$$K = (P_0 - P_C) / (1 - P_C)$$

En utilisant la même nomenclature que précédemment, nous annoterons ces coefficients des indices :

- (DSO) pour la simple recherche de présence de dysfonction,
- (INF) pour la recherche de dysfonction en infériorité du naviculaire,
- (SUP) pour la recherche de dysfonction en supériorité du naviculaire,

³¹ Si les codeurs sont totalement en accord, $K = 1$; et s'ils sont totalement en désaccord (ou en accord dû uniquement au hasard), $K \leq 0$ (Cf. analyse des résultats plus bas).

- **Comparaison des testeurs 1 & 2**

	➤ Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :			
$P_{O(DSO)} = 0,54$	$P_{INDEX(DSO)} = 0,31$	$P_{C(DSO)} = 0,47$	$K_{(DSO)} = 0,13$	
$P_{O(INF)} = 0,92$	$P_{INDEX(INF)} = 0,04$	$P_{C(INF)} = 0,92$	$K_{(INF)} = 0$	
$P_{O(SUP)} = 0,46$	$P_{INDEX(SUP)} = 0,27$	$P_{C(SUP)} = 0,54$	$K_{(SUP)} = -0,17$	
	➤ Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :			
$P_{O(DSO)} = 0,54$	$P_{INDEX(DSO)} = 0,31$	$P_{C(DSO)} = 0,57$	$K_{(DSO)} = -0,07$	
$P_{O(INF)} = 0,69$	$P_{INDEX(INF)} = 0,15$	$P_{C(INF)} = 0,69$	$K_{(INF)} = 0$	
$P_{O(SUP)} = 0,69$	$P_{INDEX(SUP)} = 0,15$	$P_{C(SUP)} = 0,69$	$K_{(SUP)} = 0$	

- **Comparaison des testeurs 1 & 3**

	➤ Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :			
$P_{O(DSO)} = 0,77$	$P_{INDEX(DSO)} = 0,42$	$P_{C(DSO)} = 0,51$	$K_{(DSO)} = 0,53$	
$P_{O(INF)} = 0,85$	$P_{INDEX(INF)} = 0,12$	$P_{C(INF)} = 0,77$	$K_{(INF)} = 0,35$	
$P_{O(SUP)} = 0,77$	$P_{INDEX(SUP)} = 0,42$	$P_{C(SUP)} = 0,49$	$K_{(SUP)} = 0,55$	
	➤ Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :			
$P_{O(DSO)} = 0,85$	$P_{INDEX(DSO)} = 0,31$	$P_{C(DSO)} = 0,56$	$K_{(DSO)} = 0,66$	
$P_{O(INF)} = 0,77$	$P_{INDEX(INF)} = 0,08$	$P_{C(INF)} = 0,85$	$K_{(INF)} = 0,53$	
$P_{O(SUP)} = 0,77$	$P_{INDEX(SUP)} = 0,27$	$P_{C(SUP)} = 0,60$	$K_{(SUP)} = 0,43$	

- **Comparaison des testeurs 2 & 3**

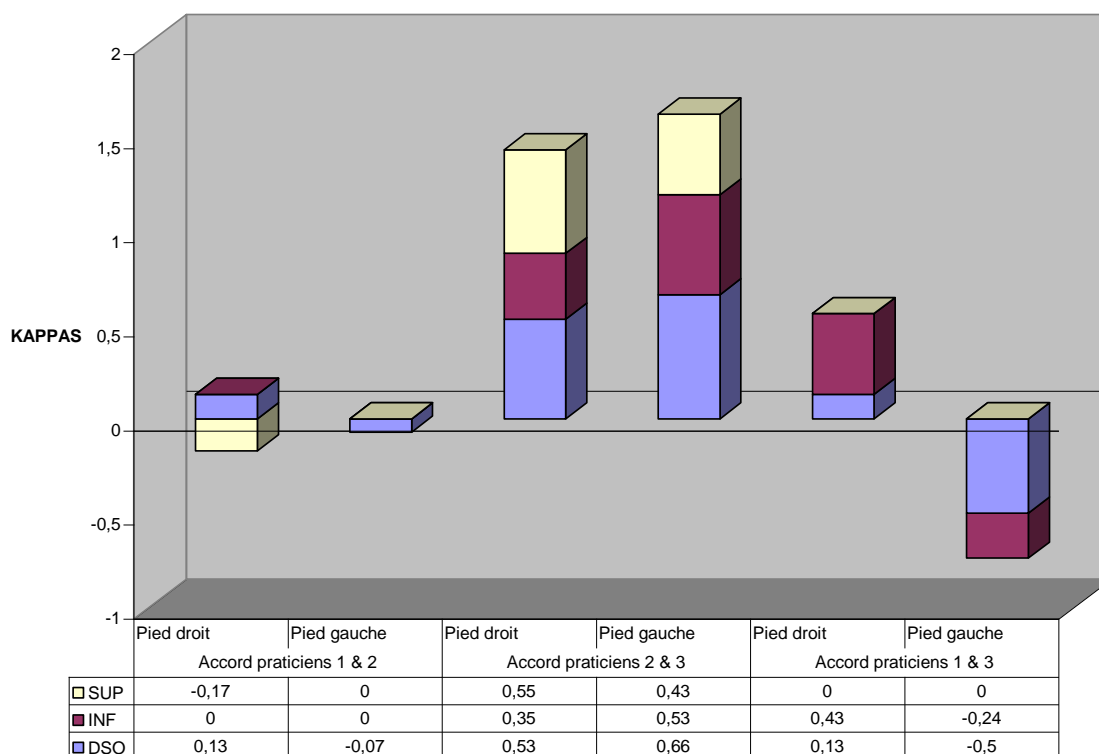
	➤ Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :			
$P_{O(DSO)} = 0,54$	$P_{INDEX(DSO)} = 0,31$	$P_{C(DSO)} = 0,47$	$K_{(DSO)} = 0,13$	
$P_{O(INF)} = 0,85$	$P_{INDEX(INF)} = 0,15$	$P_{C(INF)} = 0,73$	$K_{(INF)} = 0,43$	
$P_{O(SUP)} = 0,69$	$P_{INDEX(SUP)} = 0,15$	$P_{C(SUP)} = 0,69$	$K_{(SUP)} = 0$	
	➤ Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :			
$P_{O(DSO)} = 0,31$	$P_{INDEX(DSO)} = 0,35$	$P_{C(DSO)} = 0,54$	$K_{(DSO)} = -0,50$	
$P_{O(INF)} = 0,54$	$P_{INDEX(INF)} = 0,23$	$P_{C(INF)} = 0,63$	$K_{(INF)} = -0,24$	
$P_{O(SUP)} = 0,77$	$P_{INDEX(SUP)} = 0,12$	$P_{C(SUP)} = 0,77$	$K_{(SUP)} = 0$	

