

Tendinopathies

Pr. Marie-Eve ISNER-HOROBETI | MD, PhD
Médecine Physique et de Réadaptation (MPR)

Chef du Pôle Universitaire de MPR

Coordinatrice Grand Est du DES de MPR | Co-responsable de la FST de Médecine du Sport |

Coordinatrice nationale de l'enseignement du 3ème cycle du DES de MPR

1. Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau (IURC)

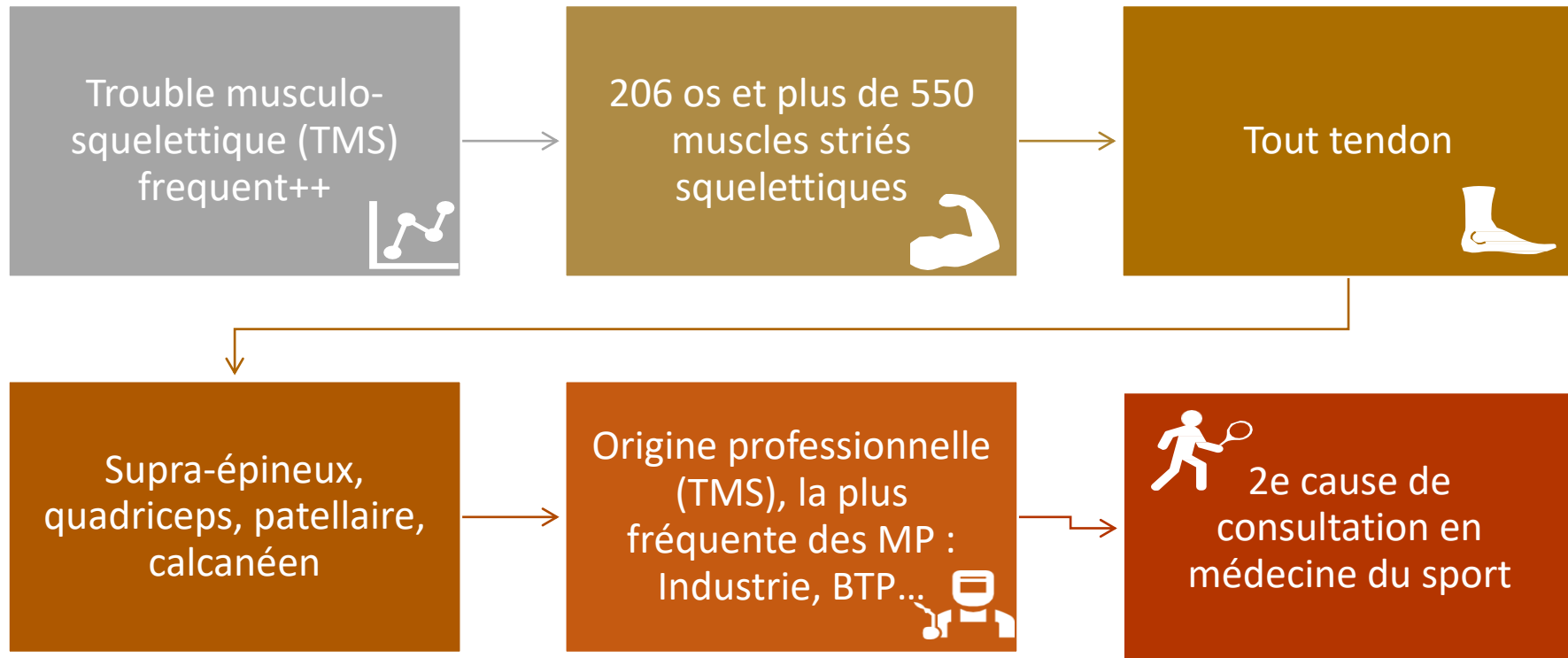
2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg | UF 4372

3. Faculté de Médecine, Maïeutique et Sciences de la Santé | Université de Strasbourg

Unité de recherche 3072 : muscle, mitochondries et stress oxydant



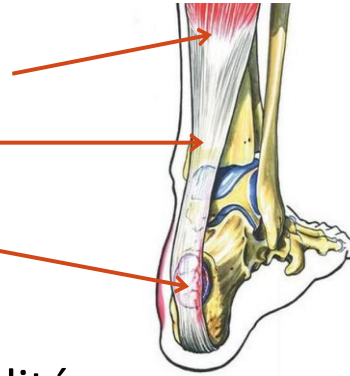
Introduction



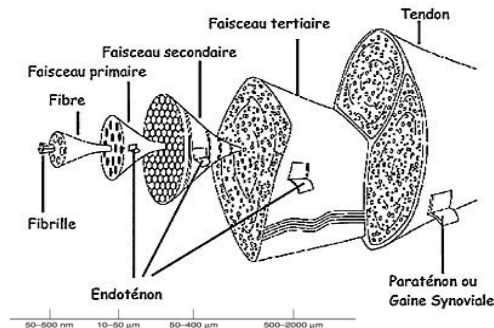
Organisation structurale des tendons

- **Lame tissu fibreux, 3 zones**

- Jonction myo-tendineuse
- Corps tendineux
- Enthèse
 - Point d'ancrage osseux
 - Organe de transmission



