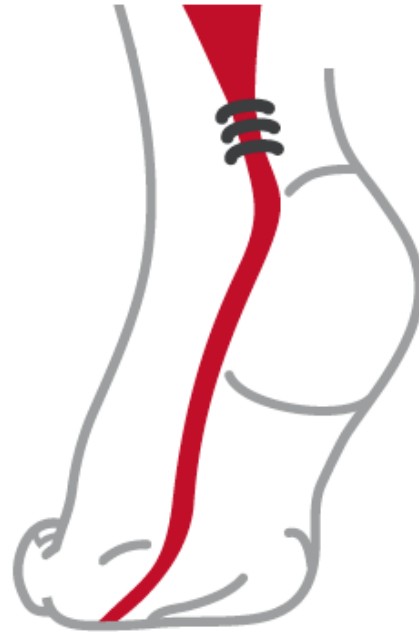


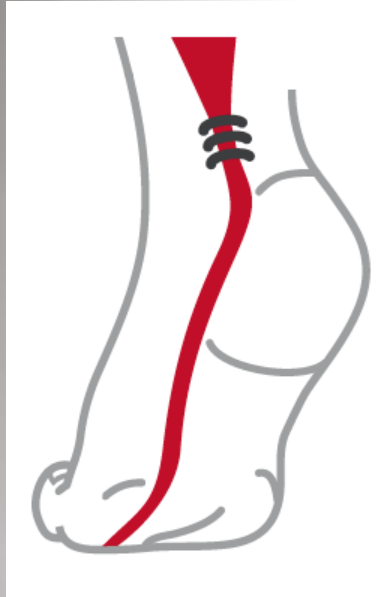
Functional Hallux Limitus (FHL)



Diagnostic et implications cliniques







L'oeuf de Colomb de l'orthopédie et de la médecine du sport

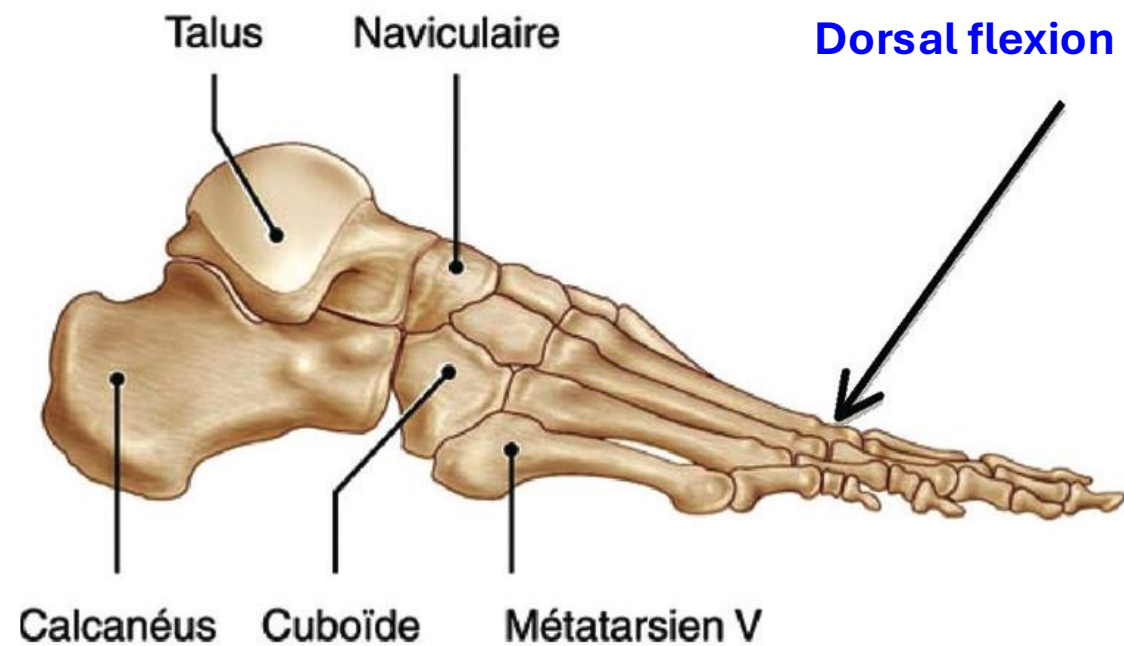
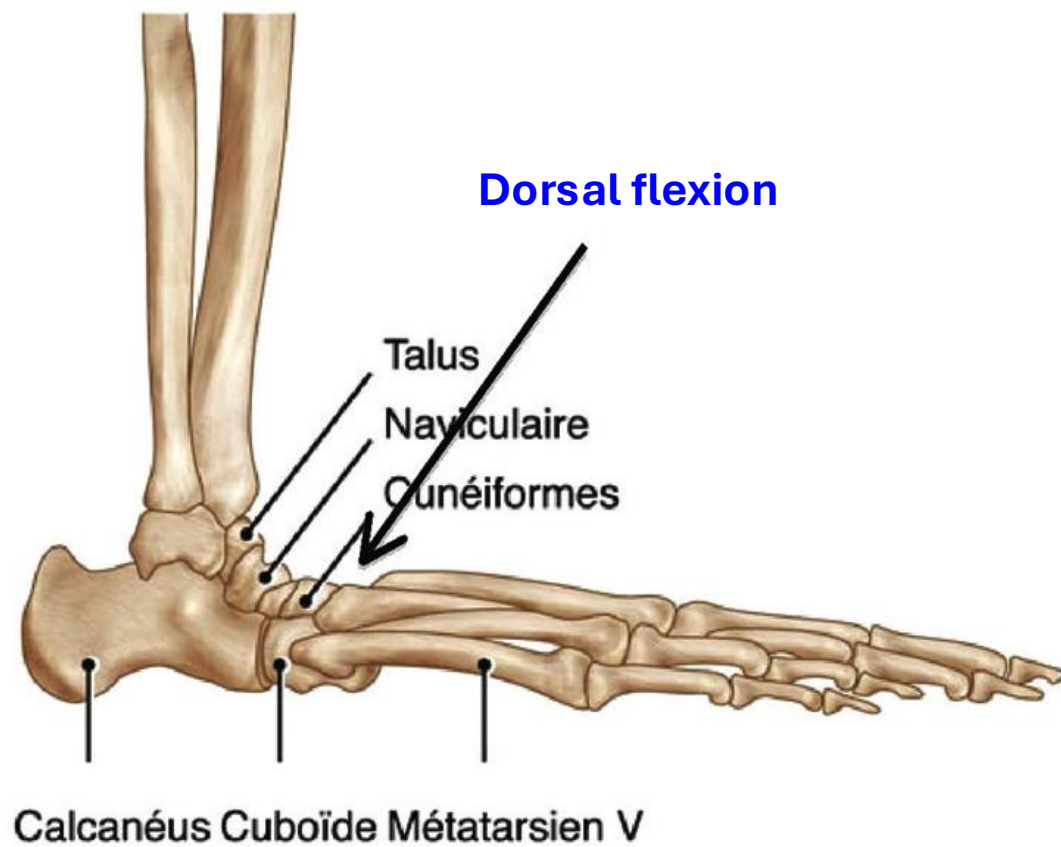
FHL : Définition

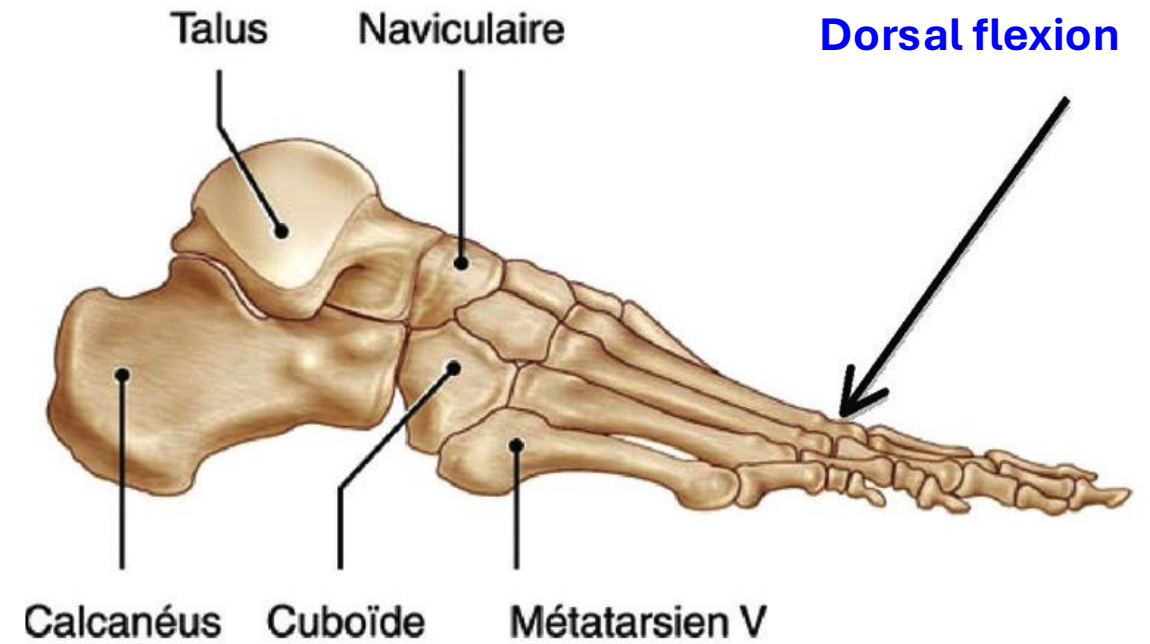
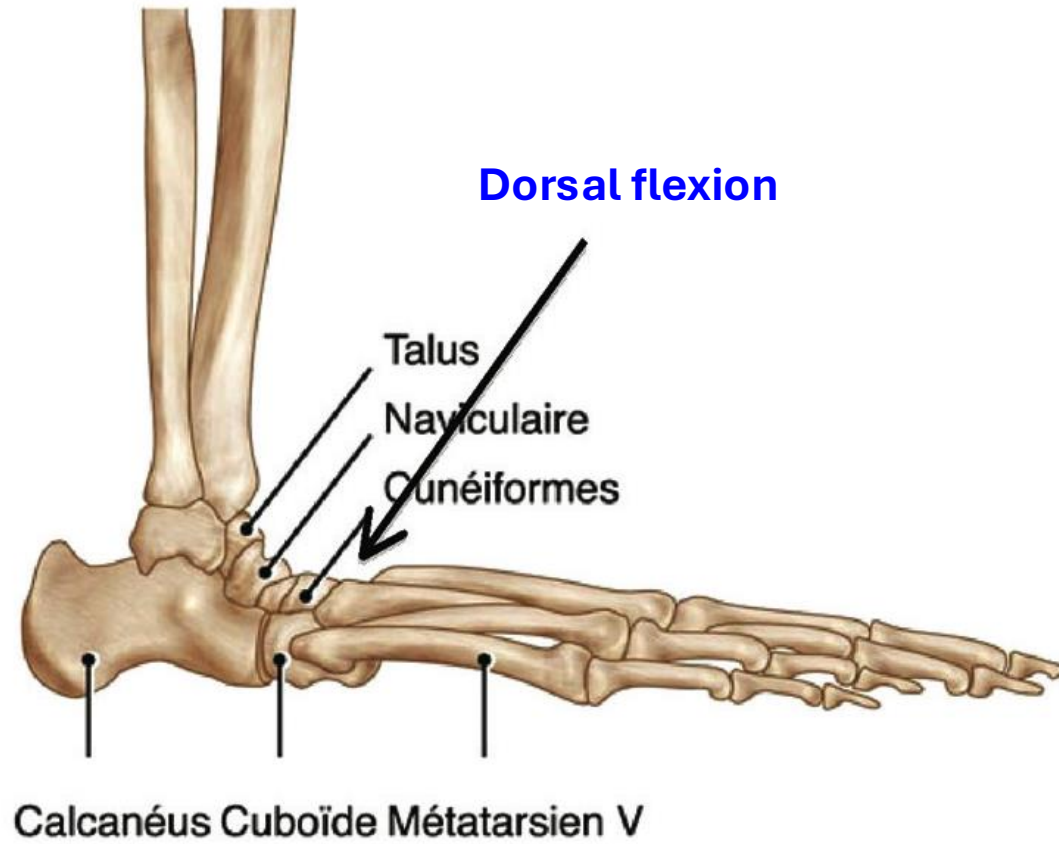
- L'Hallux Limitus Fonctionnel se définit à la marche par l'impossibilité d'extension de la 1^{ère} métatarso-phalangienne lors du déroulement du pas.
- En phase propulsive quand la cheville se place en position de flexion dorsale, la MTP1 reste raide et ne peut pas se placer en flexion dorsale.

FHL : Définition

- L'Hallux Limitus Fonctionnel se définit à la marche par l'impossibilité d'extension de la 1^{ère} métatarso-phalangienne lors du déroulement du pas.
- En phase propulsive quand la cheville se place en position de flexion dorsale, la MTP1 reste raide et ne peut pas se placer en flexion dorsale.









Human gait

- Alignment
- Kinetic energy done by the opposite lower limb
- Not by the musculature !
- Movement in late stance :
 - ▶ Lordosis of the lumbar spine
 - ▶ Extension of the hip
 - ▶ Extension of the knee
 - ▶ Plantar flexion of the ankle



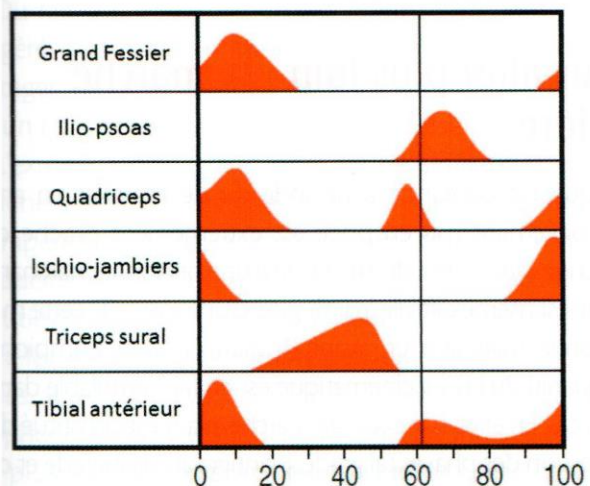
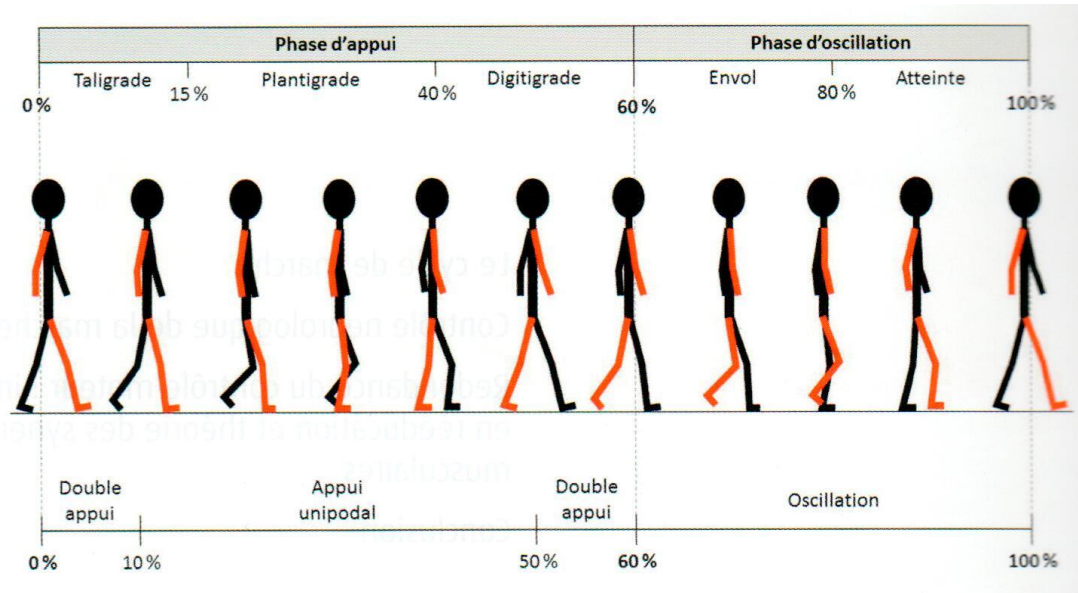
Human gait

- Alignment
- Kinetic energy done by the opposite lower limb
- Not by the musculature !
- Movement in late stance :
 - ▶ Lordosis of the lumbar spine
 - ▶ Extension of the hip
 - ▶ Extension of the knee
 - ▶ Plantar flexion of the ankle

