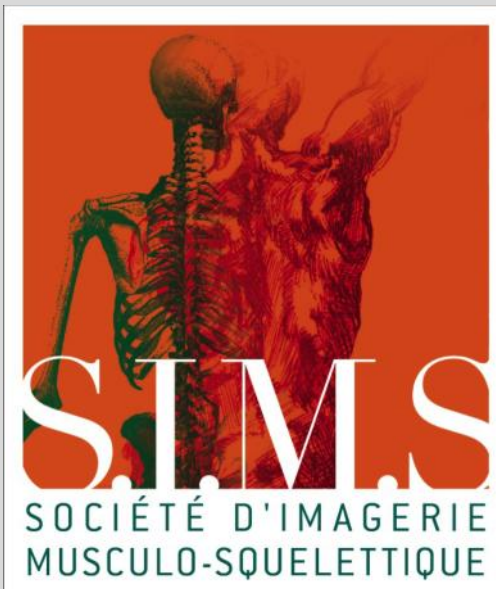


# GEL-CONTACT

Revue de la SIMS



Numéro 24 : La cheville

Visionnez la vidéo d'apprentissage de l'écho de la cheville !





**F M C**



**Semaine de Formation en  
Échographie de l'appareil locomoteur  
JL Brasseur et G Morvan  
28 Mars – 1er Avril 2016**

**Renseignements et inscriptions : SIMS Frédérique Miot  
203 Rue de la Convention 75015 Paris 01 40 60 10 20**



**35e ATELIER D'ECHOGRAPHIE  
de la S.I.M.S**

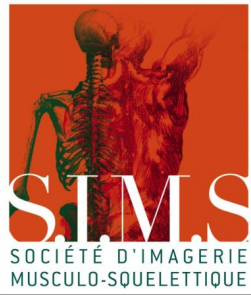


**26 SEPTEMBRE 2015**

**NERFS PERIPHERIQUES  
ET  
SYNDROMES CANALAIRES**

**LA BUTTE DE PLOUIDER  
(20 kms de Brest)  
Responsable : Sandrine Jousse-Joulin**

*Olivier D.*



**Comité de rédaction :**

**R**aphaël Guillin  
**D**enis Jacob  
**F**ranck Lapègue  
**T**homas Moser

**SIMS :**

Président

**Hervé Bard**

Vice-Président

**Anne Cotten**

Secrétaire Général

**Alain Blum**

Secrétaires généraux  
adjoints

**Nicolas Sans**

**Xavier Demondion**

Trésorière

**Valérie Vuillemin**

[www.sims-asso.org](http://www.sims-asso.org)

# SOMMAIRE

## NUMÉRO 24 : LA CHEVILLE EN 100 POINTS

P.05 : ÉDITORIAL (H. BARD)

P.06 : LÉSIONS DU LCL ET DE LA SYNDESMOSE TIBIO-FIBULAIRE  
INFÉRIEURE (F. LAPÈGUE)

P.14 : LÉSIONS DU LCM ET DU SPRING LIGAMENT (G. MERCY)

P.22 : ÉCHOGRAPHIE DES LIGAMENTS DU MÉDIO-PIED (J. RE-  
NOUX)

P.26 : TENDINOPATHIE ET INSTABILITÉ DES TENDONS FIBULAIRES  
(L. PESQUER)

P.32 : LES TENDONS DU COMPARTIMENT MÉDIAL DE LA CHE-  
VILLE (S. ACID)

P.40 : LES TENDONS ANTÉRIEURS (D. JACOB)

P.46 : LE TENDON CALCANÉEN OU LE COMPLEXE ACHILLÉO SU-  
RAL (G. MORVAN)

P.56 : 10 VARIANTES ANATOMIQUES (A. PON SOT)

P.62 : LE TUNNEL TARSIEEN (O. FANTINO)

P.66 : ÉCHOGRAPHIE DANS LES TRAUMATISMES  
DE LA CHEVILLE ET DU PIED DE L'ENFANT (A. MORAUX)

GE Healthcare

## LOGIQ E9 XDclear avec Elastographie ShearWave

Sa technologie d'Elastographie ShearWave est intuitivement conçue pour la facilité d'utilisation, la reproductibilité et l'intégration harmonieuse dans le flux de travail



### Des images extraordinaires

La puissante architecture Agile Acoustic du LOGIQ E9 avec XDclear assure une clarté exceptionnelle des examens de Shear Wave.

- **Sondes C1-6VN, C1-6 et 9L** – Fournissent une pénétration et une résolution exceptionnelles
- **Préréglages d'échographie Shear Wave** – Facilitent le processus d'imagerie - il suffit de placer la sonde et d'acquérir les images
- **Catalyseurs de la qualité d'image** – Une excellente cadence images permet de réduire les artefacts de mouvement, et un mode de pénétration avantageux permet d'améliorer la sensibilité pour les cas difficiles

### Flux de travail facilité

LOGIQ E9 avec XDclear avec élastographie Shear Wave permet des examens rapides et reproductibles, et réduit la dépendance vis-à-vis de l'opérateur.

- **Auto sequencing** – Fournit un positionnement automatique de la mesure de la zone d'intérêt (ROI) pour permettre d'utiliser le moins de touches possible

- **ROI de mesures multiples dans l'imagerie ShearWave**

Permet d'augmenter la vitesse d'examen en réduisant le nombre d'acquisitions nécessaires à un examen complet

- **Options d'affichage flexibles**

- Mode d'affichage programmable de la rigidité des tissus en kilopascals ou de la vitesse en mètres par seconde
- Permet à chaque utilisateur de choisir sa préférence d'affichage pour un affichage simple ou double

- **Outils d'automatisation associés à l'élastographie Shear Wave pour une efficacité de pointe**

- **Compare Assistant** : Permet à l'utilisateur de récupérer en toute simplicité des examens précédents pour effectuer des comparaisons par juxtaposition qui facilitent la configuration des examens, et contribue à produire des interprétations fiables
- **Scan Assistant** : Permet de fournir d'excellents soins aux patients en automatisant les tâches répétitives et les mesures



Cirrhose Hépatique (13.6 ± 2.2 kPa)



Hépatite B (7.7 ± 1.1 kPa)





# ÉDITORIAL

Hervé Bard, Président de la SIMS

Vous l'attendiez avec impatience, le voici ce nouveau numéro de Gel-Contact, 24e du nom, consacré à la cheville.

L'an dernier, le numéro 23 était le premier d'une équipe de rédacteurs renouvelée et accompagnait une première vidéo d'enseignement de l'échographie bilingue et accessible à tous, consacrée à l'épaule. Le succès de cet épisode pilote (plus de 18 000 vues pour les 3 parties sur [www.youtube.com](http://www.youtube.com)) réalisée avec des moyens professionnels par Franck Lapègue et Raphaël Guillin, nous a encouragés à poursuivre la série avec un deuxième volet !

Nous avons décidé de supprimer l'édition papier, non seulement dans un souci d'économie et d'écologie, mais aussi parce que c'est l'avenir. Ce nouveau numéro sera donc disponible uniquement en version électronique téléchargeable sur le site internet de la SIMS. Rappelons que nos adhérents peuvent trouver sur le site de la SIMS la totalité des numéros de Gel-Contact en pdf téléchargeables.

Ce numéro 24 sera accompagné, comme le précédent, d'une vidéo professionnelle d'enseignement de l'échographie réalisée cette année par l'équipe lyonnaise avec Olivier Fantino, Bertrand Bordet et Julien Borne. Nous sommes très impatients de voir cette nouvelle vidéo sans douter qu'elle ait la même qualité et le même succès que la précédente.

Les précédents numéros de Gel Contact avaient commencé à introduire une rédaction en dix images clés, à l'initiative de Valérie Vuillemin. Cette année, tous les auteurs se sont pris au jeu et vous trouverez au fil de ces pages, 10 articles contenant 10 points-clés, soit une centaine d'images clés recouvrant toutes les pathologies accessibles à l'échographie de cette articulation redoutée par les échographistes débutants en échographie musculo-squelettique.

La pathologie ligamentaire introduit logiquement ce parcours, suivie de la pathologie articulaire souvent négligée, avant le gros morceau que constituent les tendinopathies, sans oublier les variantes anatomiques, redoutables pièges, pour conclure sur un sujet difficile que sont les entorses de l'enfant.

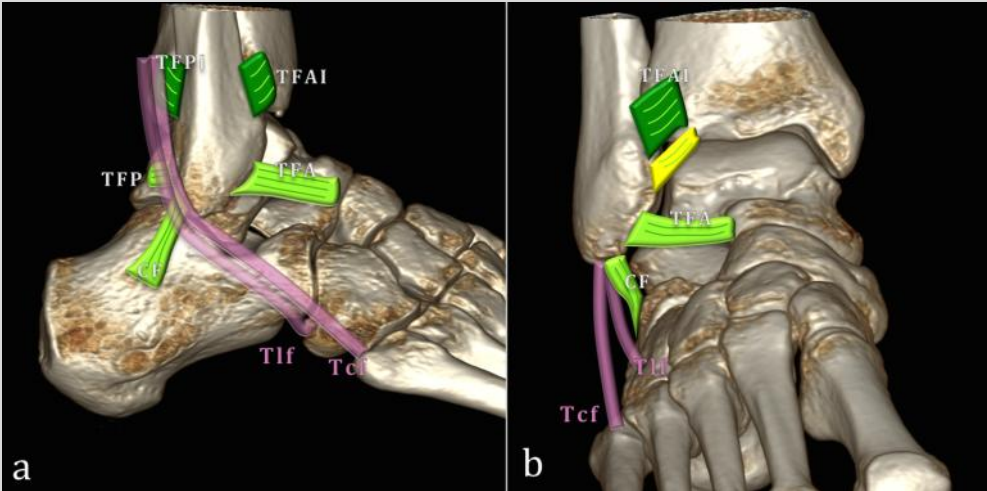
Il faut féliciter les auteurs d'avoir relevé ce défi de synthèse, et remercier le comité de rédaction, Raphaël Guillin, Franck Lapègue, Denis Jacob et Thomas Moser, lequel a assuré la mise en page.

Bonne lecture et merci de votre fidélité.

# LÉSIONS DU LIGAMENT COLLATÉRAL LATÉRAL ET DE LA SYNDESMOSE TIBIO-FIBULAIRE INFÉRIEURE EN 10 POINTS-CLÉS

Franck Lapègue, Marie Faruch, Céline Brun, Sarah Bakouche, Hélène Chiavassa, Nicolas Sans (Toulouse)

## 1. Anatomie des faisceaux du ligament collatéral latéral et des ligaments tibiofibulaires inférieurs (fig.1)



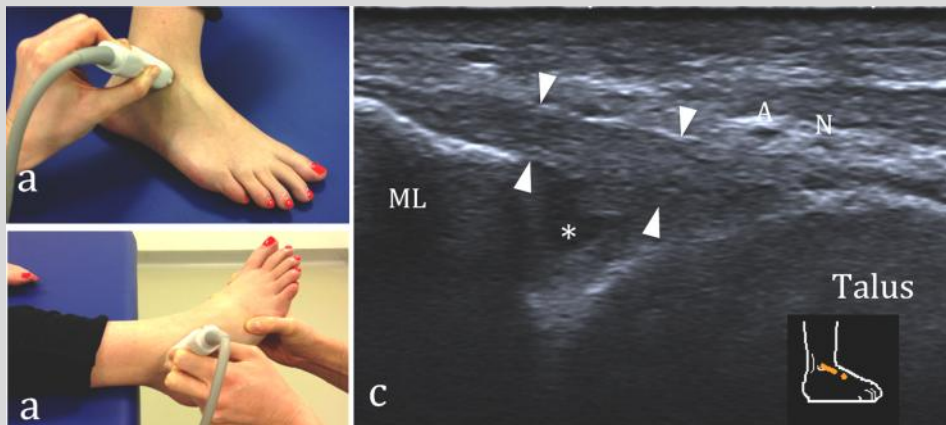
a- Vue externe de la cheville

b- vue antérieure

Les trois faisceaux du ligament collatéral latéral sont figurés en vert clair : TFA= ligament talofibulaire antérieur, CF= ligament calcanéofibulaire, TFP= ligament talofibulaire postérieur.

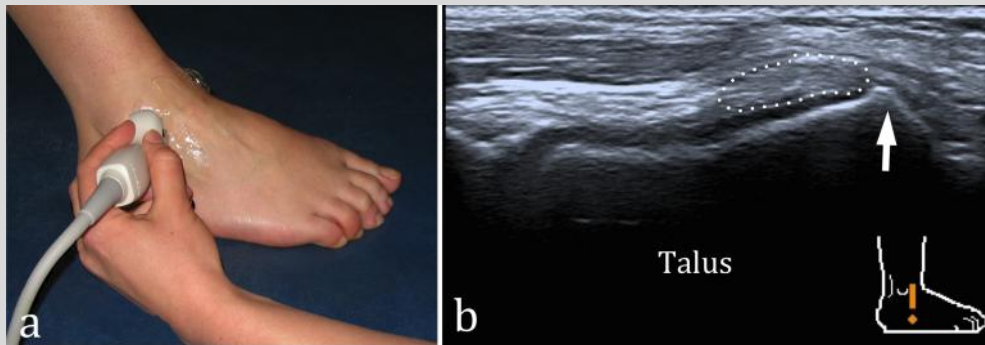
## 2. Aspect échographique normal du ligament talofibulaire antérieur (fig.2-3)

Le ligament talofibulaire antérieur est principalement étudié sur une coupe longitudinale. Selon les habitudes de l'équipe le pied est posé à plat sur la table en varus (fig.2a), ou dépasse de la table (fig.2b) ce qui permet à l'opérateur de le mettre plus facilement en tension « douce » par la réalisation de manœuvres dynamiques : rotation interne, tiroir antérieur (technique « des Lyonnais » B.Bordet, O. Fantino, et J.Borne, cf gel contact N°18). De petites pressions avec la sonde d'échographie peuvent également permettre de dévoiler des défauts de « tension » du ligament..



L'image de référence (fig.2c) montre : un ligament hyperéchogène fibrillaire (têtes de flèches) de 2 à 3 mm, bien tendu entre la malléole latérale (ML) et le col du talus. En surface du ligament on observe fréquemment une petite artère (A) et un petit rameau nerveux (N). En profondeur un récessus articulaire peut présenter de façon physiologique un peu de liquide (\*).

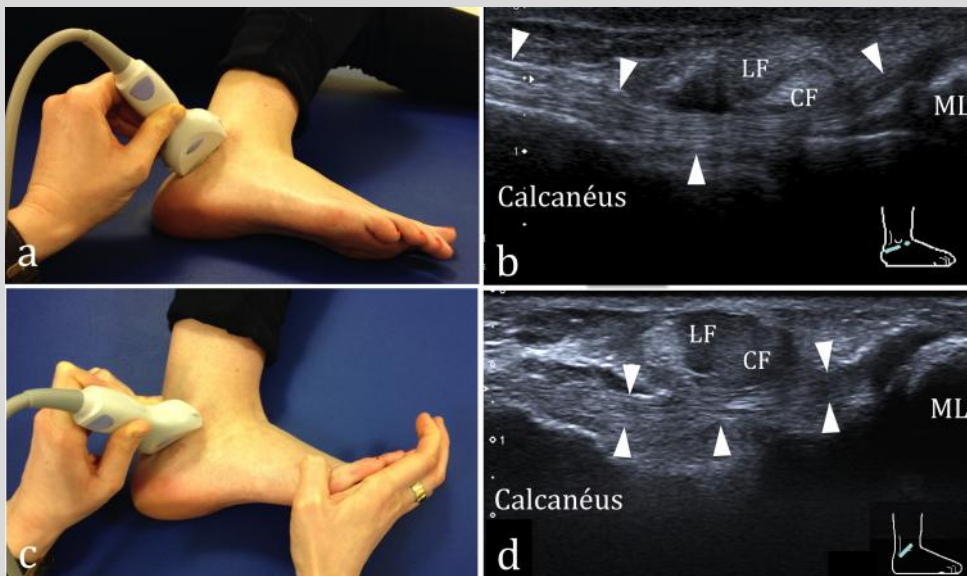
Une coupe orthogonale à la précédente (fig.3) peut également faire partie du bilan. Elle montre le ligament dans son petit axe (ligne en pointillé) posé sur la partie basse de la joue du talus juste au dessus du processus latéral (flèche).



### 3. Aspect échographique normal du ligament calcanéofibulaire (fig.4)

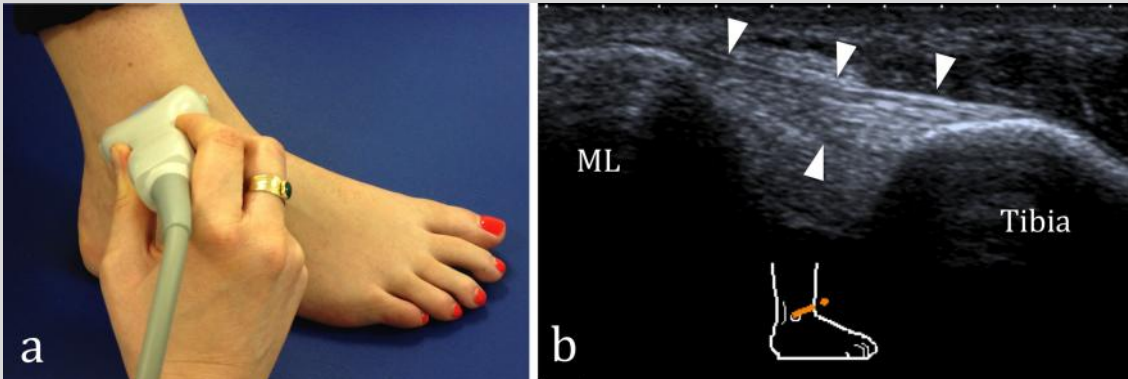
Pour réaliser la coupe de référence longitudinale du ligament du calcanéofibulaire la sonde est orientée en bas et en arrière à partir de la pointe de la malléole latérale. Lorsque la cheville est en position neutre (fig4 ab), le ligament calcanéofibulaire tendu de la face latérale du calcaneus à la malléole latérale (ML) apparaît épais fibrillaire, concave en dehors ; Il forme un « hamac » (têtes de flèches) pour les tendons fibulaires plus superficiels (LF : long fibulaire ; CF : court fibulaire). Les manœuvres de dorsiflexion varus (fig4cd) mettent en tension ce ligament qui soulève alors les tendons fibulaires.

**NB : le ligament talofibulaire postérieur est parfois visible mais pas analysable de façon fiable en échographie.**



#### 4. Aspect échographique normal du ligament tibiofibulaire antéro-inférieur (fig.5)

En partant de la coupe longitudinale sur le ligament talofibulaire antérieur, la sonde est obliquée en haut et en dedans en prenant la malléole latérale comme axe de rotation. Le ligament tibiofibulaire antéro-inférieur apparaît alors dans son grand axe tendu de la malléole latérale (ML) au tibia. Il est hyperéchogène fibrillaire (têtes de flèches), et souvent multifasciculé. Sa mise en tension est favorisée par la dorsiflexion et la rotation externe. Il présente parfois un faisceau accessoire inférieur, le ligament de Bassett qui peut s'avérer conflictuel avec le coin antérolatéral du dôme talien.



#### 5. Entorses du ligament talofibulaire antérieur à la phase aiguë (fig.6-7)

L'entorse latérale est l'accident traumatique le plus fréquent du membre inférieur. Elle survient le plus souvent au cours d'un traumatisme en varus équin. En fonction de l'énergie de ce traumatisme, on observe une lésion successive des trois différents faisceaux du ligament collatéral latéral: le ligament talofibulaire antérieur est le premier touché, le ligament calcanéofibulaire est le deuxième lésé, enfin le ligament talofibulaire postérieur est rarement atteint.

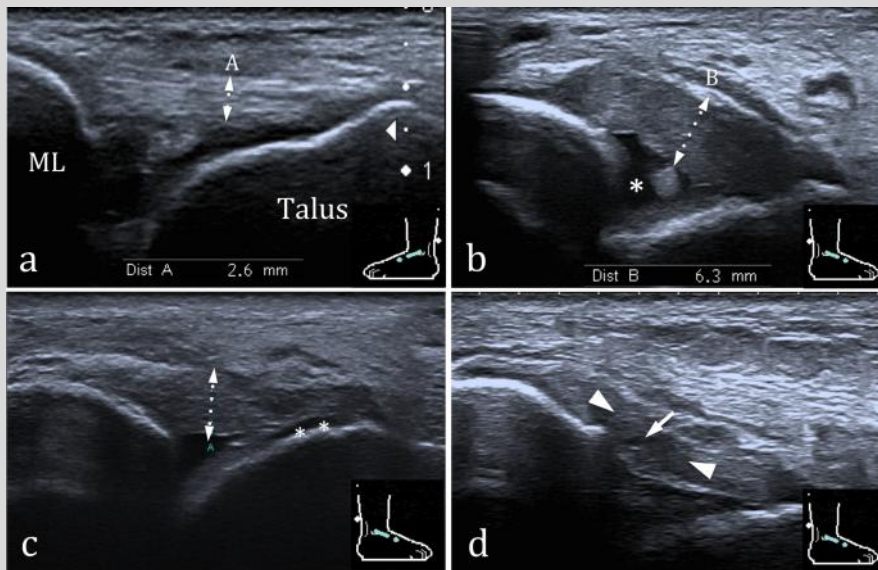


Fig. 6 Lésions récentes de moyenne gravité du ligament talofibulaire antérieur

a. Ligament talofibulaire antérieur (double flèche) normal en coupe longitudinale; ML : malléole latérale.

b. Aspect d'entorse de moyenne gravité du ligament talofibulaire antérieur (double flèche) qui est épaissi, hypoéchogène, discrètement « distendu » mais continu; notons une petite lame d'épanchement intra-articulaire à sa face profonde (\*).

c. Épaississement hypoéchogène modéré du ligament talofibulaire antérieur (double flèche) associé à une désinsertion partielle distale sous forme d'une petite zone de « décollement » anéchogène (\*\*).

d. Lésion « partielle » du ligament talofibulaire antérieur se manifestant par une hypoéchogénicité de sa partie moyenne (têtes de flèches) au sein de laquelle on met en évidence une petite fissure (flèche).



Seuls les deux premiers faisceaux sont analysables en échographie et on recherche à leur niveau les signes d'entorse de gravité croissante décrits par Brasseur et Morvan :

- *épaississement et hypoéchogénicité* (globale ou focale) du ligament qui reste continu et normalement tendu (entorse bénigne) ;

- *lésion ligamentaire partielle* (entorse de moyenne gravité) se manifestant par une déchirure d'un des versants du ligament, un décollement (souvent proximal, fréquent chez l'adolescent) ou une interruption partielle de l'enthèse ligamentaire ;

- *rupture ligamentaire complète ou désinsertion* complète de l'une de ses extrémités avec perte de la tension du ligament (entorse grave) ;

L'épanchement artériel peut alors franchir la barrière capsulo-ligamentaire provoquant une infiltration hémorragique des tissus sous-cutanés en cas de lésion du ligament talofibulaire antérieur. En appliquant une pression avec la sonde sur le ligament lésé, on pourra mobiliser l'épanchement au travers de la zone de rupture facilitant ainsi sa mise en évidence ; les manœuvres dynamiques « douces », afin de ne pas majorer les lésions, permettent également parfois de mieux voir directement la rupture, tout démontrant les défauts de tension ligamentaire (ligament talofibulaire antérieur restant détendu en varus rotation interne, et tiroir antérieur).

- *arrachement d'un fragment osseux* restant solidaire du ligament.

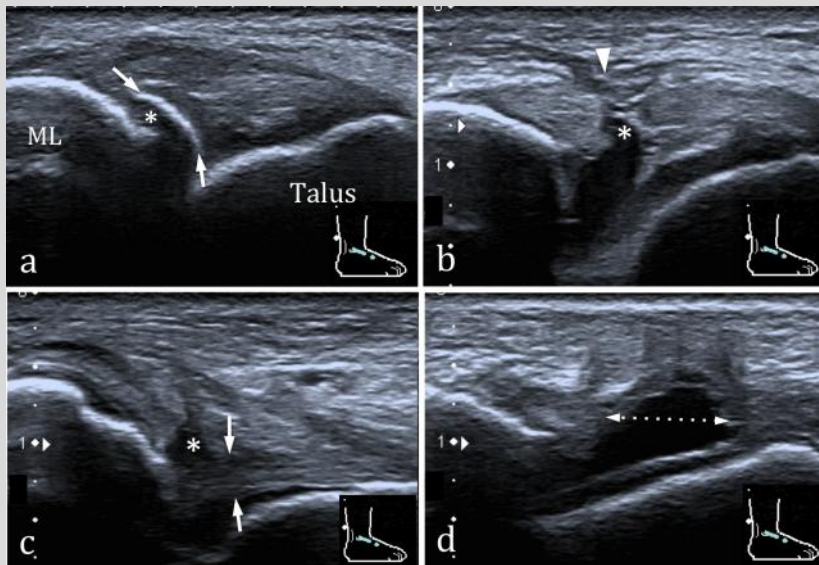


Fig.7 : Exemples d'entorses graves du ligament talofibulaire antérieur.

a. Arrachement osseux (flèches) de l'insertion proximale du ligament talofibulaire antérieur ; l'espace entre la malléole latérale (ML) et l'écaïlle osseuse est comblé par des débris fibrino-hémorragiques (\*) et se majore lors des manœuvres dynamiques douces.

b. Rupture complète du ligament talofibulaire antérieur se manifestant par une interruption complète des fibres au niveau de son tiers moyen (\*) ; en appuyant sur la sonde on mobilise l'épanchement hémorragique intra articulaire au travers de la zone de rupture ; Notez l'infiltration hypoéchogène de la graisse en superficie du ligament attestant du caractère transfixiant de la lésion.

c. Rupture du tiers proximal du ligament talofibulaire antérieur (\*) avec bascule du fragment distal dans l'interligne articulaire (flèches).

d. Dans cet exemple, seul deux petits moignons ligamentaires restent visibles, séparés par une large zone de rupture anéchogène (double flèche).

## 6. Entorses du ligament calcanéofibulaire à la phase aiguë (fig.8)

La séméiologie des lésions ligamentaires est la même que celle du décrite dans le chapitre précédent avec deux petites spécificités propres au ligament calcanéofibulaire en cas de rupture :

- un épanchement de la gaine des fibulaires
- une absence de mise en tension et de décollement des tendons fibulaires lors des manœuvres de dorsiflexion

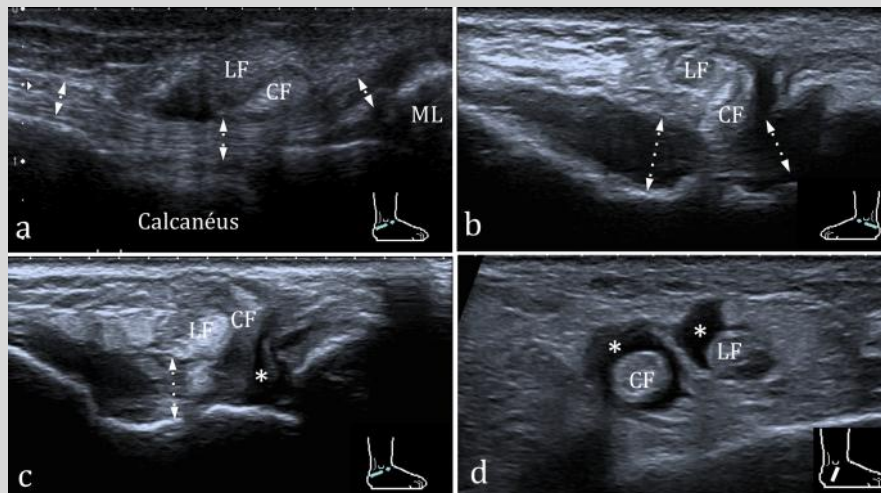


Fig.8 : Lésions aiguës du ligament calcanéofibulaire.

a. Aspect normal du ligament calcanéofibulaire (doubles flèches) qui forme un « hamac » pour les tendons fibulaires (LF : long fibulaire ; CF : long fibulaire).

b. Épaississement hypoéchogène (doubles flèches) et discret défaut de tension en dorsiflexion du ligament calcanéofibulaire sans solution de continuité décelable en échographie.

c. Rupture de l'insertion fibulaire du ligament calcanéofibulaire avec une solution de continuité focale anéchogène de ses fibres (\*) associée à une absence complète de tension lors des manœuvres dynamiques.

d. Cette coupe coronale oblique réalisée sur le patient précédent sous la malléole externe, retrouve un épanchement franc de la gaine des fibulaires (\*\*) signe indirect de rupture du ligament calcanéofibulaire.

## 7. Séquelles d'entorses du ligament collatéral latéral (fig.9-10)

Une douleur résiduelle persistante peut être expliquée par une cicatrisation hypertrophique « inflammatoire » du ligament. Elle se manifeste par :

- un aspect épaissi hypoéchogène du ligament ;
- une hypoéchogénicité périlésionnelle ;
- une hyperhémie intra et périligamentaire en mode Doppler.
- disparition du ligament.

La cicatrisation hypertrophique ou incomplète du ligament peut entraîner secondairement une irritation chronique de la synoviale et une fibrose comblant la gouttière antérolatérale. Ce tissu cicatriciel peut être piégé dans l'interligne articulaire lors des mouvements d'éversion, provoquant un conflit avec le bord latéral du talus : on parle de conflit antérolatéral.

De façon fréquente, lorsqu'on réalise une échographie ou une IRM de la cheville dans le cadre de douleurs résiduelles et de raideur à distance d'une entorse, on retrouve en plus de l'aspect cicatriciel et hypertrophique du ligament talofibulaire antérieur, un épaississement et un hypersignal doppler ou une prise de contraste en IRM des autres ligaments périphériques de la cheville et notamment des faisceaux du ligament collatéral médial associés à une synovite réactionnelle. Il ne s'agit probablement pas de simples lésions de « contrecoup » mais plutôt d'une réaction « capsulo-ligamentaire globale » ou d'une forme de « capsulite post-traumatique » de l'articulation talocrurale (fig.10).

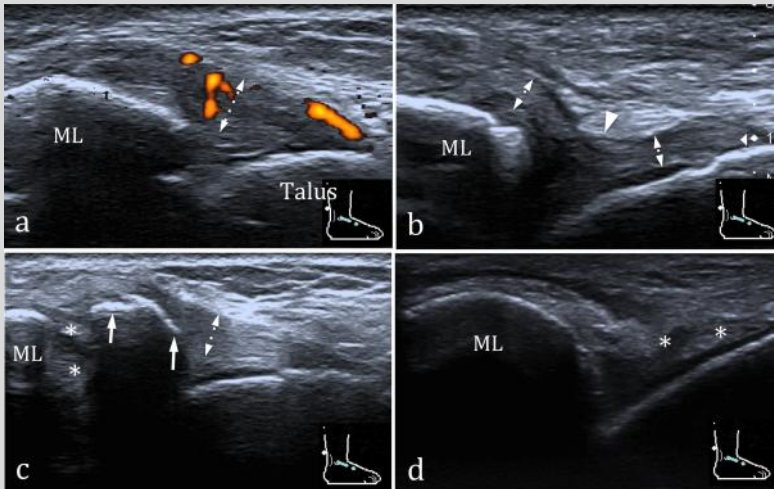


Fig. 9 Lésions du ligament talofibulaire antérieur à distance de l'épisode aigu.

a. Cicatrisation hypertrophique hypervasculaire du ligament talofibulaire antérieur (double flèche) 2 mois après une entorse : épaississement hypoéchogène du ligament, hyperhémie intra et péri-ligamentaire en mode Doppler. ML=malléole latérale ;

b. À 2 mois de l'entorse initiale la réparation de cette rupture complète du ligament talofibulaire antérieur n'est pas satisfaisante ; le cal cicatriciel (tête de flèche) interposé entre les deux moignons ligamentaires (double flèche) est trop long, et le défaut de tension majeur atteste du caractère peu fonctionnel du néo-ligament.

c. Séquelle d'arrachement osseux de la malléole latérale, le fragment (flèches) est désormais rattaché à la malléole par un tissu fibreux (\*\*\*) solide : absence de mobilisation lors des manœuvres dynamiques, tension normale du ligament talofibulaire antérieur (double flèche).

d. Disparition (\*\*\*) des 2/3 distaux du ligament talofibulaire antérieur chez un sportif aux multiples antécédents d'entorse latérale.

L'instabilité constitue la deuxième complication chronique. Ce signe fonctionnel est lié à une hyperlaxité capsuloligamentaire mais également à des lésions tendineuses et nerveuses susceptibles d'altérer la proprioception.

Trois types d'anomalies échographiques peuvent être retrouvés devant une hyperlaxité séquellaire :

- aspect distendu du ligament en position neutre et lors des manœuvres dynamiques de mise en tension;

- moignon ligamentaire attaché à une seule de ces insertions ;

- disparation du ligament

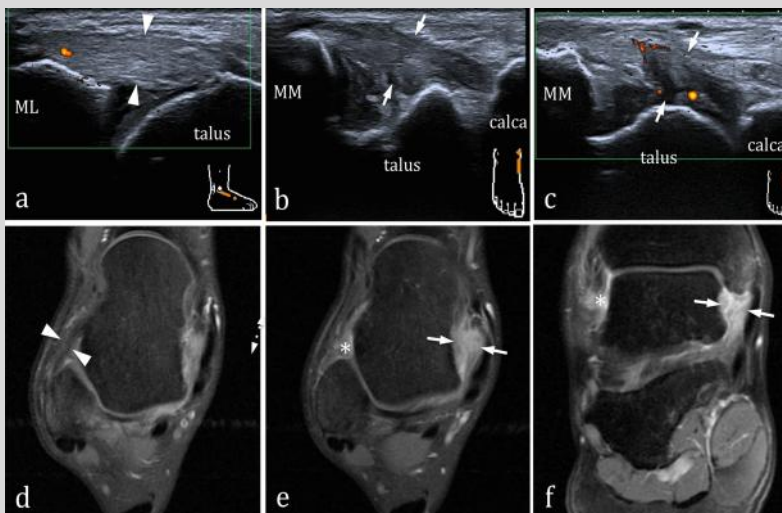


Fig. 10 Douleur et raideur de la cheville 4 mois après une entorse du compartiment externe Chez un sportif.