Moyenne des indices KAPPA :

➤ **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds droits :**
 $K_{(DSO)} = 0,26$
 $K_{(INF)} = 0,26$
 $K_{(SUP)} = 0,13$

➤ **Concernant l'articulation talo-naviculaire des pieds gauches :**
 $K_{(DSO)} = 0,03$
 $K_{(INF)} = 0,10$
 $K_{(SUP)} = 0,14$

➤ **Moyennes des deux pieds :**
 $K_{(DSO)} = 0,15$
 $K_{(INF)} = 0,18$
 $K_{(SUP)} = 0,14$



Graphique 39 - Degrés d'accord entre les praticiens en fonctions des critères.

➤ **Coefficient KAPPA global :**

$$K_{(GLOBAL)} = 0,18$$

La classification de ce coefficient donnée par l'IAMM expose qu'il peut varier de -1 à +1 et qu'il en existe différents schémas d'interprétation. Le schéma le plus couramment utilisé est celui de **Landis & Koch (1977)**, qui atteste que le chiffre obtenu n'offre un intervalle de confiance de « bon » voire « excellent » au test (et donc ne valide à coup sûr son utilité) que s'il se trouve supérieur à +0,60.

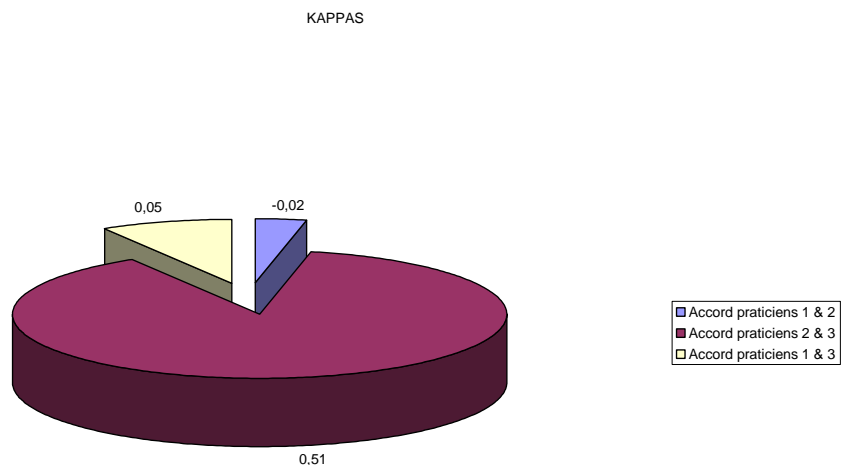
A contrario, une valeur KAPPA de +0,40 ou moins n'offre au test qu'un faible agrément de reproductibilité au test (prenant en compte la chance) et le discrédite donc.

Un résultat entre +0,40 et +0,60 reflète un adjectif de « passable » à « bon », et considère le test comme acceptable pour ce même critère.

En résumé on peut affirmer que :

- Si $K < 0$: désaccord inter-praticiens,
- Si $0,01 < K < 0,20$: accord très faible inter-praticiens,
- Si $0,21 < K < 0,40$: accord faible inter-praticiens,
- Si $0,41 < K < 0,60$: accord modéré inter-praticiens,
- Si $0,61 < K < 0,80$: accord fort inter-praticiens,
- Si $0,81 < K < 1$: accord presque parfait inter-praticiens.

L'accord global inter-praticiens pour ce test demeure donc très faible pour notre expérience, mais le graphique comparant les indices KAPPAS obtenus par chaque paire de praticiens (Cf. graphique 40) met en évidence d'**importantes différences d'accord en fonction des binômes établis**, et nous pousse à recalculer l'indice KAPPA non en fonction des critères recherchés, mais cette fois par paire d'examineurs.



Graphique 40 - Degrés d'accord entre les praticiens par binômes.

En effet, la forte disparité apparente est principalement le fait du praticien numéro 1 responsable d'un net rabais de la valeur du KAPPA global ; alors que sans lui le coefficient global atteint les +0,5 ce qui classe le test comme acceptable (valide). Il dépasse même la barre des +0,6 lui promettant une forte reproductibilité concernant le simple critère de présence de dysfonction, ou non.

3 -Résultats et analyse du test au podoscope

Voici les informations podologiques diagnostiquées par M. Jean-François Hennebicq concernant les 13 empreintes relevées :

N° du sujet	Pied droit	Pied gauche	Asymétrie ?	
1	C(3)	C(3)		
2	C(1)	C(1)		C = Creux
3	P(1)	P(1)		P = Plat
4	N	C(1)	Oui	N = Normal
5	C(3)	C(3)		(1/ 2/ 3 = type)
6	C(1)	N	Oui	
7	C(1)	C(1)		
8	C(3)	C(1)	Oui	
9	C(1)	C(3)	Oui	
10	C(3)	C(3)		
11	N	N		
12	C(1)	C(1)		
13	C(2)	C(2)		

Tableau 41 - Diagnostic podologique des différentes empreintes podoscopiques

Soit, 9 empreintes symétriques contre 4 empreintes asymétriques, avec une prédominance de pieds creux (typologie du pied européen).

V - DISCUSSION

A] Discussion technique

1 - Concernant le test ostéopathique

Nous nous sommes penchés sur la reproductibilité de la talo-naviculaire car elle n'a jamais été recensée selon la SEFO³², et puisqu'au vue de la facilité du repérage du tubercule du naviculaire et de la mise en place du test de cette articulation, nous pouvions minimiser l'impact des erreurs de palpation.

Les praticiens ont été recrutés sur leur expérience : diplômés d'une formation complète, pratiquant quotidiennement l'ostéopathie depuis plus de cinq ans et tous enseignants à l'Institut Dauphine d'Ostéopathie, ils partagent donc la même nomenclature, la même vision de l'ostéopathie et ont à cœur de développer la recherche expérimentale et bibliographique de notre profession.