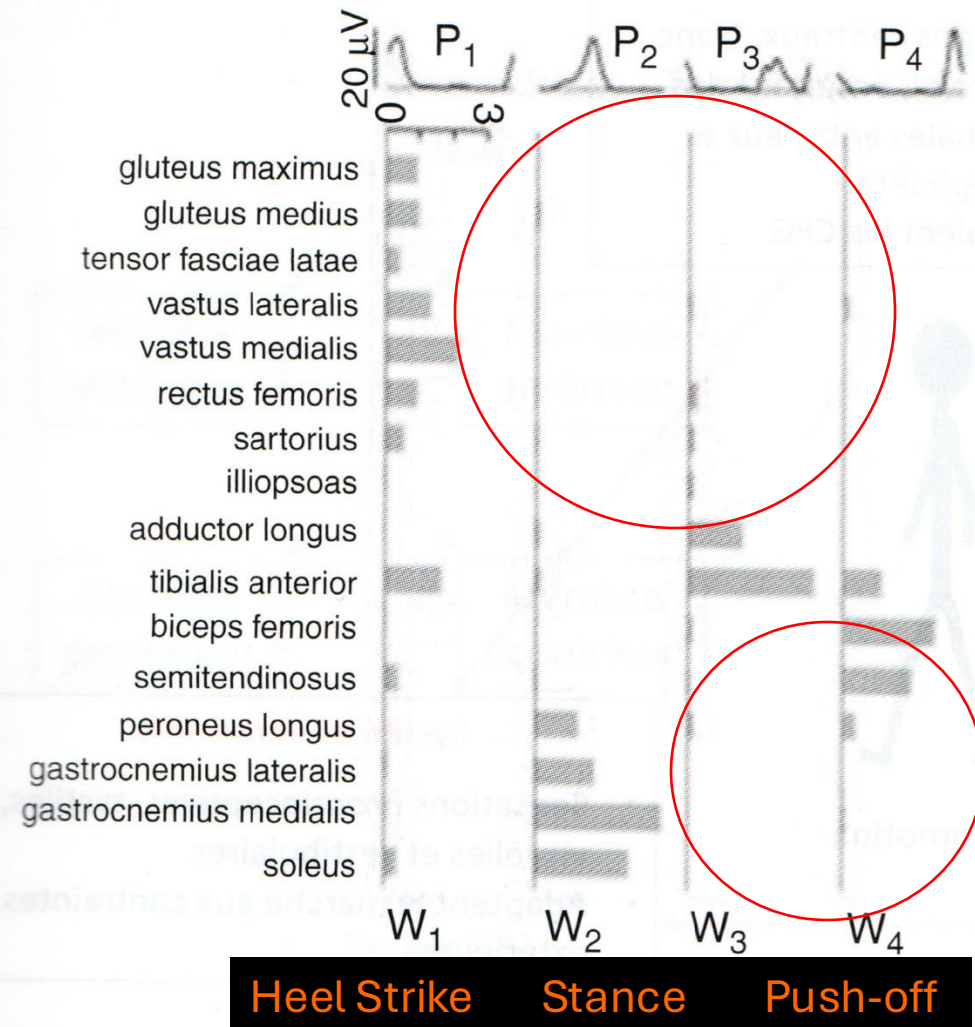


Human gait

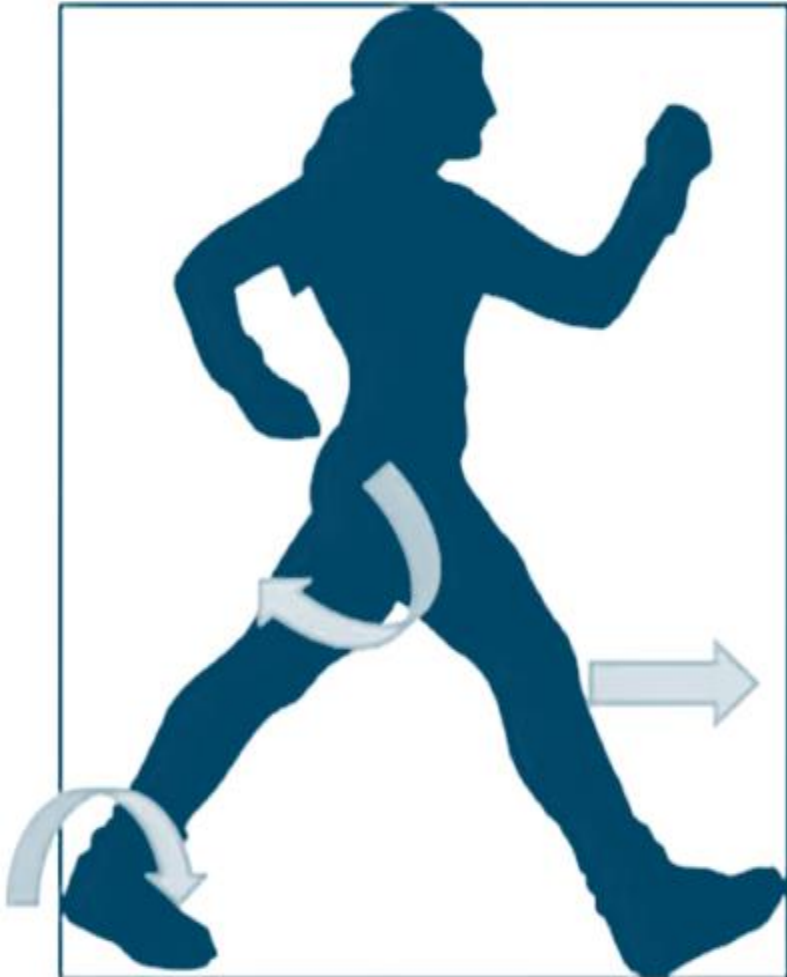
- Alignment
- Kinetic energy done by the opposite lower limb
- **Not by the musculature !**
- Movement in late stance :
 - ▶ Lordosis of the lumbar spine
 - ▶ Extension of the hip
 - ▶ Extension of the knee
 - ▶ Plantar flexion of the ankle



A Marche avant



The effect of Swing Phase



- The swing limb actively pulls the body up and over the weight bearing limb
- Hips and feet permit passive sagittal plane rotation with the limb extending out from under the hip
- Lower extremity is supported by eccentric muscular action

Howard Dananberg



Human gait

- Alignment
- Kinetic energy done by the opposite lower limb
- Not by the musculature !
- Movement in late stance :
 - ▶ Lordosis of the lumbar spine
 - ▶ Extension of the hip
 - ▶ Extension of the knee
 - ▶ Plantar flexion of the ankle



Gait with FHL

- Malalignment
- Increased flexion moment
- Movement in late stance :
 - Stiffness of the low back
 - Flexion of the hip
 - Flexion of the knee
 - Dorsal flexion of the ankle



Gait with FHL

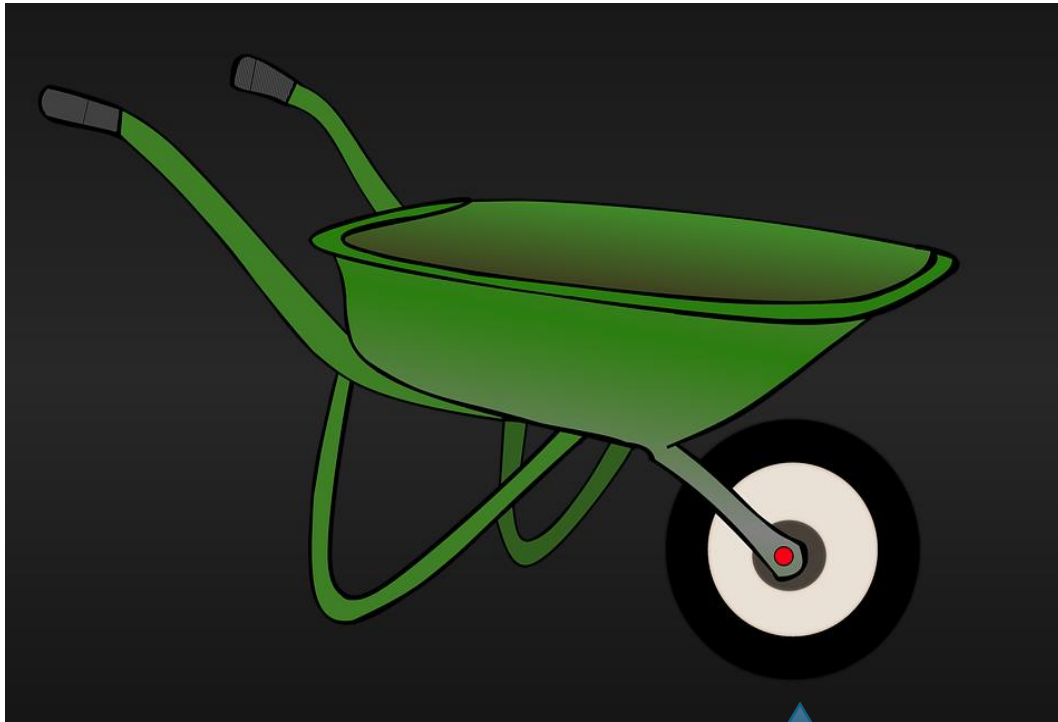
- Malalignment
- Increased flexion moment
- Movement in late stance :
 - Stiffness of the low back
 - Flexion of the hip
 - Flexion of the knee
 - Dorsal flexion of the ankle



Gait with FHL

- Malalignment
- Increased flexion moment
- Movement in late stance :
 - Stiffness of the low back
 - Flexion of the hip
 - Flexion of the knee
 - Dorsal flexion of the ankle

Why ?



FULCRUM



The ability to efficiently lift body weight and simultaneously advance is **DEPENDENT** of the function of the fulcrum at the MTP joints

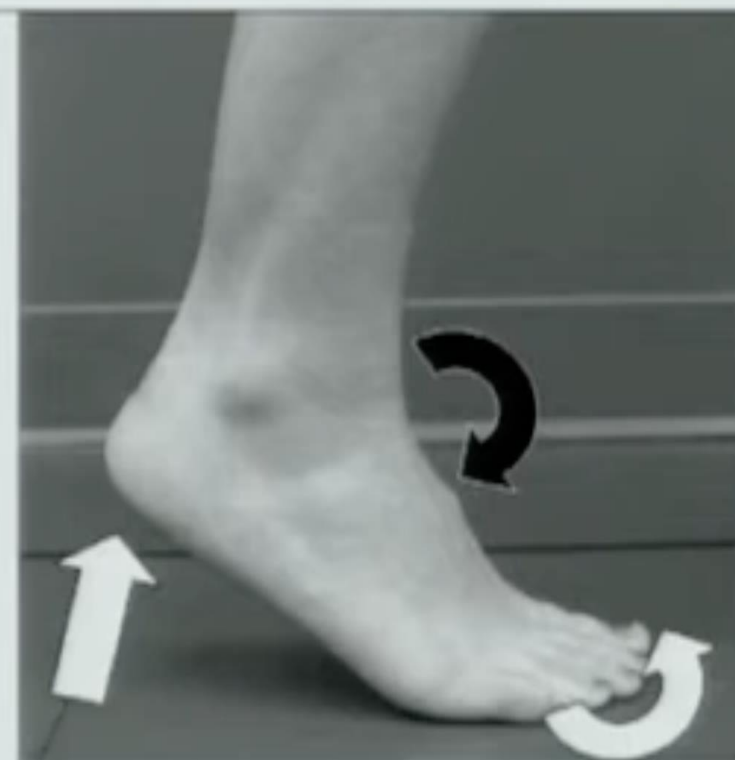
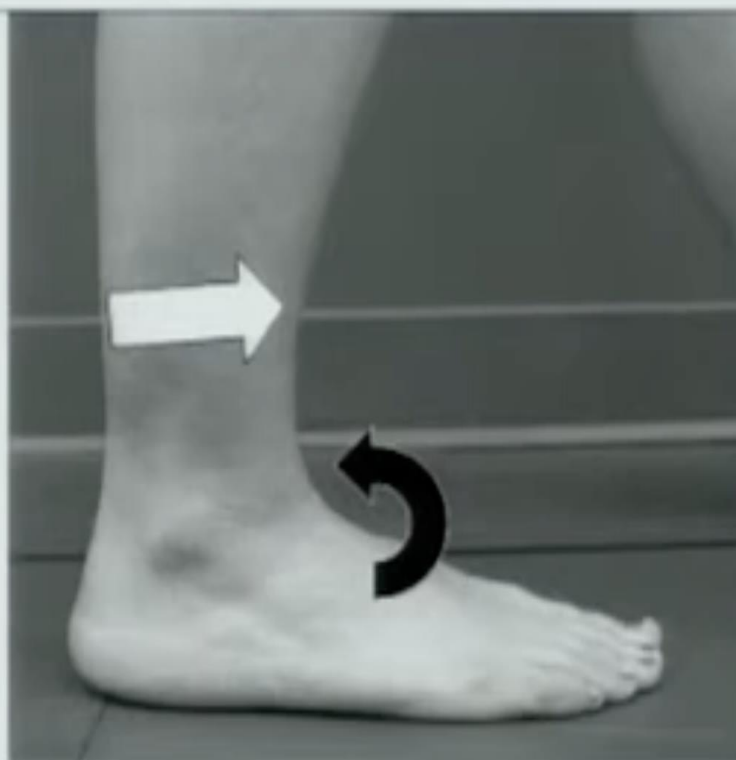
Loss of fulcrum function results in falling body weight and postural accommodation

Howard Dananberg

Heel

Ankle

MTP Joints



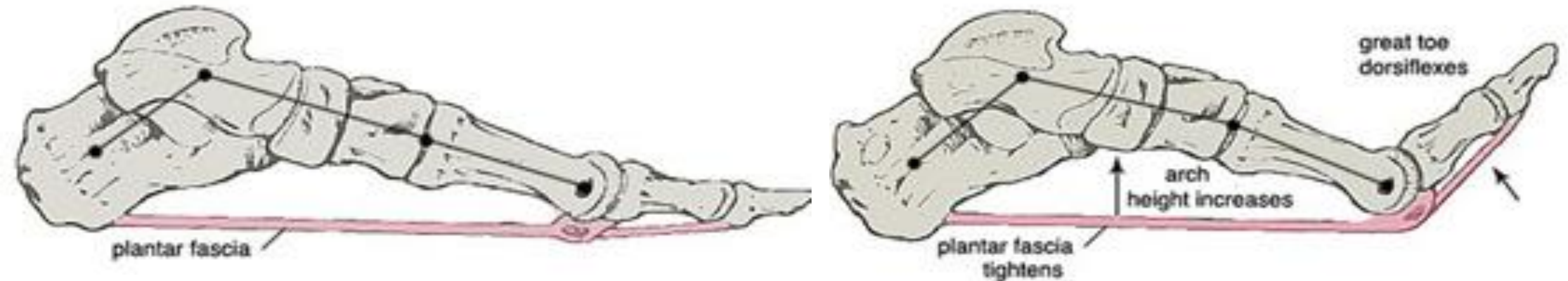


Impossibilité de flexion dorsale du gros orteil lors de la propulsion

L'effet « treuil » du Flexor Hallucis Longus

Windlass Mechanism, JH Hicks, 1954

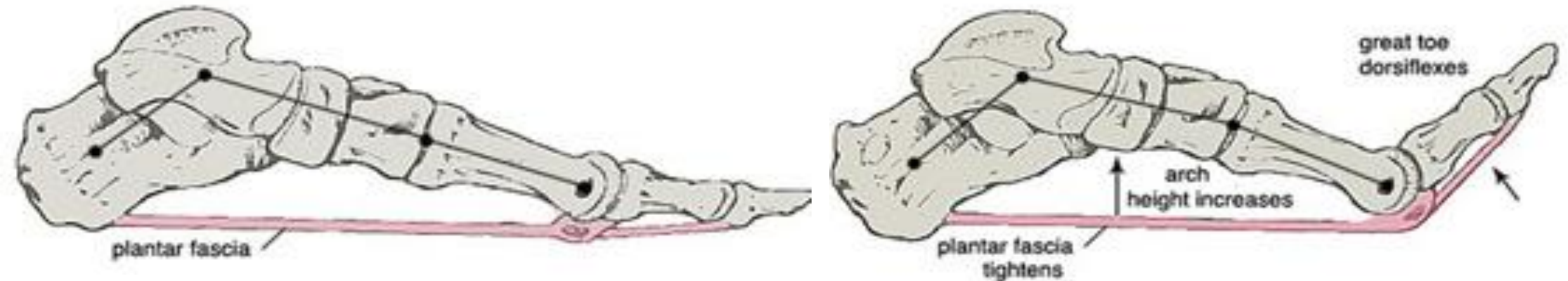
L'effet treuil du Flexor Hallucis Longus lors de la propulsion induit le creusement de l'arche plantaire par mise en tension du fascia plantaire et par là le passage de pronation en supination