Coupe échographique longitudinale du TFA (ML=malléole latérale)

bc. Coupes échographiques coronales sur le ligament collatéral médial (MM=malléole médiale) sans et avec Doppler.

de. Coupes axiales horizontales IRM sur la cheville en T1 gado Fat sat.

f. Coupe coronale IRM sur la cheville en T1 gado Fat sat.

L'IRM et l'échographie réalisées chez ce patient 4 mois après l'épisode aigu montrent un épaississement et un aspect discrètement hypervasculaire du ligament talofibulaire antérieur (têtes de flèches), un épaississement et un aspect franchement hypervascularisé du ligament collatéral médial (flèches) et une synovite réactionnelle (\*). L'ensemble réalisant un aspect de « capsulite post-traumatique » de l'articulation talocrurale.

## 8. Lésions associées aux entorses du ligament collatéral latéral (fig.11-12)

Dans un contexte d'entorse latérale, on ne doit pas se limiter au seul bilan du ligament collatéral latéral. Il faut par la clinique et l'imagerie essayer de dépister les lésions associées et éliminer les diagnostics différentiels :

- fractures de la malléole latérale, du processus latéral du talus, du rostre du calcanéus, de la base du 5e métatarsien ;
- lésion ostéocondrale du dôme du talus (souvent non accessible à l'échographie) ;
- tendinopathie ou luxation des tendons fibulaires ;
- autres lésions ligamentaires, et notamment atteinte du ligament tibiofibulaire inférieur, entorse de l'interligne de Chopart ou de Lisfranc, entorse de l'articulation subtalaire, lésion du retinaculum des extenseurs.

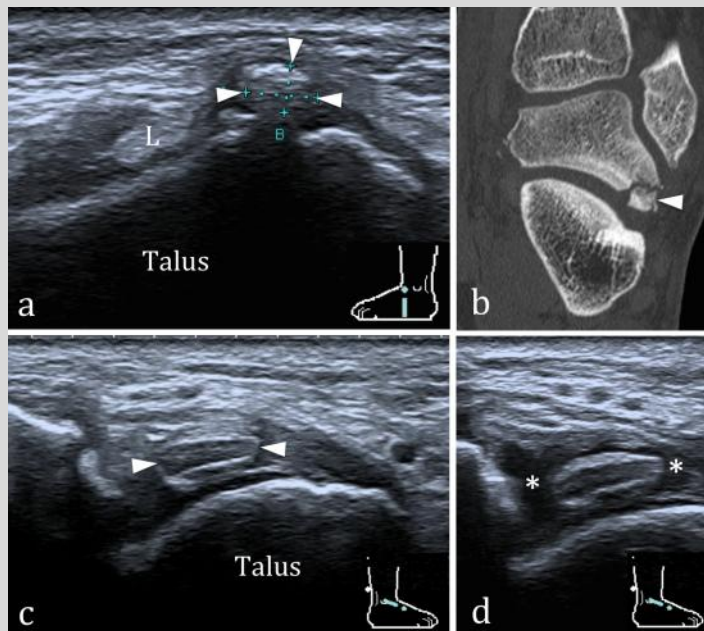


Fig. 11 Lésions associées aux entorses latérales : fracture du processus latéral du talus, lésions ostéocondrales..

a.La recherche de la fracture du processus latéral du talus fait partie du bilan échographique systématique d'entorse latérale par la réalisation d'une coupe coronale latérale pré-malléolaire sur la joue latérale du talus. Juste en dessous du ligament talofibulaire antérieur (L) l'échographie met en évidence un fragment osseux sensible au passage de la sonde (têtes de flèches).

b. Scanner correspondant.

c.Dans ce dossier d'entorse grave de la cheville on met en évidence juste au dessus du ligament talofibulaire antérieur un volumineux fragment cartilagineux (têtes de flèches) hypoéchogène bordé d'interfaces hyperéchogènes.

d.En « relâchant » la pression sur la sonde, l'épanchement intra-articulaire (\*\*) moule ce fragment cartilagineux luxé.

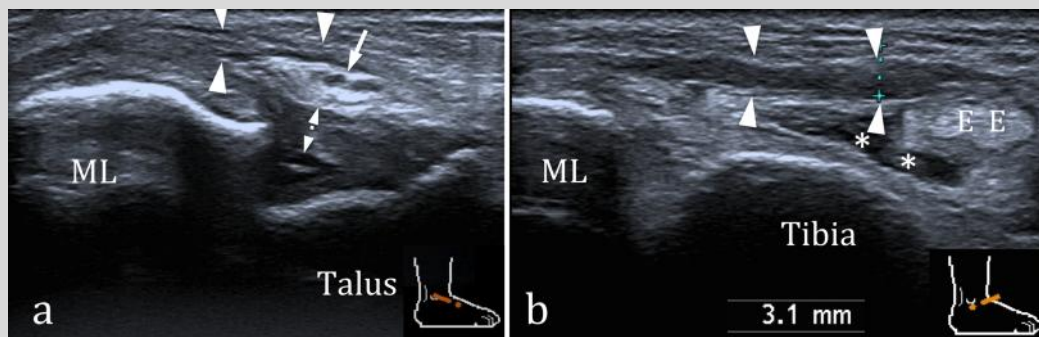


Fig. 12 . Lésions associées aux entorses latérales : lésion du retinaculum des extenseurs.

a. Chez cet adepte du « trail », l'échographie au décours d'une entorse en varus, retrouve un épaississement de la bandelette oblique supéro-latérale du retinaculum inférieur des extenseurs (têtes de flèches) juste en avant de la malléole latérale (ML), du ligament talofibulaire antérieur lui-même épaissi (double flèche) et du petit pédicule vasculo-nerveux adjacent (flèche).

b. En translatant la sonde en dedans et vers le haut le retinaculum est nettement épaissi et hypoéchogène en surface des tendons extenseurs (E) à noter la petite lame d'épanchement sous-jacente (\*\*).

### 9. Lésions de l'articulation tibiofibulaire distale (fig.13)

Elles résultent d'une abduction du talus contre la fibula ou d'une rotation externe forcée du talus (rugby, football).

Elles sont parfois associées à une fracture malléolaire.

L'échographie ne permet d'explorer que le ligament tibiofibulaire antéro-inférieur qui présente en cas de lésion un épaissement hypoéchogène, une solution de continuité, ou un arrachement osseux. On essaiera également d'analyser en échographie le ligament tibiofibulaire antéro-inférieur et la partie inférieure de la membrane interosseuse.

Une analyse attentive des clichés radiologiques s'impose alors à la recherche d'un diastasis tibiofibulaire inférieur associé, qui signe la gravité de ce type d'entorse.

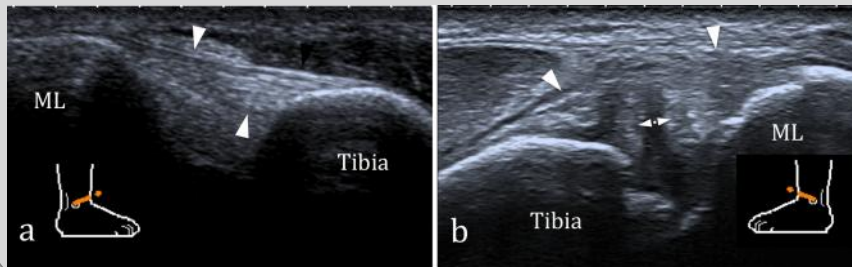


Fig.13 Lésion de la syndesmose tibiofibulaire inférieure.

a. Aspect normal du faisceau antérieur de ce ligament en coupe longitudinale (têtes de flèches). b. Lésion du ligament tibiofibulaire inférieur chez un rugbyman professionnel suite à un mécanisme de rotation externe forcée du pied; on note l'épaississement du ligament, la perte de son aspect fibrillaire et la solution de continuité centrale (double flèche).

### 10. Infiltration sous échographie d'un conflit antérolatéral (fig.14)

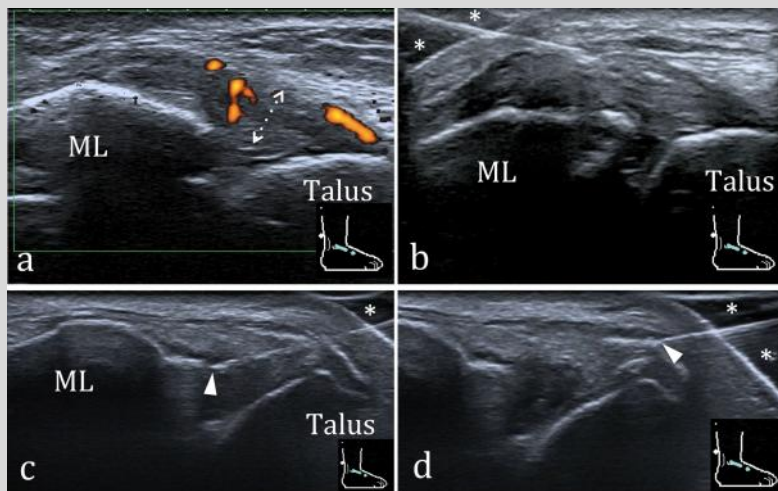


Fig.14 Infiltration d'un conflit antérolatéral.

a-Persistance 6 mois après une entorse latérale de la cheville d'une réaction cicatricielle hypertrophique hyper-vascularisée en Doppler du ligament talofibulaire antérieur (double flèche); ML=malléole latérale.

b-Mise en place sous contrôle échographique, en utilisant la technique du gel pad (\*\*), d'une aiguille de calibre 25G au contact du ligament talofibulaire antérieur en prenant soin d'éviter le petit pédicule vasculonerveux souvent présent en superficie de ce dernier. Quelques gouttes de corticoïde retard (Altim) et 1 cm3 de xylocaïne sont injectés.

cd- Dans cet autre dossier de douleurs chroniques et raideur articulaire 6 mois après entorse chez un jeune militaire, voici une variante technique personnelle permettant de réaliser dans le même geste une infiltration intra-articulaire et péri-ligamentaire: en utilisant la technique du gel pad (\*\*), la pointe de l'aiguille (tête de flèche) est positionnée sous le TFA dans le récessus articulaire (c); Une demi ampoule de corticoïde retard est injectée en intra-articulaire par cette voie, puis l'aiguille est reculée au contact de la face superficielle du ligament (d) pour injecter quelques gouttes de corticoïde et de xylocaïne.

#### Références utiles

- Brasseur JL, Morvan G. Échographie de la cheville et du pied. Sauramps Médical, Montpellier, 2012.
- Lapègue F, Sans N, Jacob D. Cheville et tarse in Sans N, Lapègue F, Jacob D eds. Échographie musculosquelettique (2ème édition). Elsevier Masson, Paris, 2014; 271-322.

# LÉSIONS DU LIGAMENT COLLATÉRAL MÉDIAL (LCM) ET DU SPRING LIGAMENT

Guillaume Mercy (Paris)

## 1. Anatomie du LCM

L'anatomie du LCM est complexe. On distingue deux faisceaux superficiel et profond, qui se superposent partiellement, et sont séparés par l'interposition d'une fine couche de graisse et par l'articulation sous-talienne antérieure. (Fig 1a et b)

1/ Le faisceau superficiel regroupe classiquement plusieurs contingents ligamentaires dont l'insertion proximale est identique (pointe de la malléole médiale), mais dont l'insertion distale est différente. D'arrière en avant sont décrits :

- le LTC (ligament tibio-calcanéen) s'insérant sur l'apophyse sustentaculum tali du calcaneum,
- le LTS (ligament tibio-spring) s'insérant sur le faisceau supéro-médial du spring ligament,
- le LTN (ligament tibio-naviculaire) s'insérant sur l'os naviculaire.

En pratique, l'ensemble de ces fibres forment un large éventail ligamentaire continu s'amincissant d'arrière en avant, en forme de  $\Delta$ , expliquant la dénomination anglo-saxonne de «deltoid ligament».

2/ Le faisceau profond est principalement constitué du LTTP (ligament tibio-talien postérieur) tendu entre la pointe de la malléole médiale et le talus, épais et extrêmement résistant.

A noter que le LTTA (ligament tibio-talien antérieur), très fin, voire inconstant pour certains auteurs, est classiquement décrit comme faisant partie du faisceau profond car il est situé en profondeur du LTN. En réalité, ils sont indissociables et le LTTA peut être assimilé au plan superficiel (Fig 1c).

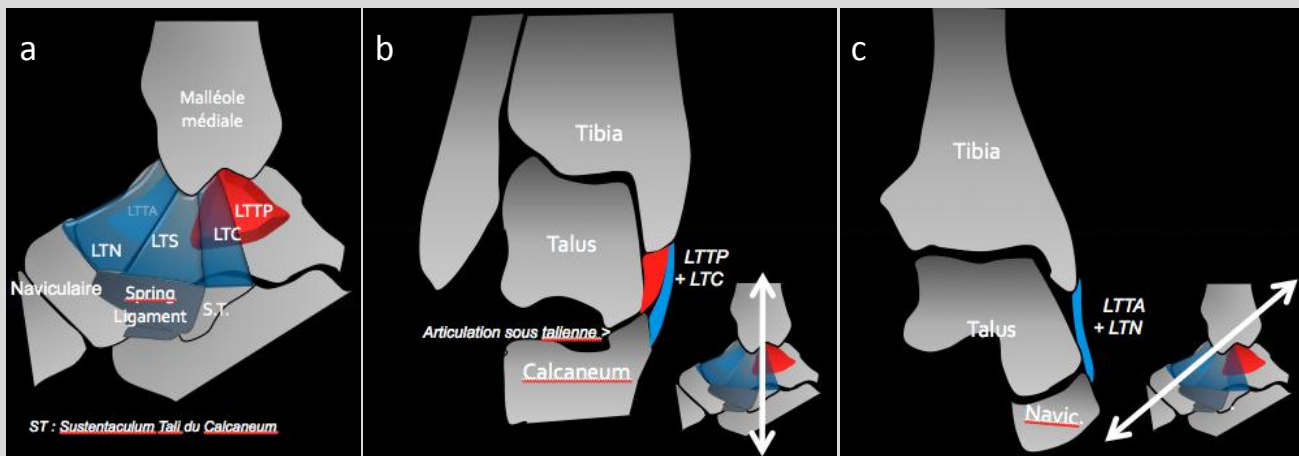


Figure 1. a : vue médiale du LCM. Faisceau superficiel en forme de delta (en bleu), qui se superpose au faisceau profond essentiellement composé du LTTP (en rouge). b : Coupe coronale. Les deux faisceaux superposés sont bien séparés en regard de l'articulation sous-talienne antérieure. c : Coupe coronale oblique. En revanche, en avant, le LTTA se confond avec le LTN.

### 3. Fonction du LCM

Le LCM est principalement stabilisateur de l'articulation talo-crurale, mais participe également à la stabilisation de l'articulation sous-talienne (insertion calcanéenne) et du Chopart (insertions naviculaire et sur le spring ligament).

La distinction anatomique de deux faisceaux superficiel et profond ne permet pas de rendre compte de la mécanique du ligament. En effet, si le LCM se tend globalement en valgus, la mise en tension de ses fibres varie d'avant en arrière selon le degré de flexion de cheville (Fig 2a et b) :

- En flexion dorsale, les fibres postérieures du ligament se tendent alors que les fibres antérieures se détendent,
- En flexion plantaire, les fibres antérieures se tendent alors que les fibres postérieures se détendent.

Schématiquement, on distingue donc trois composants fonctionnels du LCM, à étudier séparément (Fig 2c):

- Antérieur, constitué d'une partie du faisceau superficiel, tendu en flexion plantaire et détendu en flexion dorsale,
- Moyen, constitué schématiquement de la zone de superposition des faisceaux superficiel et profond, qui se tend en valgus mais reste quasiment isométrique en flexion plantaire et dorsale,
- Postérieur, constitué de faisceau profond, tendu en flexion dorsale et détendu en flexion plantaire.

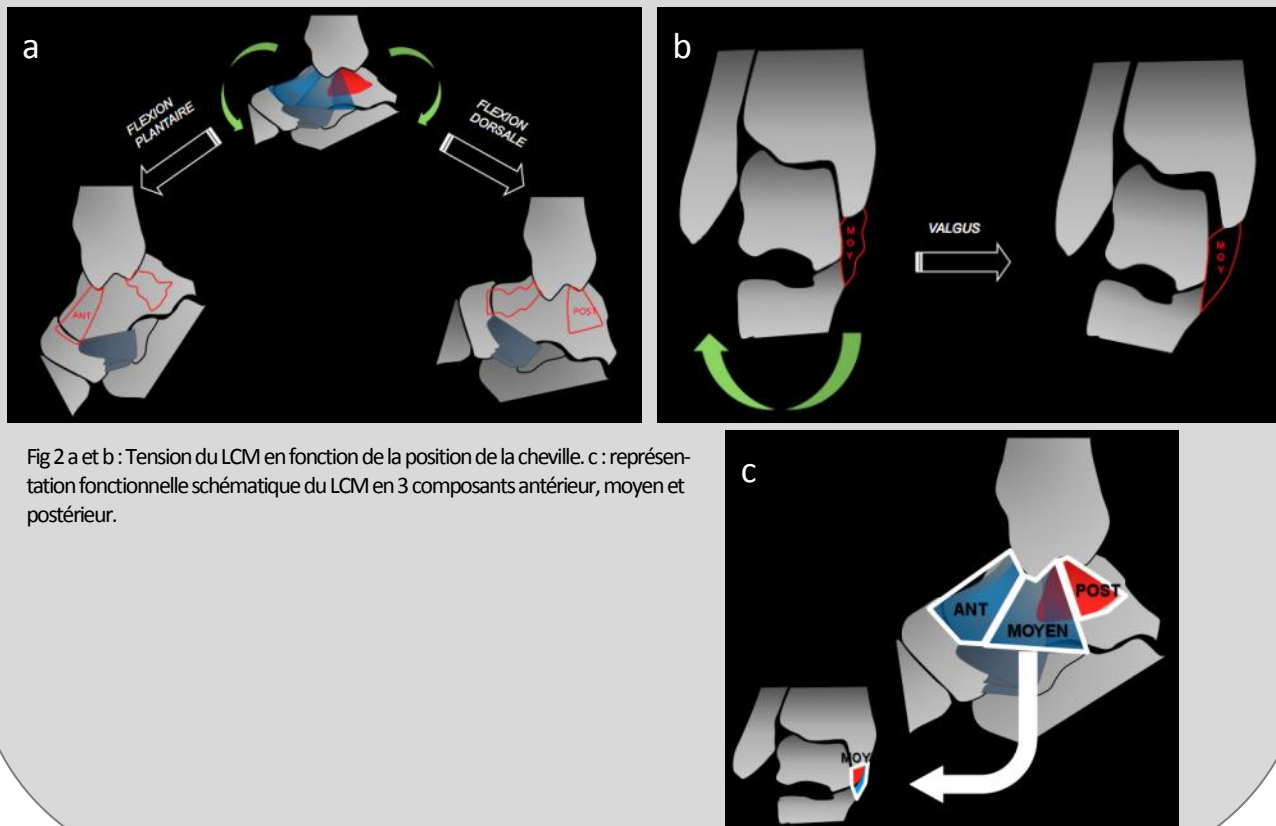


Fig 2 a et b : Tension du LCM en fonction de la position de la cheville. c : représentation fonctionnelle schématique du LCM en 3 composants antérieur, moyen et postérieur.

### 3. Aspect échographique normal du LCM

D'une manière générale, les ligaments s'étudient préférentiellement en tension, afin de s'affranchir de l'anisotropie et détecter plus facilement les ruptures. Dans le cas du LCM il faudra donc réaliser 3 coupes clés, coronales obliques, chacune dans une position de cheville différente, afin d'étudier chaque composant dans son axe et en tension.

- **Coupe 1 (Fig 3a)** : flexion dorsale pour la partie postérieure. Le ligament est épais, et présente un aspect stratifié, avec superposition de plusieurs bandes de ligament échogène séparées par de fines lames de tissu de soutien hypoéchogène. L'inclinaison du ligament peut engendrer un artefact d'anisotropie, dont on peut facilement s'affranchir en modifiant l'inclinaison du faisceau ultrasonore.

- **Coupe 2 (Fig 3b)** : flexion neutre pour la partie moyenne. La partie profonde s'insérant sur le talus présente le même aspect épais et « multi-couches », alors que la partie superficielle est plus fine et constitue une bande échogène s'insérant sur le calcaneum. L'interligne articulaire sous-talien antérieur sépare les deux ligaments.

- **Coupe 3 (Fig 3c)** : flexion plantaire pour la partie antérieure. Cette partie du ligament étant fine et parfois difficile à analyser, on commence par repérer le ligament sur la coupe 2, avant de le suivre progressivement vers l'avant tout en obliquant la sonde.

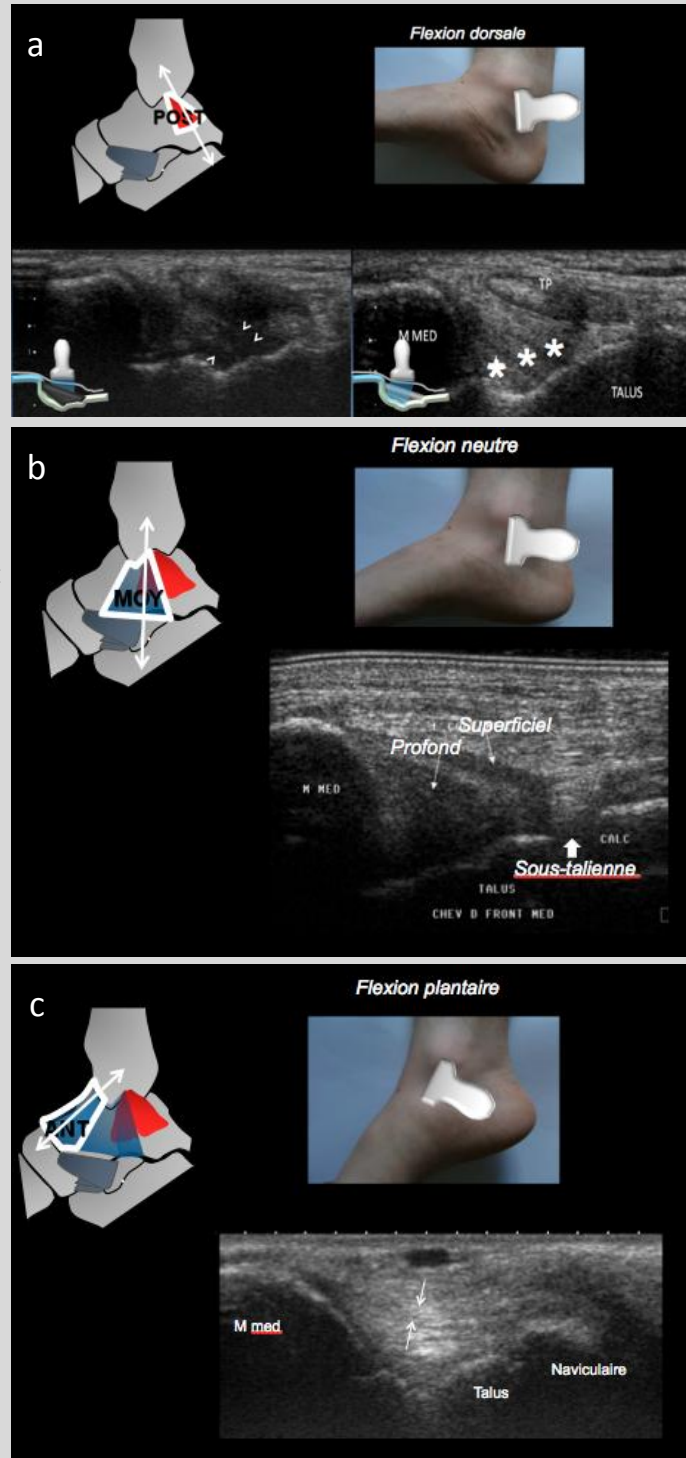


Figure 3

- a : Coupe 1, en flexion dorsale : composant postérieur. Même coupe sans puis avec inclinaison du faisceau ultrasonore pour s'affranchir de l'anisotropie (têtes de flèches) et retrouver l'aspect « multi-couches » du ligament (astérisques)
- b: Coupe 2, en flexion neutre : composant moyen.
- c: Coupe 3, en flexion plantaire : composant antérieur.



#### 4. Pathologie aiguë du LCM : entorse

Au contraire des autres ligaments du corps humain, le LCM de cheville présente la singularité d'être plus fréquemment lésé en compression qu'en tension. Il existe en effet deux modes de lésion du LCM :

- **Compression (Fig 4a)** : en varus, la partie toute profonde du faisceau profond du LCM est comprimée entre la pointe de la malléole médiale et la joue médiale du talus. Ces lésions sont le plus souvent bénignes (remaniement hypoéchogène profond, hypervascularisé, sans rupture) et passent souvent inaperçues, au second plan par rapport aux lésions du ligament collatéral latéral. Cependant leur cicatrisation hypertrophique avec calcifications fréquentes peut favoriser des phénomènes de conflit à distance (cf infra.)

- **Tension (Fig 4b-d)** : lors de traumatismes plus rares en valgus +/- rotation externe, le LCM pourra être lésé par excès de contrainte. La partie lésée dépendra du degré de flexion de cheville : composant antérieur en flexion plantaire, moyen en flexion neutre, postérieur en flexion dorsale. Tous les stades lésionnels sont possibles, depuis l'épaississement simple jusqu'à la rupture complète. Les ruptures sont d'autant plus fréquentes qu'elles sont antérieures, où le ligament est moins solide, et pourtant sous-diagnostiquées car plus difficile d'analyse. Les ruptures postérieures, beaucoup plus rares, sont en contrepartie plus graves.

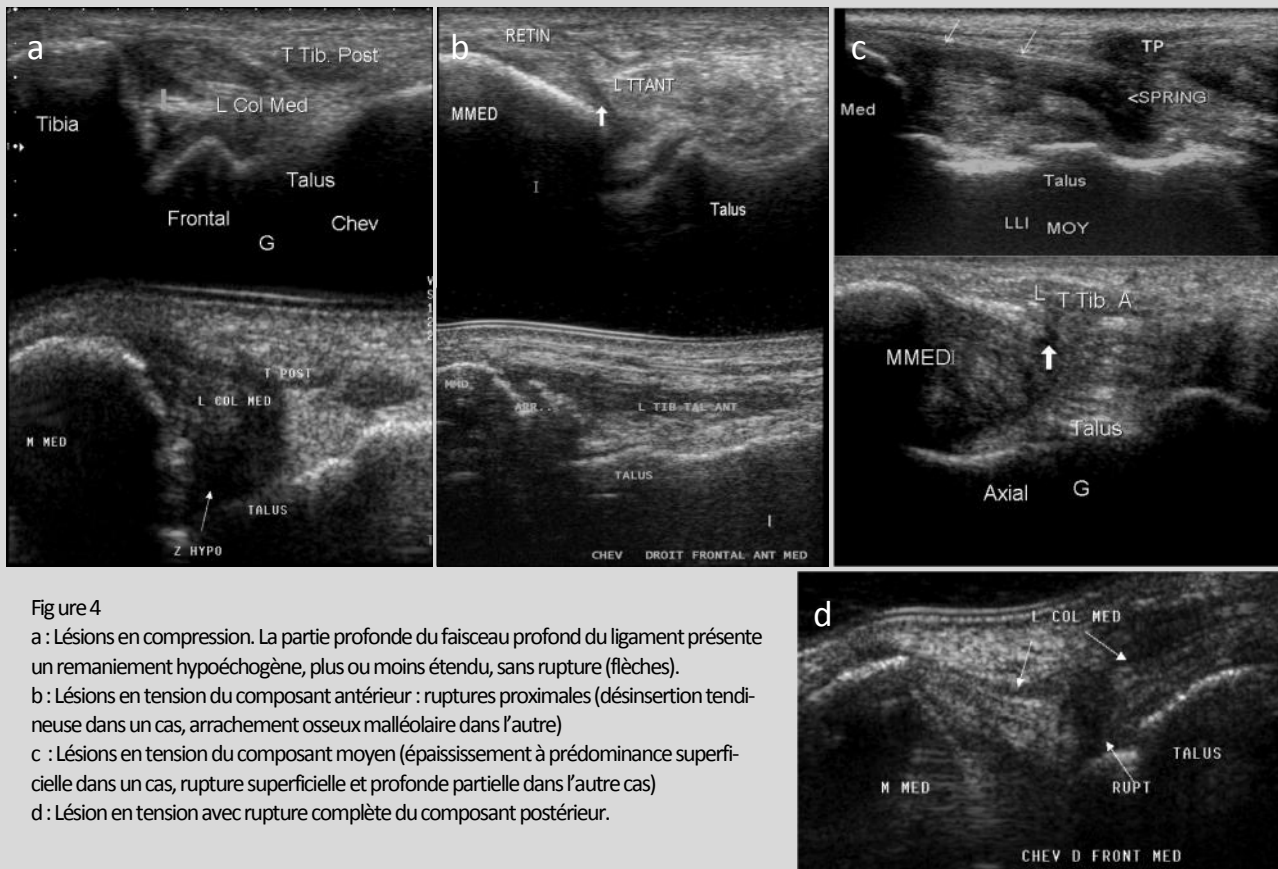


Figure 4

a : Lésions en compression. La partie profonde du faisceau profond du ligament présente un remaniement hypoéchogène, plus ou moins étendu, sans rupture (flèches).

b : Lésions en tension du composant antérieur : ruptures proximales (désinsertion tendineuse dans un cas, arrachement osseux malléolaire dans l'autre)

c : Lésions en tension du composant moyen (épaississement à prédominance superficielle dans un cas, rupture superficielle et profonde partielle dans l'autre cas)

d : Lésion en tension avec rupture complète du composant postérieur.

## 5. Cicatrisation anormale du LCM après entorse

Une cicatrisation insuffisante (en particulier après rupture antérieure non cicatrisée) peut être source de récurrence, voire participer à une instabilité en cas de lésions étendues ou d'atteinte pluriligamentaire.

En cas de cicatrisation hypertrophique avec épaissement cicatriciel excessif, et/ou apparition de calcifications intraligamentaires, peut survenir un conflit ostéo-ligamentaire occasionnant une douleur chronique. Le ligament « se coince » entre talus et tibia, entraînant une majoration des lésions ligamentaires, une synovite profonde réactionnelle et des remaniements osseux au contact. Les cicatrices du LCM antérieur entraînent un conflit antéro-médial dans la gouttière correspondante, en avant de la malléole médiale (Fig 5a). Les cicatrices postérieures et profondes entraînent un conflit postéro-médial, entre la malléole et la joue médiale du talus (Fig 5b).

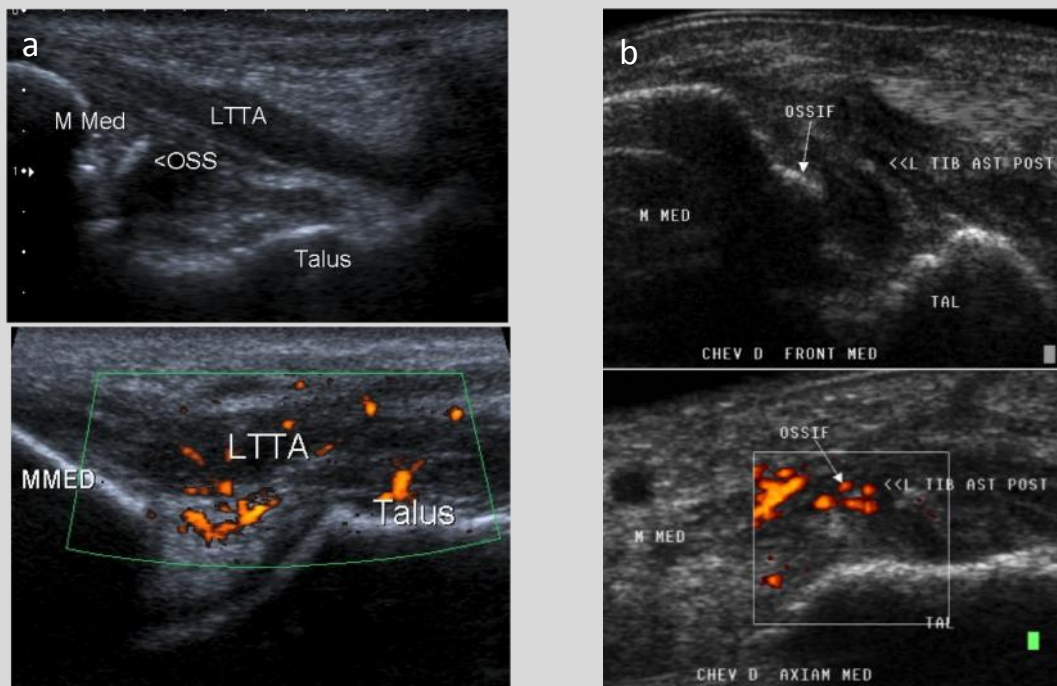


Figure 5

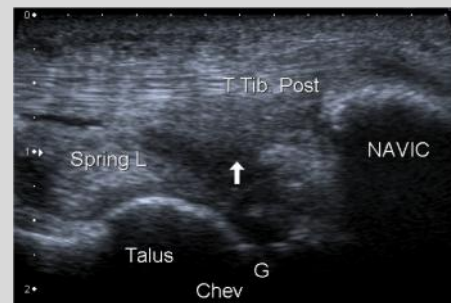
a : conflit antéro-médial. Cicatrice hypertrophique, épaisse du LCM antérieur, avec nodule ossifié et remaniement hypoéchogène hypervascularisé au sein de la gouttière antéro-médiale.

b : conflit postéro-médial. Cicatrice hypertrophique du LCM postérieur avec ossification profonde, synovite profonde (astérisque) et hypervasculatisation Doppler.