- **Structure hiérarchisée : solidité**



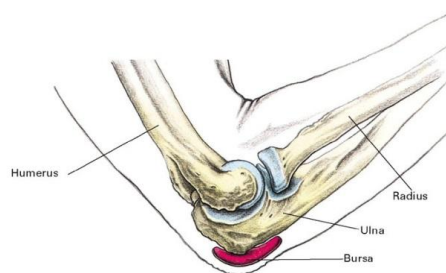
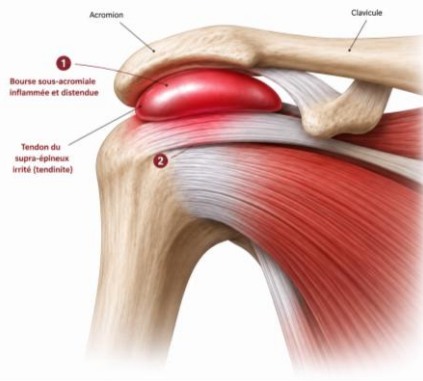
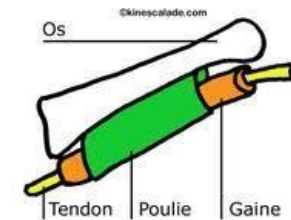
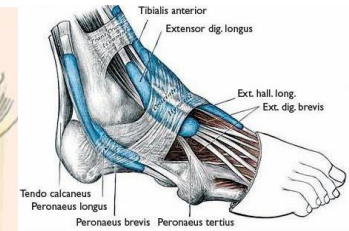
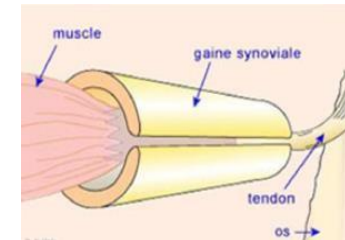
- **Vascularisation = pauvre = zone de fragilité**



Organisation structurale des tendons

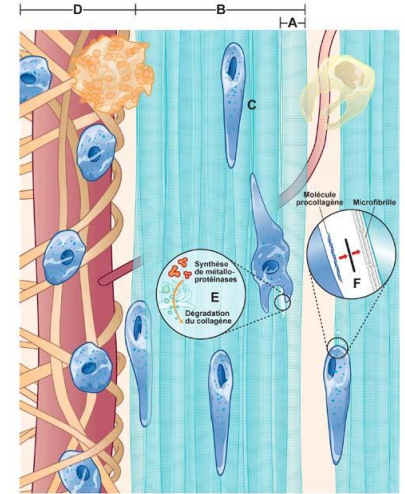
• Structures péri- tendineuses

- Gaine synoviale
- Poulies de réflexion
- Bourse séreuse
- Assure le glissement ou l'amortissement sur une zone de pression
- Près d'une articulation
 - A l'insertion d'un tendon
 - Entre 2 plans : osseux / musculaire / cutané



Histologie tendineuse

- Matrice extracellulaire
 - Eau ++ (70% masse)
 - Base = fibres de **collagène** : **type 1** ++
 - Élastine, glycoaminoglycanes (rétention d'eau), protéoglycanes, minéraux (Ca²⁺, Mg : croissance)...
- Cellules
 - **Ténoblastes et ténocytes** = 95%
 - Chondrocytes, cellules synoviales et endothéliales



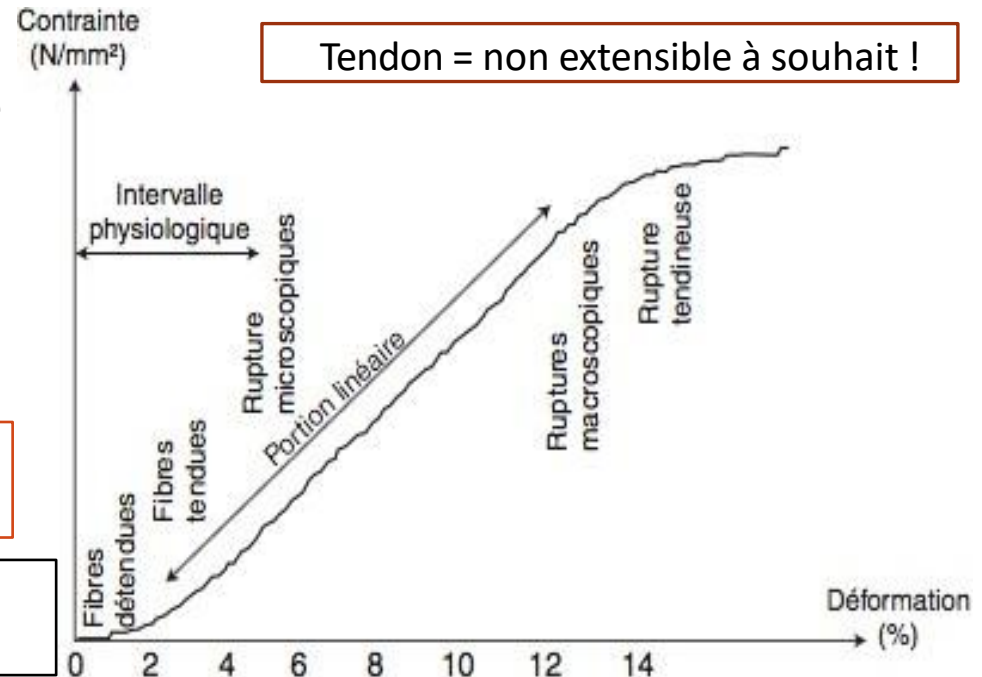
Tissu conjonctif fibreux visco-élastique
= Tissu actif métaboliquement

Biomécanique du tendon

- 2 propriétés
 - **Résistance** mécanique élevée
 - Grande **élasticité**
- Résistance proportionnelle
 - au diamètre du tendon
 - à sa densité de collagène

Si élongation < 4% :
comportement élastique

Si élongation > 4% :
ne retrouve pas sa forme initiale



Tendon = non extensible à souhait !