Nous nous sommes limités à trois praticiens, afin que les articulations des patients ne soient pas excessivement mobilisées, ce qui aurait alors risqué de fausser le ressenti des derniers testeurs.

Les conditions réunies ont tenté de se rapprocher au plus près possible de celles d'un cabinet.

Cependant, bien que désireux d'effectuer une étude en simple aveugle, la population d'étudiants qui a été testée était alors en seconde année à l'Institut Dauphine d'Ostéopathie, donc **en pleine connaissance du test qui leur était appliqué et ont pu le reconnaître** (l'apprentissage du TOA des membres inférieurs étant dispensé en début de cycle). Cependant l'impact de ce biais semble faible, les étudiants s'étant engagés à demeurer passifs tout au long du protocole.

³² « SEFO »: Scientific European Federation Osteopaths.

De plus, désireux que les sujets restent allongés toute la durée de l'expérimentation (de la prise d'empreinte à la fin des différents tests : afin de minimiser les informations sur le capteur plantaire, susceptibles d'influer sur ses différentes cinétiques articulaires) et la disposition de la salle ne permettant pas l'installation de plus d'étudiants, **nous avons du nous limiter aux 13 patients.**

Autre biais de recrutement : les sujets recrutés ne forment pas un échantillon représentatif de la population générale car majoritairement de phénotype européen et de sexe féminin. Néanmoins ce facteur semble plus péjorant pour l'étude podoscopique, puisque l'ethnie d'un sujet influe certes volontiers sur sa posture ; mais il n'est pas démontré qu'elle tende clairement à influencer certaines dysfonctions : nous investiguerons cette possible corrélation dans l'analyse comparative de nos résultats.

Nous aurions enfin peut-être obtenu de meilleurs résultats avec des sujets plus âgés, partant du principe que les différentes altérations tissulaires provoquées par une DSO sont plus marquées chez eux et donc plus grossièrement repérables.

2 - Concernant le test podologique

Attention, il est à noter en premier lieu que ce diagnostic reste un peu péremptoire vis-à-vis de la seule vue d'une empreinte podoscopique : l'angle imposé pour la photographie (en vue antérieure, afin d'avoir un aperçu le plus net et complet possible des surfaces d'appui plantaire) n'a pas pu mettre parallèlement en évidence les grands axes achilléens et les déviations en varus ou valgus de l'arrière pied (visibles en vue postérieure).

Comme noté précédemment, le choix d'une faible population pour ce mémoire a limité la variabilité des pieds (notamment dans leur phénotype : essentiellement européen). Or, **les empreintes plantaires étant le reflet de leur ethnie-développement**, nous n'avons donc relevé qu'un cas de pieds plats (symétriques) contre 21 pieds creux et 4 d'attitudes normales.

Nombre de pieds par attitude podoscopique	
C(3)	8
C(2)	2
C(1)	11
N	4
P(1)	2

Légende :

C = Creux

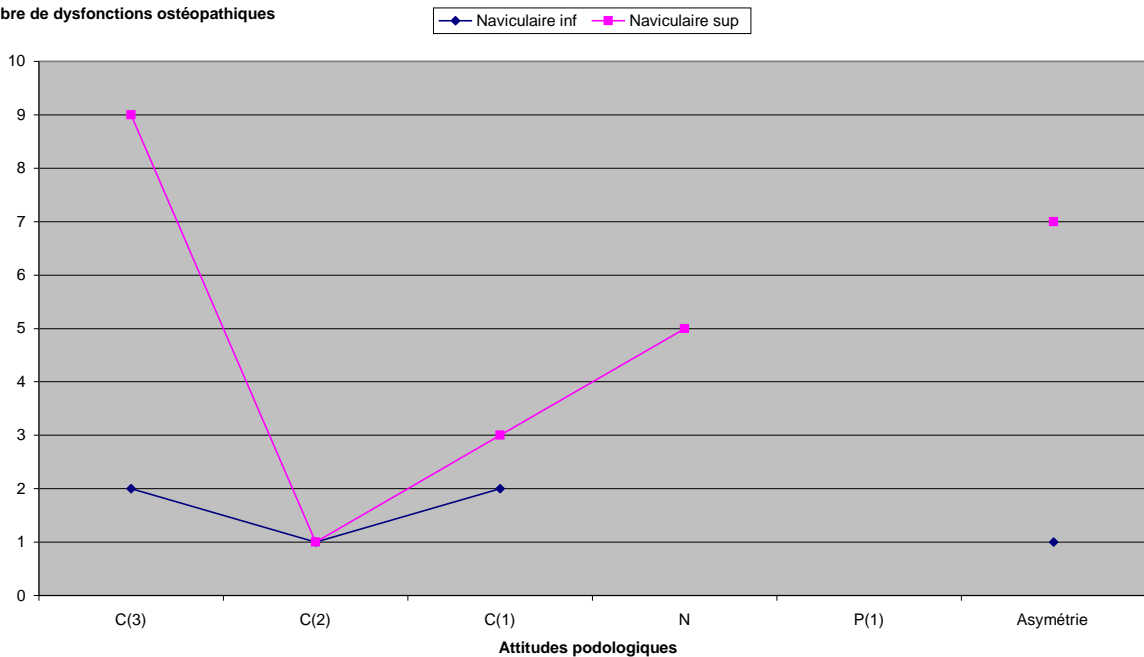
P = Plat

N = Normal

(1/ 2/ 3 = type)

Tableau 42 – Ci-dessus, classement les pieds par attitude podologique.