## 6. Lésions chroniques du LCM

Le LCM peut également présenter des lésions chroniques dans le cadre de microtraumatismes occasionnés par un pied-plat valgus, en association au spring ligament (Fig 6).

Figure 6 : Coupe axiale montrant un remaniement chronique, d'aspect hypoéchogène du spring ligament supéro-médial au niveau de la zone de convergence du LCM (flèche), dans le cadre d'un pied-plat valgus.



## 7. Anatomie et fonction du spring ligament

Le spring ligament (ou ligament calcanéonaviculaire plantaire) est une structure épaisse, très résistante, faisant partie des ligaments stabilisateurs du Chopart. Le mot anglais « spring » signifie ressort, en référence à ses capacités élastiques.

Il présente deux faisceaux principaux (Fig 7a et 7b) :

- le faisceau supéro-médial, tendu entre le sustentaculum tali du calcaneum et l'os naviculaire, entourant le versant médial de la tête du talus. En superficie, le ligament est recouvert par le tendon tibial postérieur (Fig 7a). Ce faisceau est renforcé par une partie du LCM de cheville qui s'y insère (cf supra.)

- le faisceau inférieur (parfois sub-divisé en deux faisceaux inféro-plantaire et médio-plantaire), tendu entre le versant inférieur du sustentaculum tali et le naviculaire.

Le ligament forme ainsi une sorte de hamac entre le sustentaculum tali et le naviculaire. La tête du talus repose sur cet ensemble ostéo-ligamentaire concave, surnommé « acetabulum pedis » (Fig 7b).

Soutien majeur de la tête du talus, le ligament lutte contre le déplacement inférieur et médial de celle-ci. En conséquence il est l'élément principal de la stabilisation statique de l'arche médiale du pied (en association au LCM), alors que le tendon tibial postérieur constitue le stabilisateur dynamique.

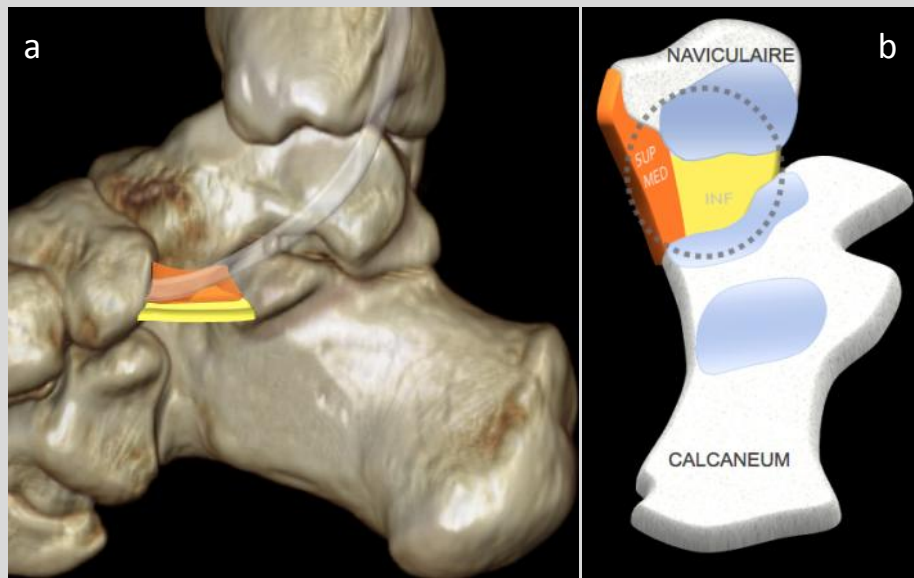


Figure 7

A : vue médiale du pied, montrant le spring ligament : faisceau inférieur (en jaune), sous la tête du talus, et faisceau supéro-médial (en orange) sur le versant médial du talus. Le tendon tibial postérieur (en gris) recouvre le faisceau supéro-médial.

B : vue postéro-supérieure de l'arrière-pied, après retrait du talus. Faisceaux inférieur (en jaune) et supéro-médial (en orange) du spring ligament. En bleu : surfaces articulaires du naviculaire et du calcaneum. En pointillés : l'acetabulum pedis, zone ostéo-ligamentaire concave où s'articule la tête du talus.

## 8. Aspect échographique normal du spring ligament

- le faisceau supéro-médial du spring ligament est bien étudié en échographie, le pied étant placé en léger valgus (Fig 8a et 8b). Sa détection est particulièrement aisée sur la coupe longitudinale passant par le tendon tibial postérieur distal, à proximité de son insertion naviculaire : il est situé juste en profondeur du tendon. Ce ligament apparaît épais, échogène, homogène, souvent moins fibrillaire que les autres ligaments. Il est sujet à l'anisotropie en raison de son trajet légèrement courbe. Pour mieux l'analyser, il convient d'obliquer successivement la sonde en arrière pour repérer l'insertion calcanéenne, et en avant pour l'insertion naviculaire.

- le faisceau inférieur est plus difficile à étudier en échographie en raison de son caractère profond (Fig 8a et 8c). A partir de la coupe précédente, la sonde doit être ramenée en position plantaire afin de repérer le ligament entre calcanéum et naviculaire. Ce faisceau présente un trajet plus linéaire et plus court que le faisceau supéro-médial.

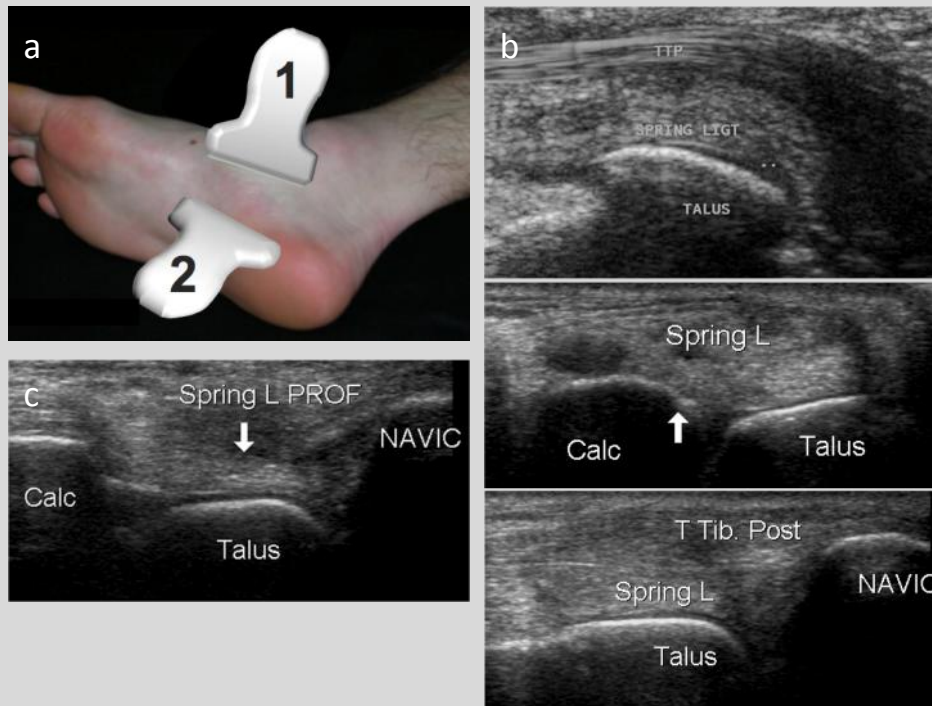


Figure 8

a : placement de la sonde pour étudier le faisceau supéro-médial du spring ligament (position 1) et le faisceau inférieur (position 2).

b : le faisceau supéro-médial, est facilement repéré sur une coupe axiale, en profondeur du tibial postérieur. En obliquant la sonde, on peut repérer les insertions calcanéenne (en arrière) et naviculaire (en avant).

c : le faisceau inférieur est plus difficile à détecter, sur une coupe sagittale plantaire passant par la voute médiale, entre calcanéum et naviculaire.

## Références utiles :

- Morvan G, Brasseur JL. Echographie de la cheville et du pied. Ed Sauramps Médical. Montpellier 2012.
- Mercy G. Le ligament collatéral médial de la cheville. In: Sauramps Médical, ed. Echographie de l'appareil locomoteur, volume 8. Montpellier 2011 p 139.
- Demondion X. "Tout" sur le spring ligament. Mises au point en imagerie ostéo-articulaire; Lille - Bruxelles 2011.
- Golano P, Vega J, de Leeuw PA, Malagelada F, Manzanera MC, Gotzens V, et al. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010 May;18(5):557-69.
- Rasmussen O, Krokmann-Andersen C, Boe S. Deltoid ligament. Functional analysis of the medial collateral ligamentous apparatus of the ankle joint. Acta Orthop Scand. 1983 Feb;54(1):36-44.
- Rasmussen O. Stability of the ankle joint. Analysis of the function and traumatology of the ankle ligaments. Acta Orthop Scand Suppl. 1985;211:1-75.
- Chhabra A, Subhawong TK, Carrino JA. MR imaging of deltoid ligament pathologic findings and associated impingement syndromes. Radiographics. 2010 May;30(3):751-61

### 9. Pathologie aiguë du spring ligament : entorse

Les lésions isolées du spring ligament sont rares en raison de la grande résistance de ce ligament. Elles nécessitent un traumatisme de haute énergie, en valgus forcé (réception de saut). En pratique elles sont souvent associées à des lésions aiguës du tendon tibial postérieur, dont le mécanisme lésionnel est identique, et/ou du LCM. Tous les stades lésionnels sont possibles : tuméfaction simple (Fig 9a), rupture partielle (Fig 9b), rupture complète (Fig 9c). Les lésions peuvent concerner n'importe quelle partie du ligament, en revanche les arrachements osseux sont exceptionnels.

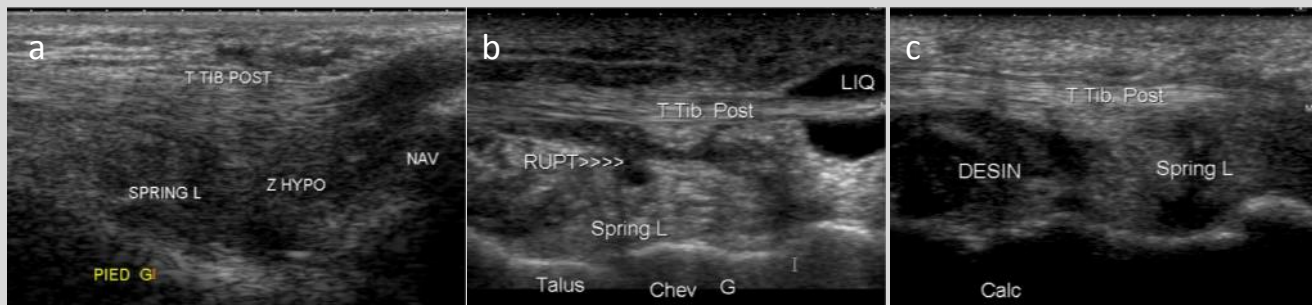


Figure 9. a : lésion bénigne du faisceau supéro-médial du spring ligament, d'aspect tuméfié avec une zone hypoéchogène, sans interruption. b : rupture partielle du faisceau supéro-médial du spring ligament. c : désinsertion calcanéenne du ligament, avec aspect dilacéré et interruption ligamentaire complète.

### 10. Pathologie chronique du spring ligament

Les lésions chroniques sont relativement plus fréquentes que les lésions aiguës. Elles sont généralement la conséquence de troubles de la statique du pied dans le cadre d'un pied plat valgus, par surcharge mécanique sur le ligament. Des lésions du LCM et du tendon tibial postérieur sont très fréquemment associées, ainsi qu'une souffrance articulaire sous-talienne antérieure se traduisant par un épanchement. En début d'évolution, le ligament est normal. Par la suite apparaissent progressivement des remaniements ligamentaires hypoéchogènes (Fig 10a), puis des ruptures partielles chroniques (pouvant entraîner un allongement ligamentaire) jusqu'à la rupture complète (interruption ligamentaire avec aspect détendu et rétracté du ligament) (Fig 10b). Celle-ci entraîne un affaissement de la voûte médiale avec un pied plat valgus mesurable sur les radiographies en charge. Les lésions s'auto-aggravent progressivement, dans la mesure où elles tendent à accentuer le pied-plat valgus.

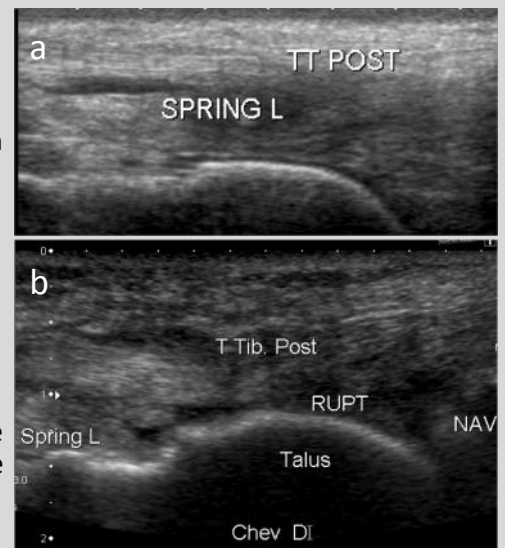


Figure 10. a : remaniement chronique avec aspect diffusément hypoéchogène et hétérogène du spring ligament. b : rupture totale du ligament, mais également du tendon tibial postérieur (évolution terminale d'un pied plat valgus)

## ÉCHOGRAPHIE DES LIGAMENTS DU MÉDIO-PIED EN 10 POINTS-CLÉS

Jérôme Renoux (Paris)

- Le médio-pied est constitué de plusieurs articulations : 3 principales (la sous-talienne antérieure, la talo-naviculaire et la calcanéocuboïdienne correspondant au Chopart), et 6 autres secondaires (les intercunéennes, les cunéo-naviculaires et la cunéo-cuboïdienne).

- Le rôle mécanique des ligaments de cette région est multiple : il conjugue un maintien de la congruence des os du tarse, en particulier le sommet de l'arche médiale du pied, ainsi qu'une certaine mobilité en torsion centrée principalement au niveau de l'articulation talo-naviculaire participant aux mouvements d'inversion et d'éversion de la cheville. Il y a 6 ligaments principaux : 5 latéraux et 1 médial (fig. 1).

Afin de simplifier notre propos, nous ne nous concentrerons que sur les zones dont l'atteinte revêt une signification clinique.

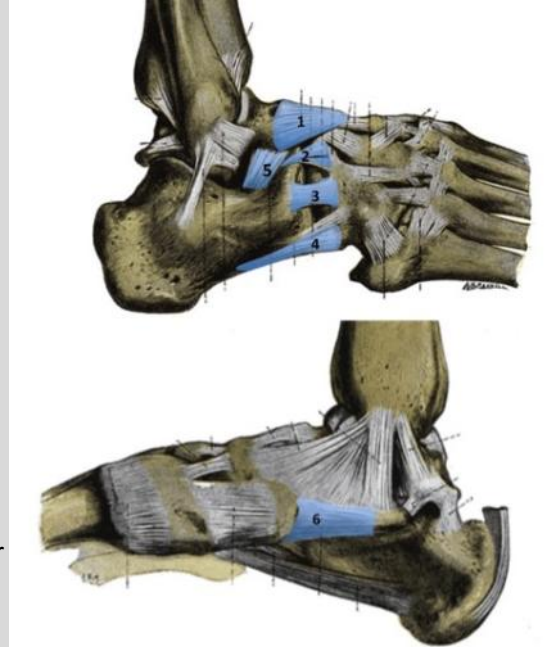


Fig 1 : schéma anatomique des ligaments du médio-pied. 1 : ligament talo-naviculaire dorsal, 2 : ligament bifurqué, 3 : ligament calcanéocuboïdien latéral, 4 : ligament plantaire long, 5 : ligament interosseux antéro-latéral, 6 : ligament spring

### ÉTUDE LATÉRALE

**1. Sinus du tarse :** cet espace non articulaire compris entre le talus et le calcaneus est à cheval sur le médio-pied et l'arrière pied. Il s'étudie par une coupe frontale prémalléolaire latérale. L'environnement graisseux permet de dépister des formations kystiques (fig. 2), le plus souvent superficielles, présentant un rapport étroit avec les rétinaculum des extenseurs (1). Plus en profondeur, un épanchement sous-talien postérieur peut être visible et doit orienter vers une laxité ou une arthropathie de l'arrière-pied.



Fig. 2 : Coupe frontale centrée sur le sinus du tarse montrant un kyste synovial de l'orifice antéro-externe du sinus.

2. Il est possible d'apercevoir dans son environnement graisseux un ligament tendu dans un plan frontal situé au niveau de son orifice antéro-externe correspondant au ligament interosseux antérolatéral (ancien ligament cervical : fig. 3). Ce ligament doit être différencié du retinaculum des extenseurs naissant lui-aussi du plancher calcanéen du sinus (contrairement au retinaculum, il est vertical, plus antérieur et ne « sort » pas du sinus). Il est impliqué dans la stabilité de l'articulation sous-talienne antérieure.

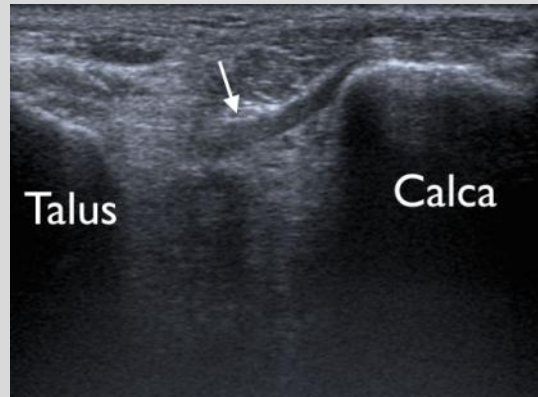


Fig. 3 : Coupe frontale centrée sur le sinus du tarse montrant le ligament inter-osseux talo-calcanéen antéro-latéral (ligament cervical)

3. Articulation calcanéo-cuboïdienne : elle s'étudie dans le plan axial, la sonde étant positionnée sur le versant latéral du médio-pied ; l'échographie recherche un épanchement qui évoque une entorse du Chopart. Le ligament calcanéo-cuboïdien latéral est situé dans un plan horizontal, tendu du calcaneus au cuboïde (fig. 4). Il est fin et peut être lésé dans les entorses du Chopart latéral, mais jamais isolément.

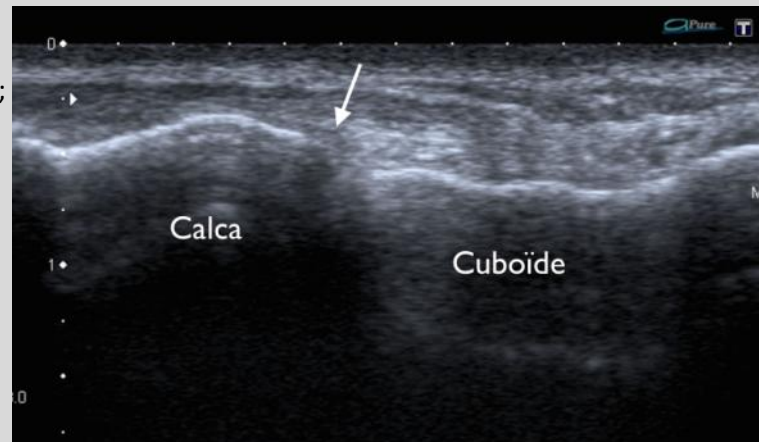


Fig. 4 : Coupe axiale latérale montrant le ligament calcanéo-cuboïdien latéral.

4. Les ligaments plantaires, long et court, sont situés au versant plantaire de l'articulation (fig. 5). Ce sont les ligaments les plus épais et résistants du Chopart (2), leur rôle est capital dans le maintien de la statique du pied. Le ligament plantaire long est étendu de la face inférieure du calcaneus (entre les tubercules antérieur et postérieur) au cuboïde ; il émet une expansion jusqu'à la base des 2ème, 3ème et 4ème métatarsiens. Le ligament plantaire court est situé en profondeur ; certains le nomment faisceau plantaire du ligament calcanéo-cuboïdien.

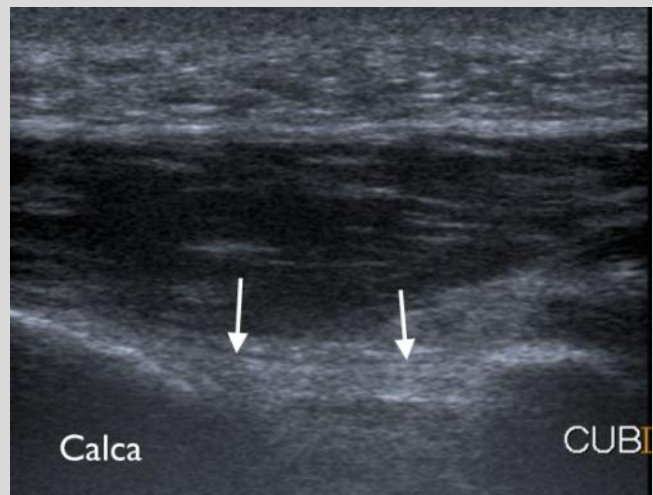
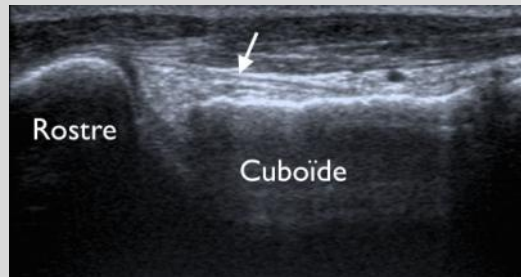
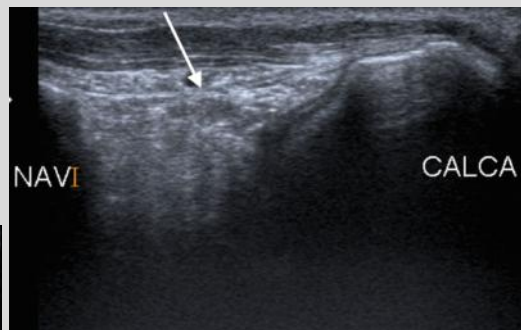


Fig. 5 : Coupe sagittale plantaire montrant les ligaments plantaires long et court

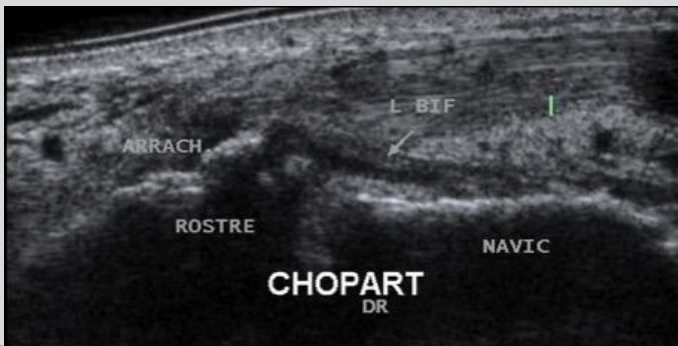
5. Le ligament bifurqué se recherche en positionnant la sonde dans le plan horizontal centrée sur l'articulation calcanéocuboïdienne ; en remontant la sonde, le versant calcanéen devient de plus en plus petit et convexe en avant, ce qui correspond à son rostre (3). Ce ligament bifurqué présente deux faisceaux naissant du rostre du calcaneus : un faisceau calcanéocuboïdien d'orientation grossièrement horizontale (fig. 6), et un faisceau calcanéonaviculaire de trajet latéro-médial (fig. 7). Il s'agit du ligament de la stabilité du Chopart latéral : sa rupture correspond à une entorse cliniquement grave et nécessite un traitement spécifique ; elle est couramment confondue par les cliniciens avec une entorse talocrurale. Dans les formes les plus avancées, le rostre est arraché (fig. 8).



↑ Fig. 6 : Coupe axiale latérale montrant le faisceau



↑ Fig. 7 : Coupe oblique montrant le faisceau calcanéonaviculaire du ligament bifurqué



← Fig 8 : Coupe axiale latérale montrant un arrachement du rostre du calcaneus dans le cadre d'une entorse grave du ligament bifurqué.

## ÉTUDE CRÂNIALE

6. Articulation talo-naviculaire : un épanchement peut être présent. Le ligament talo-naviculaire dorsal assure sa stabilité (fig. 9). Il est épais, orienté dans un plan sagittal. Sa lésion est relativement fréquente, en particulier chez les footballeurs. Des séquelles d'arrachement sont aussi fréquemment visualisées à son versant naviculaire, le plus souvent sans traduction clinique.

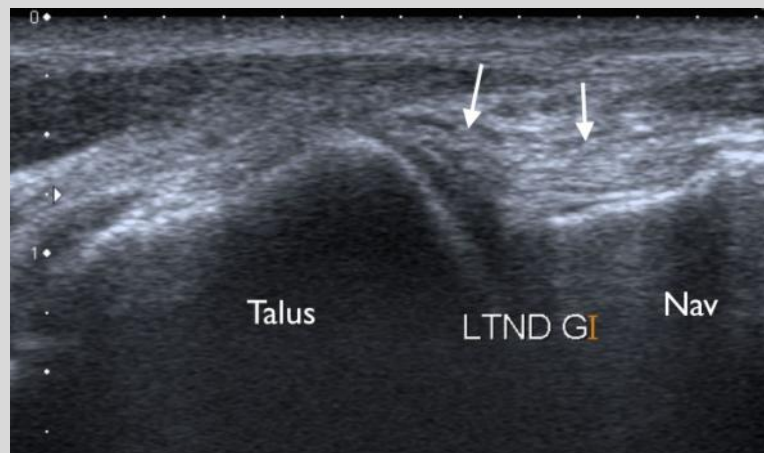


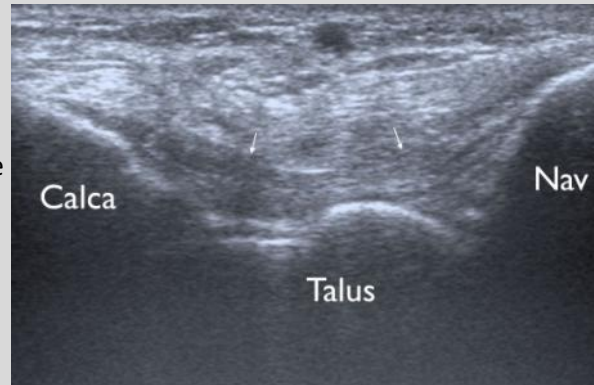
Fig. 9 : Coupe sagittale dorsale montrant le ligament talo-naviculaire dorsal.



## ÉTUDE MÉDIALE

7. Le ligament calcanéo-cuboidien inférieur (complexe ligamentaire spring) comporte 3 faisceaux et seul le supéro-médial qui est le plus superficiel est visible en échographie (fig. 10). Il a une forme triangulaire et s'attache proximale au sustentaculum tali et distalement au versant supéro-médial du naviculaire. Sa face profonde est recouverte de fibro-cartilage et s'articule avec la tête du talus (2). Il est situé contre la face profonde du tendon tibial postérieur. Il est capital dans le maintien de la voûte plantaire ; les allemands le surnomment le ligament du pied plat.

→Fig 10 : Coupe axiale médiale légèrement récurrente vers le haut montrant le complexe ligamentaire spring.



## À NE PAS RATER !

8. L'épanchement du fond du sinus du tarse se recherche en augmentant la profondeur de la focale et en diminuant la fréquence du faisceau ultrasonore. Elle est synonyme d'arthropathie sous-talienne qui a tendance à égarer les bilans diagnostiques.

9. L'entorse grave du ligament bifurqué. Parfois cliniquement confondue avec une entorse latérale, elle n'en partage ni le traitement (il faut plâtrer ces entorses), ni le pronostic (les séquelles douloureuses chroniques sont très fréquentes).

10. L'entorse du spring ligament ne doit pas faire arrêter le bilan échographique. Il représente un des éléments de soutien de l'arche médiale du pied. Il faut rechercher un trouble de la statique du pied (débutant ou en voie de décompensation) et rechercher les autres facteurs favorisants, particulièrement une tendinopathie du tibial postérieur (4).

### Références utiles

- Lektrakul N., Chung C.B., Lai Y.M., Theodorou D.J., Yu J., Haghighi P., Trudell D., Resnick D. 2001. Tarsal sinus: arthrographic, MR imaging, MR arthrographic, and pathologic findings in cadavers and retrospective study data in patients with sinus tarsi syndrome. *Radiology*. 219(3): 802-10.
- Melao L., Canella C., Weber M., Negro P, Trudell D, Resnick D. 2009. Ligaments of the transverse tarsal joint complex : MRI-Anatomic Correlation in Cadavers. *AJR* 2009; 193:662-671
- Morvan G. Anatomie échographique, les coupes de base. Le complexe de Chopart. In Brasseur JL, Morvan G. *Echographie musculosquelettique, Tome 1 : Echographie de la cheville et du pied*. Sauramps Medical, Montpellier, 2012 ;29-33.
- Balen PF, Helms CA. Association of posterior tibial tendon injury with spring ligament injury, sinus tarsi abnormality, and plantar fasciitis on MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2001. 176(5) : 1137-43.

# LA PATHOLOGIE DES FIBULAIRES EN 10 POINTS-CLÉS

Lionel Pesquer (Mérignac)

## 1. Anatomie - Région rétro-malléolaire

Le muscle court fibulaire (CF) naît des deux-tiers distaux du versant latéral de la fibula et de la membrane interosseuse adjacente et s'insère sur le versant latéral de la base du 5ème métatarsien.

Le muscle long fibulaire (LF) naît du condyle latéral du tibia, de la tête et des deux-tiers proximaux du versant latéral de la fibula, du septum inter-musculaire. Le tendon passe à la face plantaire du cuboïde au sein du tunnel cuboïdien avant de s'insérer sur la face plantaire du cunéiforme médial et de la base du premier métatarsien.

Au niveau de la région rétro-malléolaire, les tendons fibulaires partagent une gaine synoviale commune et sont stabilisés par le rétinaculum supérieur des fibulaires. A l'insertion du rétinaculum sur la fibula, est souvent associé un bourrelet fibreux qui augmente la concavité de la gouttière rétro-malléolaire.

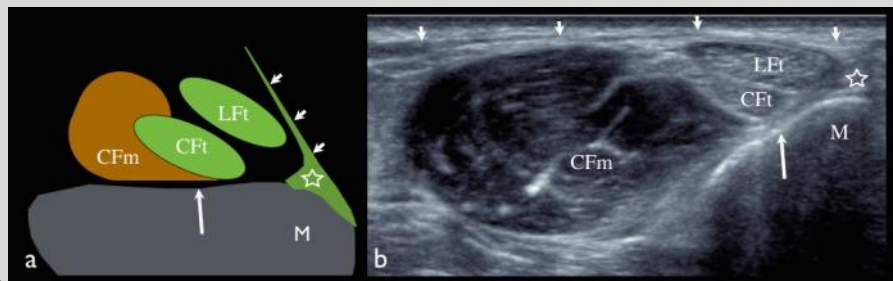


Figure 1: schéma et coupe axiale échographique montrant la disposition des tendons par rapport au rétinaculum (flèches) et au petit bourrelet (étoile).

## 2. Anatomie - Région latéro-calcanéenne

Au niveau de la région latérale du calcaneum, les tendons reposent sur le ligament calcanéo-fibulaire tandis qu'ils sont maintenus en distalité par le rétinaculum inférieur des fibulaires. A la face latérale du calcaneum, on décrit deux proéminences osseuses que sont le tubercule des fibulaires en avant et l'éminence rétro-trochléaire en arrière. A partir du tubercule des fibulaires, chaque tendon a sa gaine synoviale propre. Le tendon court fibulaire est situé en avant du tubercule des fibulaires tandis que le long fibulaire est situé entre le tubercule des fibulaires et l'éminence rétro-trochléaire.

En regard du cuboïde, le court fibulaire reste superficiel et latéral tandis que le long fibulaire se dirige en dedans vers la plante du pied.

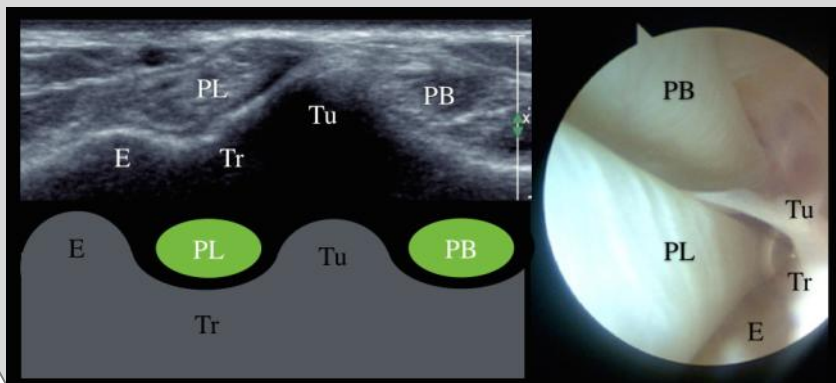


Figure 2: coupe axiale échographique, schéma et aspect en tendinoscopie des tendons par rapport au tubercule des fibulaires (Tu), la trochée (Tr) et l'éminence rétro-trochléenne (E).

### 3. Variantes anatomiques

La gouttière rétro-malléolaire est concave dans 28% des cas et peut être aplatie (43%) ou convexe (18%).

Le tubercule des fibulaires et l'éminence rétro-trochléaire peuvent être hypertrophiques (si de taille supérieure à 5 mm selon Saupé) et entraîner un conflit os-tendons avec de tendinopathie.

Dans 20% de la population, on retrouve un os sésoïde au sein du tendon long fibulaire en regard de la face latérale du cuboïde appelé os peroneum.