Figure 16. Courbe déformation-contrainte typique d'un tendon.

Mais plupart charges < seuil rupture : répétition qui induit blessures de surcharge

Rôles du tendon



Transmission de la force des muscles vers les os

Entité dynamique se restructure en permanence



Proprioception et amortissement de la tension musculaire

via organes tendineux de Golgi = mécanorécepteurs
informent sur la tension musculaire



Stockage de l'énergie élastique + restitution



Stabilité de (des) articulation(s)

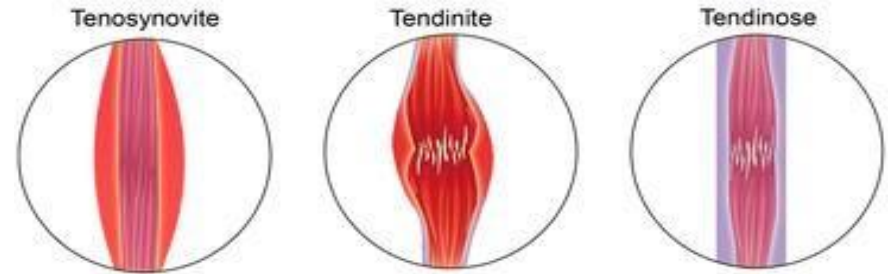
Complexe musculo-tendineux

Terminologie

- Attention aux termes utilisés !
 - « Tendinite » employé par excès, car les atteintes ne sont pas forcément inflammatoires
- Préférer « Tendinopathie »
 - Terme générique : pathologie tendineuse



Terminologie



- Selon la nature de l'atteinte

- **Tendinite**

- Lésions **inflammatoires** avec modifications vasculaires, quelques jours après un traumatisme tendineux, toujours **symptomatique**

- **Tendinose**

- Etat dégénératif **non inflammatoire**, **pas forcément symptomatique** consécutif à une réparation tendineuse anormale
 - Tendon fragile à risque de développer des lésions aiguës

- **Paraténonite**

- Lésions **aiguës inflammatoires** (objectivées à l'examen) du paraténon enveloppant le tendon
 - Ténosynovite, ou si absence de gaine synoviale = péri-tendinite