Nombre de dysfonctions ostéopathiques

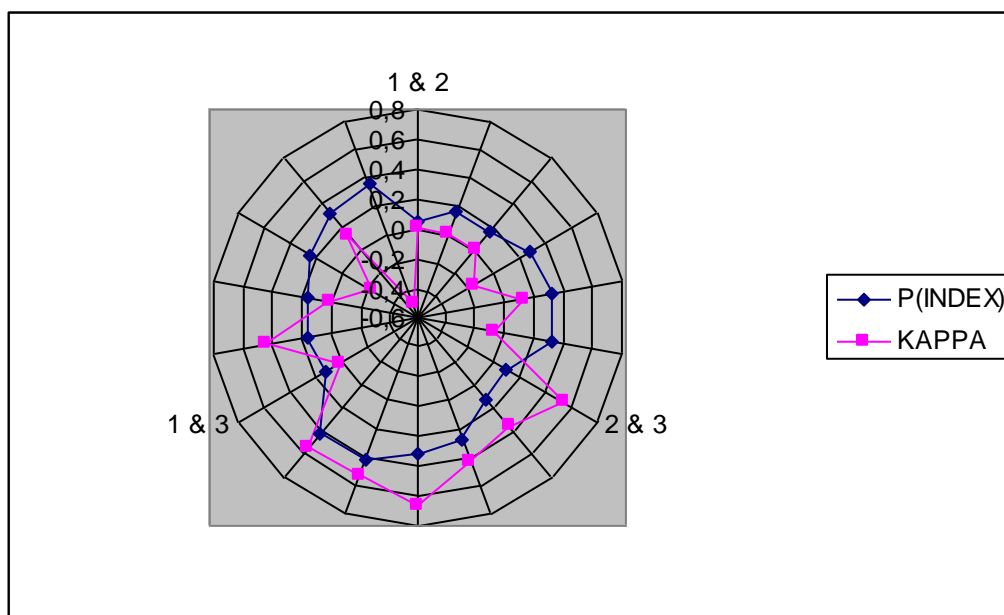


Graphique 43 – Résultats ostéopathiques (praticiens 2 et 3) pour chaque attitude podologique

Nous basant sur la divergence des coefficients KAPPA, nous n'utiliserons que les résultats des praticiens 2 et 3 (plus unifiés) pour la comparaison avec les attitudes des voûtes plantaires retrouvées au podoscope.

Il apparaît d'emblée sur le graphique ci-dessus que le **diagnostic ostéopathique de DSO talo-naviculaire en supériorité (courbe rose)** est **posé largement plus fréquemment que celui de naviculaire en infériorité (courbe bleue)**.

La dernière colonne des abscisses propose une comparaison des dysfonctions ostéopathiques en cas d'asymétrie des empreintes podoscopiques, on peut de plus noter qu'**aucune paire de pieds asymétrique n'est dépourvu de dysfonctions au niveau d'au moins une de ses articulations talo-naviculaires**. Ces dernières sont cependant réparties de manière homogène entre le pied le plus aphysiologique et celui plus « normal », avec une très légère préférence pour les dysfonctions de naviculaire haut au niveau du pied le moins creux... Sans doute liée au simple couple des facteurs les plus retrouvés (existant plus de pieds creux que de plats, et de naviculaires en dysfonction de supériorité qu'en infériorité).



Graphique 44 - Mise en parallèle de l'indice de prévalence (P_{INDEX}) et de celui de reproductibilité (K)

Comme détaillé en introduction, posséder un test reproductible ne suffit pas : encore faut-il qu'il soit sensible. Pour cela nous avons mis en parallèle les indices de reproductibilité et de prévalence de chaque binôme (Cf. graphique 44).

L'IAMMM, toujours, prescrit un indice de prévalence d'un minimum de 0,5 pour certifier un test « fortement sensible ». Encore une fois, le binôme 2-3 remporte les meilleurs statistiques, mais avec une **moyenne un peu juste de P_{INDEX} , de 0,27**. Les praticiens semblent plus facilement d'accord pour juger un test positif au sujet de la simple présence d'une dysfonction (DSO) et de la présence d'une dysfonction de naviculaire en supériorité (moyenne $P_{INDEX(DSO+SUP)}=0,36$. Et notamment au niveau du pied droit (0,42).

B] Discussion ostéopathique

1 - Concernant le test ostéopathique

Les différents coefficients KAPPA entre deux examinateurs sont globalement harmonieux quel que soit le critère recherché ; et il est intéressant de noter que le ressenti de l'examineur n°1 (celui qui est donc le plus en discordance des autres) pêche principalement dans la simple recherche de présence de dysfonction (et dans la recherche de dysfonction de naviculaire haut).

Cela nous invite donc à nous interroger sur sa pratique quotidienne :

Mise en parallèle des dysfonctions retrouvées et de la pratique quotidienne des différents praticiens ayant participé à l'étude :

L'indice KAPPA suscite une analyse fine des différents facteurs ayant pu influencer les résultats pour en tirer de véritables conclusions.

Grâce au questionnaire de la « fiche praticien » (Cf. ANNEXES), nous pouvons revoir les résultats du premier praticien à la lumière des paramètres qu'il est habitué à rechercher dans ses protocoles de tests.

En effet, alors que les praticiens 2 et 3 ont donné les notes respectives de 3 et 4 (sur 4) pour jauger la fréquence de leur utilisation de TOA dans leur pratique : de

« régulièrement » (fréquence hebdomadaire) à « fréquemment » (fréquence quotidienne); le praticien n°1 avait quant-à lui rempli la note 0 dans le questionnaire, nous indiquant qu'il ne l'incorpore (quasiment) jamais (rythme annuel ou moins) à sa pratique.

Par cette analogie entre pratique quotidienne des praticiens et résultats de l'expérimentation, cette mesure nous invite à incriminer l'habileté palpatoire du premier examinateur quant-à son diagnostic TOA, afin de reconsidérer notre conclusion sur l'indice KAPPA global.

$$K_{(\text{GLOBAL INTER-PRATICIENS 2 \& 3})} = 0,51$$

La somme des cas où le premier praticien a jugé un test comme négatif (« Pas de DSO » ou « Pas de Naviculaire inf. » ou « Pas de Naviculaire sup ») alors que l'autre testeur le jugeait positif est de 36, face à seulement 16 pieds pour lesquels il a trouvé une dysfonction tandis qu'un autre examinateur ne trouvait pas d'altération de mobilité.

Ce score nous confirme donc qu'il s'agit plus volontiers d'un défaut de sensibilité faisant passer le premier praticien (à priori) à côté de dysfonctions, plutôt que d'un excès de diagnostics positifs erronés.