La présence d'une jonction myo-tendineuse basse du muscle court fibulaire ou du muscle peroneus quartus est discutée dans la genèse d'une instabilité tendineuse.

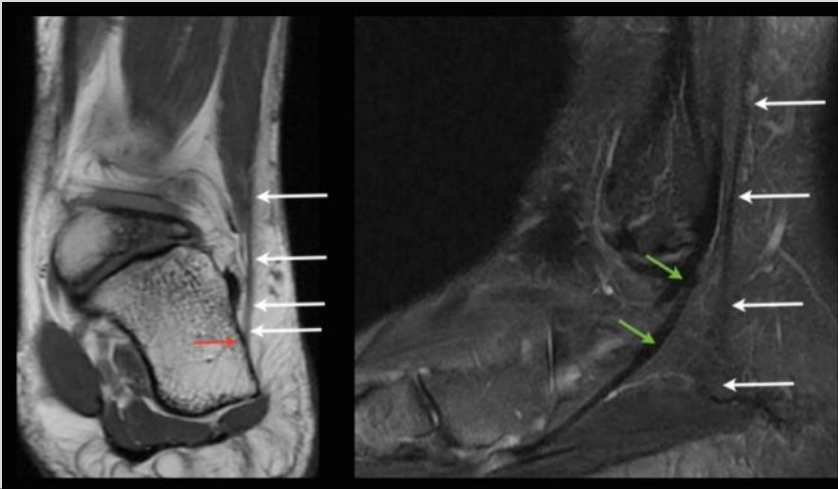


Figure 3: muscle peroneus quartus (flèches blanches) passant en arrière du long fibulaire (flèches vertes) et s'insérant sur l'éminence rétro-trochléenne (flèche rouge).

### 4. Instabilité - Généralités

L'instabilité des tendons fibulaires est peu fréquente mais certainement sous-estimée (survenant dans 0,3 à 0,5% des traumatismes de la cheville). Il existe deux entités principales qui se distinguent par la normalité ou non du retinaculum supérieur et par le déplacement des fibulaires par rapport à la malléole latérale:

- instabilité pré-malléolaire: déplacement d'un ou des tendons en avant de la malléole associé à une lésion du retinaculum
- instabilité rétro-malléolaire: « switch » des tendons en arrière de la malléole sans lésion du retinaculum

L'instabilité peut être permanente ou acquise, intermittente ou récurrente, partielle (subluxation) ou complète (luxation).

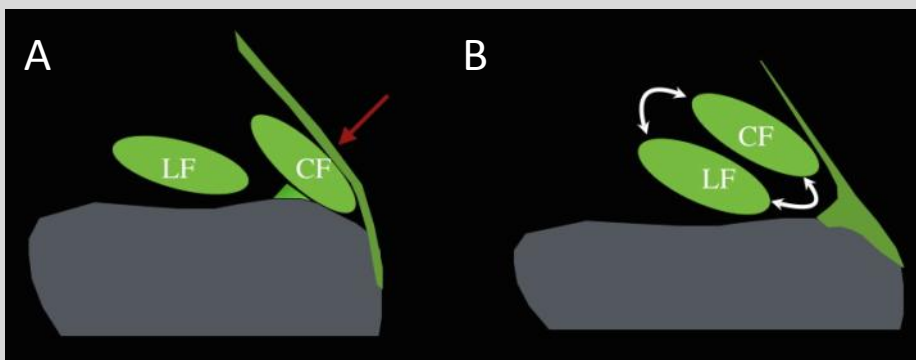


Figure 4: instabilités pré-malléolaire (A) et rétro-malléolaire (B)

## 5. Instabilité pré-malléolaire—classification

L'aspect le plus fréquent est l'instabilité pré-malléolaire qui survient dans les suites de traumatismes de la cheville et d'une lésion du rétinaculum supérieur ce qui favorise un déplacement tendineux. Il existe différents types de lésions du rétinaculum décrites selon la classification de Oden :

- type I: poche de décollement au niveau de l'insertion fibulaire
- type II: rupture de l'insertion fibulaire
- type III: avulsion osseuse de l'insertion fibulaire
- type IV: rupture postérieure du rétinaculum

Les types 1 et 3 sont les plus fréquents. L'instabilité tendineuse va ensuite provoquer une souffrance tendineuse (téno-synovite, tendinopathie fissuraire) plus ou moins étendue.

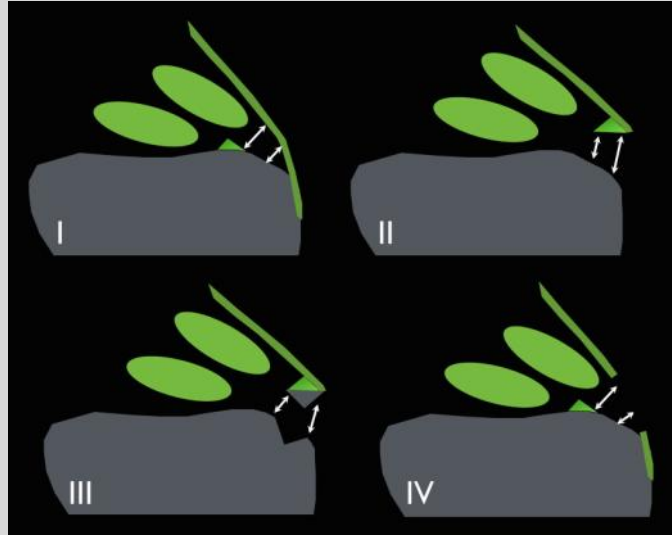


Figure 5: classification d'Oden des lésions du rétinaculum des fléchisseurs

## 6. Instabilité pré-malléolaire - Echographie

L'instabilité pré-malléolaire survient à la suite d'une lésion du rétinaculum et est la plus fréquente. Elle se manifeste par le passage du court ou du long fibulaire en avant de la malléole de façon complète (luxation) ou non (subluxation). Parfois, le long fibulaire vient se luxer au sein du court fibulaire si ce dernier présente un clivage intra-tendineux. Il est également rapporté des luxations d'un des deux faisceaux du court fibulaire présentant un clivage intra-tendineux.

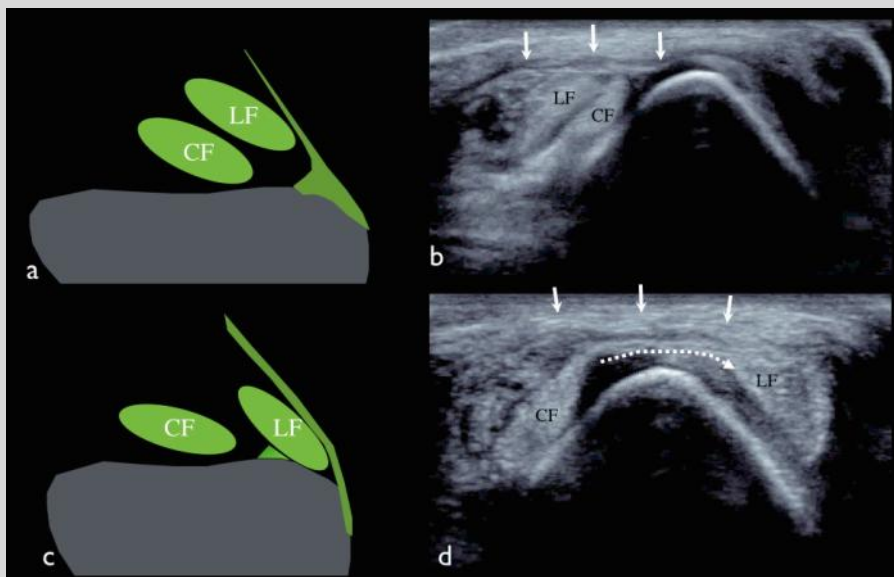


Figure 6: schéma et coupe axiale rétro-malléolaire au repos (a,b) et en éversion forcée (c,d) montrant le passage du long fibulaire en avant de la malléole en soulevant le rétinaculum (flèches blanches).

## 7. Instabilité rétro-malléolaire

Le ressaut des tendons fibulaires au sein de la gaine synoviale rétro-malléolaire est une entité dont le traitement chirurgical a été décrit récemment par Raikin . Cliniquement, on retrouve habituellement une sensation de ressaut sans luxation tendineuse pré-malléolaire lors des manoeuvres d'éversion et de dorsiflexion contrariée. En fait, il s'agit d'une subluxation intertendineuse (ou « switch ») au sein de la gaine sans déplacement en avant de la malléole. Il existe deux types: type A si les tendons sont normaux, type B si le court fibulaire présente une fissure longitudinale. Des variantes anatomiques (peroneus quartus, dysplasie de la gouttière, jonction myo-tendineuse basse du CF) ont fréquemment été décrites.

Les méthodes d'imagerie statiques (scanner, IRM) sont normales et seule l'échographie dynamique permet de diagnostiquer ce type de ressaut dont le traitement peut être chirurgical.

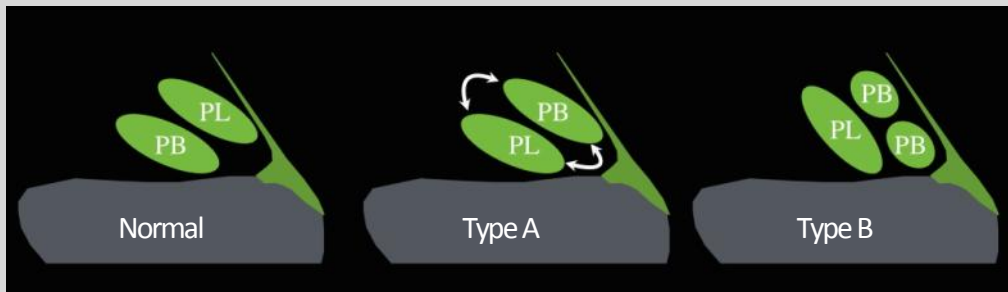


Figure 7: instabilités rétro-malléolaires de type A (tendons intacts) et B (tendon fissuré)

## 8. Ténosynovites et tendinopathies

Les ténosynovites et les tendinopathies des fibulaires sont le plus souvent d'origine dégénérative, favorisées par des microtraumatismes répétés chez le sportif, des antécédents de fracture de la malléole externe et/ou des anomalies générales (pathologies inflammatoires, diabète,...). Une hypertrophie du tubercule des fibulaires ou de l'éminence rétro-trochléenne peut également être incriminée.

La présence d'une lame liquidienne est possible chez le sujet asymptomatique: le diagnostic de ténosynovite est réalisé quand l'épaisseur de l'épanchement est supérieure à 3mm.

Le diagnostic différentiel principal est la présence de liquide secondaire à une rupture transfixiante du ligament calcanéo-fibulaire.

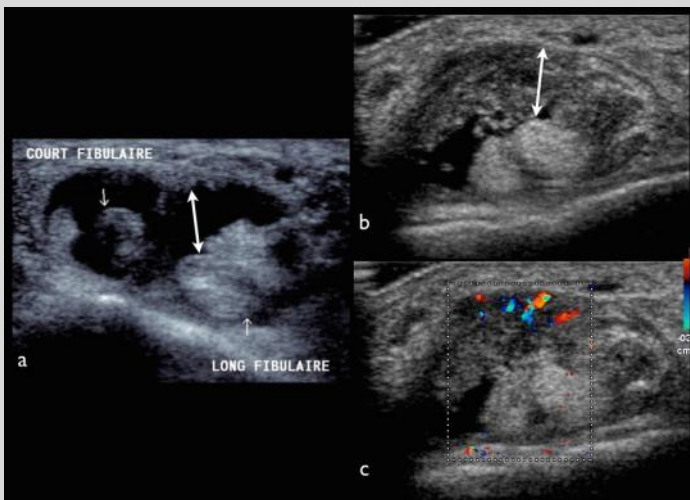


Figure 8: coupes axiales montrant une ténosynovite exsudative (a) et inflammatoire en mode B (b) et en doppler couleur (c).

### 9. Fissures tendineuses

Les fissures et tendinopathies sont rarement traumatiques mais plutôt d'origine microtraumatique et/ou par instabilité talocrurale associée.

Il s'agit le plus souvent de fissures longitudinales qui sont en général de topographie proximale pour le CF et distales en regard du tubercule des fibulaires.

La classification de Sobel permet d'apprécier la sévérité des lésions:

- grade 1: amincissement
- grade 2: lésion non transfixiante - moins de 1 cm de longueur
- grade 3: lésion transfixiante - moins de 2 cm de longueur
- grade 4: lésion transfixiante - plus de 2 cm de longueur

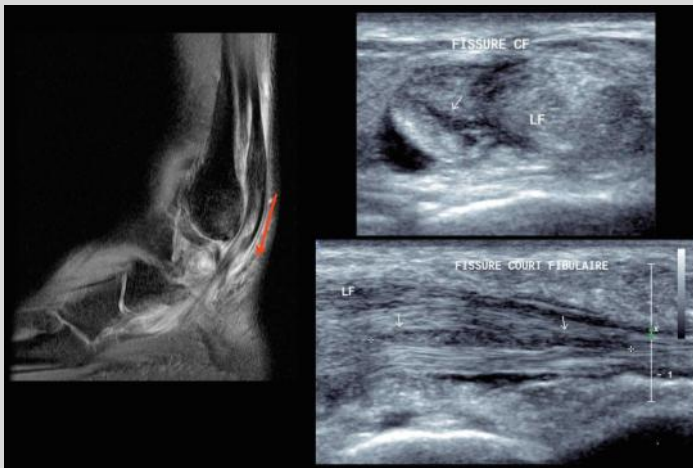


Figure 9: IRM coupe sagittale en pondération T2 après saturation de la graisse et échographie montrant une fissure longitudinale.

### 10. Fractures de l'Os Peroneum

L'os peroneum est un os sesamoïde situé au sein du long fibulaire en regard du cuboïde, présent chez 25 à 30% de la population. Il est bilatéral dans 20% des cas et peut être bi- ou multi-partite. Le diagnostic de fracture ou rétraction secondaire à une rupture du LF est fréquemment retardé en cas de diagnostic erroné. Il est parfois difficile de différencier une fracture au sein de l'os d'un os multipartite: le diagnostic de fracture doit être posé si l'écart entre les deux fragments est supérieur à 6mm.

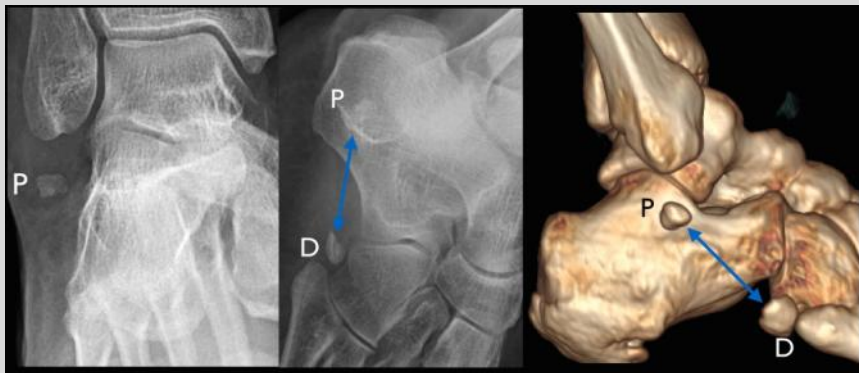


Figure 10: Radiographies et TDM en mode VR montrant une fracture de l'os peroneum avec diastasis des deux fragments proximal (P) et distal (D)

### Références utiles

- Taljanovic. High-Resolution US and MR Imaging of Peroneal Tendon Injuries. Radiographics. 2015 ;179-99.
- Maffulli. Recurrent subluxation of the peroneal tendons. Am J Sports Med 2006;34:986-92.
- Roth. Peroneal tendon subluxation: the other lateral ankle injury. Br J Sports Med 2010;44:1047-1053.
- Neustadter . Dynamic sonographic evaluation of peroneal tendon subluxation. AJR Am J Roentgenol. 2004 ;183:985-8.
- Shellock . Peroneal tendons: use of kinematic MRI of the ankle to determine subluxation. J Magn Reson Imaging 1997;7:451-4.
- Lee. Ultrasound and MRI of the peroneal tendons and associated pathology. Skeletal Radiol. 2013 ;42:1191-200.
- Bianchi . Ultrasound of peroneal tendons. Semin Musculoskeletal Radiol 2010;14:292-306.
- Saupé. Anatomic variants associated with peroneal tendon disorders: MR imaging findings in volunteers with asymptomatic ankles. Radiology. 2007 Feb;242:509-17.
- Wang . Normal Variants Diseases of the Peroneal Tendons and Superior Peroneal Retinaculum: MR Imaging Features. RadioGraphics 2005; 25:587–602.
- Brigido. Radiography and US of os peroneum fractures and associated peroneal tendon injuries: initial experience. Radiology. 2005;237:235-41.
- Rosenberg. MRI features of chronic injuries of the superior peroneal retinaculum. AJR Am J Roentgenol. 2003;181:1551-7.
- Raikin. Intrasheath subluxation of the peroneal tendons. J Bone Joint Surg Am. 2008; 90-A: 992-999.
- Guillo S. Treatment of recurring peroneal tendon subluxation in athletes: Endoscopic repair of the retinaculum. Foot Ankle Clin N Am; 18(2013);293-300.
- Vega . Tendinoscopic treatment of intrasheath subluxation of the peroneal tendons. Foot Ankle Int. 2011;32:1147-51

# LES TENDONS FLÉCHISSEURS DE LA CHEVILLE EN 10 POINTS-CLÉS

Souad Acid, Mélanie Deslandes, Thomas Moser (Montréal)

Le groupe médial des tendons de la cheville est composé du tibial postérieur (TTP), du long fléchisseur des orteils (LFO) et du long fléchisseur de l'hallux (LFH). Les pathologies du TTP prédominent et sont faciles à explorer en échographie.

## 1. Le tendon tibial postérieur : anatomie et exploration échographique

Le TTP remplit les fonctions de fléchisseur plantaire, inverseur du pied et stabilisateur de la voûte plantaire. C'est le tendon le plus volumineux et le plus antérieur au versant médial de la cheville (1). Il est en contact étroit avec d'autres structures participant à la statique de la cheville et qu'il convient d'étudier conjointement : le ligament collatéral médial, le ligament calcanéo-naviculaire plantaire (spring ligament) et le rétinaculum des fléchisseurs. Le trajet du TTP comporte 3 portions (fig 1) (4) :

- Portion rétro malléolaire médiale (exploration échographique dans le plan transverse) : A ce niveau le diamètre axial du TTP est 2 fois supérieur à celui du LFO qui lui est contigu. Les deux tendons sont localisés sous le rétinaculum des fléchisseurs.

- Portion sous malléolaire médiale (exploration échographique dans le plan longitudinal) : Ce segment est situé à la face médiale du talus dont il est séparé par le spring ligament.

- Insertion distale (exploration échographique dans le plan longitudinal) : Il existe 3 faisceaux terminaux : antérieur, le plus volumineux, s'insère sur la tubérosité de l'os naviculaire et donne une fine expansion pour l'os cunéiforme médial; latéral et postérieur ou récurrent, complexes et variables.

A l'état physiologique, le TTP peut être entouré d'une fine lame liquidienne péri tendineuse.

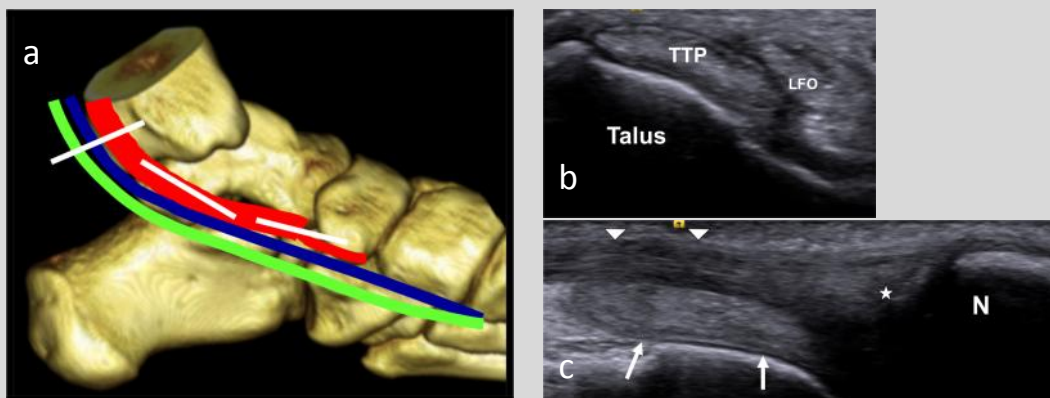


Figure 1 : Anatomie échographique du TTP . a : représentation schématique des tendons fléchisseurs de la cheville : tendon tibial postérieur (rouge) avec positionnement de la sonde d'échographie (traits blancs) pour explorer de haut en bas les portions rétro-malléolaire, sous-malléolaire et distale; tendon long fléchisseur des orteils (bleu) et tendon long fléchisseur de l'hallux (vert). b : Coupe échographique axiale sous-malléolaire TP : tendon tibial postérieur ; LFO : tendon long fléchisseur des orteils. c : coupe échographique longitudinale montrant la portion sous-malléolaire du TTP (têtes de flèche) localisée en regard du spring ligament (flèches), la portion distale (étoile) est insérée sur la tubérosité de l'os naviculaire (N).



## 2. Tendinopathie chronique et ténosynovite du tendon tibial postérieur

Elle est dans la majorité des cas, d'origine mécanique et touche les femmes de plus de 50 ans en surcharge pondérale, avec pour conséquence l'apparition progressive d'un pied plat et d'un valgus. Elle peut être favorisée par une pathologie inflammatoire (polyarthrite rhumatoïde, lupus érythémateux disséminé, goutte, arthropathies séronégatives) ou une injection de corticoïdes.

Cette pathologie peut toucher les portions rétro-malléolaire et sous-malléolaire du tendon.

A l'échographie le tendon est hypertrophié, hétérogène (fig 2). Des fissurations longitudinales peuvent apparaître et conduire à un amincissement tendineux correspondant à une déchirure partielle (fig 3). Le TTP apparaît alors de calibre inférieur ou égal à celui du LFO. A terme, le TTP peut se rompre et l'échographie objectivera alors une gaine déshabillée et un tendon rétracté dans la région supra malléolaire. Une ténosynovite peut également être associée sous la forme d'un épaissement de la gaine, un épanchement circonférentiel et une hyperhémie en mode Doppler. A la phase cicatricielle, la ténosynovite peut être sténosante avec apparition de nodules fibreux au sein de la gaine. Parfois la ténosynovite est isolée sans altération du tendon.

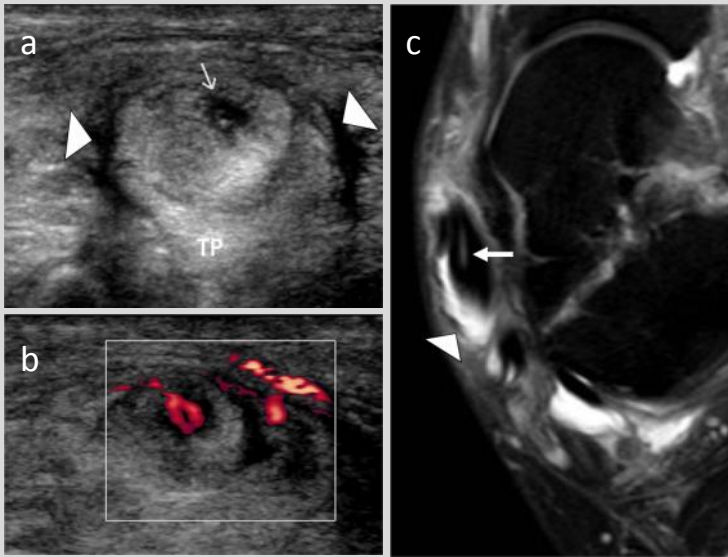
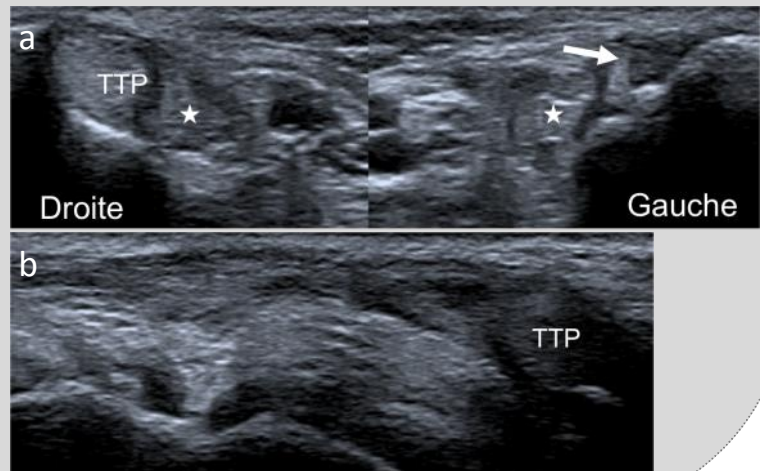


Figure 2 : Ténosynovite du tendon tibial postérieur . Coupes échographiques axiales (a, b), coupe axiale IRM en pondération densité de proton (DP) avec saturation du signal de la graisse (c). Épaississement du tendon tibial postérieur (TP) associé à une fissure intratendineuse (flèche), un épanchement, un épaissement tendineux, épanchement de la gaine synoviale (têtes de flèche) et une hyperhémie doppler (b).

Figure 3: Déchirure partielle du TTP (Cas Dr. Lapègue)  
a : coupes axiales échographiques rétro malléolaires : réduction de calibre du TTP du côté symptomatique (gauche) par rapport au côté controlatéral. Du côté sain le TTP (flèche) présente un calibre 2 fois supérieur au calibre du LFO (étoile). b : coupe longitudinale du TTP gauche : irrégularité de calibre, aspect hypoéchogène et perte de la structure fibrillaire du TTP en rapport avec une déchirure dite en « chewing gum ».



### 3. Lésion traumatique du rétinaculum des fléchisseurs et instabilité du TTP

Le rétinaculum des fléchisseurs est une fine bande fibreuse qui s'insère antérieurement sur la malléole médiale et postérieurement sur le processus médial du calcanéus et sur l'aponévrose plantaire (2). Elle ferme le tunnel tarsien qui est limité en profondeur par le talus et le calcanéus et contient le TTP, le LFO, le LFH et le pédicule vasculo-nerveux tibial (fig 4). Le rétinaculum des fléchisseurs est en continuité avec le périoste de la malléole médiale et la partie superficielle du ligament deltoïde, expliquant la fréquence des lésions associées (3).

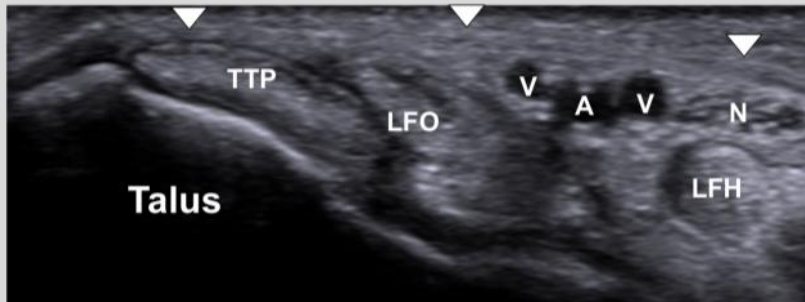


Figure 4 : Tunnel tarsien proximal. Coupe échographique axiale sous malléolaire. TP : tendon tibial postérieur ; LFO : tendon long fléchisseur des orteils ; LFH : tendon long fléchisseur de l'hallux ; N : nerf tibial postérieur, V : veine ; A : artère, têtes de flèche : rétinaculum des fléchisseurs.

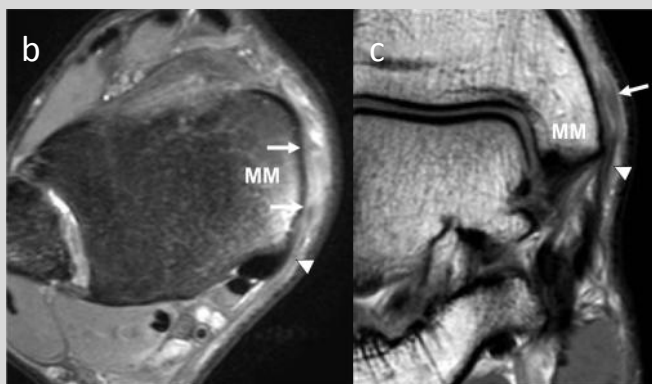


Figure 5 : Lésion traumatique du rétinaculum des fléchisseurs a Coupe échographique dans le plan axial : épaissement hypoéchogène de la portion proximale du rétinaculum (têtes de flèche) en avant du tendon tibial postérieur (TP) et du tendon long fléchisseur des orteils (LFO). Présence d'une avulsion aux dépens de la malléole médiale (flèche). Coupe IRM axiale pondérée DP avec saturation de graisse (b) et coronale T1 (c) : épaissement et augmentation du signal de la portion proximale du rétinaculum (tête de flèche) ainsi que du fascia de la malléole médiale (MM) et de la portion superficielle du ligament deltoïde.

Le sujet jeune et sportif peut léser le rétinaculum suite à un traumatisme violent associant flexion dorsale forcée et supination de l'arrière pied. Il peut en résulter une subluxation ou une luxation antérieure du TTP. L'exploration échographique débute en plaçant la sonde d'échographie en position transverse rétro-malléolaire et retrouve un rétinaculum épaissi, hypoéchogène ou interrompu, le TTP pouvant être luxé ou subluxé en avant de la malléole médiale (fig 5). Le plus souvent, la subluxation ou luxation du TTP n'est pas permanente et une exploration dynamique peut être utile afin de démasquer l'instabilité. Pour cela, on demandera au patient de réaliser une adduction et rotation médiale du pied contre résistance manuelle (fig 6).

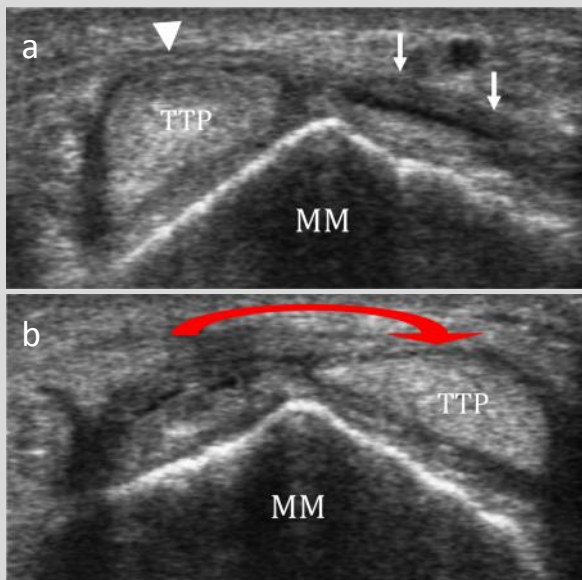


Figure 6 : Instabilité du TTP (Cas Dr. Lapègue)

Coupe axiale rétro-malléolaire en position neutre (a) et lors d'une manœuvre d'adduction et rotation médiale du pied contre résistance manuelle (b) : il y a passage du TTP en avant de la malléole médiale lors de la manœuvre. Présence d'un décollement (flèches) du fascia de malléole médiale (MM) qui est en continuité avec le rétinaculum des fléchisseurs (tête de flèche)

Les clichés radiographiques peuvent mettre en évidence une écaille osseuse doublant la corticale de la malléole médiale et correspond à une avulsion osseuse à l'insertion du rétinaculum (fig 7).



Figure 7 : Avulsion chronique du rétinaculum des fléchisseurs

Radiographie de la cheville de face montrant une ossification (flèche) secondaire à l'avulsion du rétinaculum des fléchisseurs.

#### 4. Enthésopathie du tendon tibial postérieur

Elle peut être d'origine mécanique ou en lien avec une pathologie inflammatoire et être favorisée par la présence d'un os naviculaire accessoire ou d'une tubérosité naviculaire proéminente.

En échographie, l'insertion osseuse apparaît irrégulière et la portion terminale du tendon est épaissie et hypoéchogène. Des microcalcifications et une hyperhémie Doppler peuvent également être présentes (fig 8).

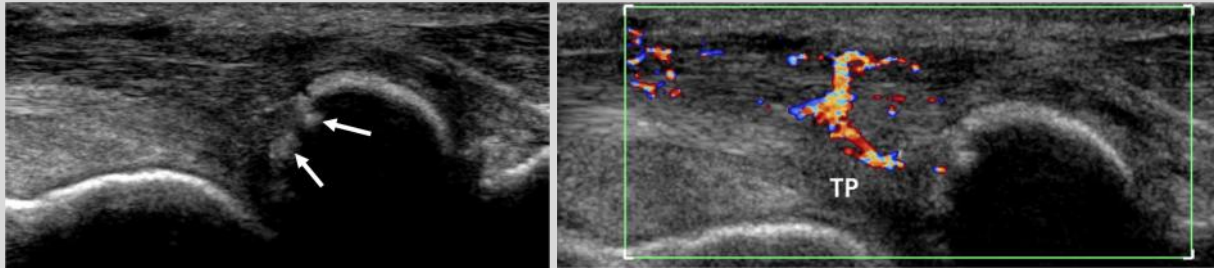


Figure 8 : Enthésopathie distale du TTP. Coupes échographiques longitudinales. Épaississement hétérogène de la portion distale du TTP, irrégularité de l'insertion osseuses (flèches) et hyperhémie Doppler associée.

#### 5. Syndrome de l'os naviculaire accessoire

L'os naviculaire accessoire est une variante anatomique dont on distingue 3 types :

- Type 1 : sésamoïde osseux du TTP petit et ovalaire, intra tendineux et sans connexion avec l'os naviculaire.
- Type 2 : formation osseuse triangulaire localisée à la face postéromédiale de la tubérosité de l'os naviculaire et connectée à ce dernier par du tissu fibrocartilagineux. Des microtraumatismes répétés de cette synchondrose peuvent être à l'origine de douleurs correspondant au syndrome de l'os naviculaire accessoire (figure 9).
- Type 3 : tubérosité naviculaire proéminente.