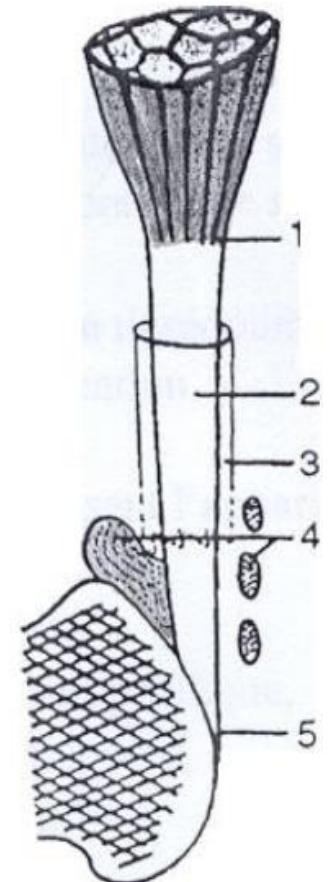
- **Bursopathie**

- Bursite = hygroma



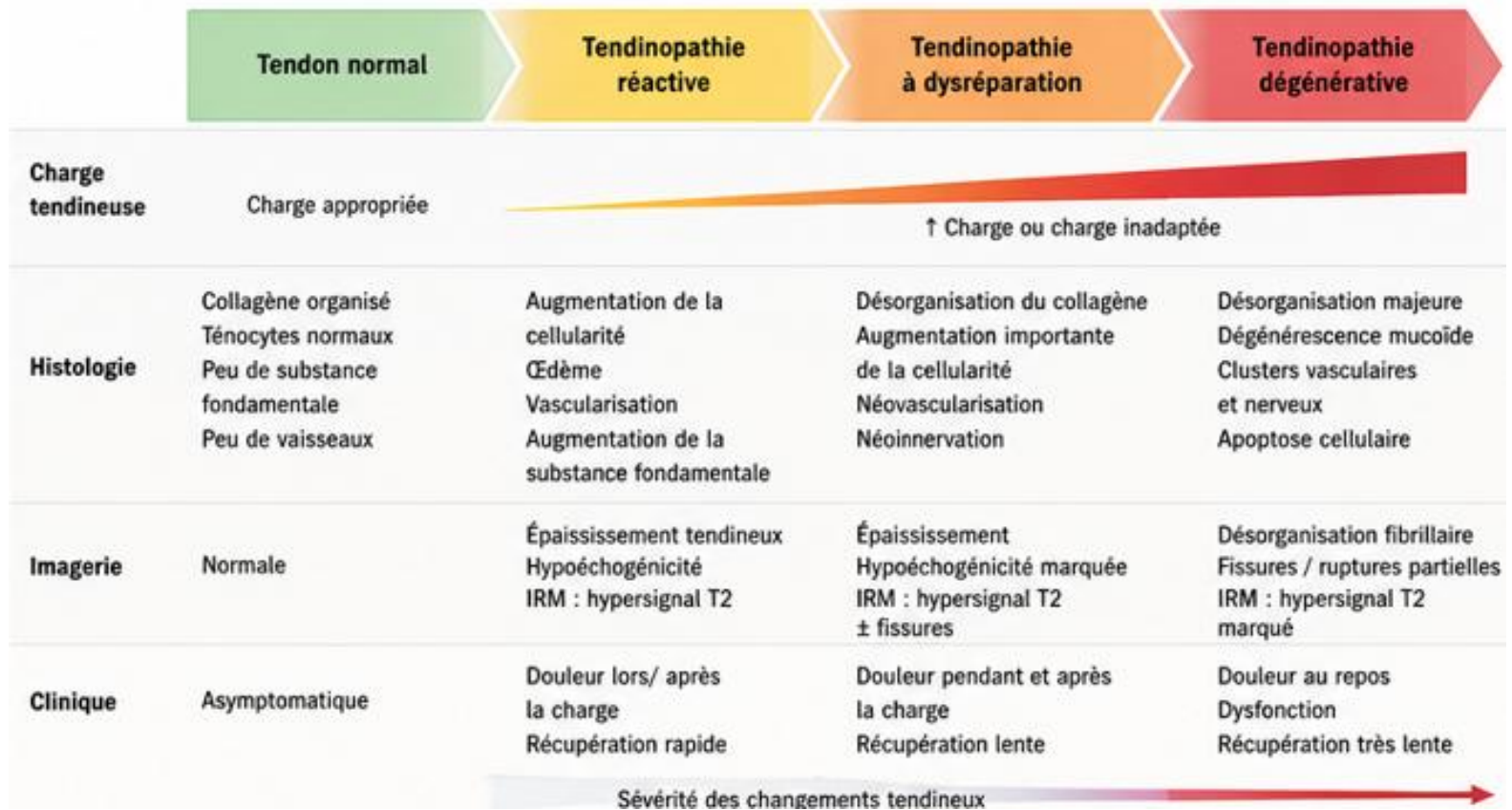
Terminologie

- Selon la localisation de l'atteinte
 1. **Jonction myotendineuse** : micro- ruptures, désinsertions partielles, tissus cicatriciels
 2. Corps du tendon : **tendinopathie corporéale**
 3. Gaine synoviale : **ténosynovite**
 4. Bourses séreuses : **(téno)bursite**
 5. Jonction ostéo-tendineuse = **enthésopathie** (supra-épineux, patellaire, moyen glutéal...)

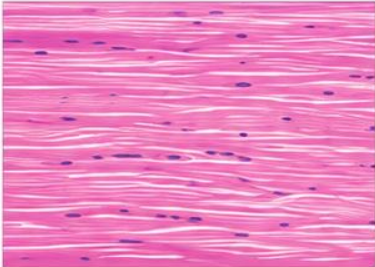
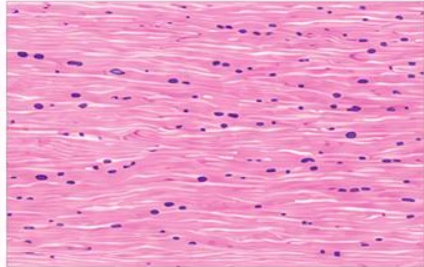
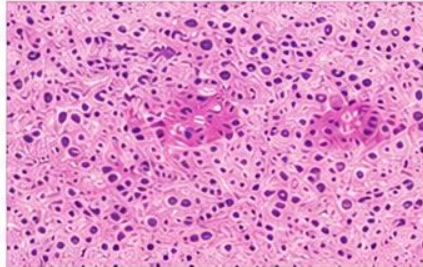
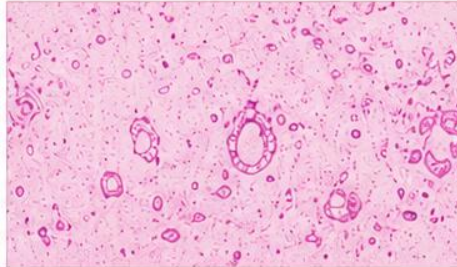
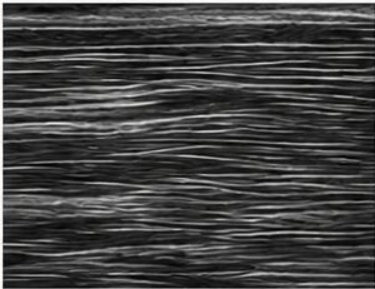
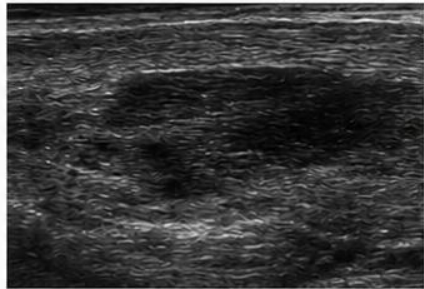
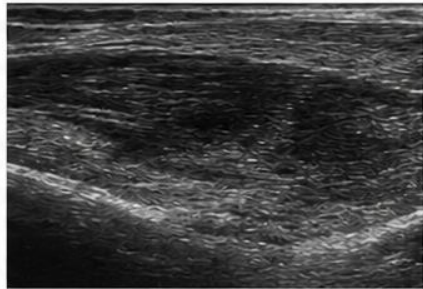
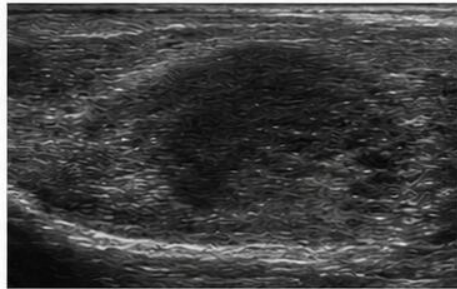