L'effet « treuil » du Flexor Hallucis Longus

Windlass Mechanism, JH Hicks, 1954

L'effet treuil du Flexor Hallucis Longus lors de la propulsion induit le creusement de l'arche plantaire par mise en tension du fascia plantaire et par là le passage de pronation en supination

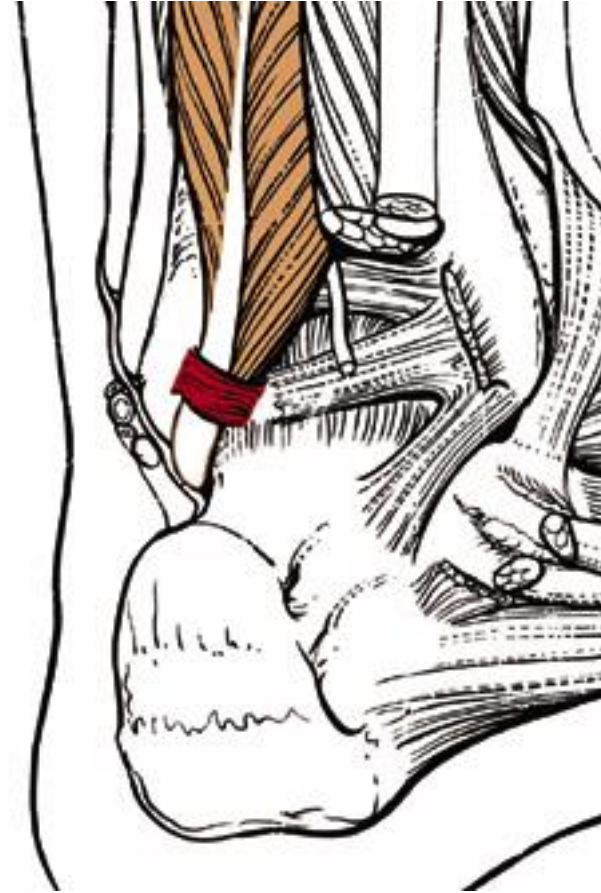
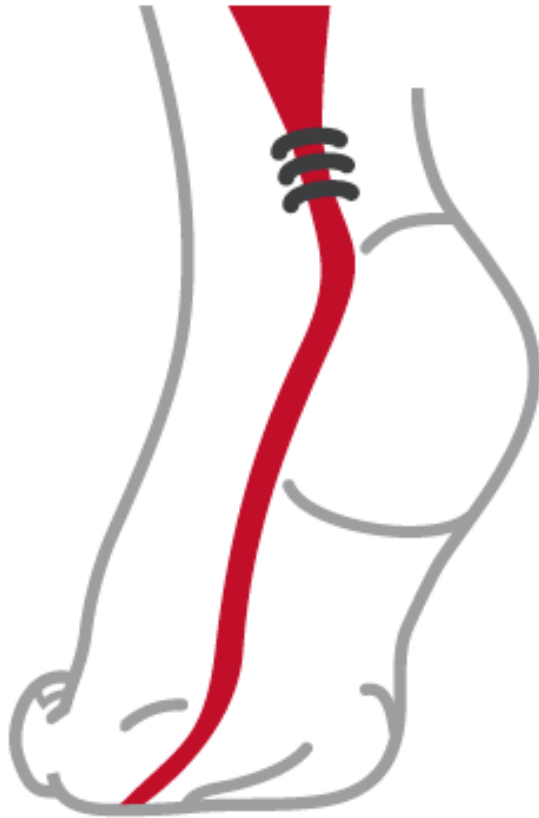


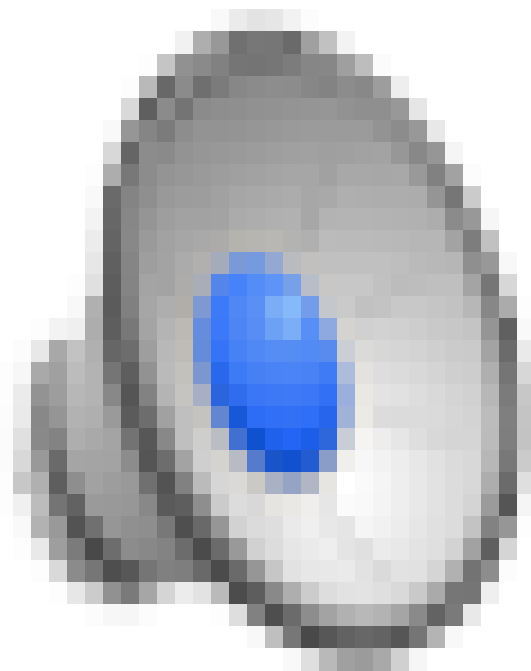
Le FHL induit un décalage des temps de passage de pronation en supination et de supination en pronation qui désynchronise tout le cycle de la marche



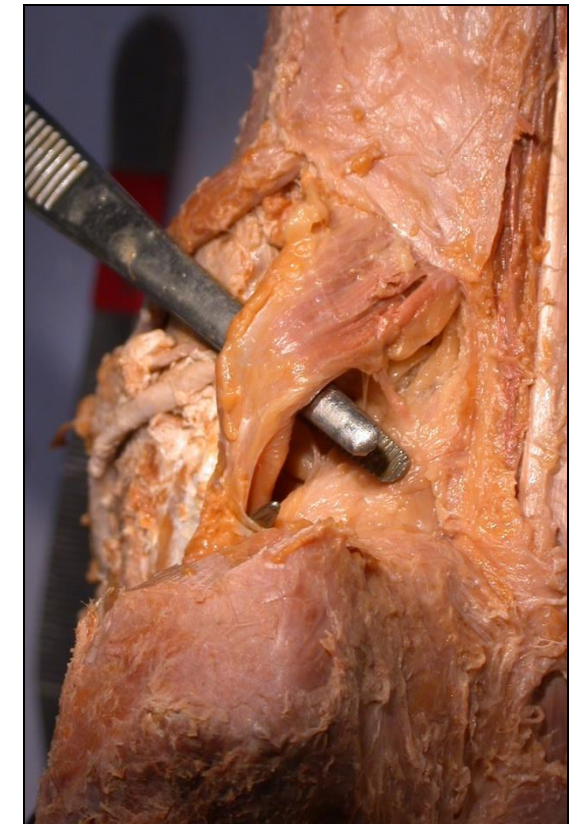
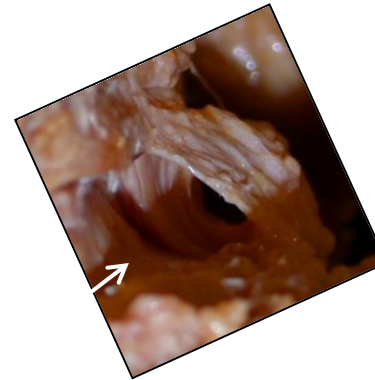
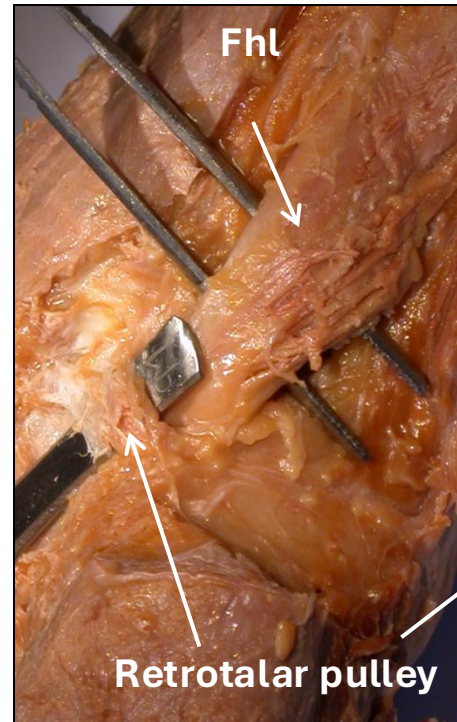


Pourquoi ?





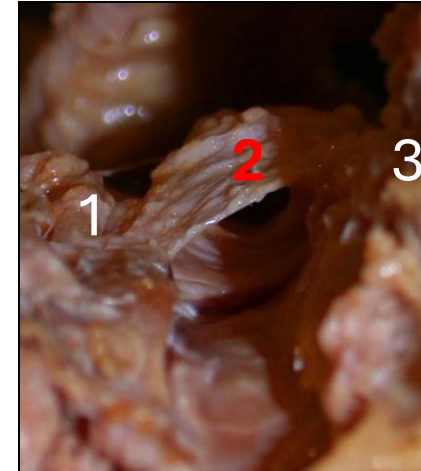
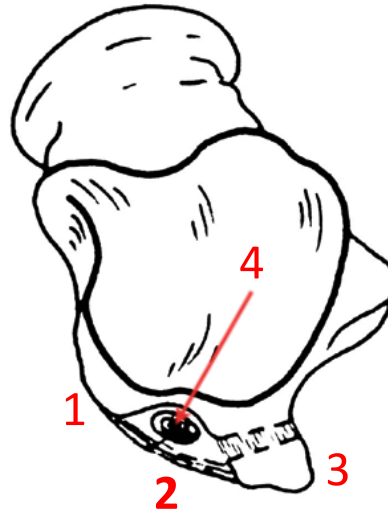
« Garrot » à la jonction musculo-tendineuse du long fléchisseur du gros orteil
avec enclavement dans le tunnel par effet de « cône inversé »



Le tunnel rétro-talien et sa poulie

Axial view of the talus

- 1. Posteromedial tubercle
- 2. Retrotalar pulley**
- 3. Posterolateral tubercle
- 4. FlexHL tendon



Journal of **Anatomy**

Identification of the retrotalar pulley of the Flexor Hallucis Longus tendon

Chris Tzioupis¹  Anthony Oliveto,² Silke Grabherr,³ Jacques Vallotton¹ and Beat M. Riederer²

¹Medicol, Centre Orthopédique, Lausanne, Switzerland

²Plate-forme de Morphologie, Université de Lausanne, Lausanne, Switzerland

³Centre Universitaire Romand de Médecine Légale, Lausanne, Switzerland

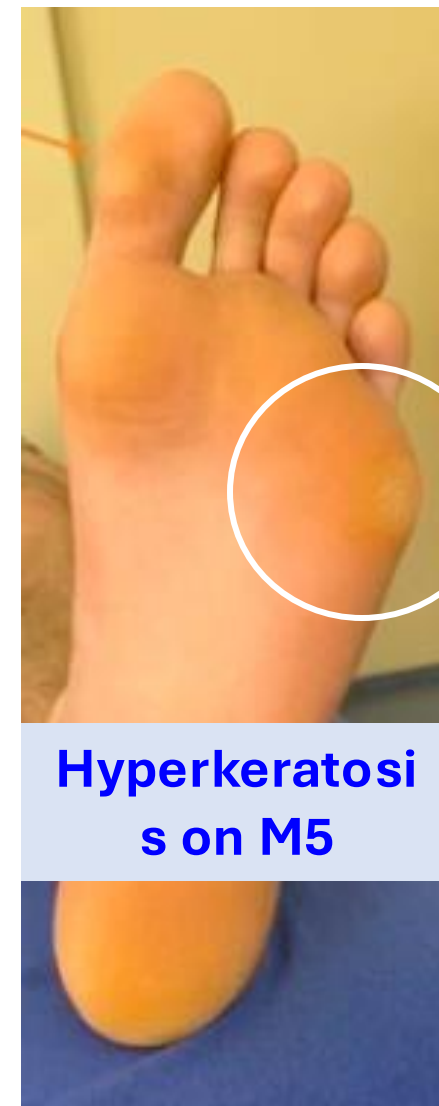
DIAGNOSTIC

- Le Stretch test du Long Fléchisseur de l'Hallux

Stretch Test



Examen du pied



Sur le podoscope



A la marche

1st MTP joint unable to dorsiflex at push-off

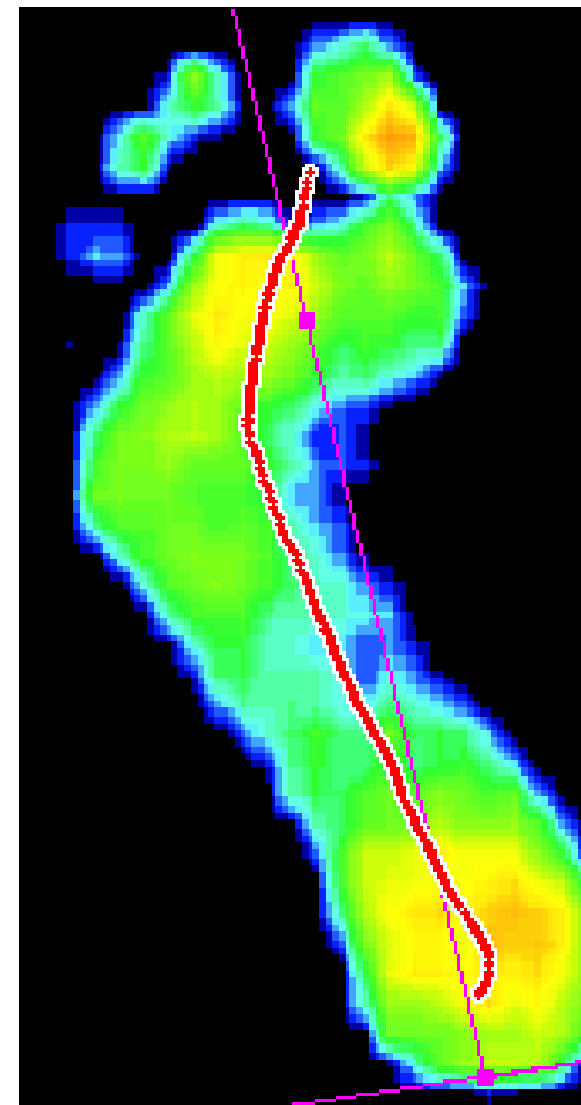


FHL



Normal

Sur tapis de marche



Sur tapis roulant



Par l'usure des chaussures



Hyperpronation
at push-off

Excessive loading on
the fifth metatarsal head

Heel strike in supination

Par l'usure des supports plantaires



Biomécanique de la marche



Le synchronisme inter-articulaire

Rôle crucial du pied qui détermine l'alignement des articulations des membres inférieurs en rotation

(pronation synchronisée avec une rotation tibiale interne automatique, supination avec une rotation tibiale externe)

Alternance dans le mouvement de la marche de l'orientation en rotation des membres inférieurs réglé dans le temps

(le moments de transition surviennent à un temps précis du cycle de la marche)

Déclenchement de la contraction (onset) des muscles dicté par la position des articulations dans l'espace



Position respective des articulations

en fin de phase d'appui

Marche normale

Cheville

Flexion plantaire

Genou

Extension

Hanche

Extension

Col lombaire

Lordose

Position respective des articulations

en fin de phase d'appui

Marche normale

FHL

Cheville

Flexion plantaire

Dorsiflexion

Genou

Extension

Flexion

Hanche

Extension

Flexion

Col lombaire

Lordose

Raidissement

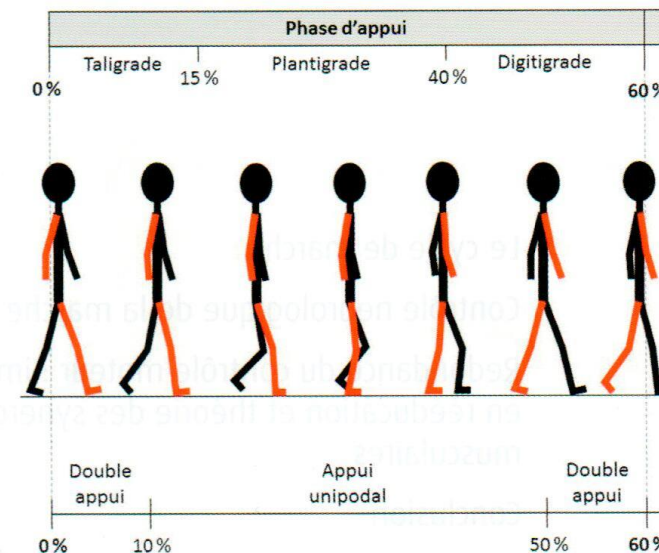
Biomécanique de la marche

L'attaque du pas se fait en position neutre puis le pied se met en supination

La supination se prolonge jusqu'au milieu de la phase d'appui

On assiste en fin de phase d'appui à une transition souple en pronation

En toute fin de phase d'appui, le pied change d'orientation et passe en supination au moment de la propulsion