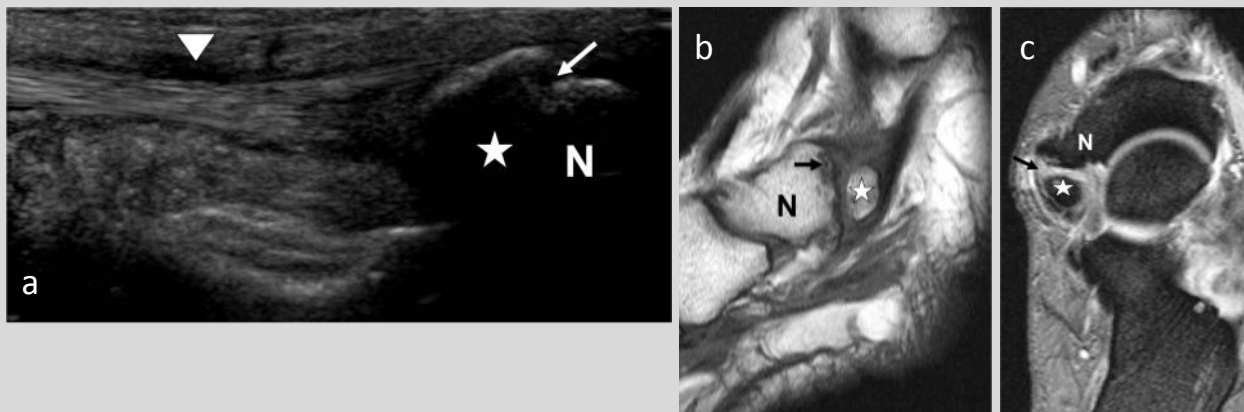


Figure 9: Syndrome de l'os naviculaire accessoire . a : coupe échographique longitudinale montrant un os naviculaire accessoire. Aspect irrégulier de la synchondrose entre l'os naviculaire accessoire (étoile) et l'os naviculaire (N); présence d'une ténosynovite du TTP associée (tête de flèche). Coupes IRM sagittale pondérée T1 (b) et axiale pondérée DP avec saturation de graisse (c) montrant l'os naviculaire accessoire avec aspect irrégulier et changements kystiques de la synchondrose (flèches).

## 6. Tendon long fléchisseur des orteils (LFO) : anatomie et pathologies

La portion rétro malléolaire du LFO est située postérieurement au TTP. Après avoir croisé le sustentaculum tali, il oblique latéralement vers la plante du pied où il croise superficiellement le LFH et se divise en 4 tendons qui s'insèrent sur la phalange distale des quatre derniers orteils.

La pathologie du LFO est rare et le plus souvent distale.

La ténosynovite sous-malléolaire apparaît sur un pied plat et s'accompagne d'une tendinopathie du TTP.

La ténosynovite sous-capitale est liée à une dysfonction de l'avant pied et le plus souvent associée à un syndrome du 2e ou du 3ème rayon.

Une rupture peut survenir en postopératoire d'un transfert pour rupture du TTP ou suite à une fracture du tiers distal du tibia avec incarceration tendineuse.

## 7. Anatomie du long fléchisseur de l'hallux (LFH) (fig 10)

Le tendon du LFH est le plus postérieur du groupe des tendons fléchisseurs. Il est séparé des deux autres tendons par le pédicule vasculo-nerveux tibial postérieur.

Après un trajet vertical dans la loge postérieure de la jambe, le LFH s'engage entre les deux processus postérieurs du talus (région du carrefour postérieur de la cheville). Il subit une inflexion à angle droit vers l'avant pour passer sous le sustentaculum tali puis gagne la plante du pied. Il termine sa course à la base de la phalange distale de l'hallux après être passé dans un canal ostéofibreux entre les deux os sésamoïdes de l'hallux.

Il existe 3 zones de conflits potentiels entre le tendon et son environnement : le carrefour talo crural postérieur, le nœud de Henry et le canal ostéofibreux entre les 2 sésamoïdes de l'hallux (5).

L'exploration échographique de ce tendon est difficile en raison de sa profondeur et des changements de direction de son trajet.

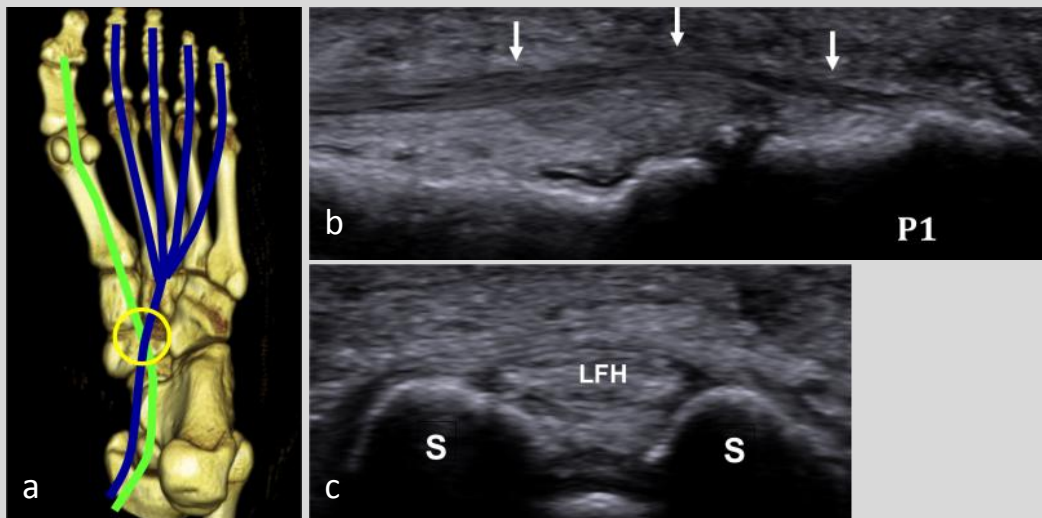


Figure 10 : Tendon long fléchisseur de l'hallux. a : schéma anatomique montrant le croisement LFO (vert) et LFH (bleu) à hauteur du nœud de Henry (cercle). b : coupe échographique longitudinale montrant l'insertion distale du LFH (flèches) à la phalange distale de l'hallux (P1). c : coupe axiale passant par la tête du 1er métatarsien; à ce niveau le tendon passe entre les 2 os sésamoïdes dans un canal ostéo-fibreux.

## 8. Le syndrome du carrefour postérieur

Le carrefour talo-crural postérieur est délimité par les 2 tubercules postérieurs du talus. Le tendon LFH, la partie postérieure du talus et les parties molles environnantes peuvent y être comprimés par la pince tibio-calcanéenne. Il peut en résulter des douleurs chroniques ou récurrentes du versant postérieur de la cheville, favorisées par l'existence d'un os trigone ou d'un long tubercule talien.

Ce syndrome est fréquent chez les danseurs professionnels car favorisé par les flexions plantaires répétées. L'échographie peut mettre en évidence une ténosynovite du LFH.

A noter qu'un épanchement de la gaine tendineuse peut accompagner un épanchement articulaire talo-crural du fait d'une communication normale entre ces deux compartiments.

L'IRM reste l'examen de choix pour cette pathologie car elle permet de mettre en évidence des changements inflammatoires au sein de l'os trigone, du tubercule latéral et de la synchondrose, éléments nécessaires au diagnostic.

L'échographie est intéressante pour guider une infiltration cortisonnée chez ces patients.

## 9. Ténosynovite et fissure longitudinale du LFH au nœud de Henry

Le nœud de Henry est situé 2 cm en dehors et en dessous de la tubérosité naviculaire. À ce niveau le LFH croise la face dorsale du LFO et partage avec ce dernier une gaine tendineuse commune (figure 11).

Une hyper extension aigue ou répétée de la 1ère articulation métatarso-phalangienne peut entraîner une ténosynovite voire une déchirure longitudinale ou complète du LFH.

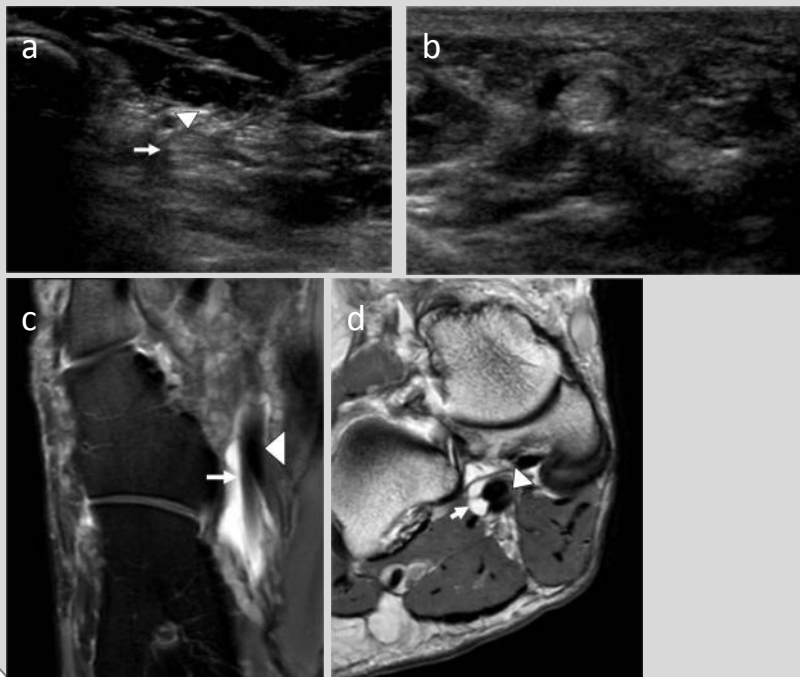


Figure 11 Ténosynovite du LFH

a Coupe axiale échographique au nœud de Henry montrant le croisement (tête de flèche) entre le LFH et le LFO. Discret épaissement autour de la gaine synoviale commune (flèche).  
b Coupe axiale échographique au niveau du LFH en aval du nœud de Henry. L'épanchement est mieux visualisé sur cette coupe superficielle.

c Coupe axiale pondérée DP avec saturation de graisse montrant le nœud de Henry (tête de flèche) et un épanchement autour du LFH (flèche).

d Coupe coronale pondérée DP montrant le nœud de Henry (tête de flèche) et un épanchement de la gaine commune au LFH et LFO (flèche).

#### 10. Le canal ostéofibreux entre les 2 sésamoïdes de l'hallux

Le LFH termine sa course sur la base de la phalange distale après être passé dans le canal ostéo-fibreux localisé entre les 2 sésamoïdes de l'hallux. Une désinsertion à ce niveau s'accompagne rarement d'une rétraction et peut être prise à tort pour une rupture partielle. Le mécanisme lésionnel responsable de ces lésions est le même que pour les déchirures au niveau du nœud de Henri. Une tendinopathie sous jacente est souvent présente et représente un terrain favorisant.

Un épaississement focal du tendon peut gêner sa course au sein du tunnel ostéo-fibreux et entraîner des douleurs et phénomènes de ressaut tels que retrouvés au niveau des poulies. On parle alors d'hallux saltans.

#### Références utiles

Bianchi S, Martinoli C, Gaignot C, De Gautard R, Meyer JM. Ultrasound of the ankle: anatomy of the tendons, bursae, and ligaments. *Semin Musculoskelet Radiol* 2005; 9:243–259

Demondion X, Canella C, Moraux A, Cohen M, Bry R, Cotten A. Retinacular disorders of the ankle and foot. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2010 Sep; 14(3):281-91.

Crim J, Longenecker LG, MRI and surgical findings in deltoid ligament tears, *AJR Am J Roentgenol*. 2015 Jan; 204 (1):W63-9.

Lhoste-Trouilloud A, The tibialis posterior tendon. *J Ultrasound*. 2012 Feb; 15(1):2-6.

Lo LD, Schweitzer ME, Fan JK, Wapner KL, Hecht PJ. MR imaging findings of entrapment of the flexor hallucis longus tendon. *AJR* 2001 May; 176(5):1145-8

# LES TENDONS ANTÉRIEURS DE LA CHEVILLE ET LEURS RÉTINACULA

Denis Jacob (Dijon), Michel Cohen, Stefano Bianchi, Aurélien Lambert

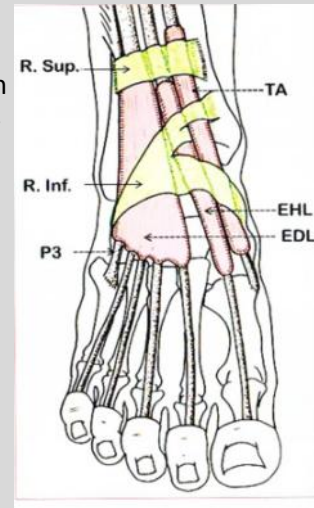
## 1. Anatomie tendineuse

De médial en latéral, à la face antérieure de la cheville, on trouve successivement le tendon tibial antérieur (TA), le tendon long extenseur de l'hallux (EHL), et le tendon long extenseur des orteils (EDL) ; plus latéralement, on observe de manière inconstante mais fréquente le tendon du 3ème fibulaire, muscle sumuméraire (P3).

Ils possèdent des gaines synoviales qui facilitent les glissements, et qui ne s'étendent pas jusqu'aux insertions distales

L'artère tibiale antérieure et le nerf fibulaire profond cheminent entre les tendons long extenseur de l'hallux et long extenseur des orteils.

Les tendons cheminent sous deux structures rétinaculaires, le rétinaculum supérieur des extenseurs (R.Sup) et le rétinaculum inférieur des extenseurs (R Inf).

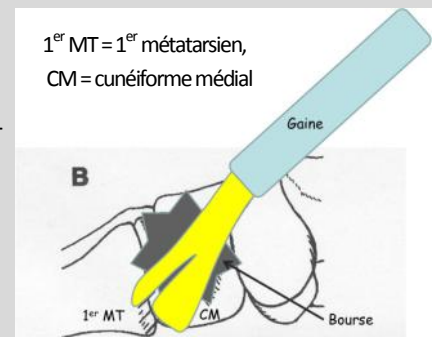


D'après G Morvan

## 2. Le tendon tibial antérieur : aspect normal

- Le muscle tibial antérieur est le plus médial des muscles du groupe antérieur de la jambe. Il naît de fibres charnues qui s'implantent sur la membrane interosseuse et les 2/3 supérieurs de la face latérale du tibia, ainsi que par des cloisons aponévrotiques.

- Le tendon distal apparaît à la face antérieure du muscle à hauteur de la jonction 1/3 moyen-1/3 distal et devient totalement indépendant du muscle au cou-de-pied. Il s'insère habituellement conjointement sur la base du 1er métatarsien par ses fibres superficielles et sur le bord médial du cunéiforme médial par ses fibres profondes. Le caractère prédominant de l'une ou l'autre de ces insertions est variable, et il existe des insertions exclusives sur le 1er métatarsien ou sur le cunéiforme médial.



- La gaine du tendon tibial antérieur s'étend habituellement de 3 cm au-dessus du rétinaculum des extenseurs jusqu'à hauteur de l'interligne talonaviculaire, c'est-à-dire qu'elle ne concerne pas l'insertion distale. Il existe fréquemment une bourse distale entre le tendon tibial antérieur et le cunéiforme médial.

- Échographie : aspect hyperéchogène fibrillaire et à parois rectilignes avec un diamètre approximativement équivalent au double de celui des autres tendons extenseurs

- IRM : Aspect hypo-intense T1 et T2 sans épanchement dans la gaine proximale ni rehaussement distal à l'injection intraveineuse de gadolinium.



### 3. Tendinopathie corporéale du tibia antérieur

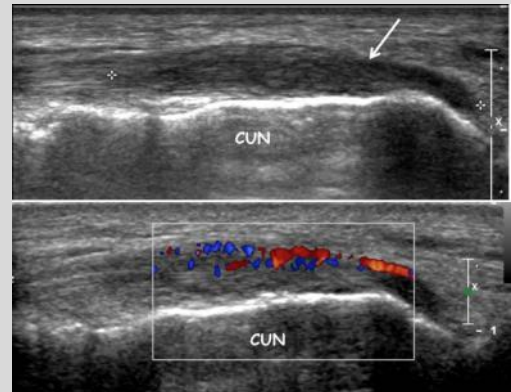
- Adulte jeune, souvent compression locale (chaussure de ski, patin à glace), course à pied intensive.
- Symptomatologie matérialisée par une rougeur et douleur locales, parfois, association avec un conflit tibiotalier antérieur.
- Traitement : anti-inflammatoires non stéroïdiens et repos
- Radiographie standard systématique à la recherche notamment de stigmates de conflit tibiotalier antérieur
- Augmentation fusiforme du tendon tibia antérieur avec stigmates de ténosynovite en échographie et en IRM.



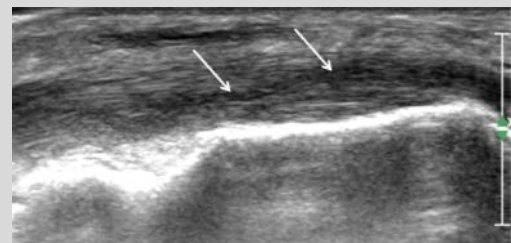
IRM : Coupe sagittale T1 Fat Sat avec injection intraveineuse de Gadolinium : Épaississement fusiforme du tendon tibia antérieur à hauteur de l'interligne tibiotalier, avec rehaussement de sa gaine (flèche).

### 4. Tendinopathie distale du tibia antérieur

- Souvent méconnue, femme de 50 à 70 ans en surpoids
- Douleur à type de brûlure au versant médial du médio-pied, point électif douloureux en regard de l'insertion distale, test TAPS : mise en tension passive de la cheville et du pied en flexion plantaire, éversion, abduction et pronation (équivalent du test de Finkelstein au poignet pour la ténosynovite de de Quervain).
- Traitement : anti-inflammatoires non stéroïdiens et orthèse, éventuellement physiothérapie, infiltration échoguidée, voire chirurgie (conservatrice si possible, sinon transfert du tendon long extenseur de l'hallux).
- Radiographie standard : systématique à la recherche d'anomalies osseuses focales.
- Échographie : épaississement, hypoéchogénicité et hyperhémie de l'enthèse distale du tibia antérieur, recherche de bursopathie, de fissures longitudinales de l'enthèse, de ténosynovite proximale.
- IRM : hétérogénéité tendineuse, fissurations longitudinales distales, rehaussement franc après injection intraveineuse de gadolinium (bourse et tendon).



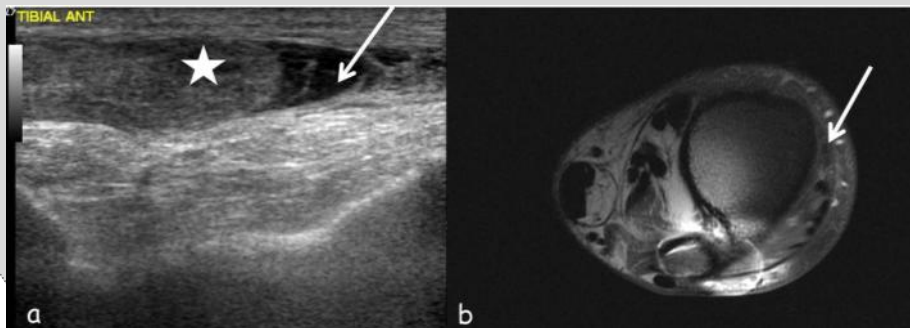
Échographie. Coupes longitudinales de l'enthèse distale du tendon tibia antérieur. Épaississement hypoéchogène distal du tendon tibia antérieur (flèche) avec hyperhémie en mode Doppler Couleur (CUN = cunéiforme médial).



Échographie. Coupe longitudinale de l'enthèse distale du tendon tibia antérieur. Fissuration longitudinale du tendon (flèches).

## 5. Rupture du tendon tibial antérieur

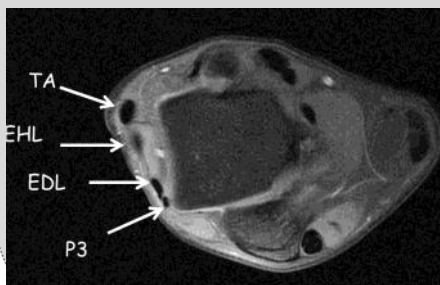
- Compliquée en règle générale une tendinopathie distale, plutôt chez l'homme de 60 à 80 ans; concerne également la femme d'âge intermédiaire, mais habituellement dans un contexte particulier : diabète, rhumatisme inflammatoire, infiltrations cortisonées itératives...
- Exceptionnellement en rapport avec un macrotraumatisme chez le sportif
- Pied tombant avec steppage : « foot drop gait », parfois méconnue par compensation des autres extenseurs
- Traitement : conservateur quand bien tolérée, chirurgical éventuel par réinsertion ou transfert tendineux.
- Imagerie : discontinuité tendineuse en échographie et en IRM, avec rétraction tendineuse habituellement à hauteur du rétinaculum inférieur des extenseurs.



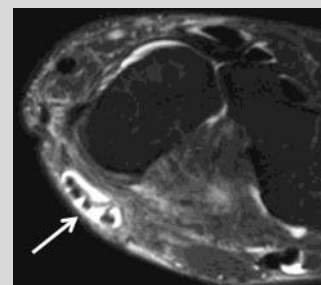
Échographie (a) : Coupe longitudinale du tendon tibial antérieur. IRM (b) : Coupe axiale T1. Vacuité de la gaine du tendon tibial antérieur (flèches) ; moignon tendineux proximal = étoile.

## 6. Tendons long extenseur de l'hallux, long extenseur des orteils et du peroneus tertius

- Le tendon du long extenseur de l'hallux, palpable à la face antérieure de la cheville, est situé en dehors du tendon du tibial antérieur et en dedans du tendon du long extenseur des orteils.
- Ce dernier présente une forme aplatie, donnant naissance à quatre tendons pour les deuxième, troisième, quatrième et cinquième orteils.
- Le tendon du troisième fibulaire qui est un muscle inconstant, chemine à la face latérale du dos du pied et s'insère à la face dorsale de la base du cinquième métatarsien.
- On peut rarement observer des téno-synovites du long extenseur de l'hallux ou du long extenseur des orteils avec existence de liquide dans la gaine synoviale.



IRM : Coupe axiale en pondération T1 Fat Sat : existence d'un quatrième tendon antérieur (P3), en dehors des tendons tibial antérieur (TA), long extenseur de l'hallux (EHL) et long extenseur des orteils (EDL) correspondant au tendon peroneus tertius.



IRM : Coupe axiale en pondération T2 Fat Sat : épanchement dans la gaine du tendon long extenseur commun des orteils (flèche) témoignant d'une téno-synovite.

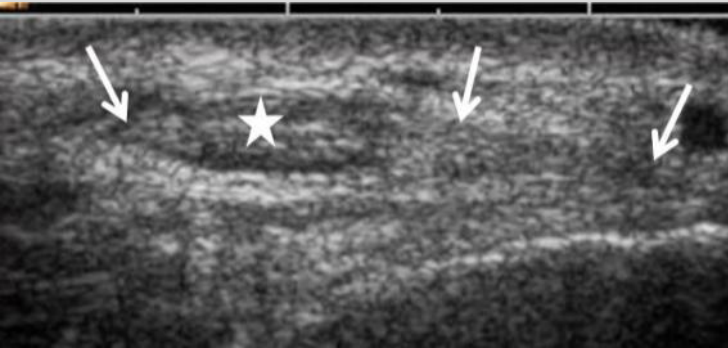
## 7. Rétinaculum : généralités

- Le mot rétinaculum vient du latin « retina » qui signifie « retenir » et « culum » qui signifie « instrument ». Leur fonction est de maintenir des organes potentiellement instables et notamment les tendons longs avec changement de direction : ils « tunnelisent ». Les rétinaculums de la cheville sont des épaissements du fascia crural.

- Histologiquement, ils sont composés de trois couches : une couche externe formée d'un tissu conjonctif vascularisé, une couche moyenne formée de fibres de collagène et d'élastine et une couche interne formée de collagène et de fibroblastes. Les rétinaculums de la cheville présentent des ancrages corticaux et une continuité axiale

- En IRM, les rétinaculums se présentent comme des lignes fines hypo-intenses quelle que soit la pondération. Ils sont cependant mieux visibles en T1 ou lorsqu'ils sont silhouettés par du liquide en T2.

- En échographie, ils se présentent comme les ligaments, les aponévroses et les tendons, c'est-à-dire hyperéchogènes, mais sensibles à l'artéfact d'anisotropie. Ils sont mieux visibles en axial à l'état normal.



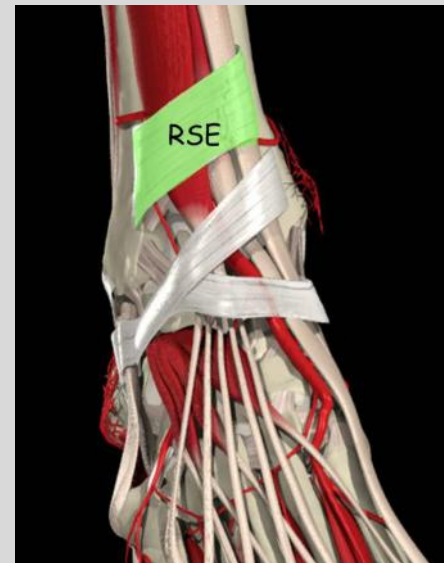
Échographie. Coupe axiale antérieure de cheville. Aspect normal du rétinaculum supérieur des extenseurs (flèches) et du tendon tibial antérieur (étoile).

## 8. Rétinaculum supérieur des extenseurs

- Le rétinaculum supérieur des extenseurs (RSE, ancien ligament crural transverse) s'étend de la crête antérieure du tibia et de la malléole médiale à la face antérieure de la malléole fibulaire.

- Les tendons du long extenseur des orteils, du peroneus tertius et du long fléchisseur de l'hallux passent au-dessous de ce ligament.

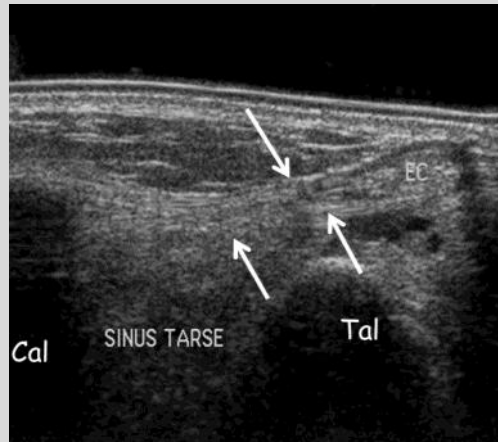
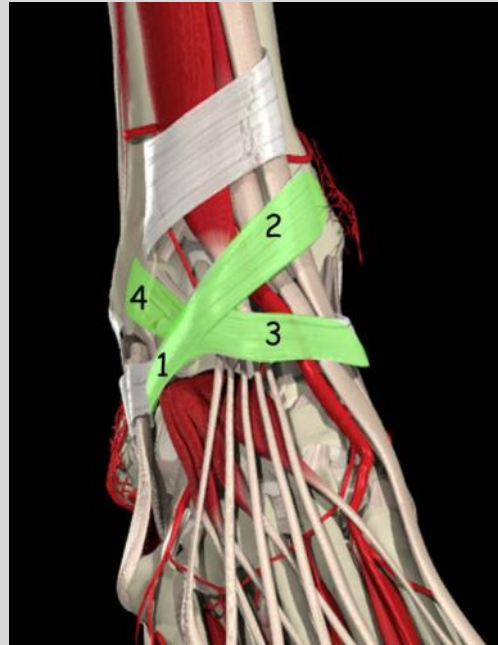
- Dans 25% des cas, il existe un tunnel séparé pour le tendon du tibial antérieur.



## 9. Réticulum inférieur des extenseurs

Le rétinaculum inférieur des extenseurs est en forme de « Y » ou de « X ». Il est subdivisé en quatre parties :

- Le ligament frondiforme (1) retient les tendons des muscles long extenseur des orteils et peroneus tertius contre le talus et la calcaneus ; il possède trois racines :
  - La racine latérale superficielle provient du sinus du tarse latéralement à l'origine du muscle court extenseur des orteils.
  - La racine intermédiaire provient également du sinus du tarse médialement à l'origine du muscle court extenseur des orteils. Elle s'unit à la racine latérale, cravate ensuite le col du talus, passe au-dessus des tendons extenseurs des orteils et peroneus tertius et se divise en bandes obliques supéro-médiale et inféro-médiale.
  - La racine médiale possède elle-même trois racines, deux racines calcanéennes qui s'insèrent dans le sinus du tarse et une racine talienne qui s'insère sur le talus au niveau du toit du tunnel tarsien
- -La bande oblique supéro-médiale (2) qui continue la direction du ligament frondiforme et s'insère sur la malléole médiale ; elle passe au-dessus du tendon du long extenseur de l'hallux et au-dessous du tendon du tibial antérieur.
- La bande oblique inféro-médiale (3) provient du ligament frondiforme et s'insère au bord médial du pied au niveau de l'articulation cunéo-naviculaire ; elle passe au-dessus du tendon du long extenseur de l'hallux, du nerf fibulaire profond et des vaisseaux pédieux dorsaux.
- La bande oblique inféro-médiale (4) existante dans 25% des cas, qui s'étend de la partie latérale de la bande supéro-médiale à la partie latérale de la malléole fibulaire



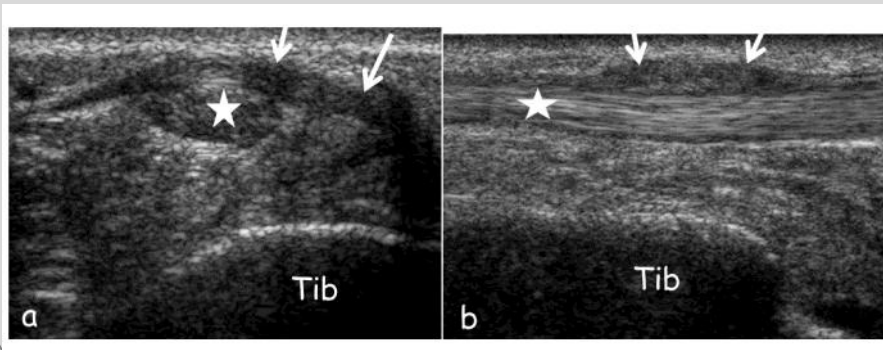
Échographie. Coupe coronale antérolatérale de cheville. Visualisation du ligament frondiforme (flèches) assurant la contention du tendon extenseur commun des orteils (EC). Cal = calcaneus, Tal = talus.

## 10. Pathologie rétinaculaire

Les désinsertions sont les lésions rétinaculaires les plus fréquentes au versant antérieur de la cheville : la manœuvre dynamique en dorsiflexion permet d'objectiver les tendons extenseurs (notamment le tendon tibial antérieur) prenant la corde. On peut observer aussi des lésions partielles du rétinaculum des extenseurs à la partie superficielle du sinus du tarse.

Échographiquement, les lésions des rétinaculums se caractérisent par un épaissement hypoéchogène, parfois avec hyperhémie en Doppler ; les manœuvres dynamiques permettent de rechercher une luxation tendineuse.

L'IRM pâtit de son absence de caractère dynamique dans les bilans d'instabilité. On recherche un épaissement du rétinaculum, une structure hétérogène, un tendon en situation anormale. Elle permet par contre d'objectiver un œdème osseux en regard de la lésion rétinaculaire.



Échographie. Coupes axiale (a) et longitudinale (b) antérieure de cheville. Lésion rétinaculaire post-traumatique matérialisée par un net épaissement hypoéchogène du rétinaculum (flèches) en avant du tendon tibial antérieur (étoile). Tib = tibia.

# LE TENDON CALCANÉEN EN 10 POINTS

Gérard Morvan (Paris)

Le TA est un tendon puissant, très original, dont l'origine, la constitution et l'enthèse sont anatomiquement et fonctionnellement complexes. Un examen clinique, une radiographie de profil et une échographie bien faits éclaircissent la quasi-totalité des situations. Et si ce n'est pas le cas, eh bien, passe à l'IRM !

## 1. Le tendon calcanéen (tendon d'Achille : TA) est composite, vrillé, élastique et de longueur variable.

Le TA est composite, constitué de deux moitiés accolées d'origines différentes. L'une postérieure, gastrocnémienne (muscles explosifs, biarticulaires, dont la fonction dépend du degré de flexion du genou), l'autre antérieure, soléaire (muscle lent, monoarticulaire, indépendant de la flexion du genou) (fig 1). Cohabitation entre deux structures fondamentalement différentes, mais qui se complètent. Conséquences : leur trace d'accolement dans le plan coronal est parfois visible en échographie sous forme d'une ligne équatoriale sur les coupes axiales; il peut exister des pathologies limitées à un seul des deux hémitendons, l'autre demeurant normal (fig 2).

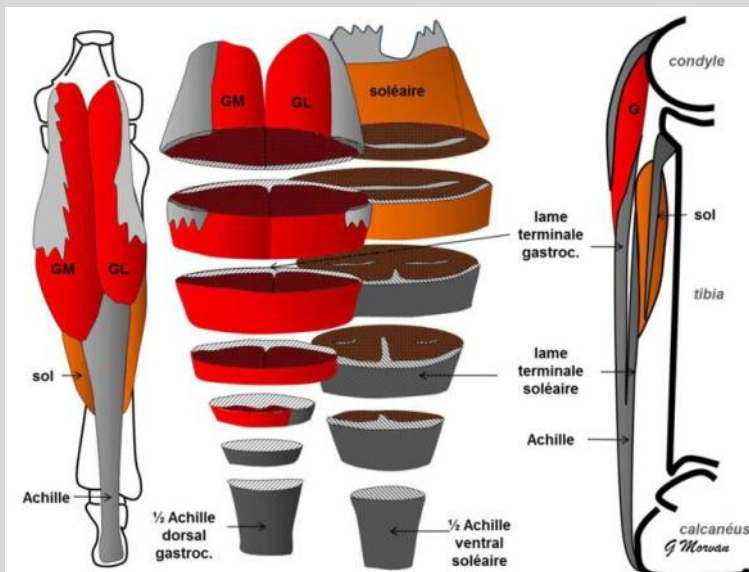


Figure 1. Caractère composite du TA, né des lames terminales des gastrocnémiens (biarticulaires) et et du soléaire (monoarticulaire).