Lésions tendineuses

CONTINUUM MODEL DE COOK & PURDAM (2009)

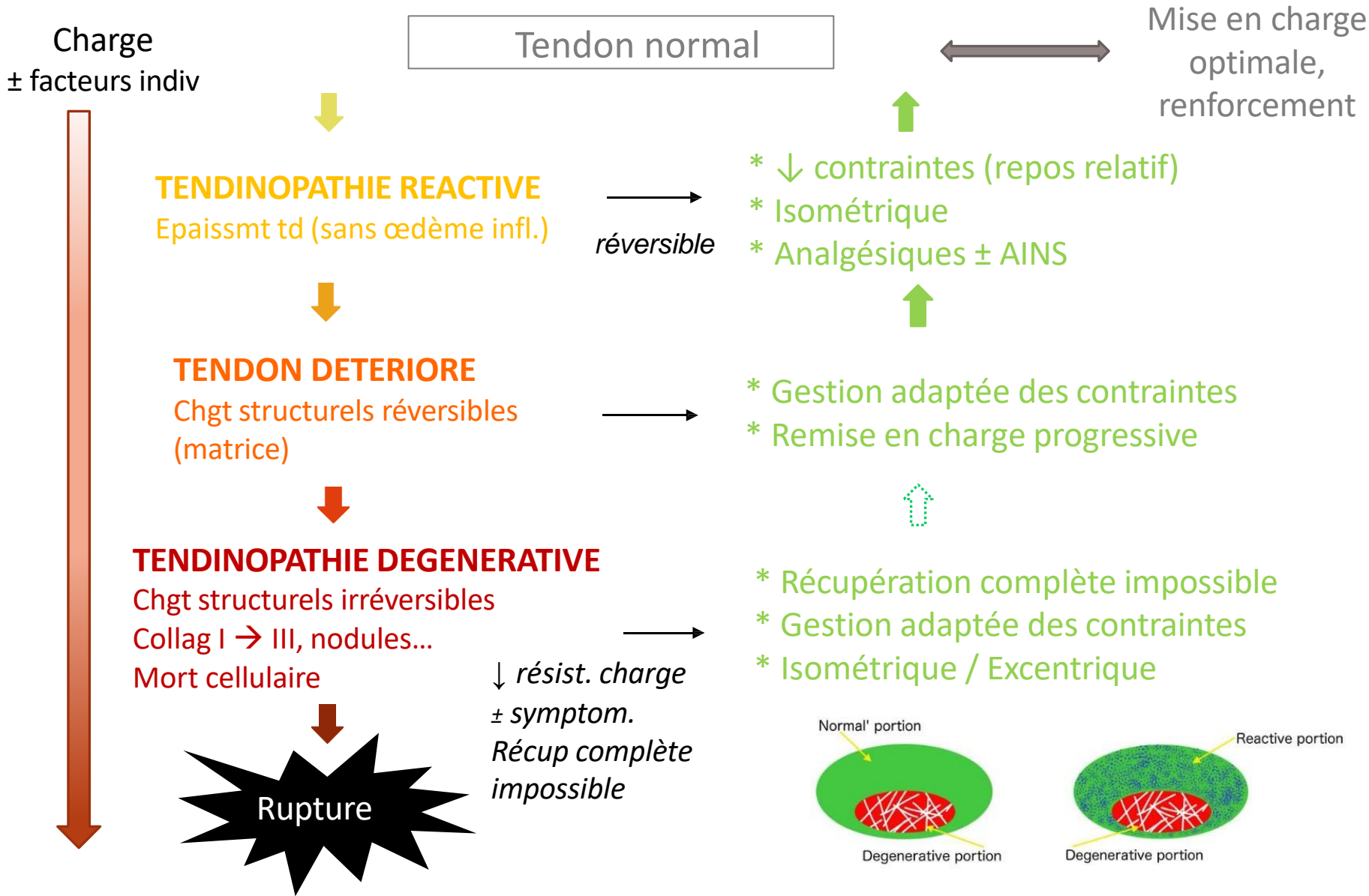


CORRÉLATION HISTOLOGIE – ÉCHOGRAPHIE : ÉVOLUTION D'UNE TENDINOPATHIE (ex. TENDON D'ACHILLE)