Biomécanique de la marche

L'attaque du pas se fait en position neutre puis le pied se met en supination

La supination se prolonge jusqu'au milieu de la phase d'appui

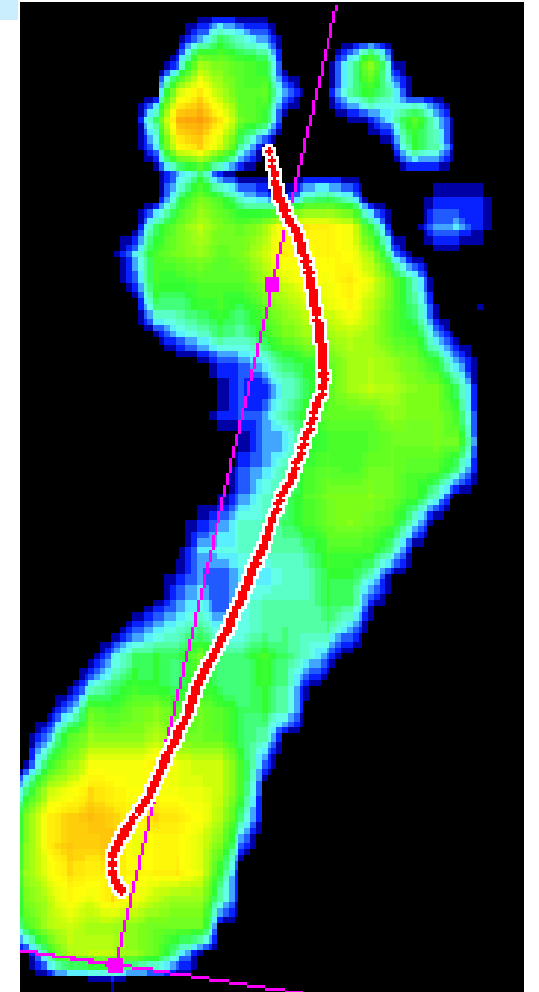
On assiste en fin de phase d'appui à une transition souple en pronation

En toute fin de phase d'appui, le pied change d'orientation et passe en supination au moment de la propulsion

La pronation induit une rotation interne, la supination une rotation externe

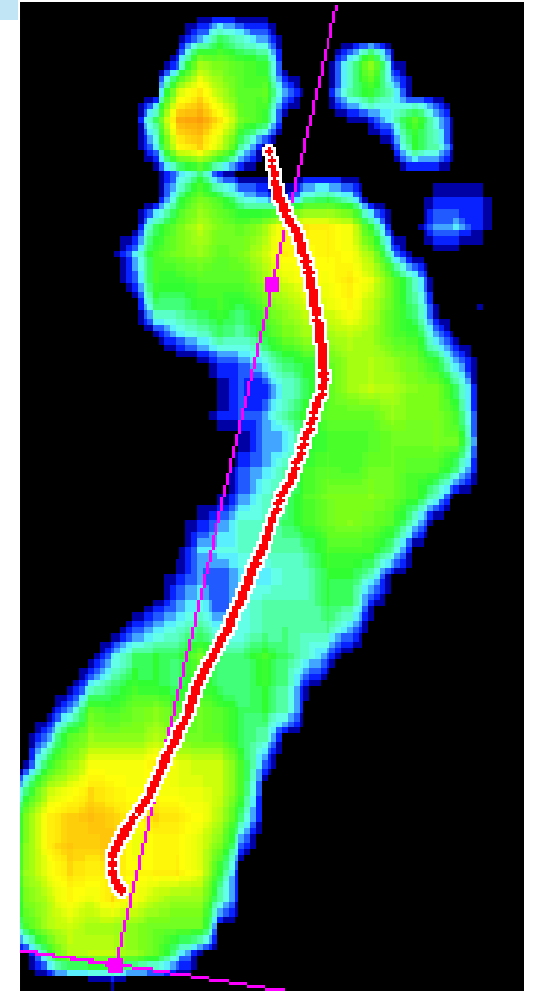
Pronation à la propulsion

- Rotation tibiale interne
- Medial collapse en valgus du genou
- Bascule pelvienne antérieure et en RI
- Bascule antérieure du tronc



Supination exagérée à l'attaque du pas

- Rotation tibiale externe
- Contraintes en varus sur le genou
- Contraintes sur la patte d'oie
- Bascule pelvienne contro-latérale



Supination exagérée à l'attaque du pas

- Rotation tibiale externe
- Contraintes en varus sur le genou
- Contraintes sur la patte d'oie
- Bascule pelvienne contro-latérale
- Contraction retardée du quadriceps



Varus à l'attaque du talon



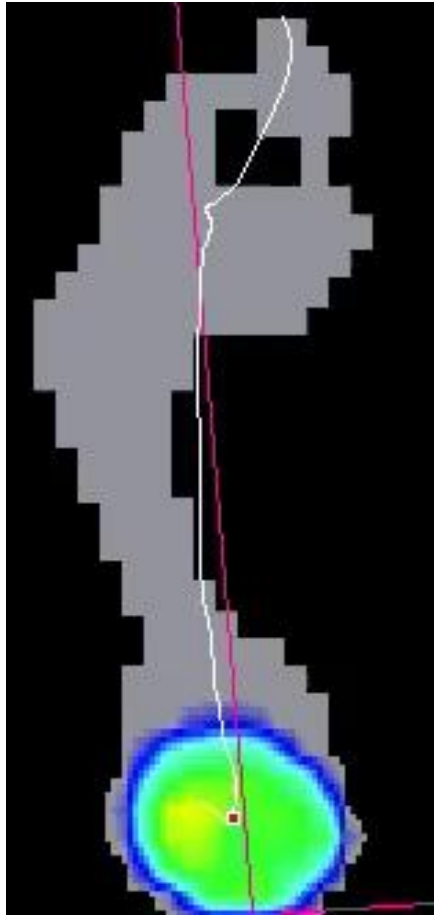
Valgus en fin de phase d'appui



« Comment la bascule du pied en pronation entraîne le genou dans un mécanisme de spirale infernale qui conduit à la lésion du LCA »



La bascule du pied en pronation qui entraîne le genou dans un mécanisme en tire-bouchon (corkscrew mechanism)



La lombalgie : le mal du siècle



- **Blocage dans le plan sagittal**
- **Bascule pelvienne antérieure**
- **Bras de levier augmenté au niveau du pied (effet de la palme du plongeur)**
- **Compensation musculaire nécessaire par les érecteurs du tronc**
- **Modification de l'équilibre dynamique**

Et enfin ...

Si certains changements sont en accord avec l'évolution naturelle de notre espèce, certains sont trop rapides pour qu'une adaptation puisse s'opérer à temps

Affaissement plantaire, métatarsalgies de transfert, hallus valgus ou rigidus, tarse bossu, fractures de stress, Morton, etc..., peuvent avoir un lien avec le FHL



Implications

- **Nécessité d'une approche biomécanique fonctionnelle**
- **Les bilans fonctionnels sont très utiles puisqu'il s'agit d'une problématique liée au mouvement**
- **Nécessité d'une prise en charge globale de rééquilibrage**
- **Explication biomécanique de certaines lésions traumatiques ou de surcharge**
- **L'importance de rechercher le FHL cliniquement**

Indications à un bilan fonctionnel

Lésions de surcharge
Entorses (genou-cheville)
Tendinites
Fractures lentes
Périostites
Déformations du pied
Lombalgies
Blocages
Instabilité
etc...

- Mouvement
- Marche
- Morphotype individuel
- Equilibre
- Balance musculaire
- Coordination articulaire
- Performance

TRAITEMENT

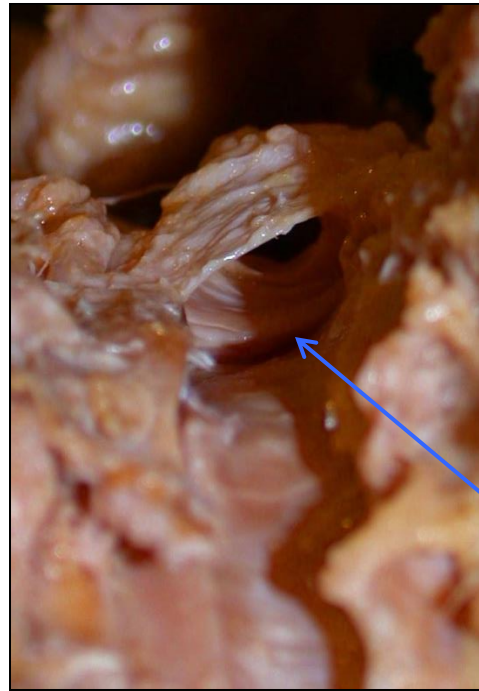
CONSERVATEUR
CHIRURGICAL
AUTRE

Manœuvre du « cordon de l'aspirateur »

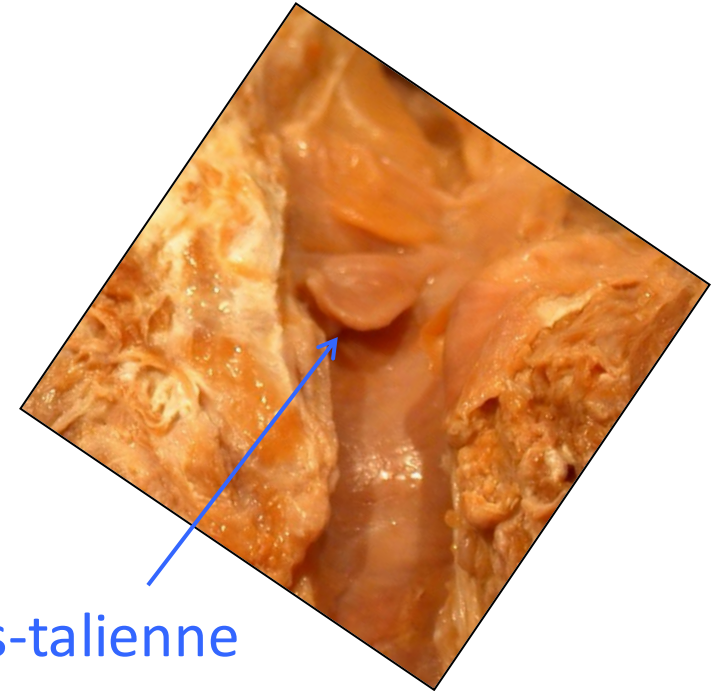
Vallotton J, Echeverri S, Dobbelaere-Nicolas V. Functional hallux limitus or rigidus caused by a tenodesis effect at the retrotalar pulley: description of the functional stretch test and the simple hoover cord maneuver that releases this tenodesis. J Am Podiatr Med Assoc. 2010 May-Jun;100(3):220-9.



Le stretch test devient négatif après la manoeuvre



sous-talienne

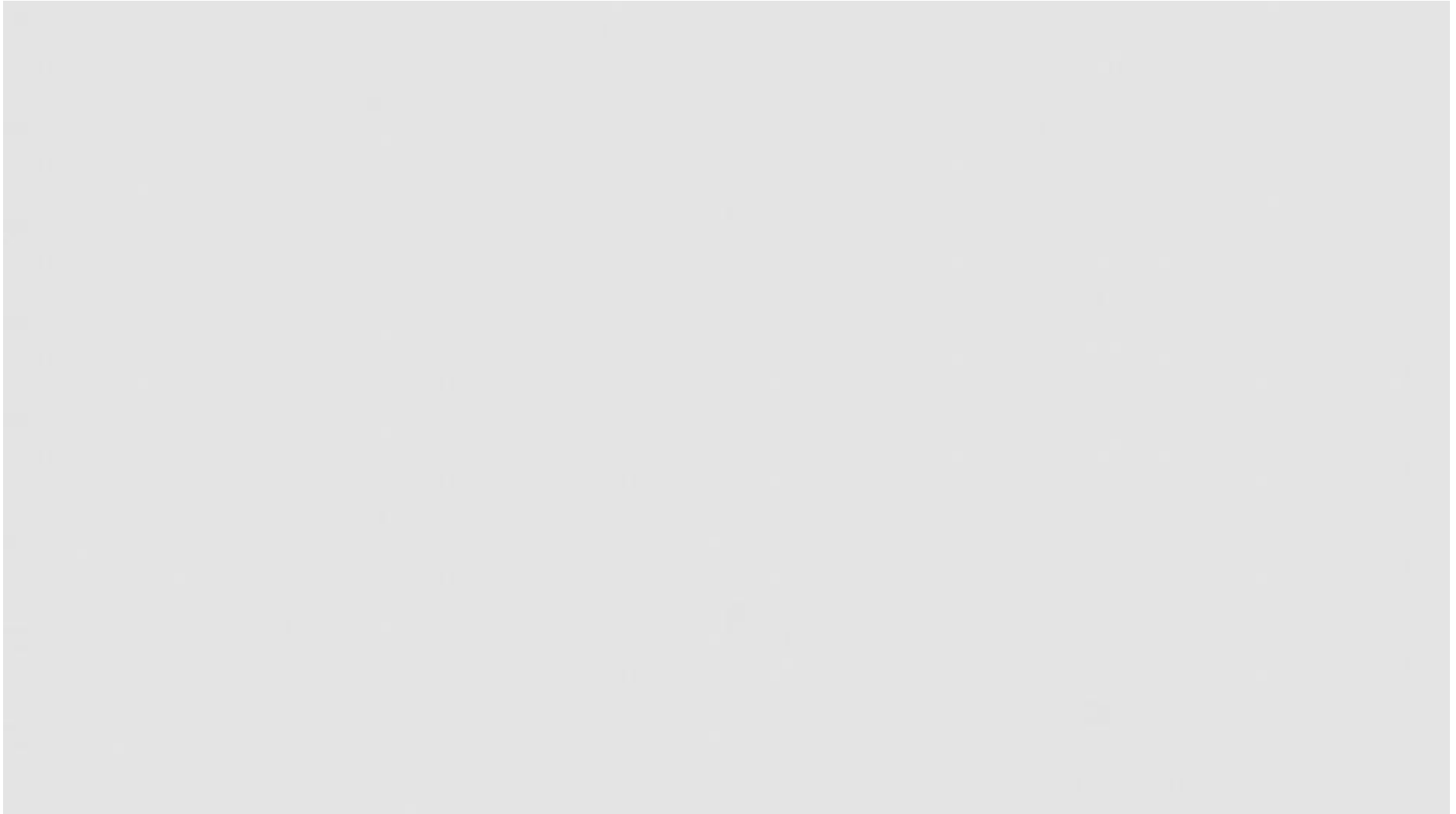


L'espace créé par la décoaptation de la sous-talienne permet à nouveau au tendon de coulisser

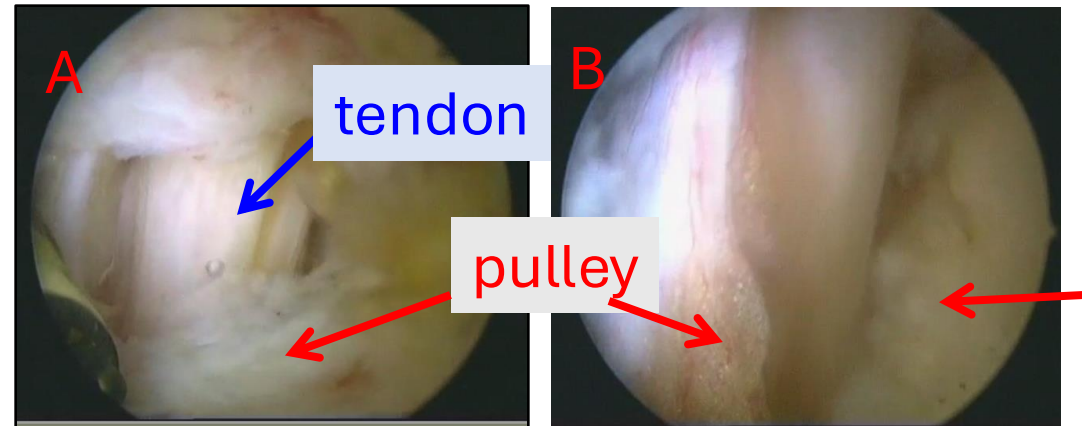
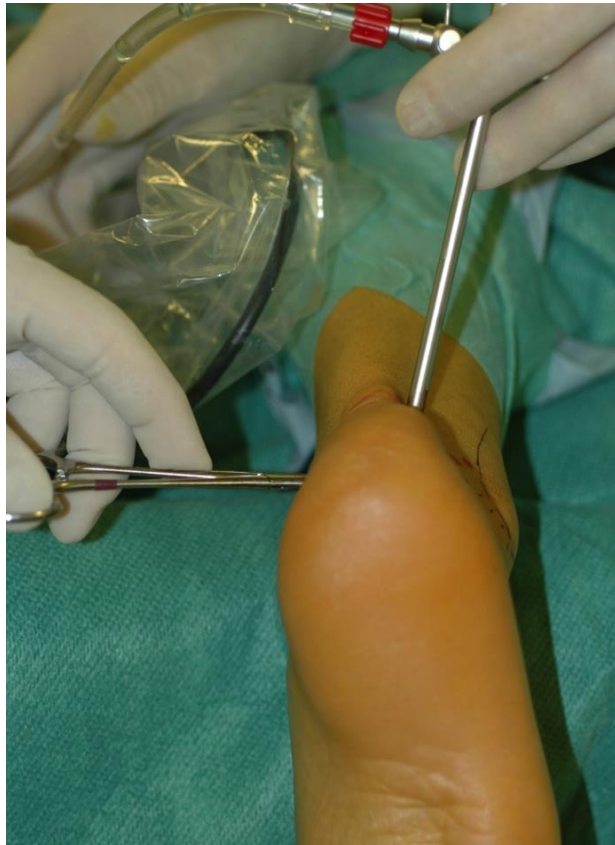
Principes du ttt physio-ostéo

- Mobilisation de la sous-talienne en décoaptation
- Etirement du FHL et du soléaire
- Mobilisation péronéo-tibiale
- Lever la contracture du poplité et du pyramidal
- Etirements chaîne postérieure et latérales
- Gainage et proprioception en unipodal
- Mobilisation ilio-lombaire et sacro-iliaque

Traitement chirurgical



Traitement chirurgical



Arthroscopy Techniques
Volume 9, Issue 9, September 2020, Pages e1269-e1273



Technical Note

Endoscopic Tenolysis of Flexor Hallucis Longus Tendon: Surgical Technique

Theresa Rebecca Olden Dr.  , Jacques Vallotton M.D.