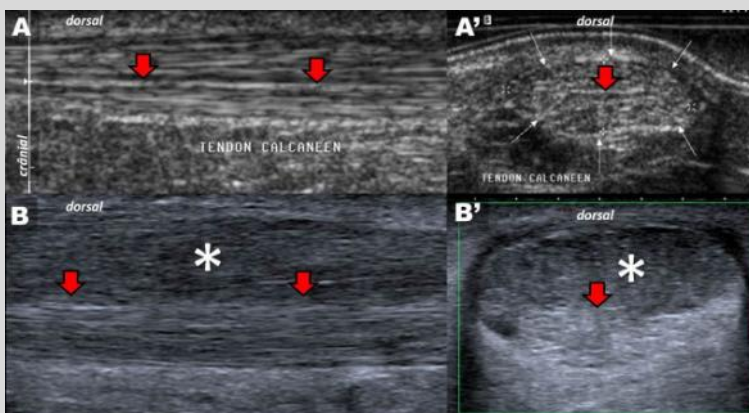


Figure 2. Echographies sagittale et axiale du TA. A : trace de l'accolement entre les deux composantes du TA (flèches rouges). B : hémitendinopathie touchant uniquement la composante gastrocnémienne du TA (astérisque).

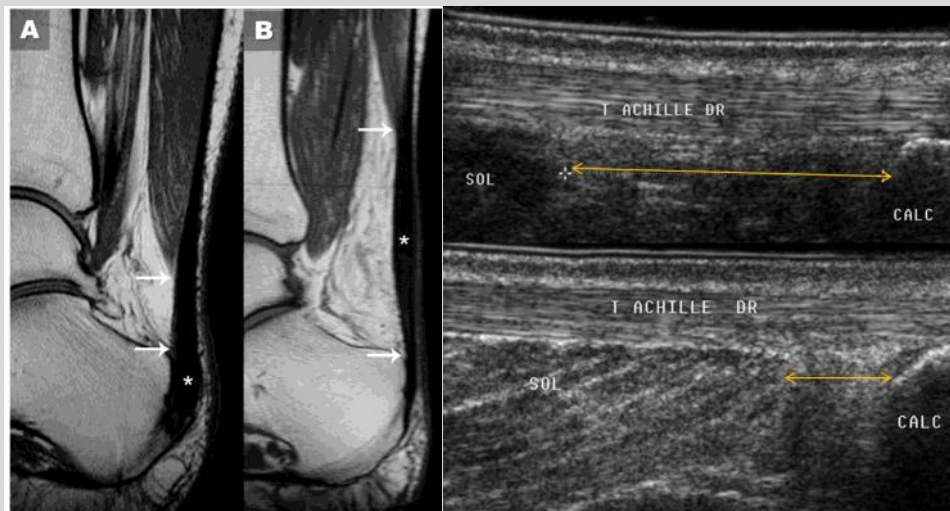
Le TA est vrillé en raison de la rotation automatique du membre inférieur lors de la marche : les fibres gastrocnémiennes, postérieures en haut se retrouvent latérales en bas et les fibres soléaires d'antérieures deviennent médiales. Conséquences : cette torsion est visible in vivo sur une échographie balayant le tendon ; certaines pathologies sont nettement latéralisées.

Le TA est élastique : grâce à une viscoélasticité faible, mais indiscutable, de l'ordre de 5%, il emmagasine de l'énergie lors de la marche puis la restitue, ce qui augmente considérablement l'efficacité du système et diminue sa consommation d'énergie. Le tendon proximal aponévrotique est deux fois moins élastique que le tendon distal libre. Cette élasticité diminue avec l'âge.

La longueur du TA libre (distance entre l'enthèse et les dernières fibres musculaires) varie de un à sept centimètres, voire plus. Longueur et élasticité étant liées, les TA longs sont prédisposés aux tendinoses, les courts aux enthésopathies. Cette longueur s'étudie aussi bien en IRM qu'en échographie (fig 3ab).

Figure 3

A. IRM sagittale T1. TA court, enthésopathie. TA long, tendinopathie corporelle.  
B. Echographie sagittale. TA court et long.



## 2. Le TA est rectiligne

Comme tous les tendons rectilignes de l'organisme, il se passe de réticulum et chemine dans un simple dédoublement du fascia crural. Pas de rétinaculum : pas de gaine synoviale. Un peu de tissu cellulograisieux péri-tendineux structuré lui suffit pour coulisser (fig 4). Conséquence : la ténosynovite du TA n'existe pas mais on peut, en revanche, rencontrer des péri-tendinites.

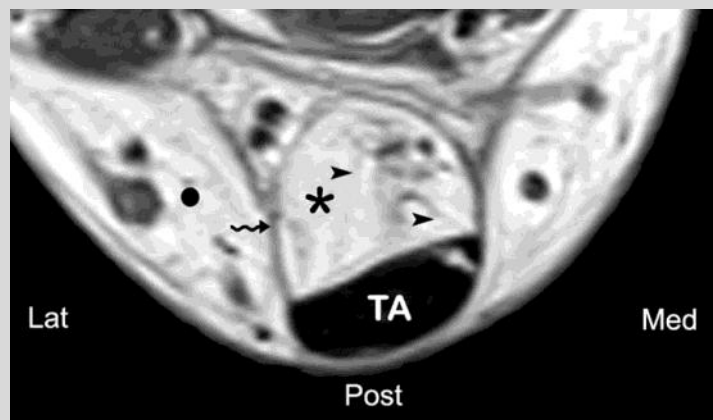


Figure 4

La graisse de Kager (point) se continue avec la graisse péri-tendineuse contenue dans le dédoublement du fascia crural (astérisques). Remarquer les travées fibreuses qui structurent la graisse (flèches). IRM axiale T1.

3. L'enthèse du TA est si sophistiquée qu'elle constitue à elle seule un véritable « organe enthésique ».

Dans le plan sagittal, le TA fonctionne comme une fusée à quatre étages : graisse de Kager, poulie supérieure de pression (TA, moitié supérieure du calcanéus doublés de fibrocartilages en miroir séparés par une bourse), seconde poulie inférieure de traction (moitié caudale du calcanéus porteuse de l'enthèse stricto sensu), parties molles de revêtement (fig 5).

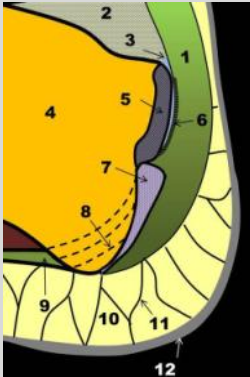


Figure 5. L'organe enthésique du tendon d'Achille.

Coupe sagittale médiane (partiellement inspiré de Milz)

1. Tendon d'Achille ; 2. Graisse de Kager ; 3. Bourse rétro-calcanéenne (synonyme : pré-achilléenne) ; 4. Partie postérieure du calcanéus ; 5. Fibrocartilage périosté ; 6. Fibrocartilage sésamoïde ; 7. Fibrocartilage enthésique ; 8. Lignes de force spongieuses calcanéennes entre enthèses achilléenne et plantaire ; 9. Enthèse de la fascia plantaire ; 10. Graisse talonnière ; 11. Armature fibreuse de cette graisse ; 12. Epaisse peau du talon.

- Graisse de Kager. Elle fournit un appui antérieur souple, mobile et absorbeur d'énergie au TA. Armée par des travées fibreuses, elle empêche la plicature du tendon et remonte lors de la flexion dorsale de la cheville pour dégager la moitié crâniale du calcanéus, permettant ainsi l'action de la première poulie (fig 6). Elle se continue dans le dédoublement du fascia crural qui contient le tendon (fig 4). Riche en terminaisons nerveuses proprioceptives, cette graisse se comporte comme un goniomètre.

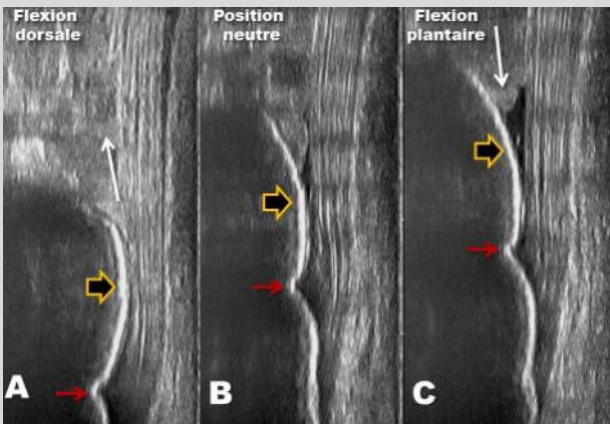


Figure 6. Enthèse du TA en flexion dorsale et plantaire.

Le TA prend appui sur la partie crâniale de la face postérieure du calcanéus (flèche jaune) en flexion dorsale (A). La bourse rétro-calcanéenne l'en sépare en flexion plantaire (C). Flèche rouge : limite supérieure de l'enthèse. Remarquer la mobilité verticale de la graisse de Kager (flèches blanches).

- Première poulie crâniale de pression. La moitié supérieure de la face postérieure du calcanéus et la face antérieure du TA constituent une surface de contact renforcée par deux fibrocartilages en miroir (périosté et sésamoïde) séparés par la bourse rétrocalcaneenne. Cette poulie absorbe une bonne partie des contraintes de pression en début de flexion plantaire, diminuant d'autant celles exercées sur la poulie caudale. Si le fibrocartilage sésamoïde n'est pas visible, le fibrocartilage périosté l'est en échographie (fig 7), mais pas en IRM, sauf avec un TE ultra-court.

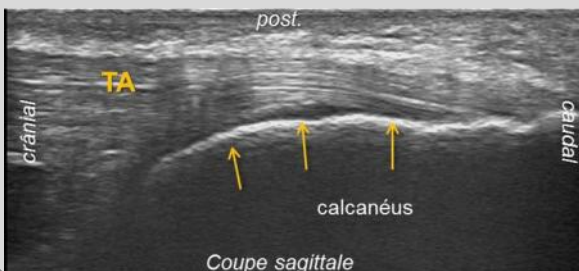


Figure 7. Echographie sagittale normale de l'enthèse du TA montrant le FC périosté (flèches jaunes)



- Deuxième poulie caudale de traction. Située en regard de la moitié inférieure de la face postérieure du calcaneus, c'est une enthesè classique de traction, munie d'un fibrocartilage enthesique anfractueux qui lui confère une grande solidité. Chez l'adulte il n'y a pratiquement pas de continuité extra-osseuse entre l'enthesè du TA et celle du fascia plantaire : la véritable continuité fonctionnelle est intra-osseuse, réalisée par les travées spongieuses (fig 8).



Figure 8. IRM sagittale T1. Flèches bleues : TA ; flèches vertes : fascia plantaire ; flèches noires : travées spongieuses calcanéennes; flèches roses : peau. Remarquer les travées fibreuses qui structurent la graisse talonnière ainsi que la non-visibilité des fibrocartilages.

- Les parties molles du talon (peau, graisse sous-cutanée, travées fibreuses tendues entre peau, squelette, TA et fascia plantaire) renforcent la continuité fonctionnelle de l'appareil extenseur et ont une fonction majeure d'amortisseur. L'architecture cloisonnée de la graisse sous-calcaneenne absorbe 30% de l'énergie lors de l'impact du talon au sol en convertissant les forces de pression en contraintes de tension dans les parois des chambres et en répartissant la pression sous toute la surface plantaire du calcaneus (fig 9) La peau et la graisse cutanée jouent aussi un important rôle proprioceptif et renseignent le cerveau sur la position spatiale de la cheville et la pression cutanée.

Conséquences : pathologie de Haglund, bursopathies rétrocalcaneennes, fissures basses du TA, enthésopathies inflammatoires et mécaniques...

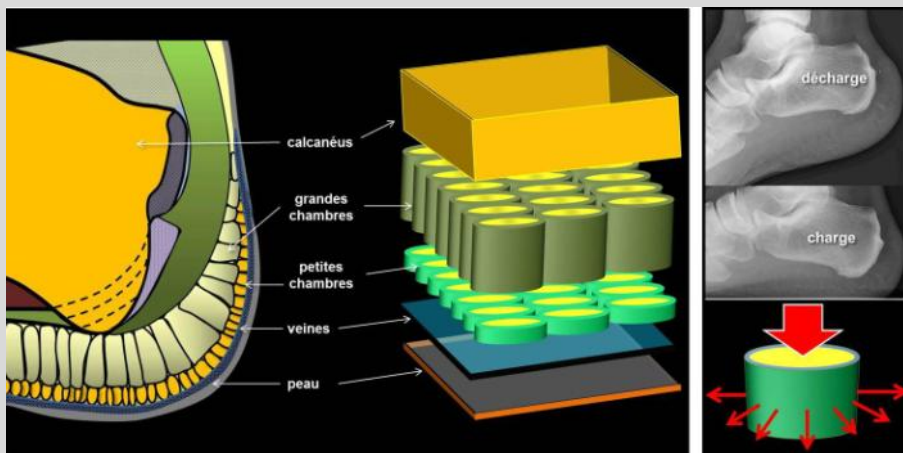


Figure 9. Le coussinet graisseux talonnier. Schéma sagittal.

L'armature fibreuse de la graisse du talon fixe la peau à la partie distale du TA, au calcaneus et au fascia plantaire, en divisant cette graisse en chambres incompressibles à parois fibreuses. Une bonne partie des pressions verticales sont ainsi réparties sur toute la surface du talon et transformées en forces horizontales centrifuges, en grande partie absorbées par les parois des chambres.

#### 4. Clinique et technique d'examen

- L'examen clinique du TA est au moins aussi important que son imagerie. Le diagnostic de rupture complète du TA (méconnu une fois sur trois !) est clinique. Il repose sur deux signes : sur un malade en procubitus, pieds en dehors du lit d'examen, le pied tombe au lieu d'être en équin (signe de Brunet Guedj) et la pression latérale du mollet n'entraîne pas d'équin réflexe (signe de Thompson) (fig 10). Il peut exister une dépression postérieure à la palpation du tendon au niveau de la rupture (coup de hache) et une ascension du mollet.

- Les coupes échographiques doivent être sagittales, TA tendu et détendu (la mise en tension du TA masque toute hyperhémie Doppler et peut collaber une fissure) et surtout axiales (fig 11).

- Le TA n'a que deux pathologies mécaniques : les ruptures de fibres (à l'instar des torons d'une corde) qui sont à l'origine des tendinoses, des fissures et des ruptures (tableau 1); les irritations par frottement qui sont à l'origine des péri-tendinites.

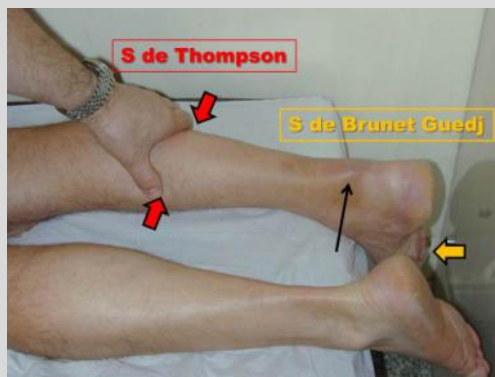


Figure 10. Rupture du TA droit. Signes de Brunet-Guedj (flèche jaune) et de Thompson (flèche rouge). Coup de hache postérieur (flèche noire).

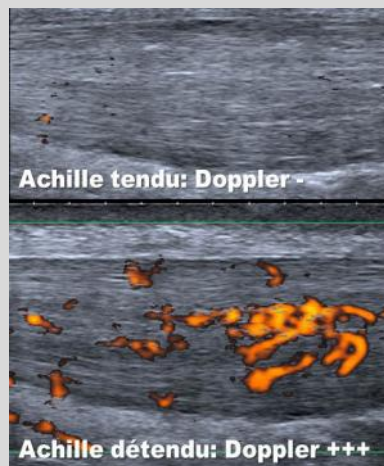


Figure 11. Tendinose corporeale fusiforme du TA. Même coupe échographique sagittale à quelques secondes d'intervalle TA tendu (Doppler négatif) et TA détendu (Doppler très positif).

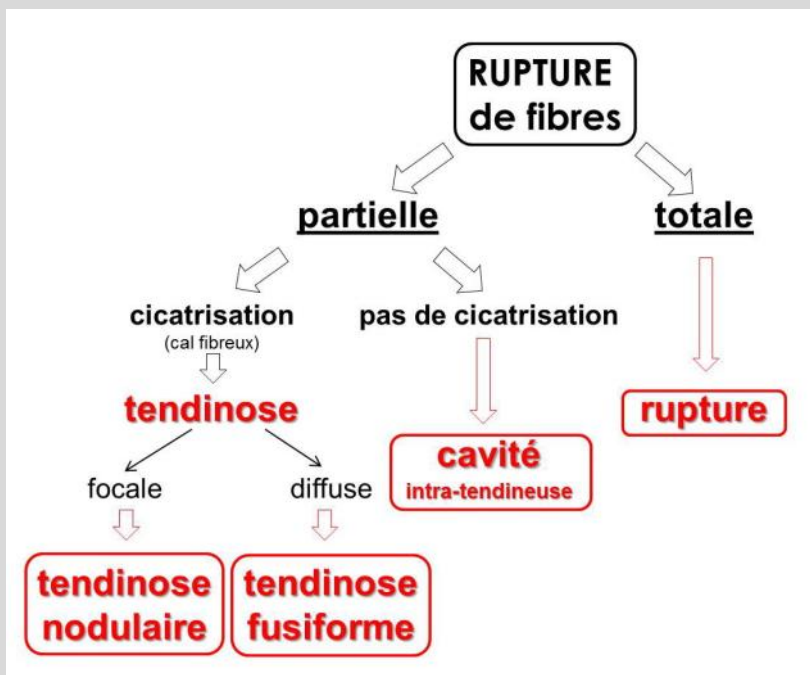


Tableau 1

## 5. Tendinoses

Elles sont secondaires aux cals fibreux de cicatrisation des microruptures de fibres et à l'infiltration du tissu interstitiel.

- Les tendinoses focales se traduisent en échographie par une plage nodulaire hypoéchogène, non fibrillaire au sein du tendon et par la même image hyperintense en T2 à l'IRM, dont la taille varie de quelques mm à un héli-TA (figure 12ab). Les nodules symptomatiques sont souvent hyperémiques au Doppler.

- Les tendinoses fusiformes corporéales se traduisent, du fait du caractère disséminé des cals fibreux, par une augmentation de volume fusiforme du corps du tendon. Celui-ci est hypoéchogène et perd son caractère fibrillaire en échographie. En IRM, il est le plus souvent hypointense, parfois inhomogène (figure 13).

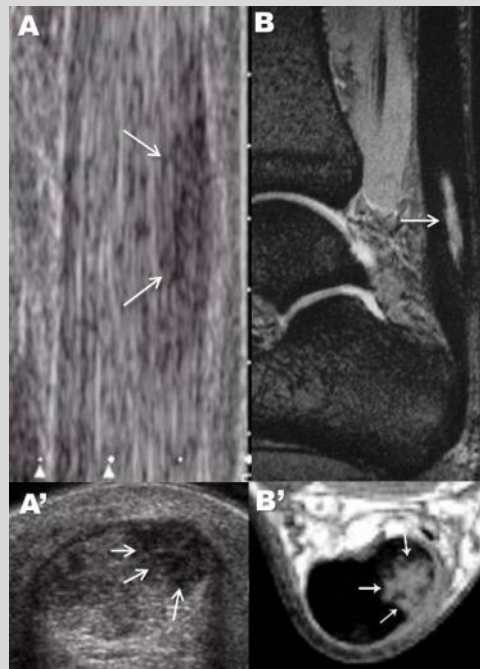
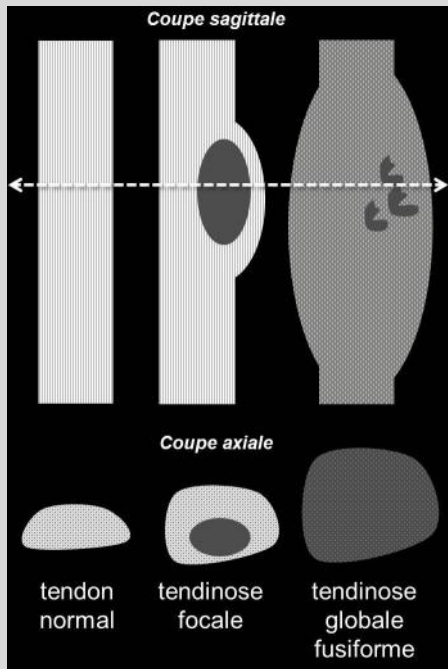
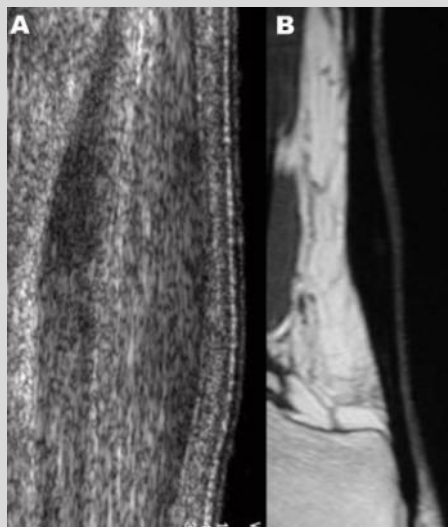


Figure 12

A. Tendon normal, tendinose nodulaire focale, tendinose corporéale fusiforme. Schéma des échographies sagittales et axiales correspondantes.

B. Tendinose focale. Coupes sagittales et axiales échographiques (A, A') et IRM T2 (B, B'). Le nodule est marqué d'une flèche



← Figure 13. Tendinose corporéale fusiforme. Coupe sagittales échographique et IRM T1

## 6. Ruptures totales

Leur diagnostic est clinique (fig 10) et le but de l'échographie d'apporter des précisions anatomiques qui permettent de choisir le traitement le plus adapté (orthopédique, chirurgical ou percutané) : siège précis de la rupture (en millimètres par rapport au calcaneus); qualité des moignons; réductibilité des fragments lors des manœuvres dynamiques (flexion extension de la cheville, pression du mollet...); présence d'un tendon plantaire....

Il y existe deux types de ruptures du TA.

- La première est de diagnostic aisé. C'est malheureusement la plus rare. La rupture à peu près au même niveau de toutes les fibres crée un espace interfragmentaire, en général rempli de liquide et de débris, donc facile à voir, hypoéchogène en échographie, hyperintense en T2. L'échographie dynamique confirme la mobilité du moignon distal par rapport au bout proximal lors de la mobilisation de la cheville (fig 14)

- La seconde est de diagnostic plus subtil. C'est la plus fréquente. Toutes les fibres sont rompues, mais pas au même niveau, à la manière des doigts entrelacés de deux mains qui se séparent. L'aspect des moignons en coupe axiale est une alternance de plages hypo et iso échogènes, dont la genèse est expliquée par la fig 15. Il est nécessaire, à partir de cette image, de faire mentalement le chemin inverse pour aboutir au diagnostic correct de rupture totale et non partielle.

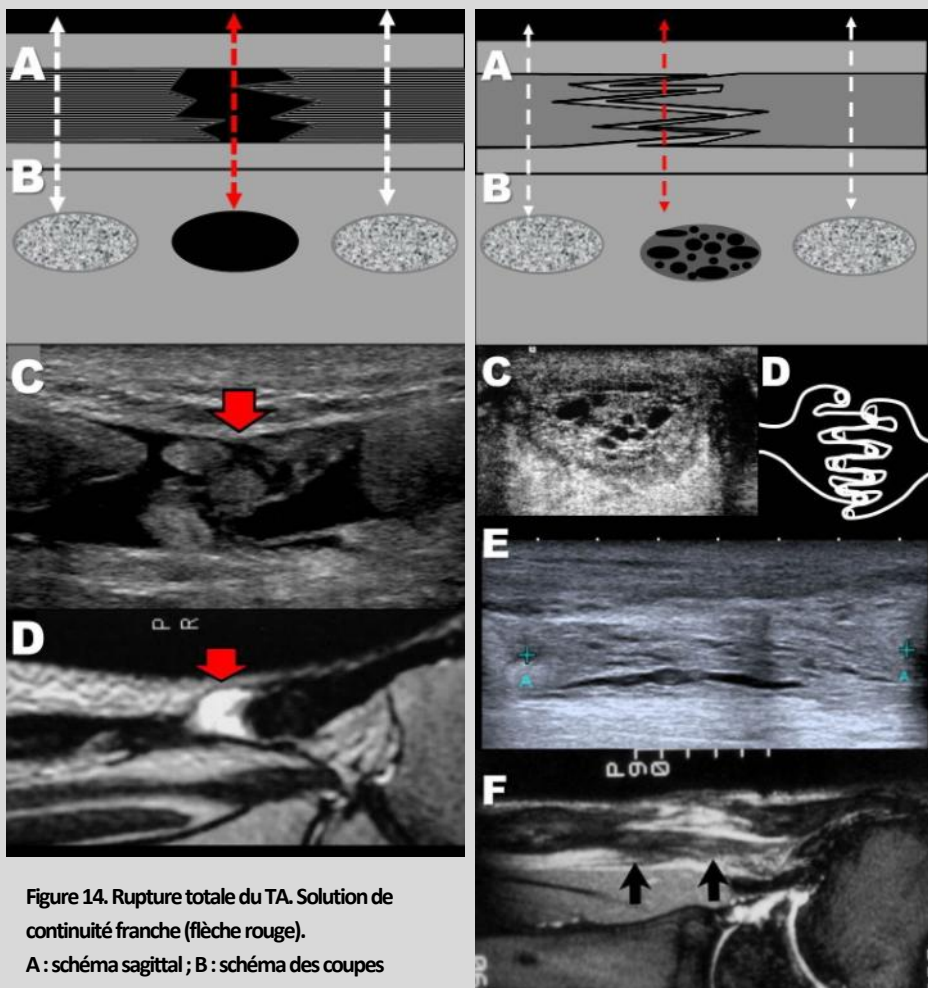


Figure 14. Rupture totale du TA. Solution de continuité franche (flèche rouge).  
A : schéma sagittal ; B : schéma des coupes axiales correspondantes ; C et D : échographie et IRM T2 sagittales.

Figure 15. Rupture totale du TA. Solution de continuité irrégulière, cas le plus fréquent  
A : schéma sagittal ; B : schéma des coupes axiales correspondantes ; C : coupe échographique axiale passant par la rupture. D : mécanisme ; E et F : échographie et IRM T2 sagittales.

## 7. Ruptures incomplètes

Ce sont en général des ruptures focales de fibres qui n'ont pas cicatrisé. Elles se traduisent par des fissures liquidiennes au sein du tendon, en règle allongées dans le sens des fibres pour des raisons mécaniques (fig 16).

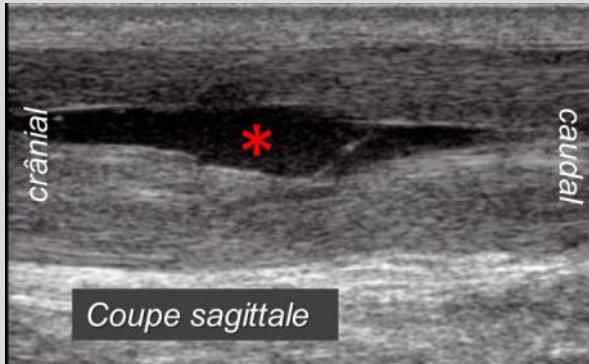


Figure 16. Rupture incomplète (fissure) du TA (astérisque). Echographie sagittale

Les clivages du TA distal, en regard du bord supérieur du calcaneus, qui détachent un lambeau tendineux antérieur en constituent une variété particulière, liée à un conflit avec le coin du calcaneus (fig 17)

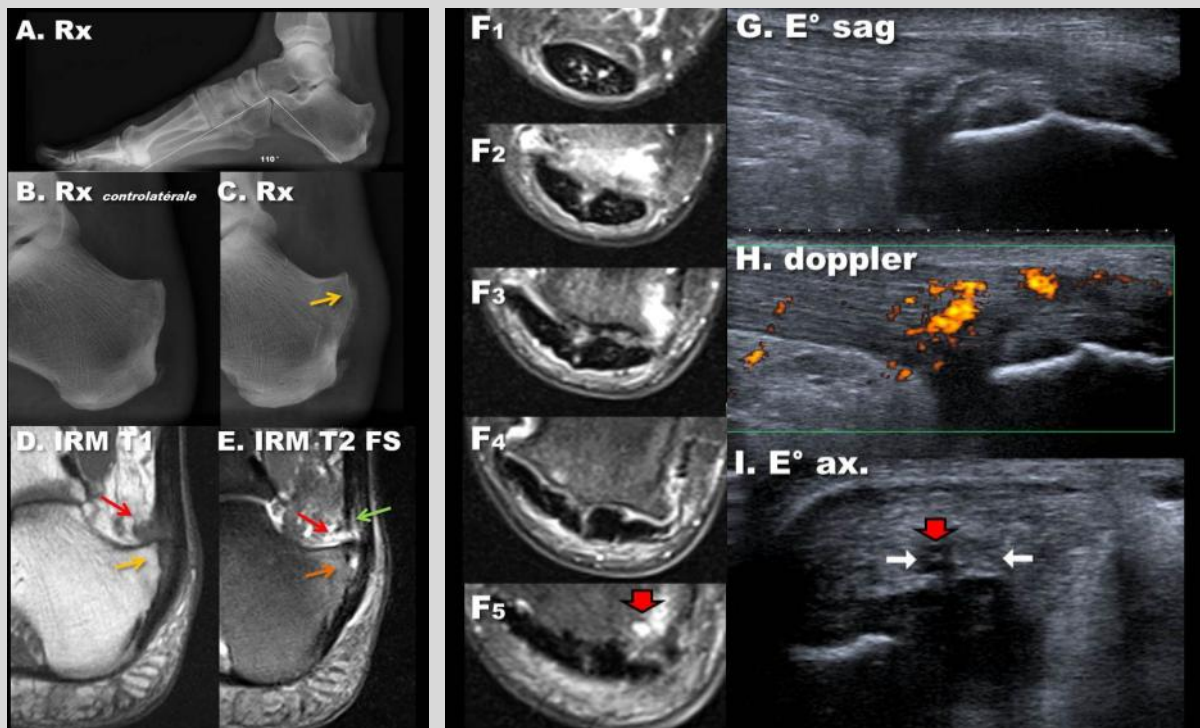


Figure 17

Maladie de Haglund gauche. A, B, C : pied gauche creux, saillie de la tubérosité postéro-crâniale du calcaneus gauche (flèches jaunes) ébauchée à droite ; épaississement et calcifications des parties molles de l'enthèse gauche ; D, E.

IRM sagittale T1 et T2FS : bursopathie rétro-calcanéenne (flèches rouges) et rétro-achilléenne, œdème osseux de l'enthèse (flèche orange), tendinopathie distale d'Achille (flèches vertes).

F 1 à 5. IRM axiales T2FS : fissure de la face antérieure du TA. Œdème osseux surtout latéral ; G, H, I. Echographie sagittale et axiale : profonde fissure antérieure (flèches vertes). Bursopathie pré et rétroachilléenne. Hyperhémie du TA au doppler puissance prédominant le long de la fissure.

## 8. Ruptures myotendineuses

Les ruptures hautes du TA, à la jonction muscle/aponévroses musculaires/tendon calcanéen sont les plus difficiles à diagnostiquer. Elles se traduisent par un aspect épaissi et désorganisé du système aponévrotique et de la partie proximale du TA, bien visibles cependant sur les coupes échographiques axiales comparatives (fig 18).