Nous poursuivrons donc la suite des analyses en nous basant uniquement sur les résultats des praticiens 2 et 3

Recherche du principal facteur dépréciant la reproductibilité du test :

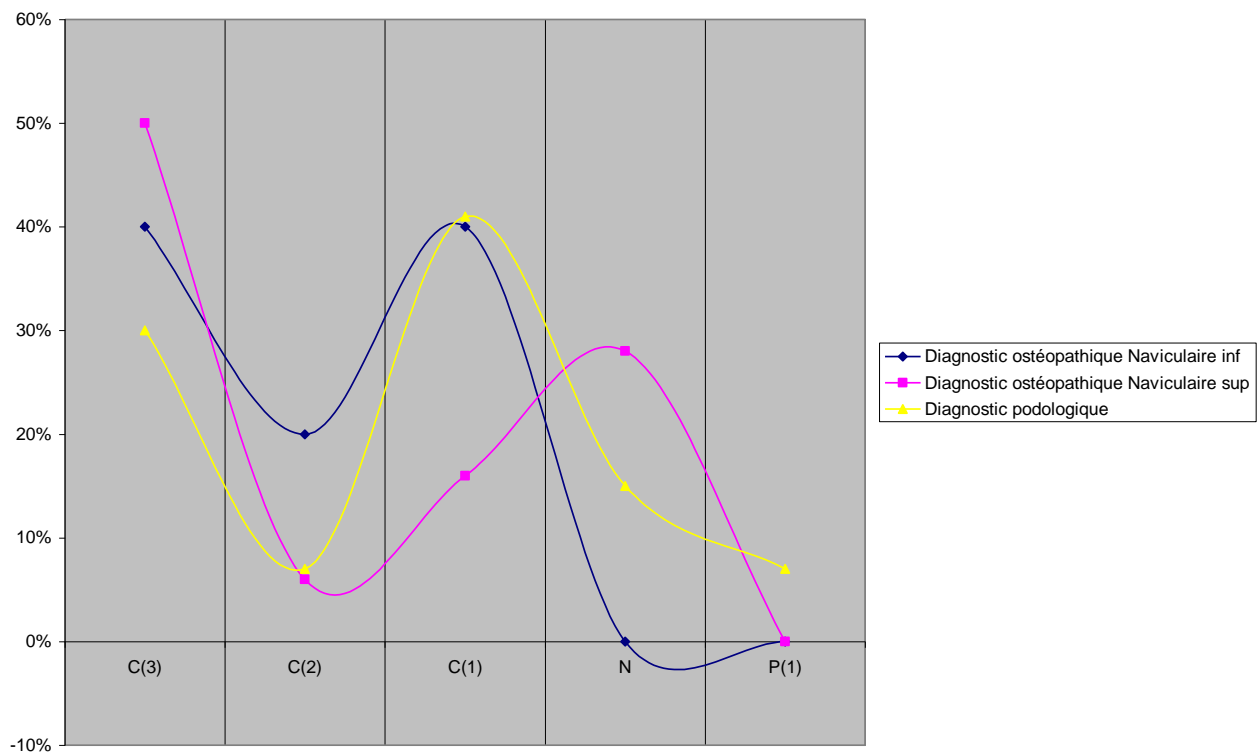
Ensuite, recherchant le maillon responsable du seul adjectif « acceptable » pour notre test, l'étude de la prévalence des dysfonctions nous indique que le principal lieu de confusion dans les diagnostics est le pied gauche: il existe en effet une nette différence dans les résultats des enseignants 2 & 3 entre le test des pieds droits et celui des pieds gauches.

Sachant que ces praticiens sont tous-deux droitiers nous pouvons, par supposition, imputer cet écart à un meilleur ressenti de leur main dominante.

La comparaison de l'index de prévalence avec l'indice KAPPA nous pousse elle aussi à croire en une meilleure habileté palpatoire dans la main dominante ; et à une meilleure sensibilité du test concernant (outre le simple facteur de dysfonction ou non) la dysfonction de naviculaire en supériorité.

2 - Concernant le test podologique

Il nous incombe, en lien avec les graphiques déjà établis, de mettre en place une nouvelle courbe comparant les pourcentages de survenue de chacune de ces dysfonctions :



Graphique 45 - Pourcentages de dysfonctions ostéopathiques en fonction du pourcentage de dysfonctions podologiques.

Ce nouveau graphique nous renseigne au premier coup d'œil sur la potentielle corrélation existante entre avis ostéopathiques et podologiques : il apparaît clairement que les courbes de pourcentages se suivent, sous-entendant alors un rapport entre les dysfonctions de ces deux disciplines ; cependant, les nombreuses cassures présentes ne vont pas en faveur d'une dysfonction préférentielle en fonction de telle ou telle attitude de la voûte plantaire.

En fait, ces pourcentages sont la simple expression des diagnostics les plus retrouvées, et il n'émerge pas de réel rapport entre le degré de dysfonction podologique et la probabilité de dysfonction ostéopathique, ni entre un type de dysfonction d'une profession et un type de l'autre.

Cette discordance est sans doute le fruit de la modification du paramètre de charge et de décharge (respectivement) entre étude podologique & étude ostéopathique.

3 - Concordance des antécédents des sujets avec les résultats observés

Le phénomène de « mémoire tissulaire » nous invite à penser que les antécédents (atteintes anatomiques) provoquent un état de tension (ou accumule de densité) au niveau des tissus péri-articulaires (ligaments, aponévroses, tendons musculaires) pouvant inciter les os à se positionner dans une position privilégiée de mobilité, et donc créer des dysfonctions. Nous pourrions aussi nous appuyer sur ce même mécanisme pour supposer une influence des antécédents ayant atteint les structures adjacentes (avant-pied, sous-talienne, tibio-tarsienne, genou,...)

Les antécédents relevés dans les « fiches sujets » (traumatismes, manipulations ostéopathiques récentes,...) seraient donc également à prendre en compte dans l'analyse des résultats ; mais la faiblesse de notre population d'examen ne nous propose pas assez de pieds aux caractéristiques communes et

nous ne pourrons donc malheureusement pas effectuer ici d'« étude de cohorte »³³.

C] Ouverture

1 - Conclusion

*« La statistique est aux études cliniques ce que le réverbère est à l'ivrogne. Il le soutient plus qu'il ne l'éclaire ».*³⁴

Même si nous relativisons les résultats de notre étude en invoquant les différents facteurs ayant pu la biaiser, il est évident que la reproductibilité de nos tests n'est pas parfaite. Le mystère demeure, devant deux ostéopathes qui auraient tous deux des résultats en trouvant et traitant sans doute des dysfonctions différentes si on leur présentait un même patient.