	TENDON NORMAL	TENDINOPATHIE RÉACTIVE	TENDINOPATHIE À DÉGÉNÉRATION	TENDINOPATHIE DÉGÉNÉRATIVE
HISTOLOGIE (H&E)	 <p>Fibres collagènes bien alignées, peu de cellules</p>	 <p>Ténocytes actifs et bien répartis, matrice conservée</p>	 <p>Début de désordre du collagène, ↑ cellules, ↑ substance</p>	 <p>Désorganisation marquée, néovascularisation, noyaux nombreux et atypiques, ↑ substance</p>
ÉCHOGRAPHIE (mode B)	 <p>Fibrillarité complète, échogénéicité homogène</p>	 <p>Légère hypoéchogénéicité, épaissement focalisé</p>	 <p>Hypoéchogénéicité, épaissement ± hétérogène</p>	 <p>Hypoéchogénéicité marquée, désorganisation des fibrilles, néovascularisation d'échostructure</p>

Augmentation de la sévérité des changements tissulaires

Modèle de « continuum », inspiré de Cook et Purdam 2009 et 2016



Mécanismes des tendinopathies

- Tendinopathies « mécaniques » ++

Conflit/compression

Hypersollicitation

Traumatisme direct

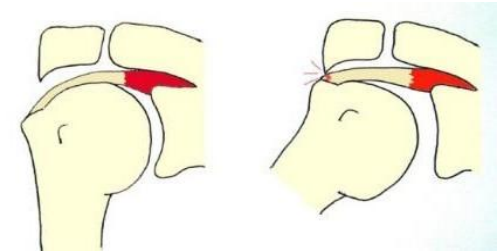
Sport
Travail
AVQ

- Formes étiologiques

Métabolique Infiltré par dépôts	Rhumatismale	Infectieuse	Tumorale	Iatrogène
Microcristallins (goutte...)	SpA (enthésopathie)	Ténosynovite d'inoculation (enthésop.)	Synovite villonodulaire	Fluoroquinolones
Lipidiques (hypercholest...)	PR	Staphylo-, pneumocoque	Chondrome	Corticoïdes par voie gén / loc
Inflammat...	Sarcoïdose...	Mycose	Fibrome...	Statines
				Anabolisants

Mécanismes des tendinopathies : conflit / compression

- Impingement syndrome »
 - Frottements des tendons / bourses séreuses avec 1 ou entre 2 structures dures
- Origine
 - Intrinsèque
 - Structures de voisinage normales ou non (os ++)
 - Favorisé par variantes morphologiques / tb statiques
 - Extrinsèque = technopathie
 - Chaussures, patin...



Mécanismes des tendinopathies : par surutilisation

- Mouvements répétés : contraintes d'hypertraction (sur-sollicitation)
- ↳ Microtraumatismes se majorant progressivement (surmenage)
seuil pathologique **Overuse**
- 2 situations extrêmes

	Sportif	Tendon
Efforts intenses répétés	Jeune Entraîné	Initialement intact
Effort modéré et/ou unique	« âgé » et occasionnel	Dégénéré (en partie atrophié)

- Facteurs qui ↑ les contraintes mécaniques
 - Gestes sportifs / professionnels
 - Matériels et équipements
 - Entraînement



Mécanismes des tendinopathies : par traumatisme direct



Diagnostic : interrogatoire

- **Signes fonctionnels**

- Douleur ++
- Impotence fonctionnelle
- Tuméfaction sous-cutanée

- Préciser

- Membre > dominant
- Douleur
 - Siège, irradiation
 - Mode d'apparition + mécanisme (traumatisme, choc direct...)
 - Ancienneté
 - Horaire : mécanique \pm participation inflammatoire



Diagnostic : interrogatoire

• Facteurs de risques intrinsèques

- Modification métabolisme tendineux
 - âge
 - ↓ hydratation
- Surpoids, sédentarité
- Tb métaboliques, inflammatoires
- Tb morphostatiques, ATCD traumatiques
- Facteurs génétiques

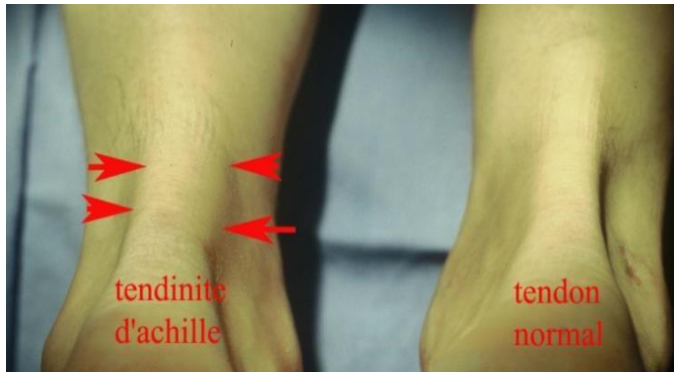
• Facteurs de risques extrinsèques

- Entraînement : charges répétées/excessives, échauffement insuffisant, reprise / ↑ trop rapide, planning entraînement, surentrainement...
- Gestes sportifs/prof. : mal/trop souvent exécutés
- Matériel : inadapté/mauvaise qualité (sol, chaussures...)
- Médicaments, dopage