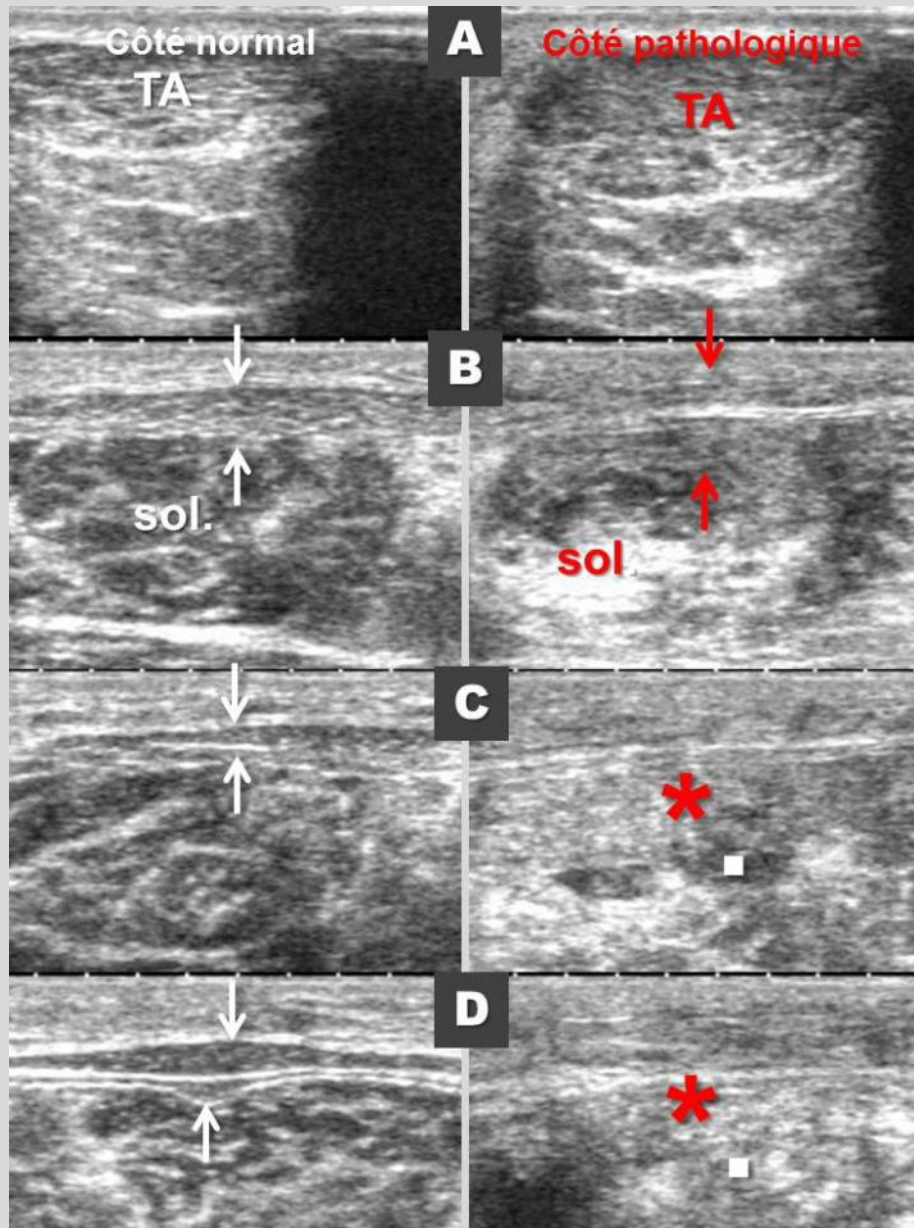


Figure 18  
Rupture haute du TA droit à la jonction myoaponévrotique (flèches rouges). Echographie axiale bilatérale.

## 9. Pathologies de la région distale du tendon d'Achille et enthésopathies

Elles peuvent être inflammatoires, parfois révélatrices d'un rhumatisme, ou mécaniques. Le tableau 2 en liste les principales.

Syndrome de Haglund, fissures de la face antérieure du tendon distal (pouvant aller jusqu'à la rupture) et bursopathies pré-achilléennes sont souvent liées (fig 17).

Une enthésopathie inflammatoire pure, qui ne se traduit que par un œdème osseux, n'a pas de traduction échographique et n'est pas éliminée par une échographie normale. Il est donc de bonne guerre de faire une IRM en cas de talalgie à échographie normale. Certaines fissures très basses du tendon, fortement latéralisées, peuvent échapper aux simples coupes sagittales médianes. La mise en tension du TA peut collaber une fissure.

Tableau 2

### Les pathologies de la région distale du tendon d'Achille

Syndrome de Haglund

Enthésopathie d'Achille

Bursopathie préachilléenne

Bursopathie rétroachilléenne

Désinsertion de l'enthèse

## 10. Péritendinites

Les péri-tendinopathies d'origine mécanique sont secondaires à une surcharge mécanique, une friction anormale ou à un traumatisme direct. Elles se traduisent par un liseré hypoéchogène péri-tendineux : image en rail dans le plan longitudinal (fig 19) en cocarde dans le plan axial. Les péri-tendinopathies non mécaniques peuvent être d'origine métabolique, inflammatoire, infectieuse... Une hyperhémie réactionnelle au Doppler est fréquente quelle qu'en soit l'étiologie. Elle n'a pas de spécificité.

Les péri-tendinopathies comportent histologiquement du tissu inflammatoire (d'où le suffixe -ite). Ce point est important, car leur traitement diffère de celui des tendinopathies.

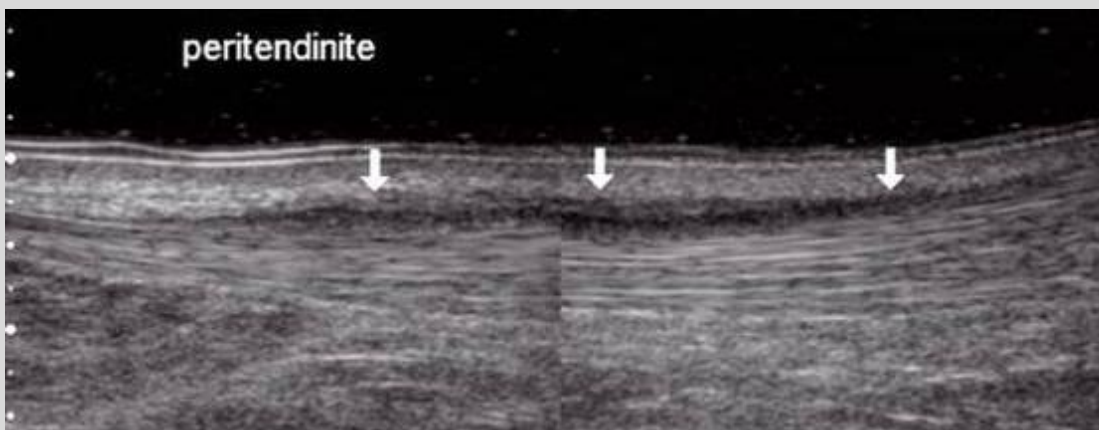


Figure 19

Echographie sagittale du TA. Epaissement hypoéchogène des parties molles péri-tendineuses postérieures (flèches blanches).

## 10 VARIANTES ANATOMIQUES DE LA CHEVILLE ET DU PIED

Antoine PONSOT (Toulon), Olivier FANTINO (Lyon)

### 1. Coalition calcanéo-naviculaire

Il s'agit d'un pont osseux plus ou moins complet (synfibrose, synchondrose ou synostose) unissant le processus antéro-médial de la grande apophyse du calcanéus trop long et le bord inféro-latéral de l'os naviculaire. Elle peut être à l'origine de douleurs du pied majorées par l'effort et associées à un pied plat et raide.

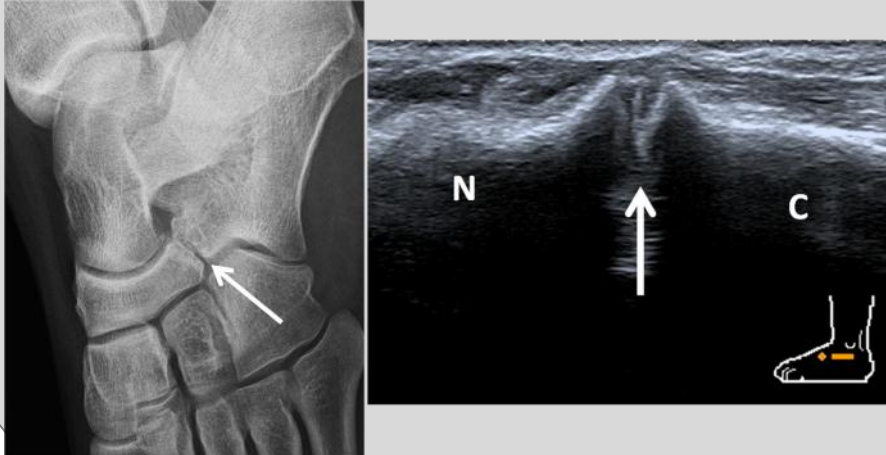


Figure 1 : Coalition calcanéo-naviculaire  
Radiographie du pied de  $\frac{3}{4}$  interne avec remaniements irréguliers et micro-géodiques des berges de la synfibrose ou synchondrose calcanéo-naviculaire (flèche).

En échographie, sur une coupe axiale oblique du bord latéral du tarse, on confirme l'absence du faisceau calcanéo-naviculaire du ligament bifurqué remplacé par une coalition incomplète aux berges irrégulières (flèche).

### 2. Os intermetatarseum

Il s'agit d'un os accessoire peu fréquent, souvent bilatéral, localisé entre la base des premier et deuxième métatarses, issu d'un défaut de fusion des noyaux d'ossification. Il peut être à l'origine d'un syndrome canalaire par confinement anatomique de la branche médiale sensitive du nerf fibulaire profond qui chemine entre les premières et deuxième articulations cunéo-métatarsiennes et le muscle court extenseur de l'hallux. Il s'agit le plus souvent de lésions par étirement du nerf dans un contexte traumatique ou microtraumatique répété notamment lors d'activités sportives ou lors du port de chaussures trop serrées. Le patient présente alors des troubles sensitifs et des douleurs de la face dorsale du pied irradiantes à la première commissure.



Figure 2: Os intermetatarseum  
(courtoisie Dr LAPEGUE, Franck)

Patiente ne pouvant plus porter de chaussures serrées en raison de douleurs de la face dorsale du tarse. Sur la radiographie de face, os intermetatarseum (flèche) entre la base des premier et deuxième métatarsiens. En échographie, en coupe coronale, l'os intermetatarseum (OIM) est hyperéchogène avec un cône d'ombre postérieur et sur son bord latéral, la branche médiale du nerf fibulaire profond est épaissie et hypoéchogène.



Les variantes anatomiques de la cheville et du pied sont décrites depuis de nombreuses années dans les traités d'anatomie. Elles sont d'origines multiples, tendino-musculaires, ligamentaires, osseuses ou encore articulaires et peuvent intéresser tous les secteurs anatomiques de la cheville et du pied. Elles sont souvent cliniquement non parlantes mais parfois directement ou indirectement symptomatiques. Quand elles sont articulaires ou osseuses, elles sont identifiables sur un simple bilan radiographique standard. Elles peuvent être dépistées et reconnues en échographie mais nécessiteront souvent une confirmation I.R.M. Nous avons choisi de décrire des variantes anatomiques essentiellement symptomatiques, visibles en échographie.

### 3. Cunéiforme médial bipartite

Il s'agit d'un défaut de fusion des noyaux d'ossification latéro-dorsal et médio-plantaire de l'os cunéiforme médial. Ces deux noyaux sont alors séparés par une synchondrose plus ou moins complète qui peut présenter des signes de souffrance lors de microtraumatismes répétés à l'origine de douleurs du bord médial du tarse.

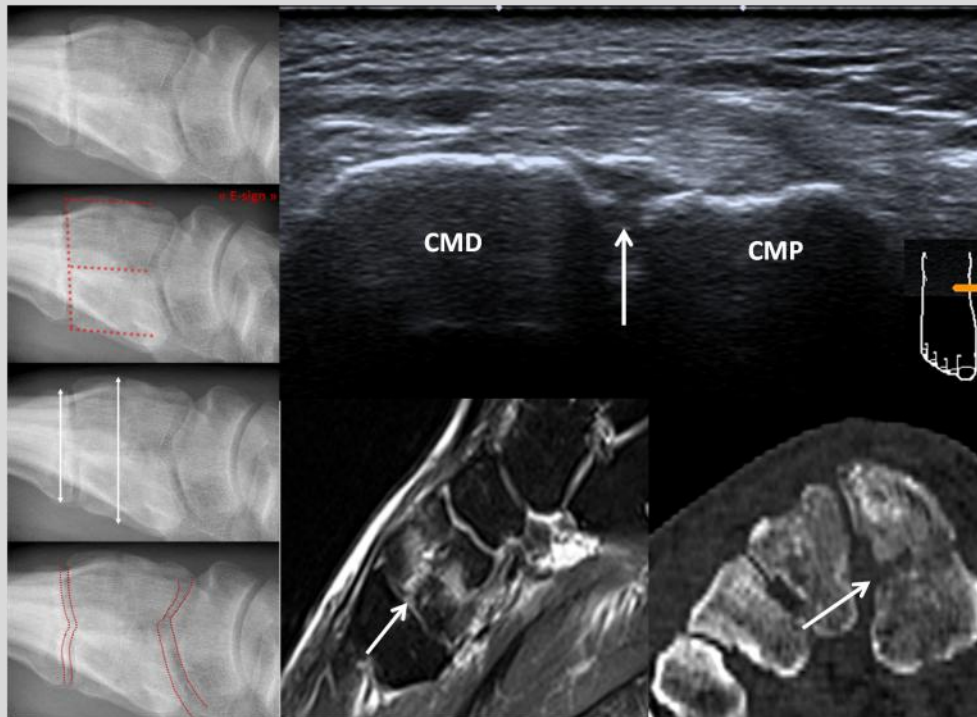


Figure 3: Cunéiforme médial bipartite

Radiographie de profil de l'avant-pied à 30° d'obliquité retrouvant un os cunéiforme médial dont la hauteur est augmentée par rapport à la base du premier métatarse (double flèche), avec une synchondrose transversale (« E-sign ») et des surfaces articulaires angulées notamment sur le versant naviculaire.

En échographie, en coupe coronale sur le bord médial du tarse, la synchondrose (flèche) divise l'os cunéiforme médial en deux fragments dorsal (CMD) et plantaire (CMP).

Le scanner en coupe coronale confirme la présence d'une synchondrose irrégulière et l'IRM les remaniements œdémateux en miroir du spongieux en hypersignal DP fat-sat.

#### 4. Syndrome de l'os naviculaire accessoire

L'os naviculaire accessoire est un os sésamoïde situé à la face postéro-médiale de l'os naviculaire dans la partie distale du tendon tibial postérieur. Il en existe 3 types et le type 2 est à l'origine du syndrome. Il s'agit d'un os centimétrique (souvent bilatéral) séparé de l'os naviculaire par une synchondrose. Le corps du tendon s'insère directement sur cet os sans extension à la voûte plantaire ayant pour conséquence une altération de la biomécanique du tarse et un affaiblissement de l'arche plantaire médiale. Les douleurs peuvent être secondaires à une souffrance de cette synchondrose et/ou à une altération du tendon tibial postérieur (tendinopathie, ténosynovite, fissure).

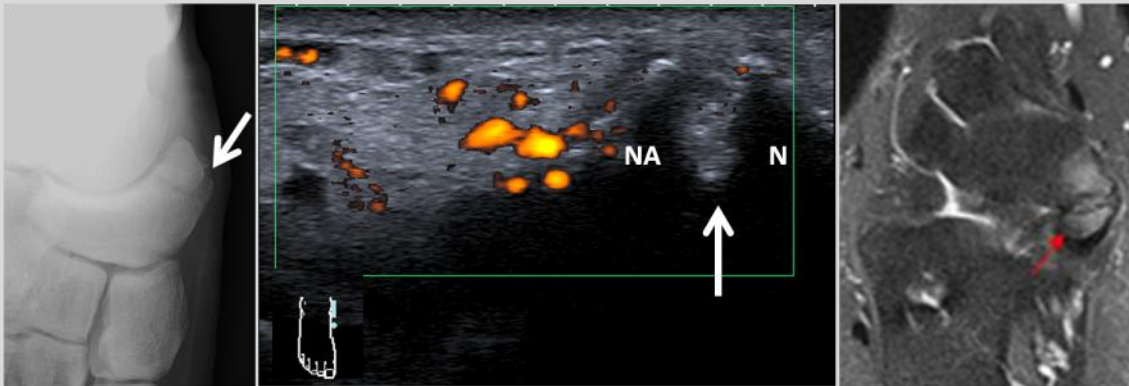


Figure 4: Syndrome de l'os naviculaire accessoire

Os naviculaire accessoire de type 2 avec remaniements dégénératifs irréguliers de la synchondrose bien visualisés en radiographie et en échographie (flèches blanches). Remaniements hyperhémiques en Doppler énergie des parties molles adjacentes. Sur l'I.R.M, hypersignal de la synchondrose et infiltration oedémateuse en miroir du spongieux sur la séquence axiale DP fat-sat.

#### 5. Muscle soléaire accessoire

Il s'agit d'un muscle surnuméraire peu fréquent dont l'origine se situe en regard de l'aponévrose profonde du muscle solaire ou de la face postérieure du tibia puis le corps charnu s'oriente distalement en situation médiale par rapport au muscle solaire et au tendon calcanéen. Il comble la graisse de Kager. Sa terminaison se situe habituellement sur la face postérieure du calcaneus. Il est le plus souvent asymptotique mais parfois à l'origine d'un syndrome du tunnel tarsien postéro-médial, avec compression du nerf tibial et de ses branches de division.

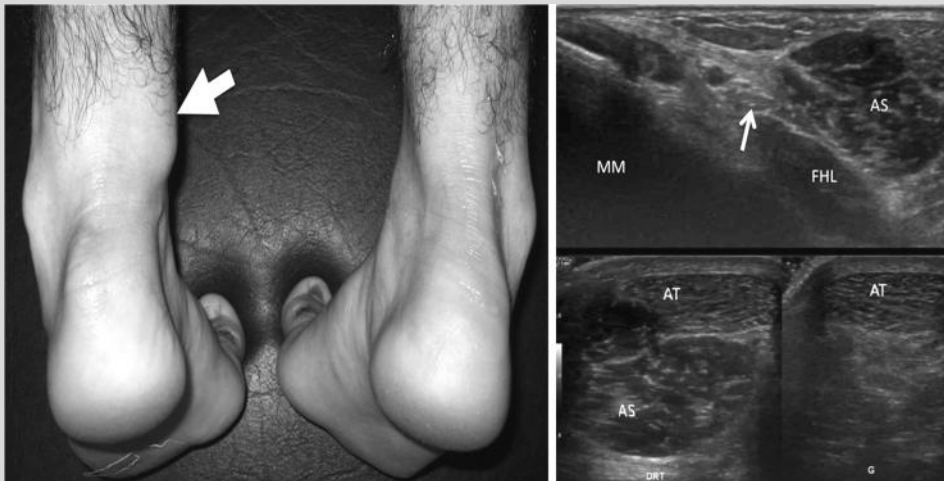


Figure 5: Muscle soléaire accessoire

Tuméfaction (flèche) symptomatique à l'effort de la face postéro-médiale de la cheville gauche. Le contrôle échographique confirme la présence d'un muscle soléaire accessoire (AS) comblant la graisse de Kager et s'insinuant dans le tunnel tarsien postéro-médial au contact du nerf tibial (flèche).

## 6. Flexor digitorum accessorius : muscle long fléchisseur accessoire des orteils

Son origine est variable, pouvant naître aussi bien du tibia, de la fibula ou du long fléchisseur de l'hallux. Son corps chemine ensuite dans le tunnel tarsien, sous le rétinaculum des fléchisseurs, en arrière et en superficie du long fléchisseur de l'hallux et du paquet vasculo-nerveux tibial où il est en rapport direct avec le nerf tibial puis le nerf plantaire latéral. Sa terminaison se fait le plus souvent commune sur le muscle carré plantaire.

Il peut être à l'origine d'un syndrome du tunnel tarsien postéro-médial par compression du nerf tibial et du nerf plantaire latéral.

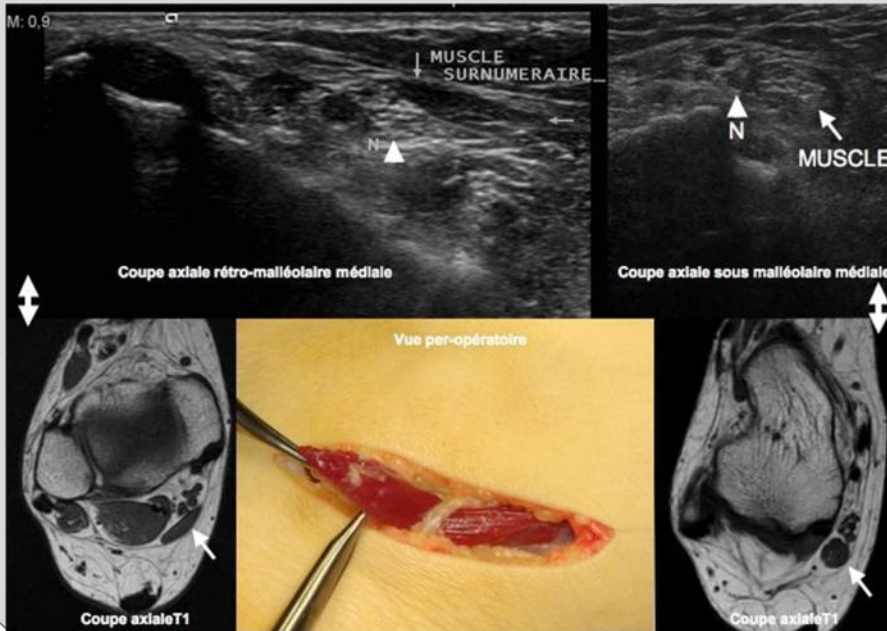


Figure 6 : Flexor digitorum accessorius Syndrome du tunnel tarsien postéro-médial droit à l'effort. Echographie et IRM montrant un muscle long fléchisseur accessoire des orteils dans le tunnel tarsien satellite du nerf tibial (N) et des nerfs plantaires. Exérèse chirurgicale de ce muscle avec disparition des symptômes.

## 7. Hypertrophie de la trochlée des fibulaires

La trochlée des fibulaire (ou tubercule des tendons fibulaires du calcaneus) se situe sur le bord latéral du calcaneus et agit comme une poulie osseuse pour les tendons fibulaires. Le tendon court fibulaire passe en avant de celle-ci et le tendon long fibulaire en arrière. Le réticulum inférieur des fibulaires s'y insère.

Il peut exister une hypertrophie congénitale ou acquise de cette trochlée des fibulaires à l'origine d'un conflit symptomatique avec téno-synovite et fissuration des fibulaires.

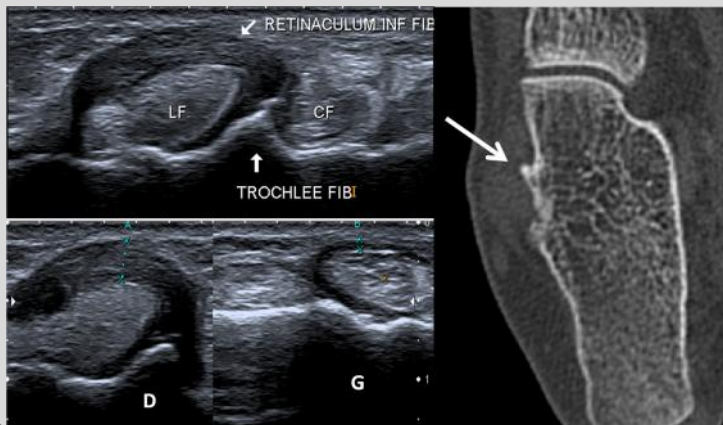


Figure 7: Hypertrophie de la trochlée des fibulaires droite

L'échographie et le scanner en coupes axiales mettent en évidence une hypertrophie de la trochlée des fibulaires (flèche) du calcaneus avec épaissement du tendon long fibulaire et du réticulum inférieur des fibulaires en comparaison avec le côté controlatéral.

## 8. POPS (Painful Os Peroneum Syndrome)

L'os peroneum est un petit os sésamoïde localisé dans le tendon long fibulaire en regard du cuboïde identifiable en échographie sous la forme d'une structure hyperéchogène avec cône d'ombre postérieur en coupes axiales et coronales obliques. En raison de l'importante réflexion du tendon long fibulaire dans le tunnel du cuboïde, il peut exister un conflit local entre ce tendon, cet os sésamoïde et le cuboïde à l'origine d'une souffrance du tendon et de sa gaine, de l'os peroneum (avec parfois une fracture de fatigue) et du cuboïde. Ce conflit est favorisé par une hypertrophie du sésamoïde qui peut être bi ou multipartite.

La radiographie peut être normale ou montrer un os peroneum sclérotique et fragmenté. En échographie, la souffrance osseuse est de diagnostic difficile mais cet examen a alors une valeur localisatrice de la douleur. L'IRM confirme le diagnostic.

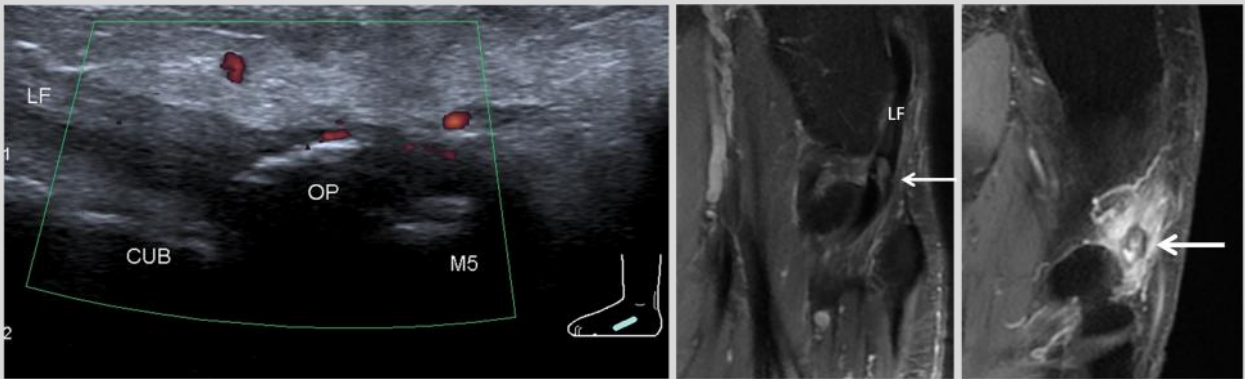


Figure 8: POPS (Painful Os Peroneum Syndrome)

En échographie, la douleur se situe en regard de l'os peroneum (OP) avec de discrets remaniements hyperhémiques des parties molles adjacentes. L'I.R.M. complémentaire confirme la souffrance de l'os peroneum avec infiltration oedémateuse (axial DP fat-sat) et rehaussement après injection (axial T1 fat-sat gadolinium) intenses de cet os sésamoïde (flèches blanches) et des tissus mous adjacents.

## 9. Peroneus quartus

Il s'agit d'un muscle accessoire aussi appelé « péronier latéral du tarse » ou muscle « fibulo-calcanéen latéral ». Il est relativement fréquent (20 %). Il naît habituellement au tiers inférieur de la jambe au contact du muscle court fibulaire dont il est séparé par un fin liseré. Il chemine ensuite en situation postéro-médiale par rapport au muscle et tendons fibulaires parfois sans composante tendineuse jusqu'à son insertion distale calcanéenne sur l'éminence rétro-trochléaire en arrière de la trochlée des fibulaires.

Il est le plus souvent asymptomatique mais peut être responsable d'une tendinopathie du court fibulaire par augmentation du volume du contenu de la loge des fibulaires sous l'appareil rétinaculaire.

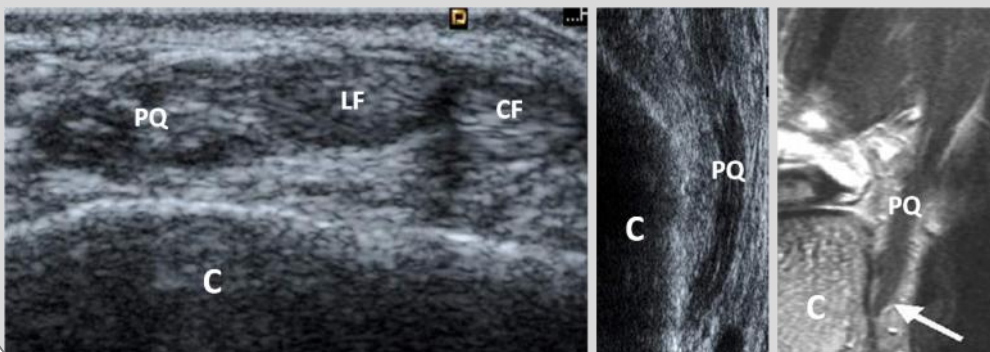


Figure 9: Peroneus quartus  
Echographie en coupe axiale et coronale d'un peroneus quartus (PQ) en arrière des tendons long et court fibulaires (LP et CP) avec un corps musculaire venant s'insérer directement sur l'éminence rétro-trochléaire calcanéenne (C). Confirmation I.R.M. en coupe coronale.

### 10. Peroneus Quintus

Les variantes anatomiques de la cheville sont fréquentes et parfois non décrites dans la littérature. C'est le cas de ce patient qui présente un cinquième tendon extenseur sur la face antérieure et latérale du tarse en avant de la fibula que nous avons appelé Peroneus quintus. Ce tendon, issu de la loge des extenseurs de la jambe, chemine sous le rétinaculum supérieur des extenseurs, en dehors du tendon peroneus tertius et vient s'épuiser dans le rétinaculum inférieur des extenseurs à hauteur du sinus du tarse. Il est à l'origine d'un conflit antérieur symptomatique avec épaissement oedémateux du tendon et du rétinaculum supérieur des extenseurs.

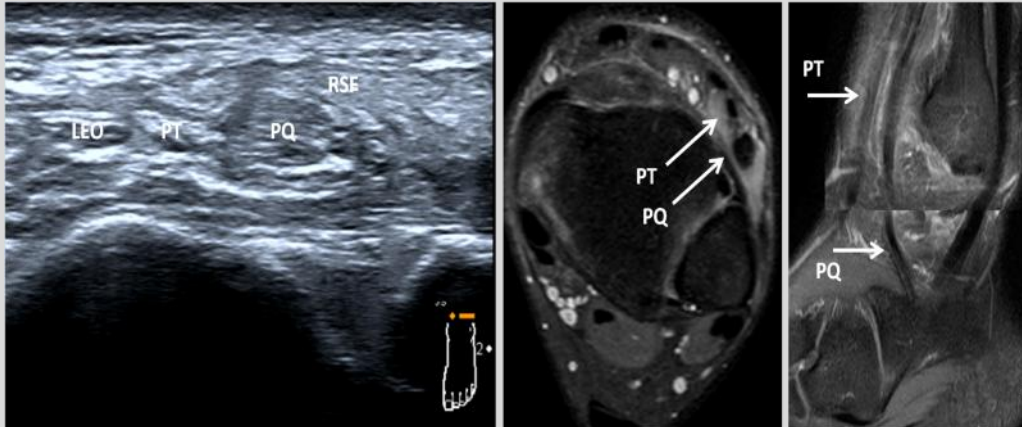


Figure 10: Peroneus Quintus (PQ)

Douleurs de la face antérolatérale de la cheville. En échographie, en coupe axiale, un cinquième tendon extenseur est localisé en regard de l'interligne tibiofibulaire antéro-inférieur, en dehors des tendons peroneus tertius (PT) et long extenseur des orteils (LEO). Ce tendon est nettement épaissi, ainsi que le rétinaculum supérieur des extenseurs (RSE), conflictuels lors des manœuvres dynamiques de la cheville. Ce tendon s'insère en distalité sur le rétinaculum inférieur des extenseurs en regard du sinus du tarse.

L'I.R.M. en coupe axiale et sagittale oblique DP fat-sat confirme la présence d'une tendinopathie de ce cinquième tendon fibulaire avec infiltration des tissus mous adjacents.

### Référence utiles

- Compression of the medial branch of the deep peroneal nerve, relieved by excision of an os intermetatarsium. A case report. Knackfuss IG et al. Acta Orthop Belg. 2003 Dec;69(6):568-570.
- Magnetic resonance imaging findings in bipartite medial cuneiform. A potential pitfall in diagnosis of midfoot injuries: a case series. Elias I et al. J Med Case Rep. 2008 Aug 13; 2:272.
- Hauger O, Pelé E, Poussange N, Fournier C, Amoretti N, L'Os Naviculaire, Le Pied, GETROA-GEL OPUS XXXVIII, Sauramps Médical, Montpellier, 2011 ; 101-112.
- Borne J, Fantino O, Besse J, Clouet P, Tran Minh V. MR imaging of anatomical variants of ligaments, muscles and tendons at the ankle. J Radiol 2002;83;27-38.
- Wittmayer BC, Freed L. Diagnosis and surgical management of flexor digitorum accessorius longus-induced tarsal tunnel syndrome. J Foot Ankle Surg 2007;46:484—7
- High-resolution US and MR imaging of peroneal tendon injuries. Taljanovic MS et al. Radiographics. 2015 Jan-Feb (1):179-99
- Bianchi S, Gandolfo N, Witkowska-Luczak, Imagerie De L'Os Peroneum, Le Pied, GETROA-GEL OPUS XXXVIII, Sauramps Médical, Montpellier, 2011 ; 319-329.

# LE SYNDROME DU TUNNEL TARSIEEN POSTÉROMÉDIAL EN 10 POINTS

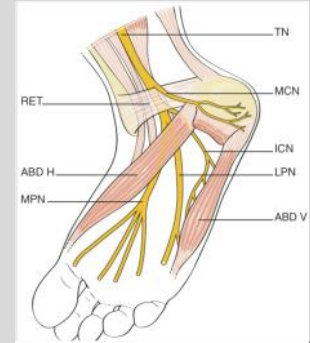
Olivier Fantino (Lyon)

## Définition

Atteinte du nerf tibial et de ses branches de division : nerf calcanéen médial, nerf calcanéen inférieur, nerfs plantaires médial et latéral (Fig 1).

Figure 1 : schéma anatomique du tunnel tarsien postéromédial.

TN : nerf tibial. MCN : nerf calcanéen médial. ICN : nerf calcanéen inférieur. LPN : nerf plantaire médial. MPN : nerf plantaire médial.

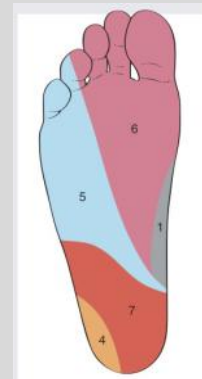


## 2. Clinique

Dysesthésies, paresthésies, brûlures, engourdissement, de localisation variable en fonction du nerf atteint et de la gravité de l'atteinte : plante du pied, talon, orteils. La topographie des symptômes oriente sur le nerf atteint (Fig 2). La présence d'un déficit moteur est rare et rencontrée dans les formes graves.

Figure 2 : Territoires d'innervation sensitifs cutanés de la plante du pied.

1 : nerf saphène. 4 : nerf sural. 5 : nerf plantaire latéral. 6 : nerf plantaire médial. 7 : nerf calcanéen médial.