Il nous faut en conséquence reconnaître la part de subjectivité de notre profession ; mais ce travail d'humilité n'est pas incompatible avec un effort pour rechercher et utiliser les tests les plus reproductibles possibles.

Et c'est l'étude de ces-mêmes statistiques qui nous permet de conclure que le test ostéopathique articulaire de l'articulation talo-naviculaire est jugé reproductible pour les praticiens exercés à la recherche de ces paramètres majeurs.

³³ Dans les campements et durant les déplacements de l'antique milice romaine, ses différents types de soldats étaient divisés en **cohortes**: l'épidémiologie a adopté ce terme pour désigner un groupe de sujets possédant un ensemble de caractéristiques communes. L'étude de cohorte est donc une conception observationnelle analytique longitudinale dans laquelle on compare deux cohortes qui diffèrent par leur exposition au facteur d'étude pour évaluer une possible relation cause-effet. Ces études ont donc besoin d'un grand nombre de cas (300 ou plus).

³⁴ Proverbe dit du « syndrome du réverbère » par le Dr Fisch, professeur de chirurgie à l'HUG (Hôpital Universitaire de Genève).

Notre constatation prône donc que la pratique du test TOA de l'articulation talo-naviculaire demeure valable. Notamment puisque du point de vue de l'enseignement **cette méthode semble la plus pédagogique** en offrant une grande facilité d'approche (la notion de macromouvements est plus facile pour l'étudiant possédant de bonnes connaissances anatomiques, et dont la main n'est pas encore sensibilisée à la finesse de la recherche de paramètres mineurs, ou de différence de densité, etc....)

2 - Limites

Cherchant à objectiver les raisons des différences retrouvées, cette démonstration a mis le doigt sur différentes limites possibles à la pratique de ce test :

- Un manque de finesse palpatoire chez les praticiens non-entraînés,
- Un diagnostic plus précis du côté des mains dominantes pour les praticiens (notamment concernant la sensibilité du test),
- La pluralité des cas de figures entre dysfonctions ostéopathiques et podologiques dans notre étude ; qui ne nous permettent pas d'appuyer un net rapport entre les terminologies de ces deux belles professions.

3 - Ouverture

Un point à retenir est sans doute qu'afin que ce test [et plus largement **nos tests**] soient le contrefort d'une consultation ostéopathique cohérente (en nous permettant de juger de l'effcience et de l'efficacité de nos techniques curatives) ; il nous incombe la responsabilité d'une remise permanente en question de notre ressenti palpatoire.

En effet, en nous remettant en permanence en question, le célèbre « Dig on³⁵ » proposé par le père de W.G. Sutherland nous invite à fuir nos excès de confiance en notre pratique personnelle (et donc nos potentielles dérives qui en découleraient).

La conclusion de ce mémoire n'est pas une fin en soi et appelle à devenir un socle pour d'autres études : comme servir au jugement de l'efficacité d'une technique correctrice sur l'articulation talo-naviculaire (notre test jugé reproductible servant alors de jauge à l'efficacité de la manœuvre).

L'édification de la conclusion amène également une invitation à éclaircir ou approfondir quelques points :

- Les résultats seraient-ils **superposables avec ceux d'un autre type de test** sur cette même région ?

- Les résultats seraient-ils différents avec une étude similaire **effectuée par des étudiants en fin de cycle ou des jeunes professionnels** ? Une étude comme la nôtre peut-elle servir à **évaluer le niveau d'adresse d'un praticien** (par exemple pour l'aider à conforter ou à remettre en cause sa pratique) ?

- Une étude similaire à plus grande échelle (permettant une étude de cohorte) appuierait-elle un **rapport entre douleur, ou pieds moteurs** (ou pieds non moteurs), **ou encore antécédents** (douleurs, traumatismes, traumatismes pris en charge en ostéopathie, ou simple manipulation ostéopathique,...) **et dysfonctions ostéopathiques (et/ou podologiques)** ? (attention cependant à la mémoire non-exhaustive des patients concernant leur histoire : entorses passées inaperçues, etc...). Une ébauche de la « fiche sujet » alors à remplir vous est proposée en annexes !

³⁵ En anglais : « Cherche encore ! ». Allusion à un épisode de son enfance que W.G. Sutherland évoque souvent dans ses écrits : de famille modeste, son père le renvoyait chaque jour labourer d'avantage son champ à la recherche de pommes de terre alors qu'il pensait les avoir toutes ramassées ; et chaque jour il en trouvait d'avantage.

Enfin, une piste d'ouverture intéressante serait de se pencher sur la mobilité de l'articulation naviculo-cuboïdienne :

Nous avons choisi une articulation possédant un seul degré de liberté pour amoindrir l'influence des paramètres mineurs sur le « macro-paramètre » recherché (influence qui demeure cependant présente, à minima). Malheureusement, suivant le consensus biomécanique n'accordant qu'un poids accessoire à l'articulation naviculo-cuboïdienne dans la mobilité du médio-pied nous avons volontairement shunté cette-dernière.

Or, à la lumière de mon enseignement actuel du paramètre mineur et d'une vision biodynamique « en charge » du pied (et en allant plus loin : par la discutable analogie entre cette articulation centrale du tarse antérieur et la synchondrose sphéno-basilaire : « structures autour desquelles toutes les dysfonctions gravitent »), **il m'aurait semblé opportun d'étudier conjointement la mobilité naviculo-cuboïdienne** dont le rôle semble plus précieux qu'il n'en paraît puisqu'elle est au cœur de l'équilibre existant entre muscles éverseurs et inverseurs (tout spécialement le long fibulaire et le tibial postérieur) : son influence sur l'adaptabilité du pied au sol (et sa posture) me semble donc intéressante à rechercher dans une reprise de cette étude.

C'est ce manque de visibilité (sur la liberté de l'environnement anatomique) que nous pouvons incriminer en premier lieu dans l'absence de corrélation entre diagnostics podologiques & ostéopathiques.

Car le mémoire de Catherine Young avait relevé une claire analogie entre position articulaire préférentielle (ostéopathique) en antéro-médialité de l'articulation sous-talienne, et attitude en charge au podoscope de l'arrière pied en valgus (conjointement au rapport entre mouvement facilité de la sous-talienne en postéro-latéralité et arrière-pied en varus positionnel).