Nouveau concept de supports plantaires

Amorti talon

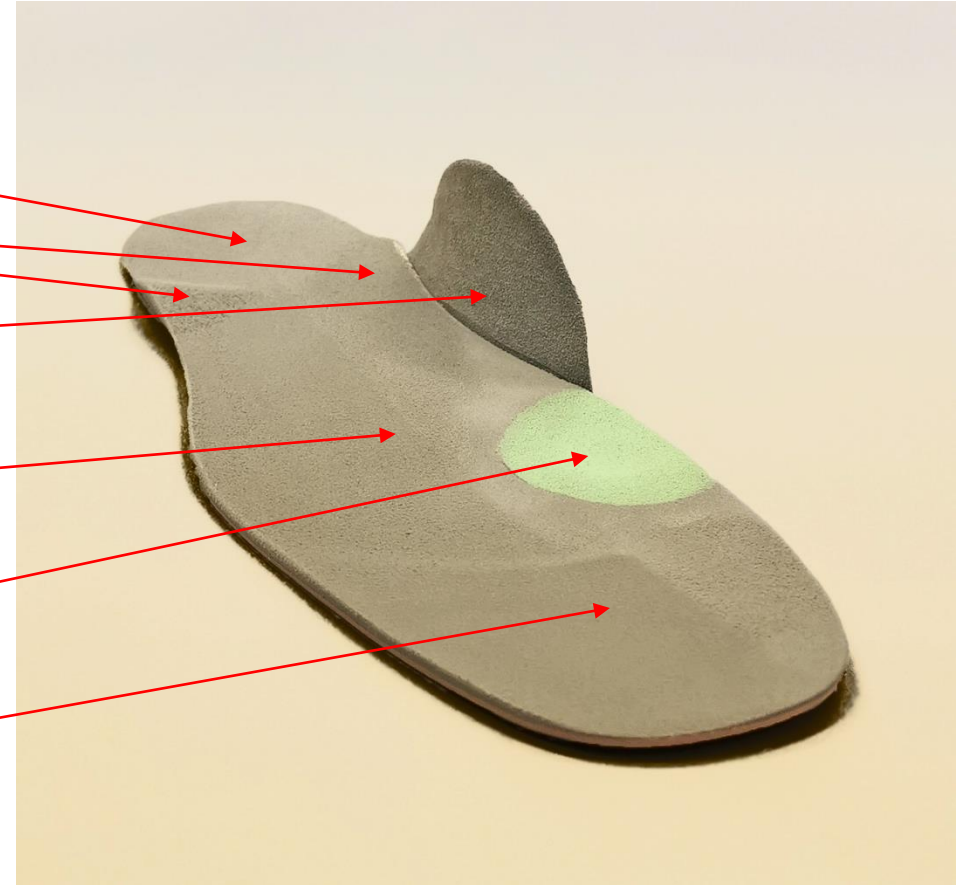
Etrier calcanéen

Contrefort médial intégré

Pelote rétro-capitale

Amorti sous la tête de M1

Tremplin d'orteils



Nouveau concept de supports plantaires

- Questionnaire

Cas choisi : Entorses de cheville à répétition

- Meilleurs résultats après ténolyse du FHL (série marseillaise)
- FHL => Dysfonction sous-talienne (toujours associée)
- Attaque du talon en supination exagérée
- Subluxation antérieure du talus
- Proprioception déficiente

Cas n°1

Patient de 51 ans

Entorses à répétition de la cheville G,

Problèmes d'équilibre

Gonalgies antérieures bilatérales depuis plus de 20 ans

A été opéré à l'âge de 49 ans d'une prothèse fémoro-patellaire au genou G qui n'a rien changé à ses douleurs, ancienne TTTA à D

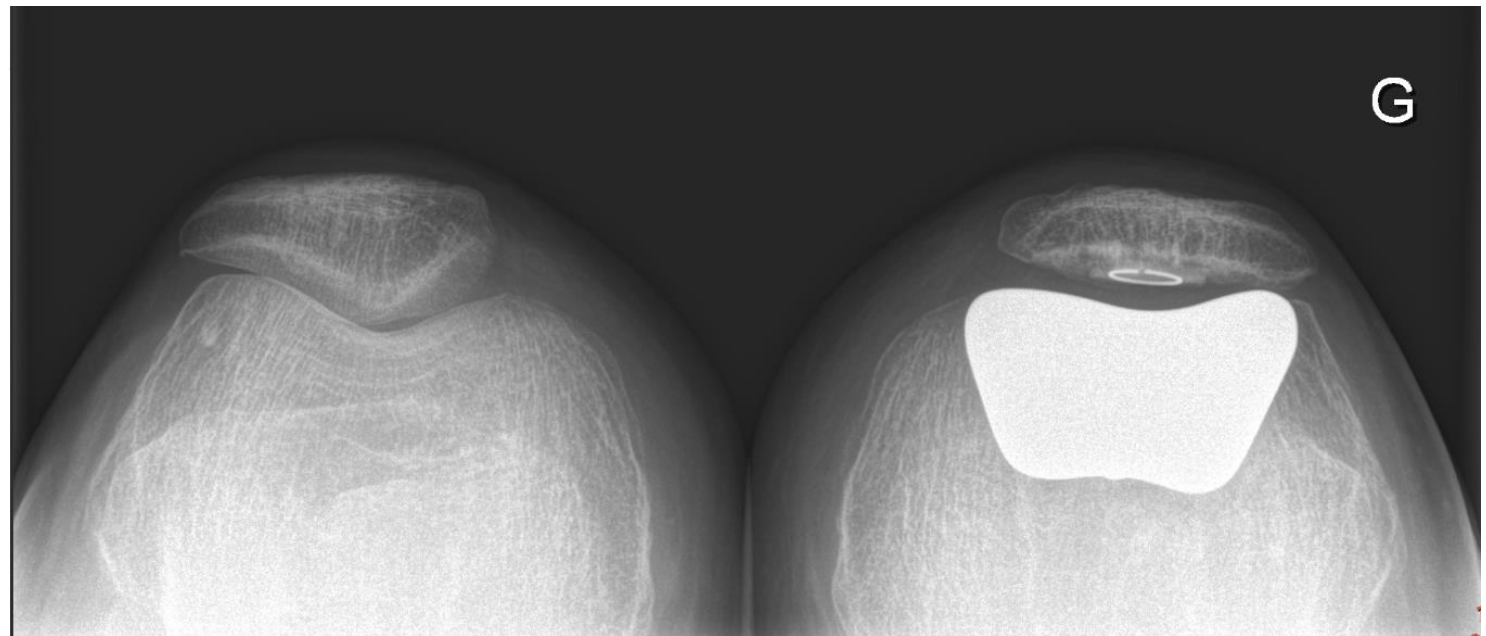
Examen Clinique

- Morphotype genoux léger valgus, un petit recurvatum
- Bascule pelvienne antérieure dans un contexte d'hyperlordose.
Contracture douloureuse du pyramidal des deux côtés
- Appui unipodal instable des deux côtés.
- La cheville G présente une laxité en tiroir antérieur et en varus, absente à D.
- Présence d'un Hallux Limitus Fonctionnel bilatéral avec dysfonction sous-talienne bilatérale, la mobilisation de la sous-talienne gauche entraîne des craquements très importants.
- Genoux : bon tracking rotulien, status après transposition à droite, prothèse fémoro-patellaire à gauche. Bonne tenue du MPFL des deux côtés.

Bilan radiologique



- Prothèse fémoro-patellaire en bonne position.
- Pas de signe de résorption osseuse.
- Bouton rotulien bien centré sur le cliché de profil et sur l'axiale

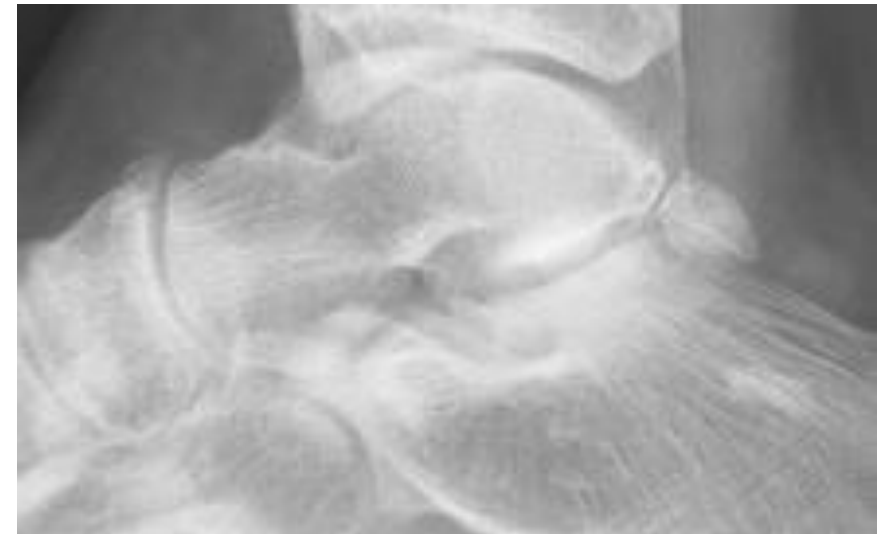
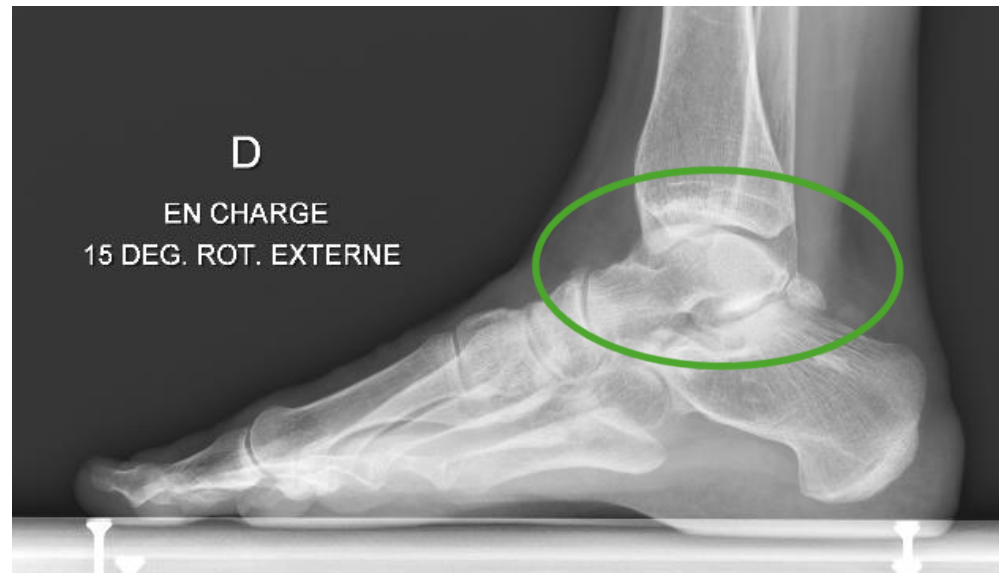


Bilan radiologique

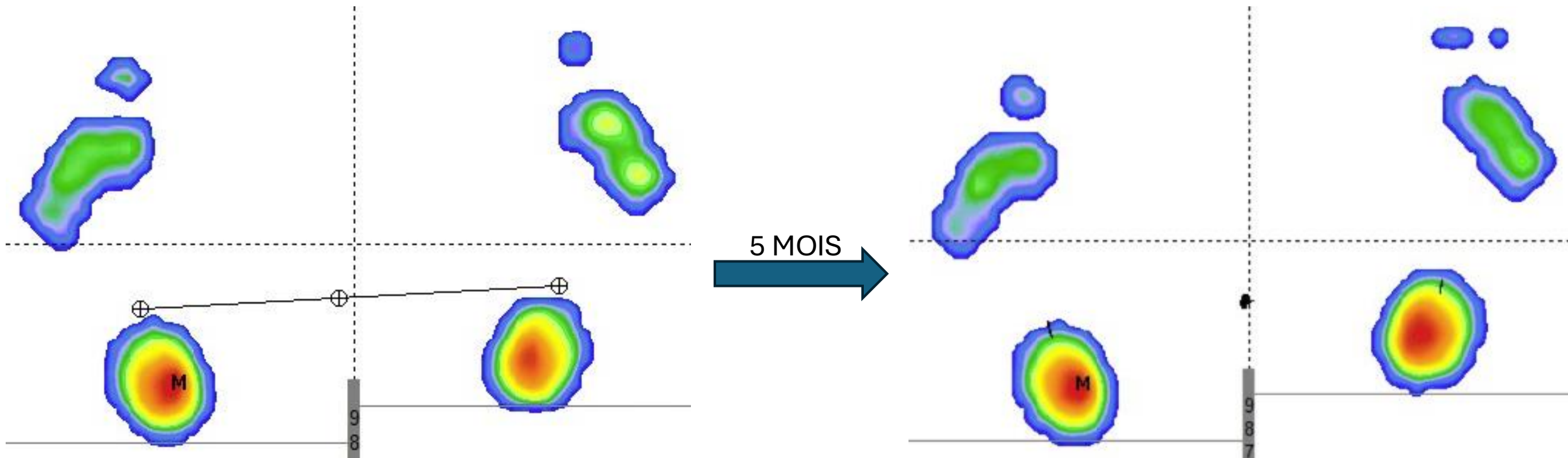


Discret pincement intéressant l'articulation métatarso-phalangienne du 1er rayon des deux côtés.