Diagnostic : examen physique : comparatif

- Inspection (tendons superficiels)
 - ↑ volume du tendon, relief des parties molles



- Mobilisation active : peut être ↓ par
 - Douleur
 - Lésion anatomique du tendon (rupture)



Examen physique : triade clinique

1. Palpation (enthèse, jonction, corps)

- Réveille douleurs spontanément ressenties
- ↑ chaleur locale
- Crépitations locales/diffuses, masse liquidienne
- Nodule douloureux ± volumineux

2. Contraction résistée (isométrique)

- Résistance suffisante
- ± indolore si atteinte péri-tendineuse

3. Mise en tension passive

- ± légère limitation d'amplitude
- Peu / pas douloureuse si enthésopathie



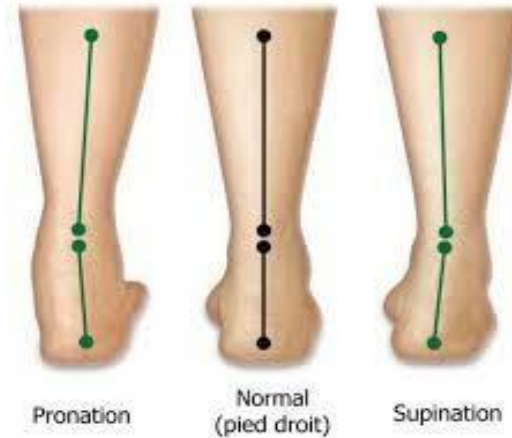
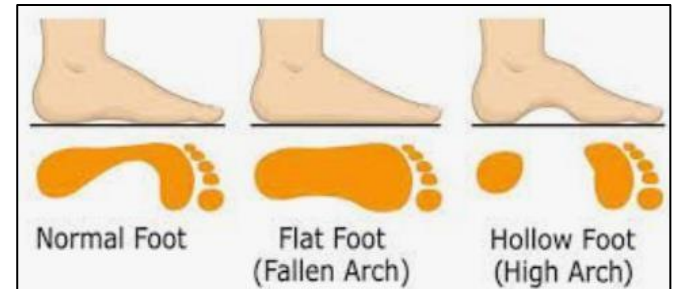
Examen physique : particularités cliniques des bursopathies et ténosynovites

- **Prédominance des symptômes inflammatoires**
 - Douleur nocturne
 - Gonflement / crépitation
- Triade souvent discordante
 - Contraction résistée peu / pas douloureuse
- Localisation évocatrice
 - Calcanéenne, olécrâne : ténobursite
 - Long biceps : ténosynovite
 - Tibial postérieur : ténosynovite
 - Poignet : ténosynovite De Quervain



Examen physique : facteurs intrinsèques

- Anatomofonctionnels
 - Troubles statiques (membres <)
 - Déséquilibre agonistes / antagonistes
 - Rétractions musculotendineuses



Classification clinique

Blazina

	Expression de la douleur
STADE 1	Douleur après l'effort, survenant au repos, sans répercussion sur l'activité sportive
STADE 2	Douleur apparaissant pendant l'effort, disparaissant après l'échauffement, puis réapparaissant avec la fatigue
STADE 3a	Douleur permanente lors du sport, limitée à l'entraînement
STADE 3b	Douleur permanente lors du sport, pouvant entraîner l'arrêt, marquée par une gêne dans la vie quotidienne
STADE 4	Rupture du tendon

Leadbetter

Grade	Douleur	Capacité fonctionnelle	Durée	Examen clinique	Anatomopathologie
I	Après activité régressant < 24 h	Conservée	Moins de 2 semaines	Normal	Lésion microscopique réversible
II	Pendant et après activité	Pas d'incapacité significative	Entre 2 et 6 semaines	Douleur localisée, peu ou pas de signes inflammatoires	Lésion microscopique réversible
III	Persiste plusieurs jours après arrêt de l'activité	Nettement limitée	Plus de 6 semaines	Signes inflammatoires nets, douleur facilement reproduite	Lésion macroscopique irréversible
IV	Permanente, gênant la vie courante	Pratique sportive impossible	Plus de 6 semaines	Signes locaux et régionaux (atrophie, mobilité réduite, etc.)	Lésion macroscopique irréversible