La biomécanique du tarse postérieur est sans doute plus grossière que celle nous concernant au tarse antérieur: une position préférentielle en valgus de l'arrière-pied poussant le calcaneus à se coucher sur son bord interne, entraînant alors le talus (impacté sur celui-ci) en mobilité préférentielle antéro-interne. Et inversement, l'arrière-pied « varisé » favorisant le calcaneus à prendre un appui sur son bord externe, entraînant avec lui le talus en position postéro-externe.

VI – BIBLIOGRAPHIE

Anciens mémoires de fin d'études ostéopathiques (obtention du DO) :

- Duong Catherine: *Essai d'objectivation d'un test : le test de la sous-talienne pratiqué par trois praticiens en simple aveugle objectivé par un empreinteur*, Institut Supérieur d'Ostéopathie – Paris Est, 2011.
- Huet Adrien: *Les tests ostéopathiques du rachis cervical : une étude sur leur reproductibilité*, Federal European Register of Osteopaths, mémoire n° 31, 2012.
- Lefevre Arnaud: *Ostéopathie : croyance ou neuroscience ?*, Federal European Register of Osteopaths, 2013.

Gillot Claude: communications orales lors de nos entretiens hebdomadaires d'octobre 2013 à mai 2014.

Anciens articles / mémoires (obtention du DUAC) de la bibliothèque biomédicale des St Pères :

- St Gerand (de) Eléonore: *Contribution à l'étude des moyens de stabilité du bloc tarso-métatarsien*.
- Rodi J.: *Le muscle tibial postérieur*.
- Brière Florent: *Le mouvement d'inversion du pied un effet d'entraînement*, 2012-2013.
- Bozzetti Florian: *Anatomie comparée entre le pied anthropoïde et le pied de l'Homme*, 2009-2010.
- Huson A. : *L'interdépendance des mouvements du pied (4441)*, 1962-1972.
- Huson A. : *L'articulation calcanéocuboïdienne (3224)*, 1963-1965.
- Conaill Mac : *Rôle du squelette tarso-métatarsien (3326)*, 1944-1966.

Supports de cours de l'Institut Dauphine d'Ostéopathie:

- Polycopié « *Le pied* » de TOA (Test Ostéopathique Articulaire) enseigné en 2009-2010, matière dont le professeur référent était alors M. Bodinier, ostéopathe (DO).
- Polycopié « *La cheville et le pied* » de TOG (Test Ostéopathique Général) enseigné en 2009-2010, matière dont le professeur référent était alors Mme Benchimol, ostéopathe (DO).
- Polycopié « *Médio-pied : lésion dite de scaphoïde haut* » d'HVBA (Haute Vitesse Basse Amplitude) enseigné en 2009-2010, matière dont le professeur référent était alors M. Hennebicq, ostéopathe (DO).
- Polycopié « *La cheville et le pied* » d'EM (Energie Musculaire) enseigné en 2009-2010, matière dont le professeur référent était alors M. Poras, ostéopathe (DO).

Articles sur internet :

- <http://www.maitrise-orthop.com/> (le 17/12/2013)
- <http://www.iammm.net/> (le 23/01/2014)
- scientific-european-federation-osteopaths.org/fr (le 23/01/2014)
- <http://fr.wikipedia.org/> (le 17/12/2013)
- <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes> (le 17/12/2013)
- <http://www.osteopathie-bio-tissulaire.com/> (le 12/04/2014)

Livres / revues:

- Bary et Beaudoin F. et S., *Les clés de l'Anatomie, de la découverte à la maîtrise*, Ellipses, Paris, 2012. ISBN : 9782729861292
- Castaing J.: *Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur, fasc.6*, Vigot Paris, 1986. ISBN : 2711409538
- Charpy et Nicolas A., *Traité d'Anatomie Humaine, vol. 1*, Masson & Cie, 1911. ISBN : 9782012471405
- Chiappara P. et A., *Phlébologie et podologie, vol.2*, société française de phlébologie, 46^{ème} année, avril-juin 1993. ISBN : 9782257205827
- Delmas V., *Abrégés : Anatomie générale*, Masson, Paris, 2008. ISBN : 9782294014239
- Deloison Y., *Le squelette et la bipédie*, Rhumatologie Pratique, 2009. ISBN : 9780915554263
- Dufour, *Anatomie de l'appareil locomoteur, vol.1*, Masson, Paris, 2007, 2^{ème} éd. ISBN : 9782294080555
- Gillot C., *Eléments d'anatomie, fasc.3 : membre inférieur*, Flammarion, Paris, 1966. ISBN : 2804113590
- Kapandji I., *Anatomie fonctionnelle, vol.2 : membre inférieur*, Maloine, Paris, 6^{ème} éd. ISBN : 9782224032142
- Kapandji I., *Physiologie articulaire, vol.2 : membre inférieur*, Maloine, Paris, 2001, 5^{ème} éd. ISBN : 9782224032142
- Klein Paul, *Biomécanique des membres inférieurs*, Elsevier, p. 354. ISBN : 9782842997083
- Olivier George, *Anatomie anthropologique*, Vigot frères, éditeurs. ISBN : 2251444696
- Paturet G., *Traité d'anatomie descriptive, t.2*, Masson et Cie, 1951. ISBN : 2294080424
- Prométhée, *Atlas d'anatomie, anatomie générale et système locomoteur*. ISBN : 2224028466
- Rouvière H. et Delmas A., *Anatomie humaine descriptive topographique et fonctionnelle, t.3*, Masson, Paris, 2002, 15^{ème} éd. (revisitée par Delmas V.). ISBN : 9782294003912
- Smith E.L. et Gilligan C., *Physical activity effects on bone metabolism*. Calcified Tissue International, 1991, p.49. ISBN : 9789162880316
- Villeneuve P. et Weber B.: *Pied, équilibre et mouvement*, Association de posturologie internationale, 2000. ISBN : 2225836418

VII – ANNEXES

- **Etude des trois composantes de l'inversion : manipulations cadavériques du pied par le Pr Gillot.**
- **Exemple vierge de « Fiche praticien » proposée à l'ensemble des ostéopathes exclusifs du corps enseignant de l'Institut Dauphine d'Ostéopathie ayant participé à l'étude de ce mémoire.**
- **Exemple vierge de « Fiche sujet » proposée à l'ensemble des étudiants ayant participé à l'étude de ce mémoire.**
- **Exemples de photographies d'empreintes plantaires.**

Annexe 1 - Etude des trois composantes de l'inversion : manipulations cadavériques du pied par le Pr Gillot

• **Etude en procubitus**

Sujet : en procubitus, extrémité supérieure du tibia fixée sur une cale, jambe élevée dans le vide.