## 3. Anatomie

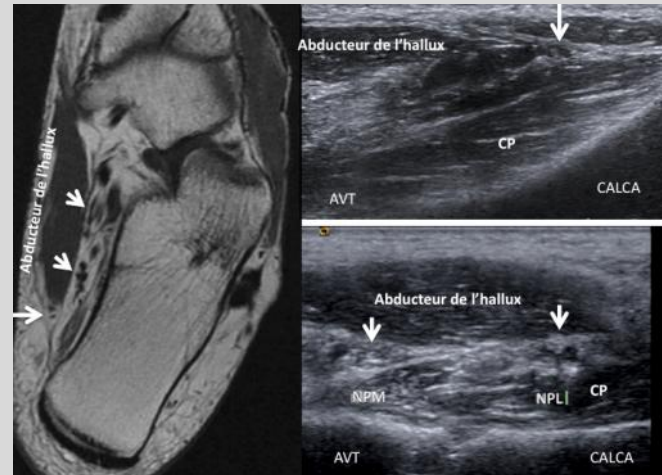
Le tunnel tarsien postéromédial est divisé en deux étages :

- un étage proximal rétro-malléolaire médial sous le rétinaculum des fléchisseurs qui contient les tendons fléchisseurs et le paquet vasculo-nerveux tibial (Fig 3)
- un étage distal situé entre la calcanéus et le muscle abducteur de l'hallux et qui contient les deux paquets vasculo-nerveux plantaires médial (en avant, en dedans et en haut) et latéral (en arrière, en dehors et en bas) et les deux nerfs calcanéens, médial et inférieur (Fig 4). Ces 4 nerfs cheminent chacun dans un tunnel propre.



↑ Figure 3 : Tunnel tarsien postéromédial, étage proximal. Nerf tibial (flèche), rétinaculum des fléchisseurs (têtes de flèche). LFH : long fléchisseur de l'hallux.

→ Figure 4 : Tunnel tarsien postéromédial, étage distal. D'avant en arrière (flèches), nerf plantaire médial, nerf plantaire latéral et nerf calcanéen inférieur.



#### 4. Technique d'exploration

- Premier temps d'examen réalisé en décubitus latéral avec un balayage axial comprenant une exploration du tunnel tarsien proximal (nerf tibial) (Fig 5) et du tunnel tarsien distal sur le bord médial de la voûte plantaire (Fig 6) avec étude systématique des deux nerfs plantaires et du nerf calcanéen inférieur. Le nerf calcanéen médial est d'individualisation inconstante du fait de sa petite taille et des nombreuses variations anatomiques.

- Deuxième temps d'examen réalisé sur un patient debout, systématique, avec de nouveau un balayage axial du tunnel proximal et du tunnel distal (Fig 7). Il permet de mieux objectiver deux pathologies : les compressions d'origine osseuse liées aux anomalies statiques du pied et les dilatations des veines plantaires dans le tunnel tarsien distal, se majorant le plus souvent en position debout avec des veines de diamètre supérieur à 5 millimètres.



Figure 5 : exploration échographique du tunnel tarsien postéromédial, étage proximal, position de la sonde.



Figure 6 : exploration échographique du tunnel tarsien postéromédial, étage distal, position de la sonde.



Figure 7 : exploration échographique du tunnel tarsien postéromédial en position debout.

#### 5. La neuropathie en échographie

Épaississement hypoéchogène des fascicules nerveux, hyperhémie pathologique intra-nerveuse en Doppler, Tinel échographique déclenché par la pression de la sonde

Il n'y a pas dans la littérature de valeur seuil pathologique de la surface axiale du nerf tibial. Le niveau de souffrance du nerf est très variable et la pathologie peut intéresser aussi bien le nerf tibial que ses branches de division collatérales et terminales. On recherche une disparité de calibre du nerf en le mesurant là où il est le plus épaissi et en comparant cette surface axiale du nerf à celle du nerf où il n'est pas pathologique ou du côté controlatéral quand la symptomatologie est unilatérale (Fig 8 et 9).

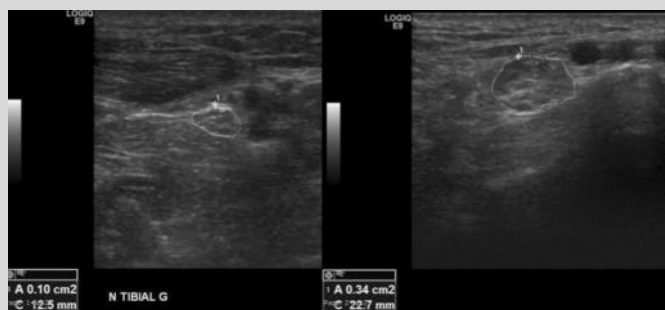


Figure 8 : neuropathie du nerf tibial dans le tunnel tarsien postéromédial proximal. Surface axiale du nerf mesurée à 34 mm<sup>2</sup> contre 10 mm<sup>2</sup> au dessus du tunnel.

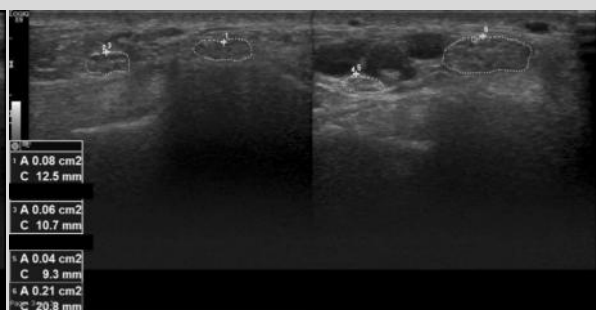


Figure 9 : neuropathie du nerf plantaire médial dans le tunnel tarsien postéromédial distal. Surface axiale du nerf mesurée à 21 mm<sup>2</sup> contre 8 mm<sup>2</sup> du côté sain. Aspect normal du nerf plantaire latéral.

## 6. Les étiologies

Il existe de vrais syndromes canaux, des compressions extrinsèques dont les origines sont multiples (vasculaires, musculaires, kystes épineux, arthrosynoviaux, ténosynoviaux, tumeurs neurogènes, anomalies osseuses et articulaires...) et des mises en tension des nerfs liées aux anomalies de la statique du pied.

## 7. Dilatation des veines plantaires

Cette pathologie est fréquente. La dilatation veineuse peut se majorer en position debout et l'exploration échographique doit donc comporter un temps d'examen en position debout. Les veines sont considérées comme dilatées quand elles mesurent plus de 5 millimètres de diamètre. Elles apparaissent tortueuses, avec souvent un aspect de stase sanguine (Fig 10). L'échopalpation des veines peut déclencher la symptomatologie. Le caractère symptomatique de ces dilatations veineuses peut être confirmé en cas d'amélioration de la symptomatologie par le port d'une contention veineuse.

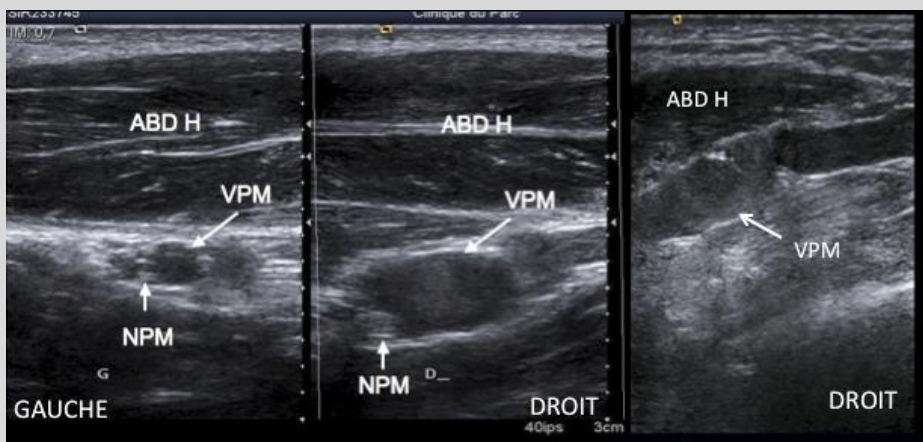
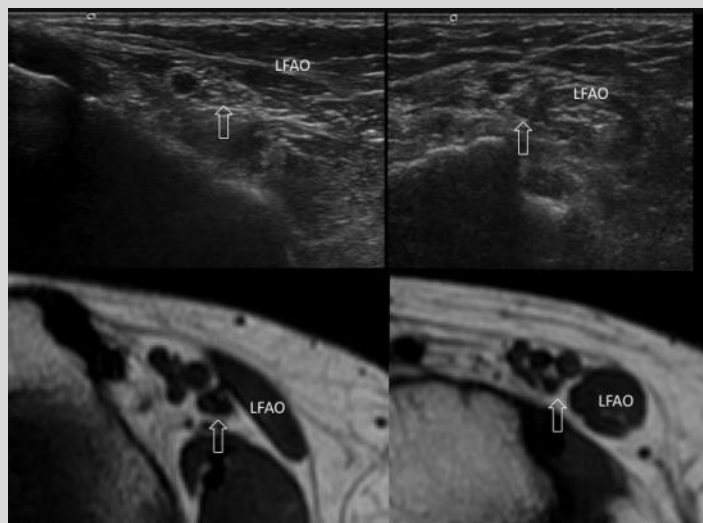


Figure 10 : dilatation des veines plantaires médiales du côté droit en position debout. Veine tortueuse et stase sanguine.

## 8. Long fléchisseur accessoire des orteils

Il s'agit d'une cause classique et bien décrite dans la littérature de syndrome du tunnel tarsien postéromédial. Ce muscle accessoire chemine sous le rétinaculum des fléchisseurs, dans le tunnel tarsien, satellite du nerf tibial et des 2 nerfs plantaires et se termine sur le muscle carré plantaire. L'échographie et l'IRM identifient bien ce muscle surnuméraire (Fig 11).

Figure 11 : long fléchisseur accessoire des orteils dans le tunnel tarsien postéromédial. Corrélation échographie - IRM.





## 9. Anomalies statiques du pied

Elles sont à l'origine d'une mise en tension des nerfs et font partie des étiologies fréquentes (Fig 12). Il peut s'agir d'un arrière pied valgus d'un avant pied en supination et abduction, d'un arrière pied varus. Elles sont au mieux recherchées en position debout.

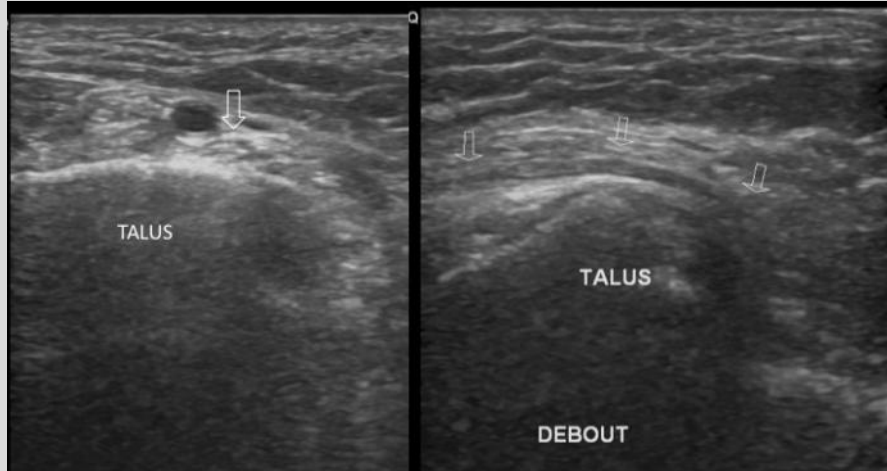


Figure 12 : syndrome du tunnel tarsien postéromédial lié à une arrière pied plat valgus. Refoulement du nerf tibial (flèches) par le processus médial du talus en position debout.

### Le traitement

Le traitement médical peut comporter une médication par anti-inflammatoires et par tricycliques, une infiltration locale de cortisone sous contrôle échographique, une orthèse pour corriger des anomalies statiques, une adaptation du chaussage, des chaussettes de contention en cas d'étiologie veineuse ou d'œdème, une attelle de repos nocturne réduisant la déformation du pied à l'origine des symptômes. Le traitement chirurgical est réservé aux échecs du traitement médical.

### Références utiles

Fantino O. Role of ultrasound in posteromedial tarsal tunnel syndrome: 81 cases. J Ultrasound. 2014;17:99-112.

Fantino O, Coillard JY, Borne J, Bordet B. Échographie du tunnel tarsien. Aspect normal et pathologique. J Radiol. 2011;92:1072-80.

# ÉCHOGRAPHIE DANS LES TRAUMATISMES DE LA CHEVILLE ET DU PIED DE L'ENFANT

Antoine Moraux (Lille)

L'échographie, par son caractère non irradiant et sa disponibilité en urgence, est un outil presque indispensable en traumatologie du pied et de la cheville chez l'enfant en complément du bilan radiographique.

## 1. Spécificités de l'os de l'enfant

Aux diaphyses et métaphyses :

- Os poreux = capacité plastique et élastique lui permettant de se déformer et de s'impacter. De plus, les os du tarse sont entourés par du cartilage de croissance qui absorbe en partie les traumatismes
- Ossification membraneuse = périoste plus épais et plus résistant que chez l'adulte mais moins adhérent à la corticale.

Aux épiphyses :

- Cartilage de conjugaison = zone de fragilité avec possibilité de « décollements épiphysaires »

## 2. Spécificités des fractures de l'enfant

Aux diaphyses distales et aux métaphyses

- fracture en « cheveu », (torsion avec fracture spiroïde sous-périostée à périoste intact). Le trait de fracture est fin, très difficile à mettre en évidence en radiographie
- fracture en « motte de beurre » (compression avec impaction et voussure d'une corticale). Ces fractures le plus souvent facilement visibles aux os longs sont très difficilement diagnostiquées en radiographie au tarse.
- fracture en « bois vert » (compression-distraction avec rupture d'une seule corticale). Ces fractures sont facilement diagnostiquées en radiographie compte tenu de la rupture corticale.
- fracture plastique, (torsion avec multiples micro-fractures responsables d'une incurvation l'os). Ces fractures n'intéressent que les diaphyses et ne sont pas rencontrées au pied ou à la cheville

Aux épiphyses, le cartilage de croissance représente un zone de fragilité pouvant être traumatisé. Ces fractures sont classées selon la classification Salter et Harris modifiée par Ogden (Fig 1). Les avulsions ligamentaires auront également la particularité d'être ostéochondrales et pas seulement osseuses

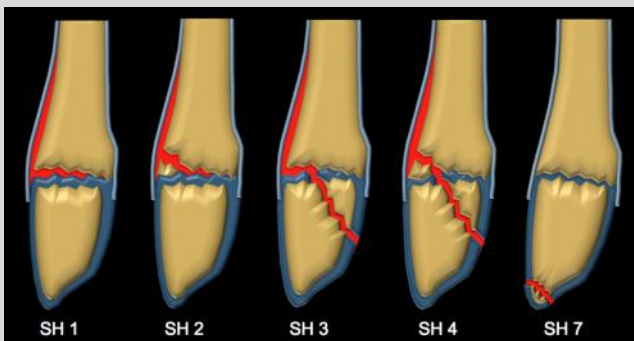


Fig 1 : Schéma des principales fractures des cartilages de croissance selon la classification de Salter et Harris (SH), modifiée par Ogden. L'échographie sera intéressante dans les types 1, 2 et 7

### 3. Distribution des lésions

Le type de lésion dépend du mécanisme et de l'âge de l'enfant. Le cartilage de croissance est de moins en moins vulnérable avec la croissance, et les capacités de résistance des structures ligamentaires se modifient avec la croissance (l'hyperlaxité observée durant l'enfance diminuant avec le temps)

Chez l'enfant en dessous de 6-7 ans, les lésions sont essentiellement des avulsions ou des fractures intéressant ou non le cartilage de croissance, et épargnant le plus souvent les ligaments. Chez l'enfant de moins de 10 ans, les entorses existent et s'accompagnent volontiers de lésions osseuses et/ou cartilagineuses. Chez le grand enfant et l'adolescent, les lésions ligamentaires sont plus fréquentes en raison de la perte de l'hyperlaxité ligamentaire.

### 4. Rôle de l'échographie ?

L'intérêt de l'échographie réside dans l'exploration de boiteries post-traumatiques à radiographies normales. Elle permet de faire la distinction entre une entorse collatérale latérale et une fracture SH I-II non déplacée de la malléole latérale en cas de traumatisme en varus. Dans les entorses, elle permet de dépister des avulsions ostéochondrales en écaille (« Sleeve avulsion » des anglo-saxons) très difficilement visualisée en radiographie et de faire le diagnostic des entorses du Chopart qui ne sont pas exceptionnelles dans notre expérience.

Elle aide aussi au diagnostic des fractures difficilement visualisées en radiographie (fracture en cheveu du « bambin » diaphysaires, fracture en motte de beurre du tarse), et permet de confirmer une extension articulaire avant d'avoir recours à une technique irradiante comme le scanner.

### 5. Séméiologie échographique normale

L'écho-anatomie évoluant avec la croissance, l'étude bilatérale est indispensable afin d'appréhender la morphologie normale. On distingue (Fig 2):

- un périoste épais fibreux et échogène (Trait bleu ciel et flèche) se prolongeant au dessus du cartilage de conjugaison (appelé périchondre à ce niveau)
- le cartilage de croissance hypoéchogène avec des berges irrégulières (Têtes de flèche), atténuant rapidement le faisceau ultrasonore
- le cartilage épiphysaire hypoéchogène recouvrant le noyau d'ossification épiphysaire (Astérisques)

Les cartilages épiphysaires peuvent présenter une ossification enchondrale en « pop-corn » : plages ossifiées confluentes à ne pas confondre avec un arrachement osseux (Fig 3).

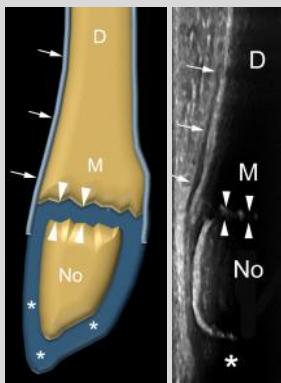


Fig 2 : Schéma avec coupe échographique coronale correspondante d'une malléole latérale normale chez une fille de 6 ans (Flèches : périoste, Têtes de flèche : Cartilage de conjugaison, Astérisques : Cartilage de croissance épiphysaire, No : Noyau d'ossification, D : Diaphyse, M : Métaphyse)



Fig 3 : Exemple d'ossification enchondrale de la malléole médiale (Flèches) pouvant mimer une avulsion malléolaire médiale en radiographie avec coupe échographique coronale correspondante (Astérisque : cartilage de croissance épiphysaire, Têtes de flèche : Périoste)

## 6. Sémiologie échographique des fractures

- **Fractures du cartilage de croissance** . On recherchera (Fig 4) :

- un décalage de l'épiphyse par rapport à la métaphyse avec un bâillement du cartilage. Le cartilage apparaît également plus hyperéchogène probablement en rapport avec l'hématome fracturaire.
- un hématome sous-périosté en regard de la métaphyse et de la diaphyse distale

Fig 4 : a) Fracture SH I de la malléole latérale non déplacée, sans bâillement décelé en radiographie avec important œdème des parties molles péri malléolaires (astérisque). b) Coupe échographique coronale de la malléole latérale droite montrant un décalage épiphysaire (double flèche), hyperéchogénicité du cartilage de croissance (flèches), hématome sous périosté (têtes de flèche). C) coupe compara-



- **Fractures métaphyso-diaphysaires**

Fracture en motte de beurre : rechercher

- une déformation de la corticale sans franche solution de continuité de la corticale compte tenu du caractère « plastique » de la corticale (Fig 5). Au tarse ces fractures ne sont pas rare au cuboïde sur un mécanisme de « casse-noisette » (compression du cuboïde entre le calcanéum et les 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> métatarsiens) (Fig 6).
- un petit hématome sous-périosté au contact (Fig 6)

Fracture en cheveu : rechercher

- un hématome sous-périosté diaphysaire ou métaphyso-diaphysaire
- une fine solution de continuité corticale qui ne sera pas forcément visible.



↑ Fig 5 : Coupe sagittale dorsale sur le cunéiforme intermédiaire (Cun) et la base du 2<sup>ème</sup> métatarsien (M2) avec fracture en motte de beurre de la base de M2 gauche avec une déformation corticale (Flèche) et une lame d'hémarthrose hyperéchogène (Tête de flèche).

Fig 6 : Coupe axiale comparative de la face latérale du cuboïde (Cu) avec déformation corticale du cuboïde droit (Flèche), minime décollement périosté au contact (Têtes de flèche), en rapport avec une fracture en motte de beurre (Asthérisque: Cartilage de croissance, C: Calcaneum)

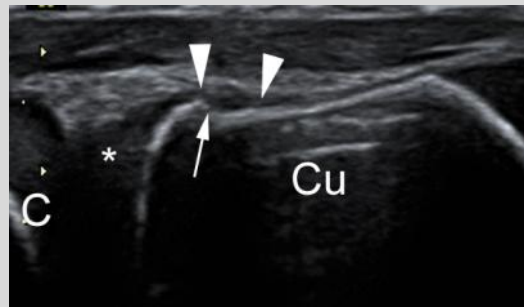
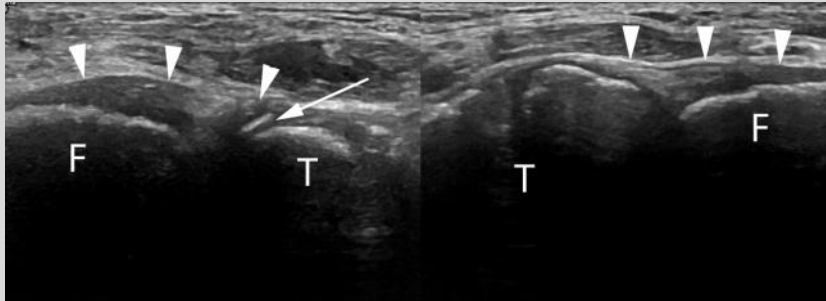


Fig 7 : Coupe sagittale dorsale de la diaphyse distale du 2ème métatarsien (M2) avec fine solution de continuité spiroïde et minime décalage cortical (Flèches) associé à un hématome sous-périosté au contact (Têtes de flèches) et importante infiltration hyperéchogène des parties molles adjacentes (Asthérisques) (E: Epiphyse).



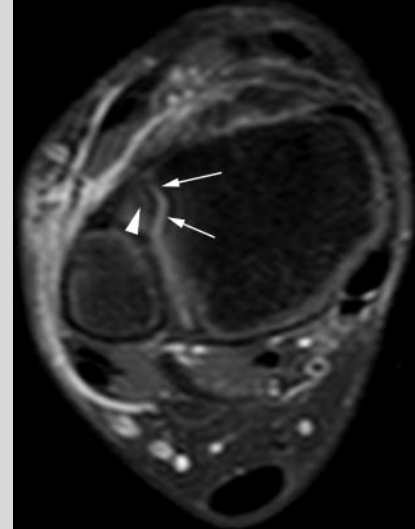
## 7. Entorses du ligament tibiofibulaire antéro-inférieur (TFAI)

Ces entorses sont rares avec des lésions ligamentaires pures ou des avulsions ostéochondrales de leur insertion tibiale (tubercule de Chaput) (Fig 8). Ces lésions peuvent être associées à des fractures SH1 ou 2 de la malléole latérale.



↑ Fig 8a: Coupes échographiques axiales obliques comparatives. Avulsion d'un fragment ostéochondral (flèche) à l'insertion tibiale du ligament tibiofibulaire antérieur droit (têtes de flèches) avec un ligament intact.

→ Fig 8b: Coupe axiale pondérée en densité de protons avec saturation du signal de la graisse. Avulsion (flèches) d'un fragment ostéochondral (tête de flèche) à l'insertion tibiale du ligament tibiofibulaire antérieur (tubercule de Chaput).



## 8. Entorse du ligament collatéral latéral de cheville

Les lésions ligamentaires ne sont pas rares, certainement plus fréquentes que les fractures SH I-II malléolaires latérales. Les avulsions ostéochondrales constituent une lésion spécifique de l'enfant. Ces avulsions sont en général très fines, en écaille, souvent non visualisables en radiographie (Fig 9). Leur diagnostic est important car ces lésions favorisent les entorses récidivantes.

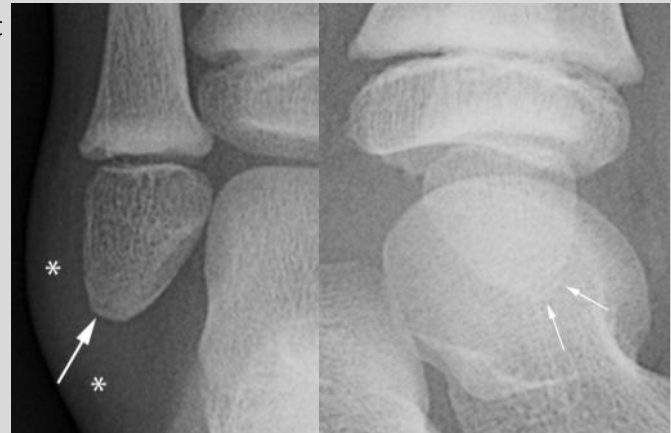
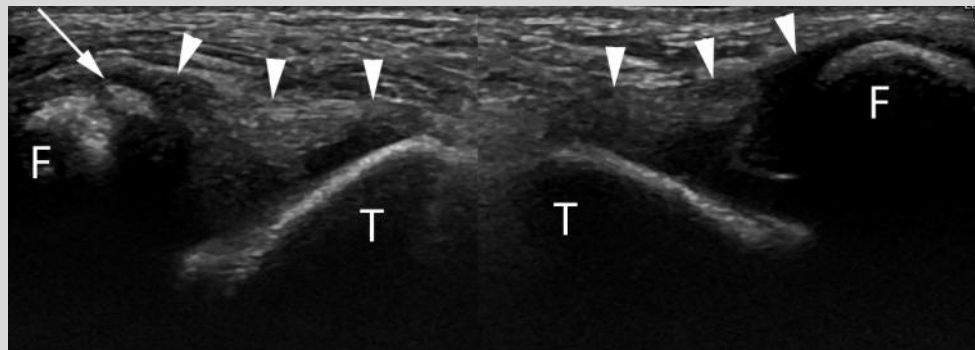


Fig 9 a: Avulsion de la pointe fibulaire avec un petit fragment en écaille (flèches) et importante infiltration des parties molles adjacentes (astérisque).

Fig 9 b : Coupes échographiques axiales strictes comparatives. Avulsion d'un fragment ostéochondral en écaille (flèche) à l'insertion fibulaire du ligament talofibulaire antérieur droit (têtes de flèches) avec un ligament intact.



## 9. Entorses du pied

- Au Chopart

Ces entorses ne sont pas rares dans notre expérience avec également la possibilité d'avulsions ostéochondrales comme à la cheville.

- Au Lisfranc

Deux types de lésions sont rencontrées en fonction de l'âge avec des fractures SH de la base du 1<sup>er</sup> métatarsien chez les petits enfants en rapport avec une réception sur l'avant-pied (fracture du « lit superposé » ou « bunk bed ») (Fig 10), et les entorses plus classiques du Lisfranc avec encore une fois la possibilité d'avulsions en écaïlle chez l'enfant plus grand (Fig 11).

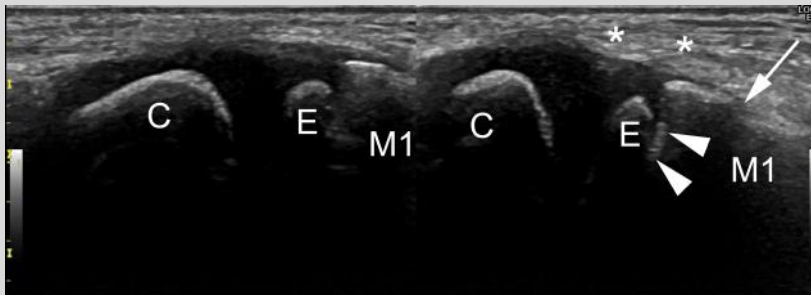


Fig 10 : Coupes sagittales dorsales comparatives sur le cunéiforme médial (C) et la base du 1<sup>er</sup> métatarsien (M1). Fracture « Bunk Bed » SH 2 intéressant le cartilage de la base du 1<sup>er</sup> métatarsien droit (Flèches) avec refend cortical dorsal (flèche) et infiltration des parties molles (astérisques). (E : noyau d'ossification épiphysaire)



Fig 11a : coupe échographique sagittale du 1<sup>er</sup> ligament cunéo-métatarsien avec avulsion de son insertion cunéiforme (flèche) et épaissement hypoéchogène du ligament (têtes de flèche) (C1 : 1<sup>er</sup> cunéiforme, M1 : 1<sup>er</sup> métatarsien).

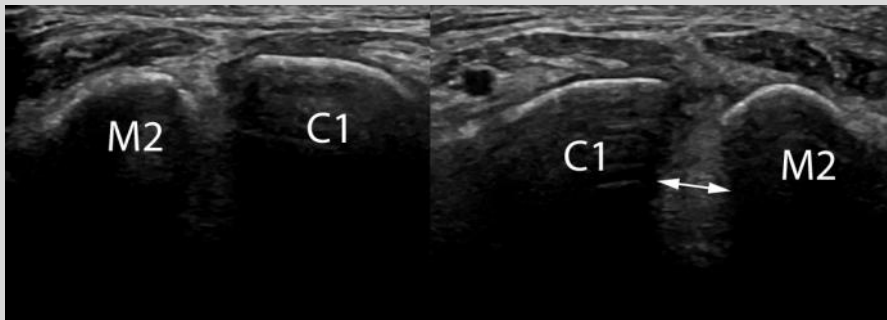


Fig 11b : Coupes échographiques coronales dorsales comparatives du Lisfranc avec élargissement et infiltration hyperéchogène (double flèche) de l'espace entre le 1<sup>er</sup> cunéiforme (C1) et la base du 2<sup>ème</sup> métatarsien (M2)

## 10. Problème de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien

L'ossification enchondrale de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien est souvent source d'erreur diagnostique. Elle progresse de la distalité à la proximalité, de dehors en dedans avec un aspect irrégulier normal (Fig 12).

Les avulsions de ce noyau sont exceptionnelles et l'appellation « avulsion » de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien est impropre et correspond en réalité à une fracture de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien comme chez l'adulte. Ces fractures sont transversales, perpendiculaires à l'axe du métatarsien contrairement à l'axe du cartilage de croissance qui est parallèle. Même en cas d'extension de la fracture au cartilage de croissance, celui-ci ne sera pas avulsé (Fig 13).

Fig 12 : Progression de l'ossification normale de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien.

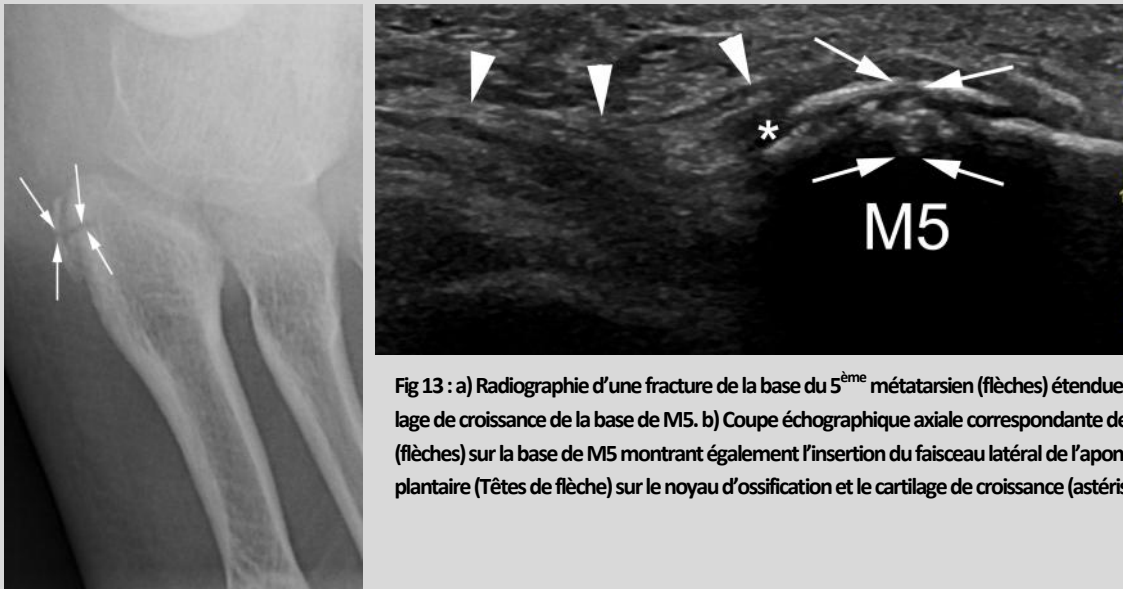
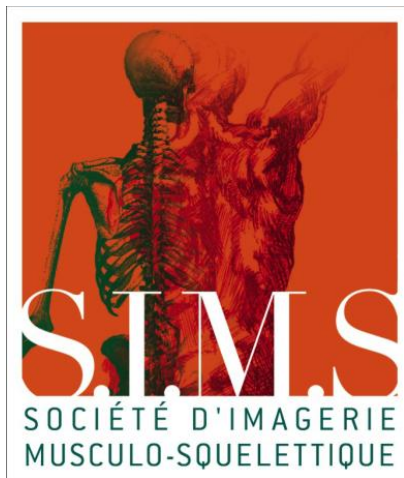


Fig 13 : a) Radiographie d'une fracture de la base du 5<sup>ème</sup> métatarsien (flèches) étendue au cartilage de croissance de la base de M5. b) Coupe échographique axiale correspondante de la fracture (flèches) sur la base de M5 montrant également l'insertion du faisceau latéral de l'aponévrose plantaire (Têtes de flèche) sur le noyau d'ossification et le cartilage de croissance (astérisque).



STMS

SOCIÉTÉ D'IMAGERIE  
MUSCULO-SQUELETTIQUE