Bilan radiologique



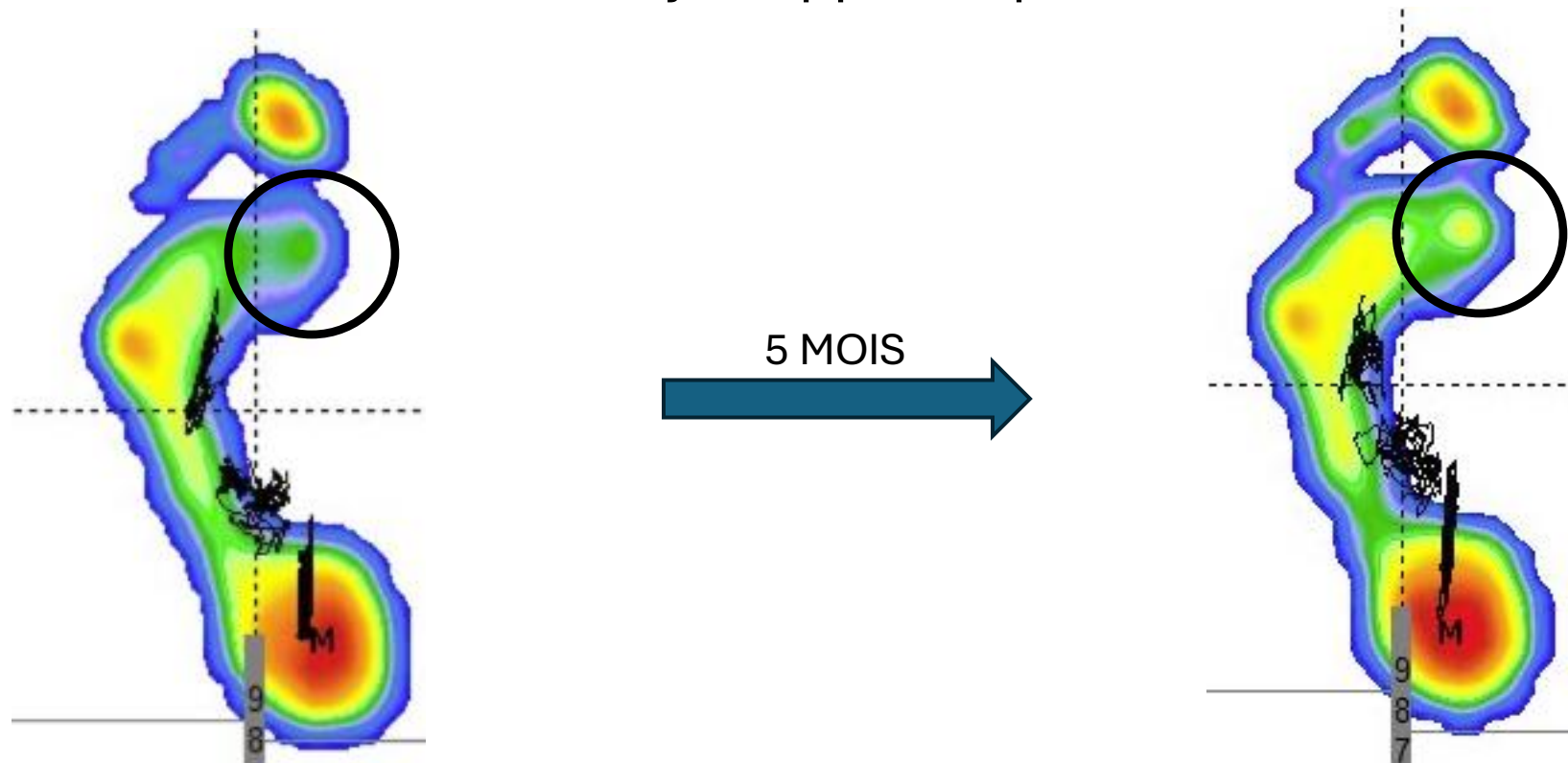
Bilan podologique en appui bipodal



Pas de différence d'appui G/D, appui préférentiel talon ddc

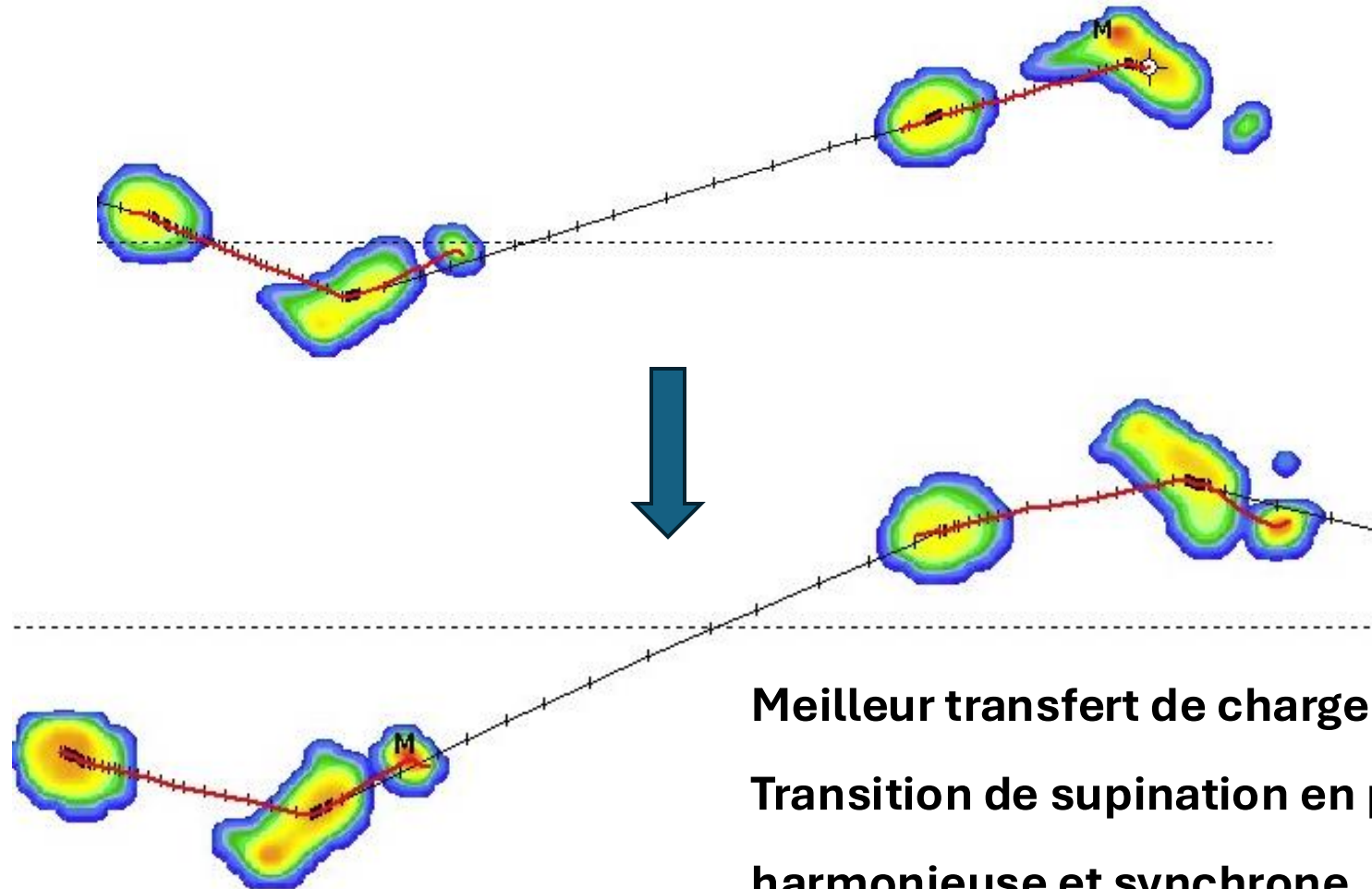
Bilan podologique en appui unipodal

Analyse appui unipodal



Pied G : Meilleure charge sur la 1^{ère} tête métatarsienne en post-op, meilleur équilibre ddc

Bilan podologique à la marche



Meilleur transfert de charge vers le 1^{er} rayon.

**Transition de supination en pronation plus
harmonieuse et synchrone**

Sortie du pas en supination

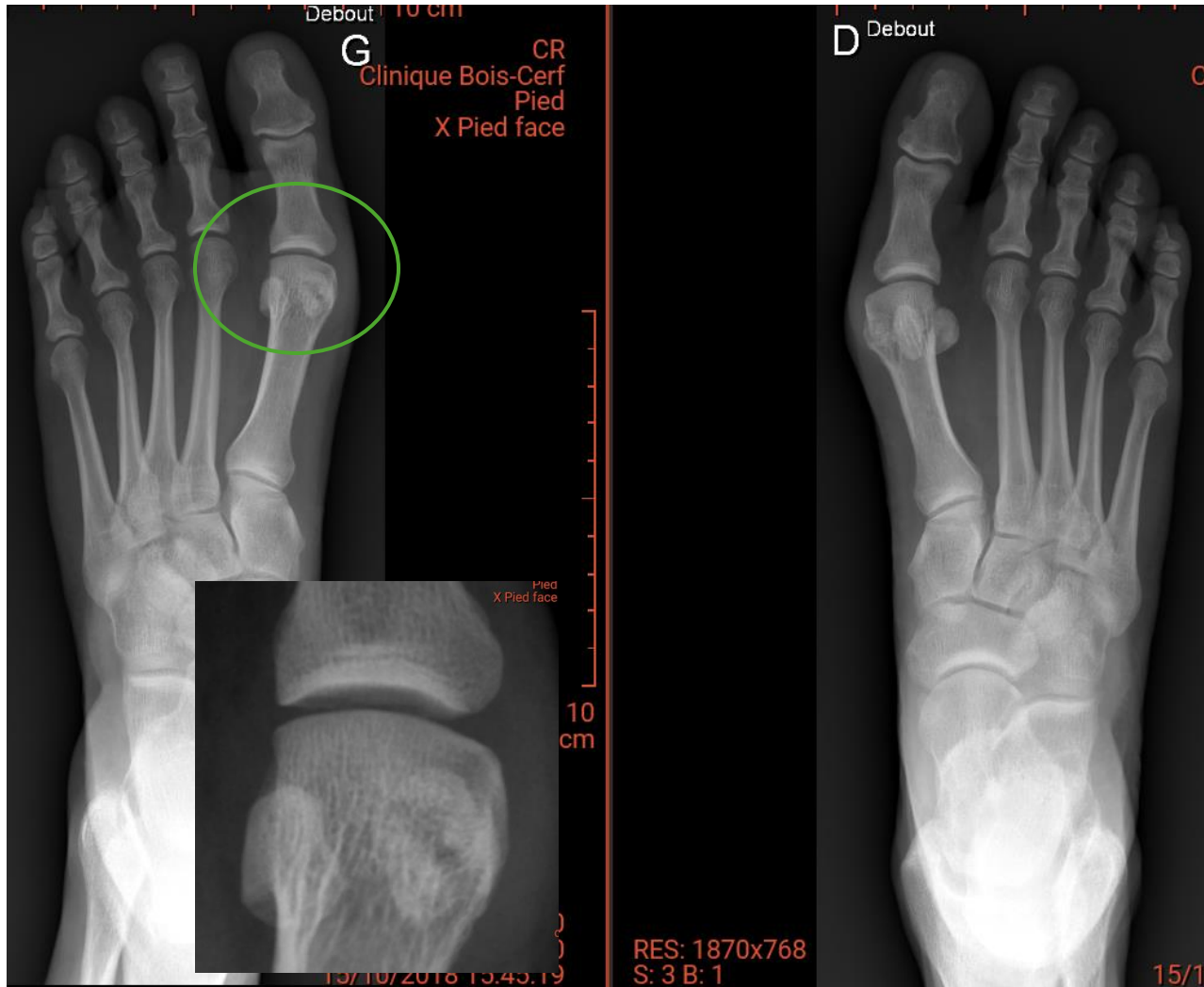
Cas n°2

Patiente de 51 ans, bonne santé, connue pour des entorses à répétition.

Présente des douleurs de longue date sur la MTP du 1^{er} rayon.

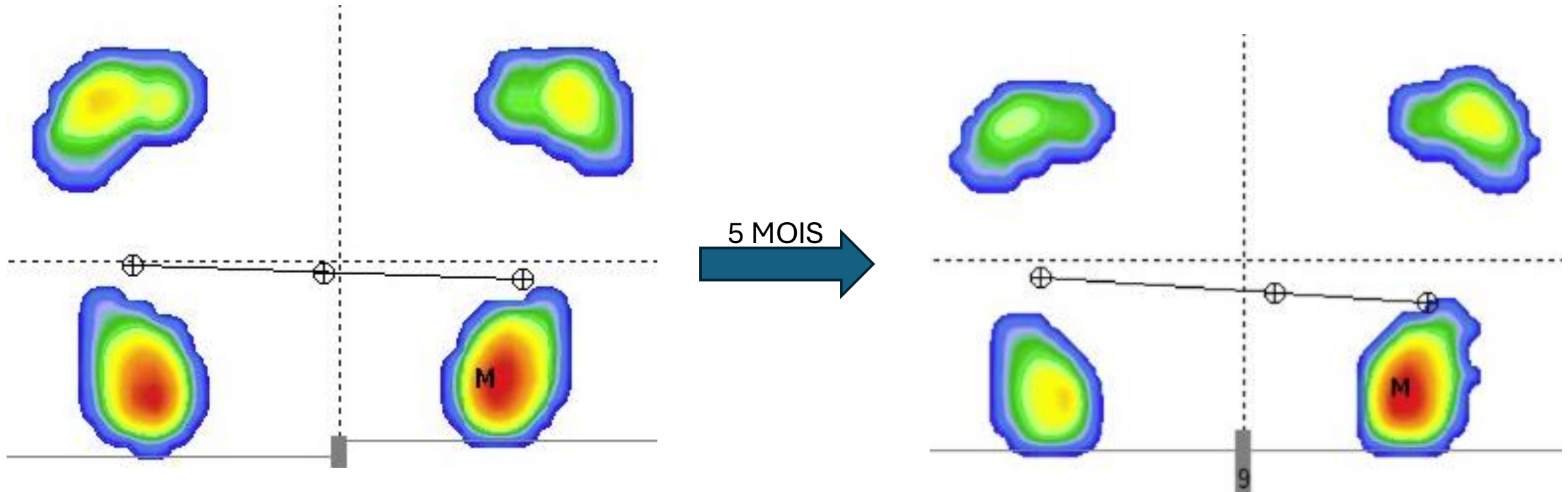
Hallux valgus débutant à gauche.

Bilan radiologique



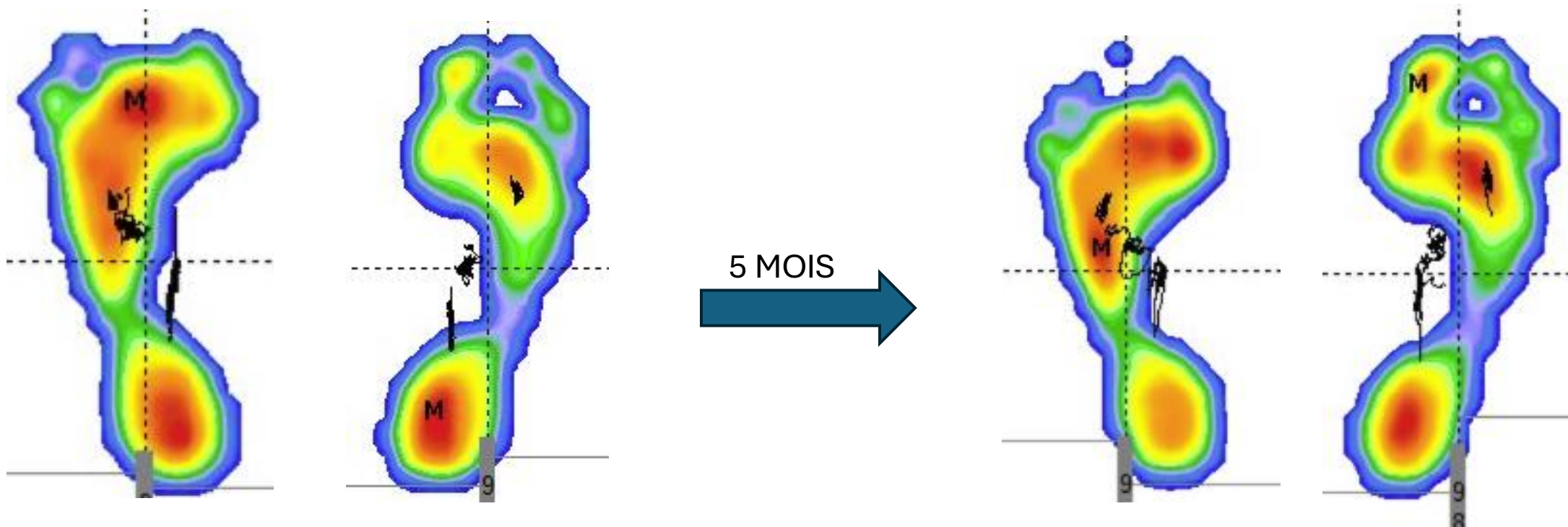
TENOLYSE ENDOSCOPIQUE DU FHL AU PIED GAUCHE