Praticien :

• 1^{er} temps :

- Main gauche, bloque l'extrémité supérieure du tibia sur la cale, empêchant son mouvement.
- Main droite, empaume le calcaneus en arrière et mobilise l'ensemble du pied en inversion (**NB** : pour effectuer une rotation interne du pied, nous emmènerons l'arrière pied en dehors).

• 2^{ème} temps :

- Main gauche, bloque le calcaneus.
- Main droite, empaume l'avant pied et le mobilise en inversion.

• **Etude en décubitus**

Sujet : en décubitus, cuisse fléchie, jambe calée à mi-longueur sur un billot la maintenant à l'horizontale. Une bande blanche indiquant la « rotation 0 » : tout déplacement en dedans de cette ligne correspondra à un mouvement de varus, et donc à une participation à l'inversion.

• 1^{er} temps : observation du pied.

- Le pied est en équinisme par simple mécanisme de pesanteur. Il est à remarquer la présence d'une adduction qui résulte du plus gros développement de la portion médiale du métatarse (donc plus lourd) par rapport à la portion latérale.
- Ainsi sous l'effet de la pesanteur le pied se met en flexion plantaire et varus (ou adduction).

• 2^{ème} temps : manipulations du pied.

- Première manipulation -

Praticien :

- Une main fixe solidement la jambe sur le billot

- L'autre empaume le talon et réalise une rotation autour d'un axe antéropostérieur.

On remarque que les mouvements de varus / valgus de l'avant-pied disparaissent lorsque le pied est en flexion dorsale (en rectitude).

- Deuxième manipulation -

Praticien :

- Une main immobilise le talon
- L'autre mobilise l'ensemble de l'avant-pied (par les métatarsien).

*On palpe le tubercule du naviculaire afin d'apprécier sa mobilité pendant les rotations de l'avant-pied. On constate qu'il se déplace de 4 à 5 mm en dedans et vers l'arrière. Ainsi s'impose une conclusion : **la rotation du pied ne se déroule pas en totalité dans la sous-talienne. En effet il existe un entrainement des os du tarse antérieur (amarrés au calcanéus), l'articulation transverse du tarse est donc mobilisée.***

- Troisième manipulation :

C'est l'étape de la dissection des tendons des muscles de la jambe et du pied : les tendons sont libérés à la jambe au-dessus des rétinaculum (dorsal et médial) ; suffisamment pour glisser l'index et les tracter. On a ainsi pu ainsi étudier les différents muscles intervenant dans l'inversion.

Il est important de noter que même suivant un corps musculaire similaire, plus le bras de levier est important plus l'action motrice est efficace.

Ainsi le Pr Gillot en déduit que le tibial antérieur est le muscle le plus efficace de l'inversion, vient ensuite le tibial postérieur (même s'il est puissant il ne présente qu'un faible bras de levier). Les muscles fléchisseurs plantaires présentent le plus grand bras de levier mais ils sont cependant d'une faible puissance et ont ainsi un rôle accessoire.

NB : Parmi les muscles fléchisseurs plantaires, seuls ceux dont le tendon a une action sur les deux derniers segments (4^{èmes} et 5^{èmes} métatarsiens et orteils) jouent un rôle dans l'inversion du pied.

Annexe 2 - Exemple vierge de « Fiche praticien »

Annexe 3 - Exemple vierge de « Fiche sujet »

Annexe 4 - Exemples de photographies d'empreintes plantaires



Résumé

L'examen palpatoire ostéopathique étant la pierre d'angle de toute consultation, l'objectivation de sa reproductibilité semble donc essentielle.

En réponse à la pauvreté des publications concernant le testing des articulations du médio-pied (à ce jour, aucune étude statistique prouvant l'efficacité, la spécificité et les limites de leurs tests articulaires n'a été référencée par la *Scientific European Federation Osteopaths*), en redéfinissant l'efficience de nos tests face aux **multiples manifestations d'une dysfonction somatique ostéopathique**, et par une **approche originale de la biomécanique de l'arrière-pied** au vue de mes travaux de recherche cadavérique aux côtés du Pr C. Gillot dans les pavillons de dissections des Saintes-Pères (de la faculté Paris V – René Descartes), nous aborderons **l'étude de la reproductibilité du test ostéopathique articulaire (TOA) de l'articulation talo-naviculaire** tel qu'enseigné au sein de l'Institut Dauphine d'Ostéopathie (IDO).

Notre étude ostéopathique, effectuée par **trois praticiens enseignants ostéopathes (DO)** de cet établissement et comptant **plus de 200 résultats de recherche de dysfonctions**, sera **mise à la lumière de la prise et de l'analyse podologiques** des empreintes plantaires de ces mêmes pieds à l'aide d'un podoscope.

Mots clés : test ostéopathique articulaire, reproductibilité, dysfonction somatique ostéopathique, mobilité, paramètre majeur, biomécanique de l'arrière-pied, anthropologie du pied, mouvement d'inversion, articulation talo-naviculaire, expérimentation, étude statistique, coefficient KAPPA, podoscope, empreinte plantaire.

Abstract

The osteopathic examination being the cornerstone of any consultation, the objectification of its reproductibility seems essential.

Nowadays no statistical study concerning the testing of the medio-foot joints is referenced by the Scientific European Federation Osteopaths, especially regarding the efficiency, the specificity and the limits of their articular tests. In answer to this poverty of publications we'll try to study the reproducibility of osteopathic joints tests by redefining the efficiency of our tests facing the multiple symptoms of osteopathic somatic dysfunction, and using an original approach of the backfoot biomechanics, in light of my work on corpse with Pr C. Gillot at the Saints-Peres (faculty Paris V - René Descartes). The study, done by three teaching osteopaths DO from this institution, contains more than 200 dysfunction-searching results and will be unlighted by the print analysis of those feet tested.

Key words : Articular osteopathic test, reproductibility, oteopathic somatic dysfunction, mobility, back-foot's biomechanics, anthropology, inversion's movement, talo-naviular, experiment, statistical study KAPPA's coefficient.