Bilan podologique en appui bipodal



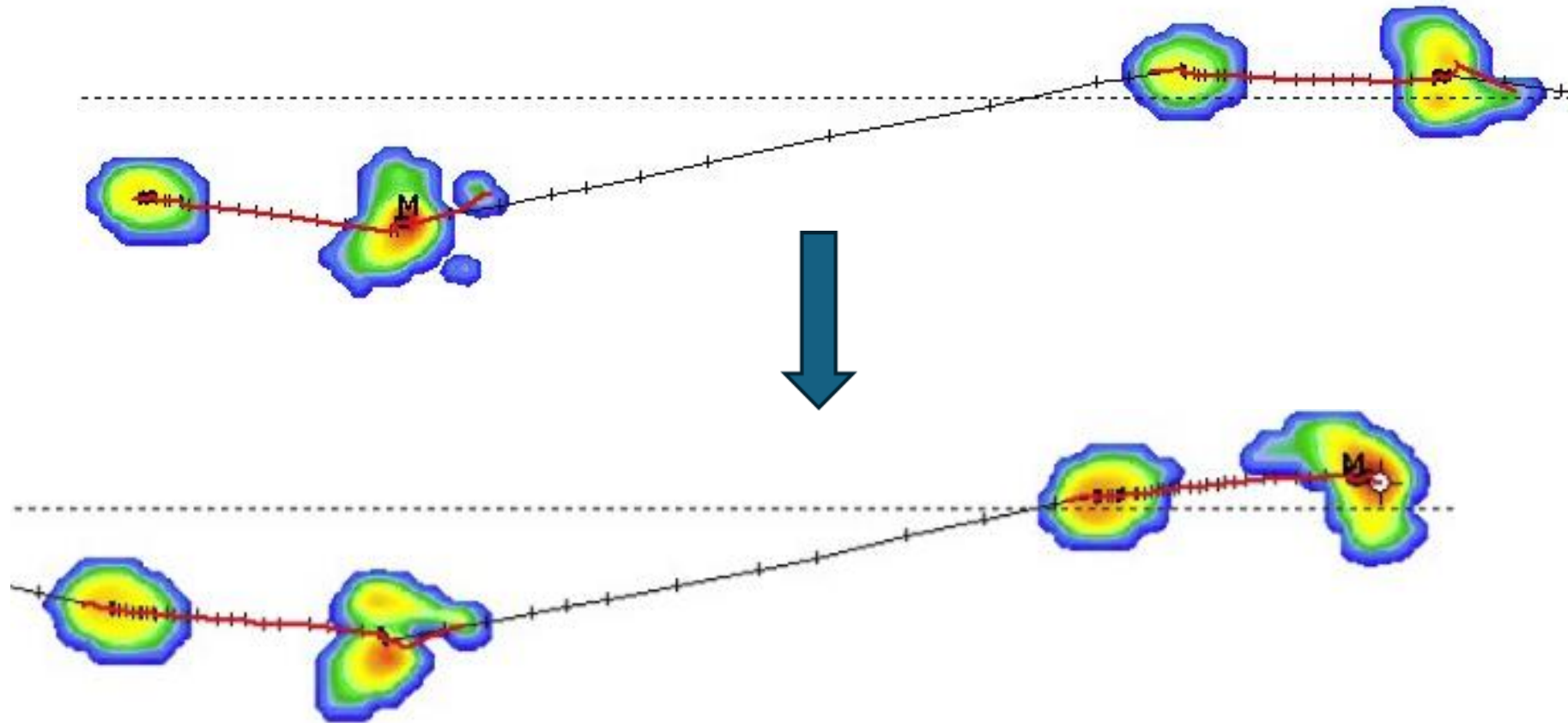
Diminution de la surcharge talonnière à gauche

Bilan podologique en appui unipodal



Remise en charge de la 1^{ère} tête métatarsienne ddc

Bilan podologique à la marche



Meilleur déroulé du pas, surface d'appui élargie, meilleure stabilité dynamique

Cas choisi: Tendinite chronique d'Achille

- **Microdéchirures à répétition**
- **Toujours sur le versant médial du tendon**
- **Attaque du talon en supination et varus**
- **Précharge augmentée due à la mise en échec de l'effet treuil du FHL**
- **Proprioception déficiente**

Cas n°3

Patient de 46 ans, qui à la **reprise sportive** présente une **tendinopathie achilléenne gauche** qui devient graduellement invalidante, entraînant une boiterie à la marche.

Avait fait déjà quelques épisodes de tendinopathie auparavant mais sans douleurs aussi vives.

Examen Clinique

Angle du pas ouvert entre 10 et 15 degrés externes des deux côtés.

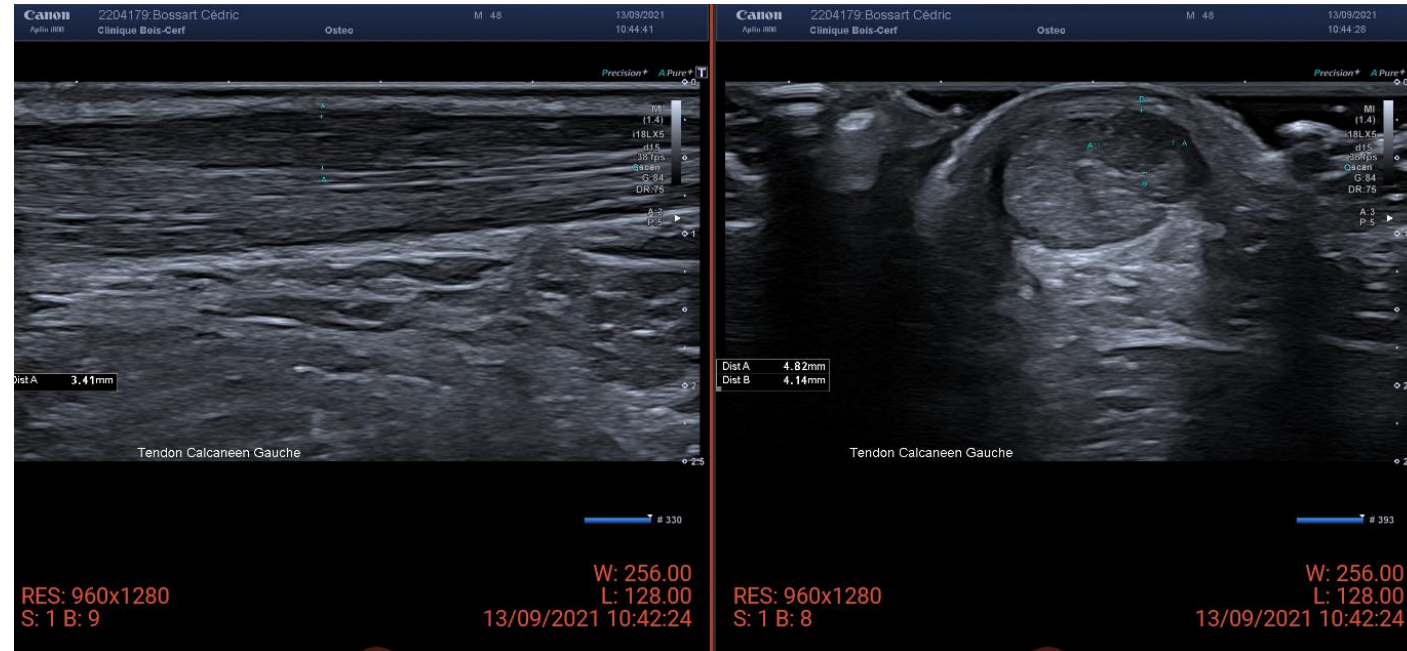
Rétraction du pyramidal bilatérale G>D

Au niveau de l'arrière-pied, blocage de la sous-talienne et FHL

Décharge complète de la 1ère tête métatarsienne visible sous forme d'une absence de kératose

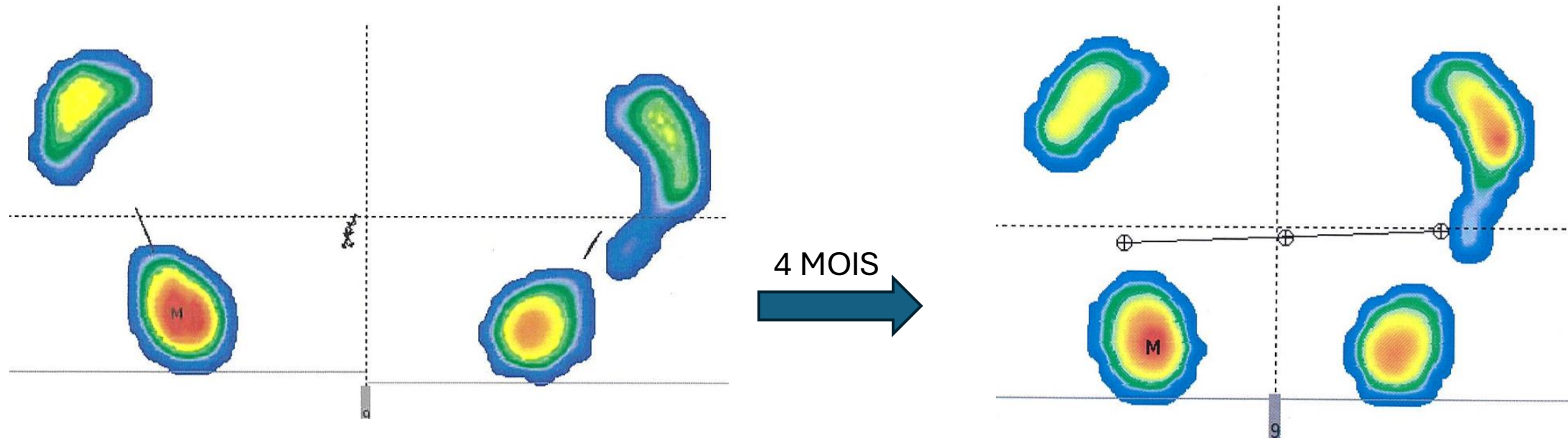
Présence d'une **tendinopathie achilléenne gauche** sous forme d'un **épaississement douloureux** situé à environ 8 cm de l'insertion calcanéenne du tendon.

Bilan radiologique (US)



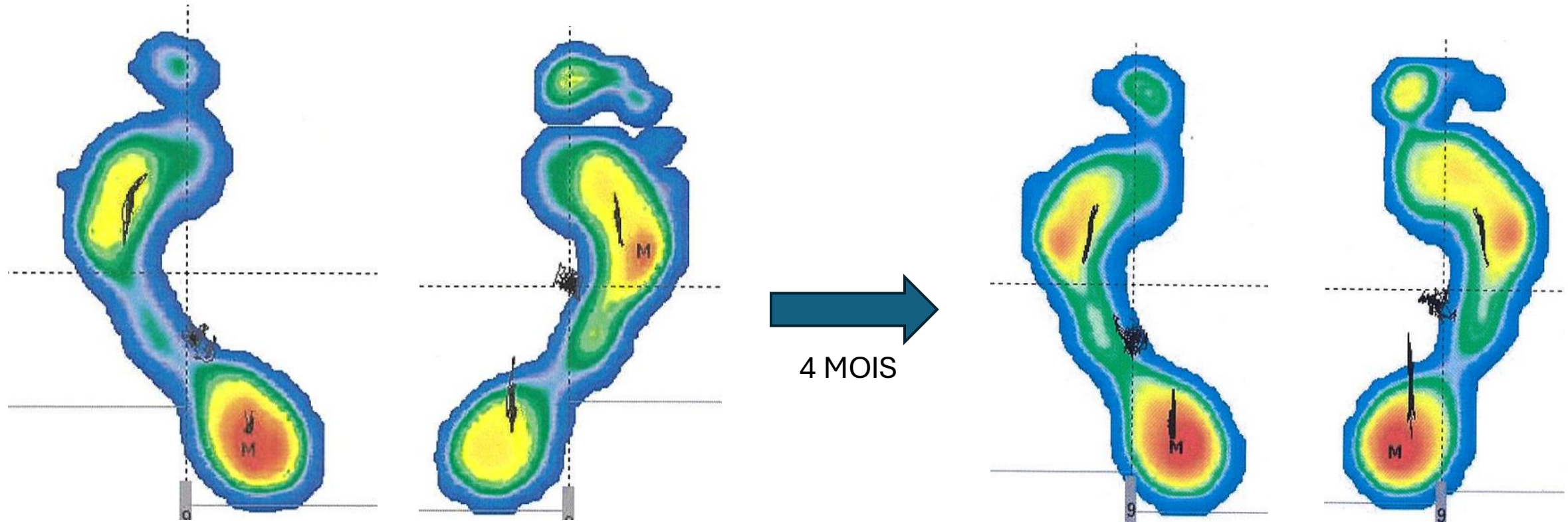
Tendinopathie d'Achille
Nodule fusiforme de tendinose
sur le bord interne du tendon

Bilan podologique en appui bipodal



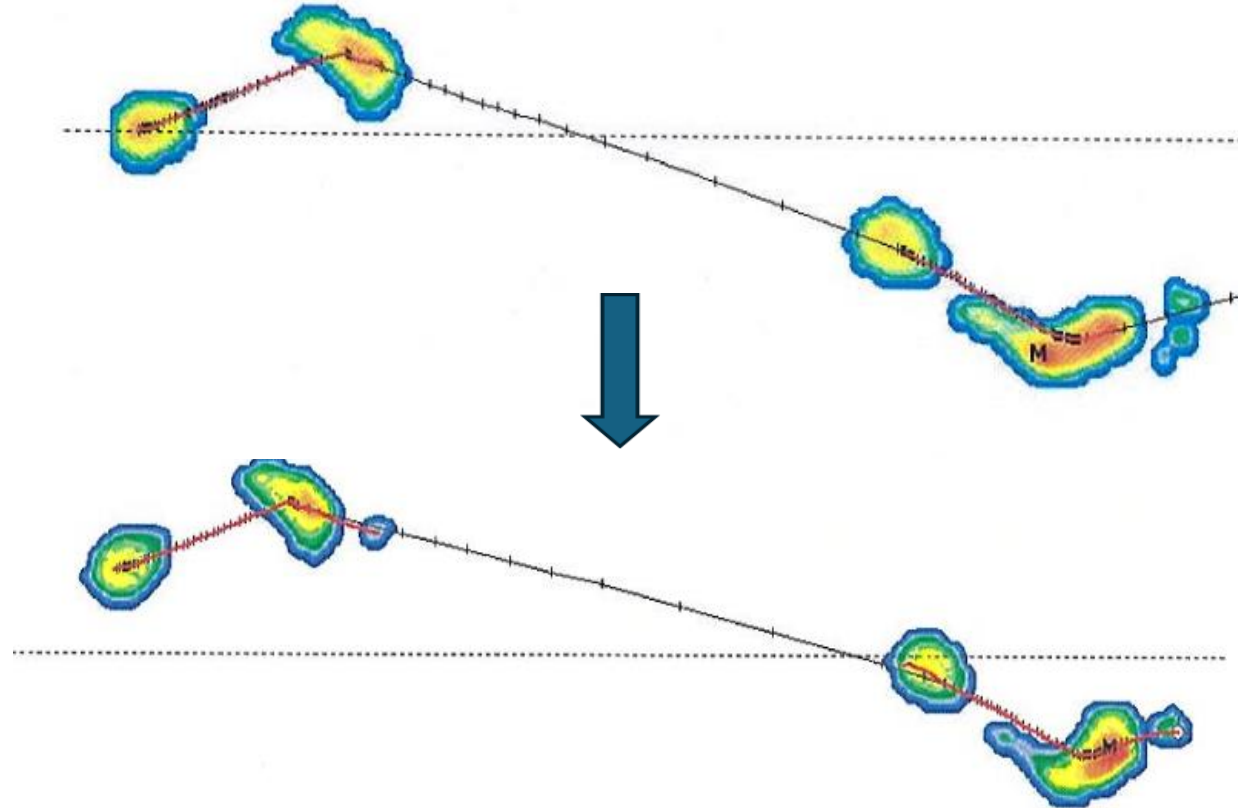
Angle des pieds moins divergents par rapport au bilan pré-op

Bilan podologique en appui unipodal



Projection plus centrale du centre de gravité
Remise en charge de la tête de M1

Bilan podologique à la marche



Supination moins marquée en phase d'appui

Cas n°4

Patient de 62 ans, qui fait passablement de marche, de golf et qui souffre d'une tendinopathie d'Achille bilatérale prédominant à G qui la limite lors de marches prolongées déjà depuis plusieurs mois voire années.

Examen Clinique

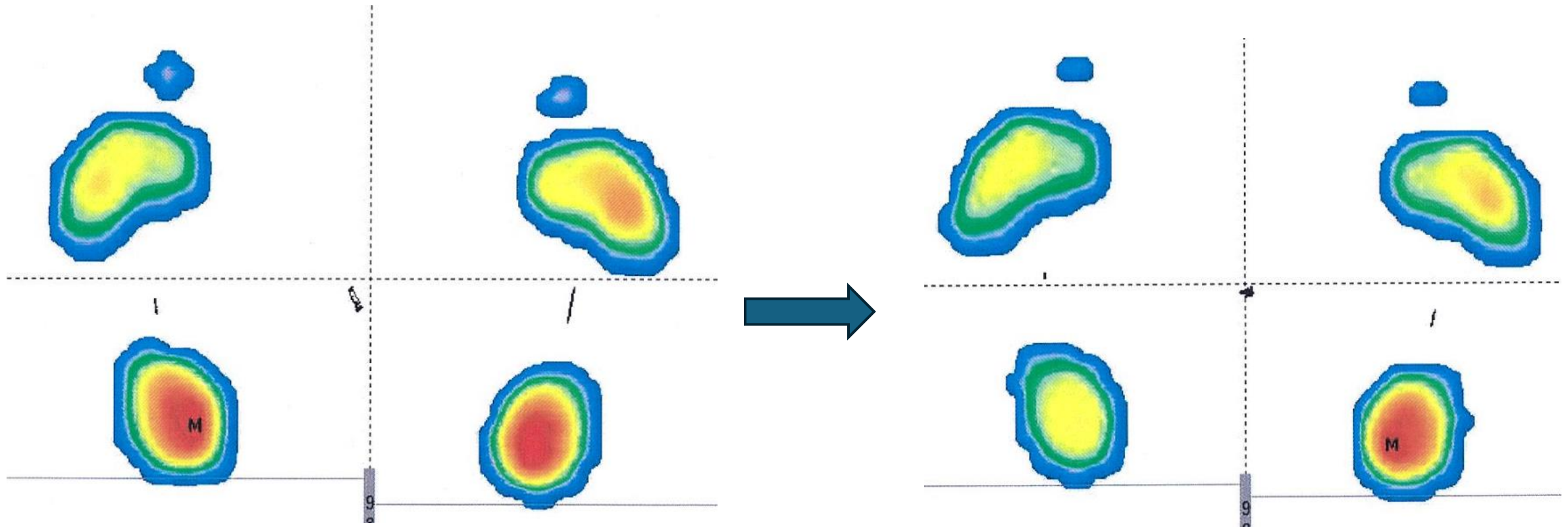
Douleur à la palpation sur le versant interne du tendon d'Achille à gauche sans nodule ou épaissement notable.

Douleur à la pression sous la plante du pied au niveau du tendon du FHL.

Mise en tension du triceps sural sensible.

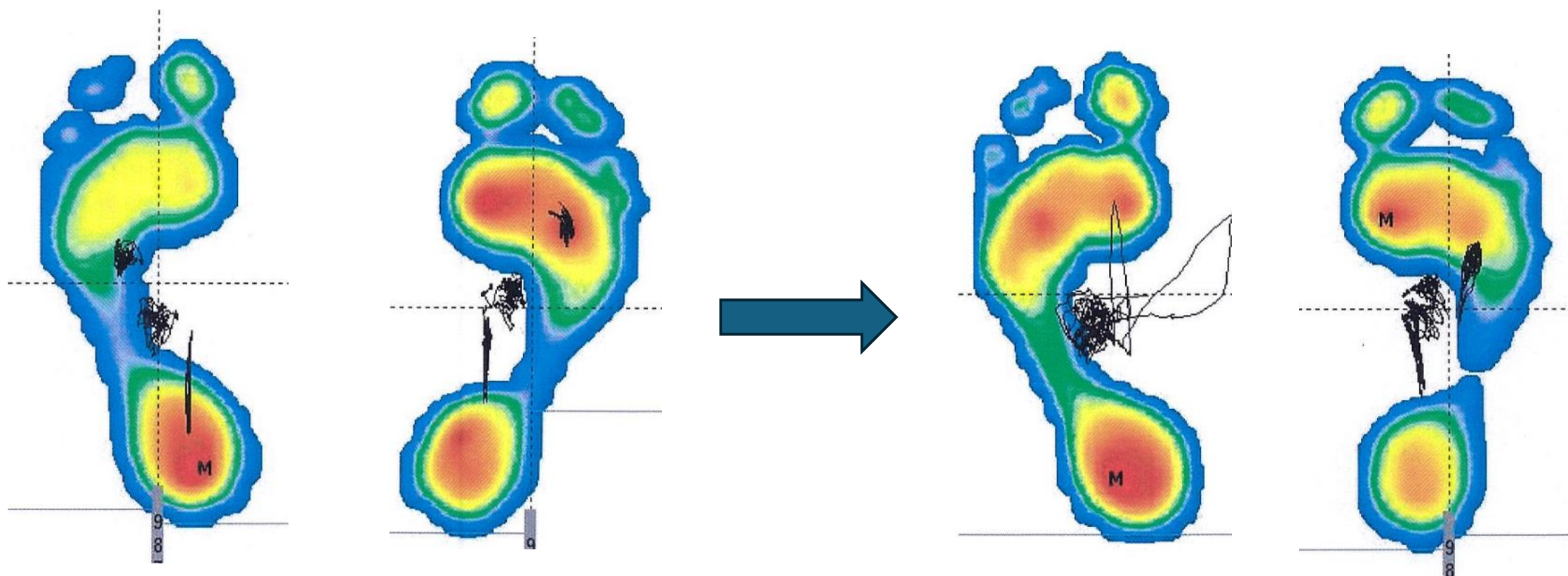
Hallux Limitus Fonctionnel bilatéral avec une sous-talienne très raide.

Bilan podologique en appui bipodal



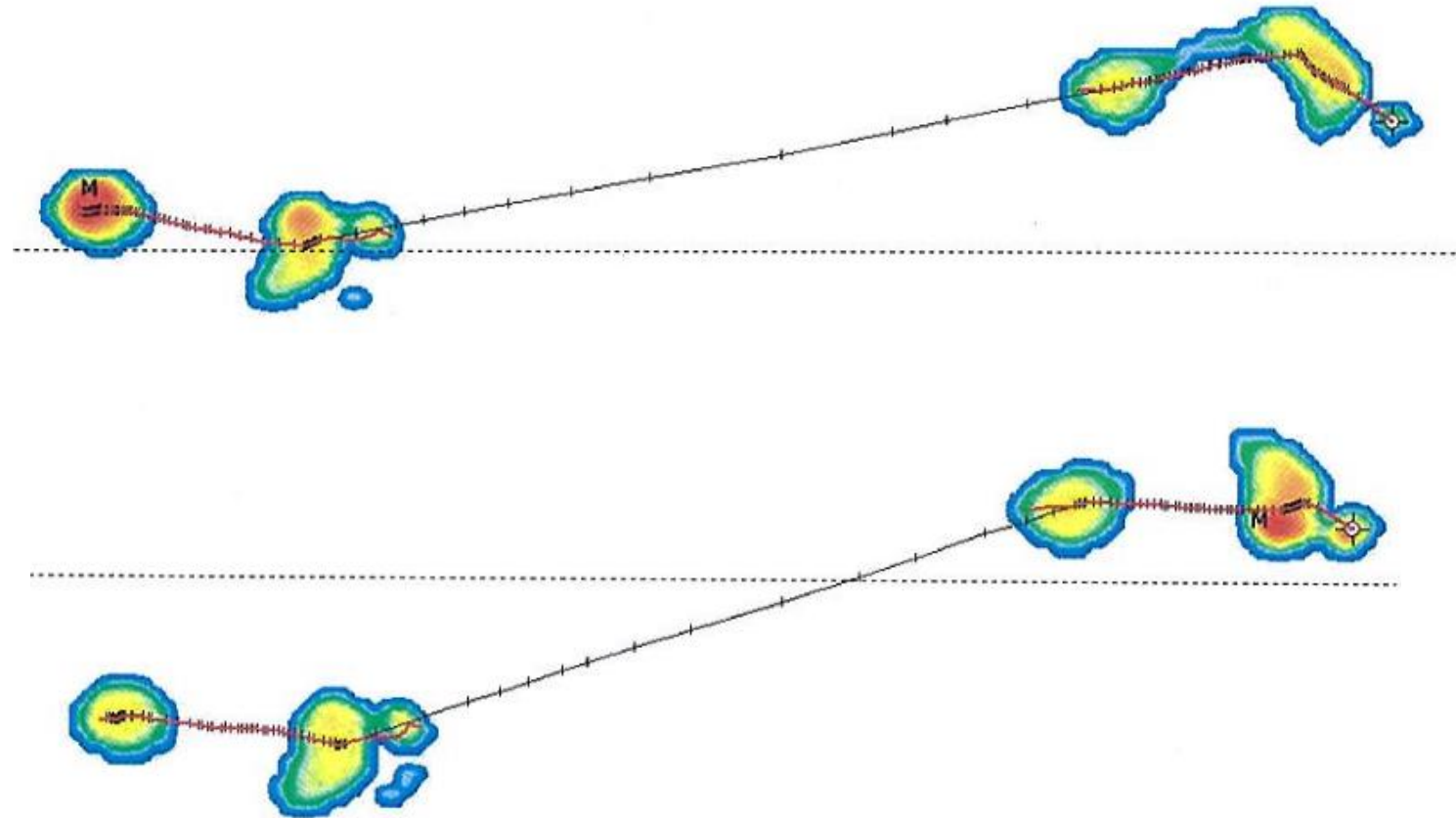
Diminution de la surcharge talonnière à gauche (côté symptomatique)

Bilan podologique en appui unipodal



Participation plus importante de l'avant-pied à la répartition des pressions de coté gauche
et diminution de la surcharge talonnière a droite

Bilan podologique à la marche



De côté symptomatique (G) disparition de la bascule supination- pronation en fin de phase d'appui

Cas choisi: Morton et métatarsalgies de transfert

- **Déroulé sur le bord externe du pied**
- **Décharge de la tête de M1**
- **Transfert de la charge sur les 3^{ème} et 4^{ème} métatarsiens**
- **Supination excessive en phase d'appui**
- **Proprioception déficiente**

Cas n° 5

Patiente de 53 ans, **douleurs électrisantes** situées dans le **3ème espace** interdigital **droit**.

Signale également un **hallux rigidus** au pied **gauche** qui est parfois symptomatique.

Examen Clinique

Attitude en rotation externe de hanches, symétrique.

Morphotype en léger varus et notamment en varus de l'arrière-pied.

Hallux Limitus Fonctionnel bilatéral avec dysfonction sous-talienne.

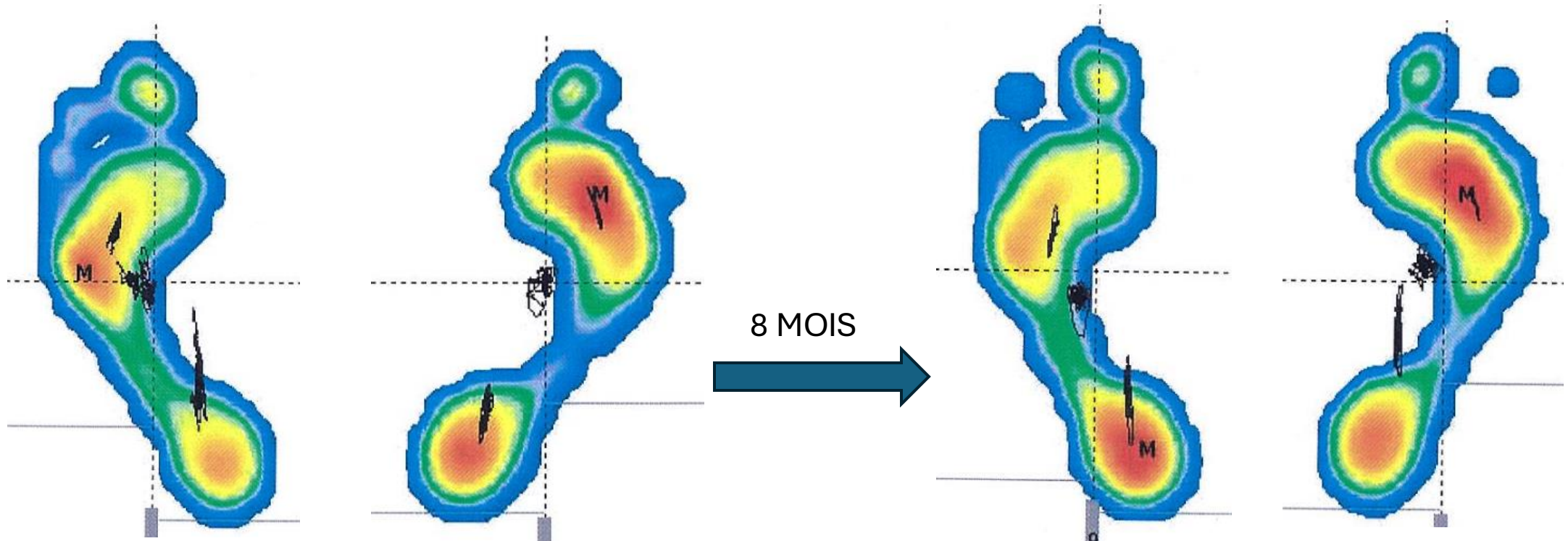
Mobilité encore conservée de la MP1 des deux côtés.

Palpation et pression sensibles électivement dans le 3^{ème} espace du pied droit sans trouble sensitif patent.

Bilan radiologique

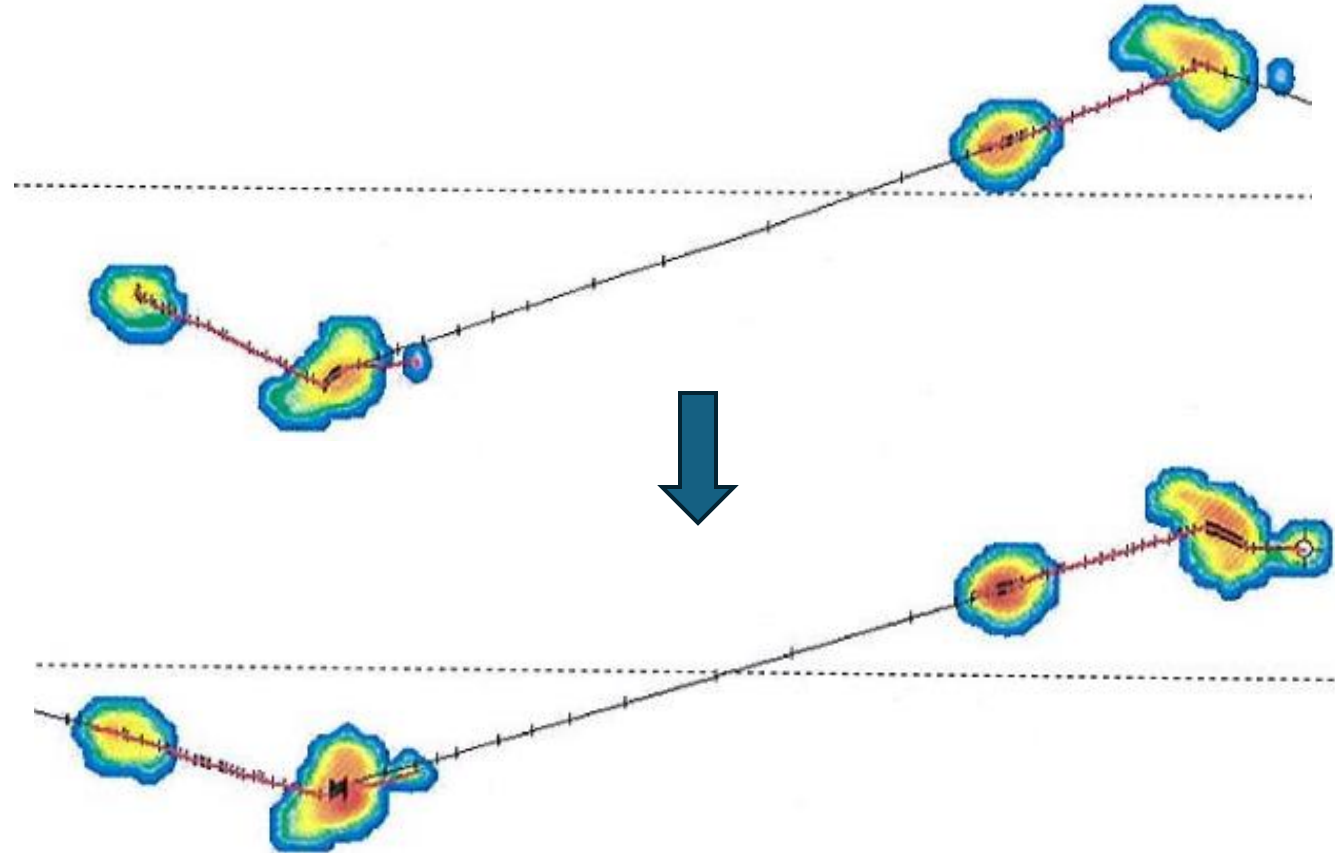


Bilan podologique en appui unipodal



Meilleur équilibre et recentrage de l'appui sur l'avant-pied G

Bilan podologique à la marche



Meilleure transition en pronation
Remise en charge de la tête de M1

A wide-angle landscape photograph of a calm, turquoise lake. The water is exceptionally still, acting as a perfect mirror for the sky and the surrounding mountains. The sky is a vibrant blue, filled with large, fluffy white clouds that are reflected in the water. The mountains are rugged and majestic, with significant portions of their peaks and upper slopes covered in snow. The lower slopes of the mountains are densely forested with dark green coniferous trees. The overall scene is serene and breathtaking, capturing a moment of perfect stillness in a wild, natural setting.

Merci de votre attention !