Explorations complémentaires

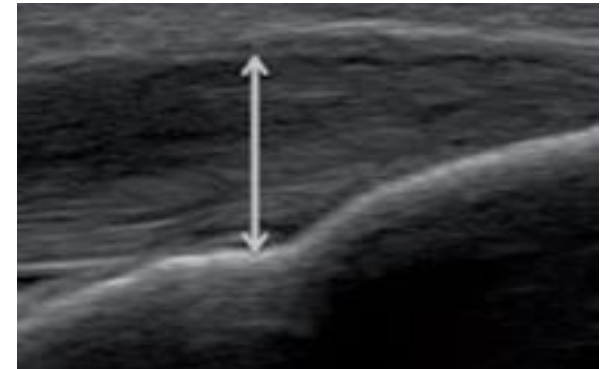
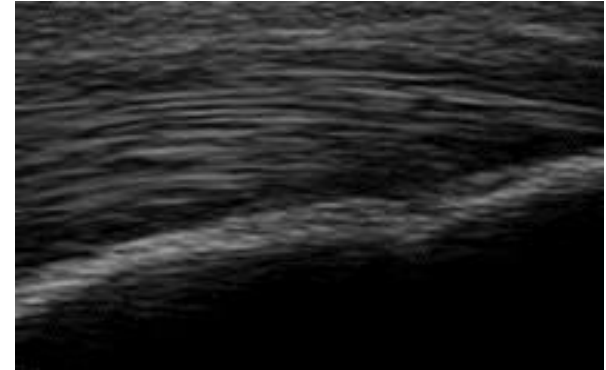
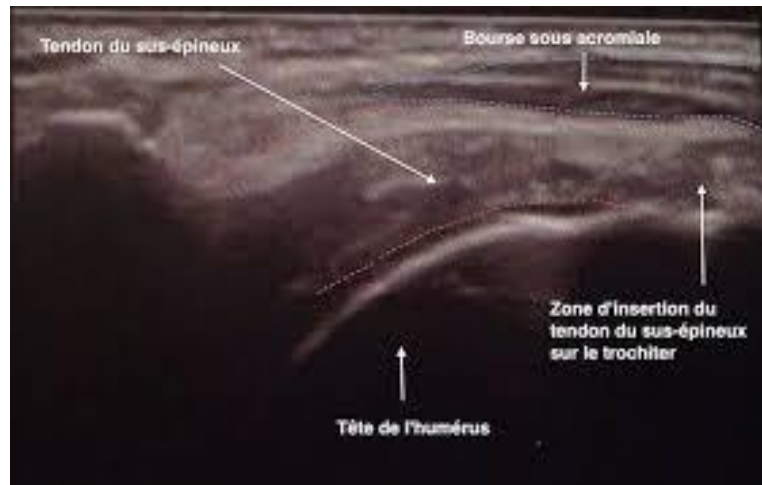
Examens complémentaires

- Radiographies standards
 - Morphologie osseuse (statique plantaire...)
 - Lésion osseuse traumatique ou tumorale
 - Calcifications
 - Tuméfaction des parties molles
 - Signes indirects de rupture
- Selon les cas
 - Biologie si doute à l'interrogatoire (sd inflammatoire...)
 - Ponction de bourse séreuse : analyse bactériol. + cristaux



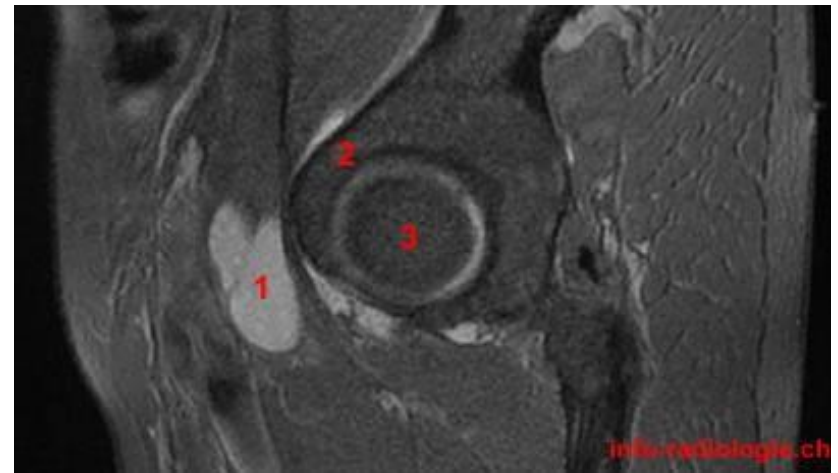
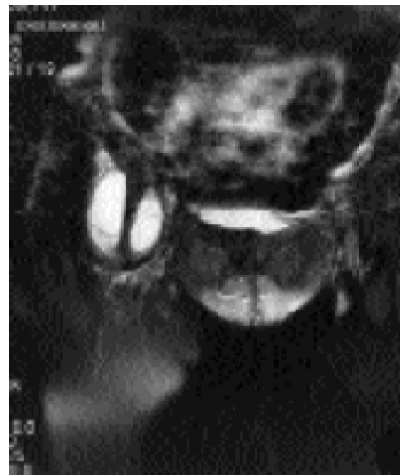
Echographie : gold standard

- Etat du tendon
 - Désorganisation fibrillaire, calcification, fissure, rupture...
- Bursopathie
 - Épanchement liquidien
 - Épaississement des parois de la bourse



IRM

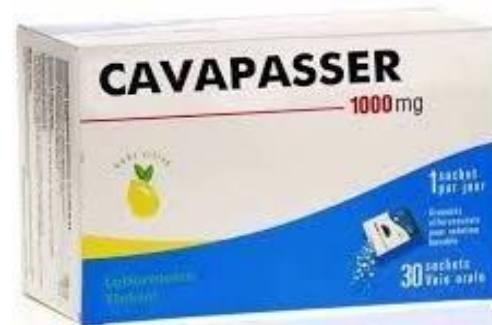
- Eléments profonds
- Pré-opératoire : dégénérescence graisseuse des muscles



Traitements

Principes

- Curatif : phase aigüe / chronique
 - Médico-infiltratif
 - Rééducatif
 - Chirurgie
- Préventif +++

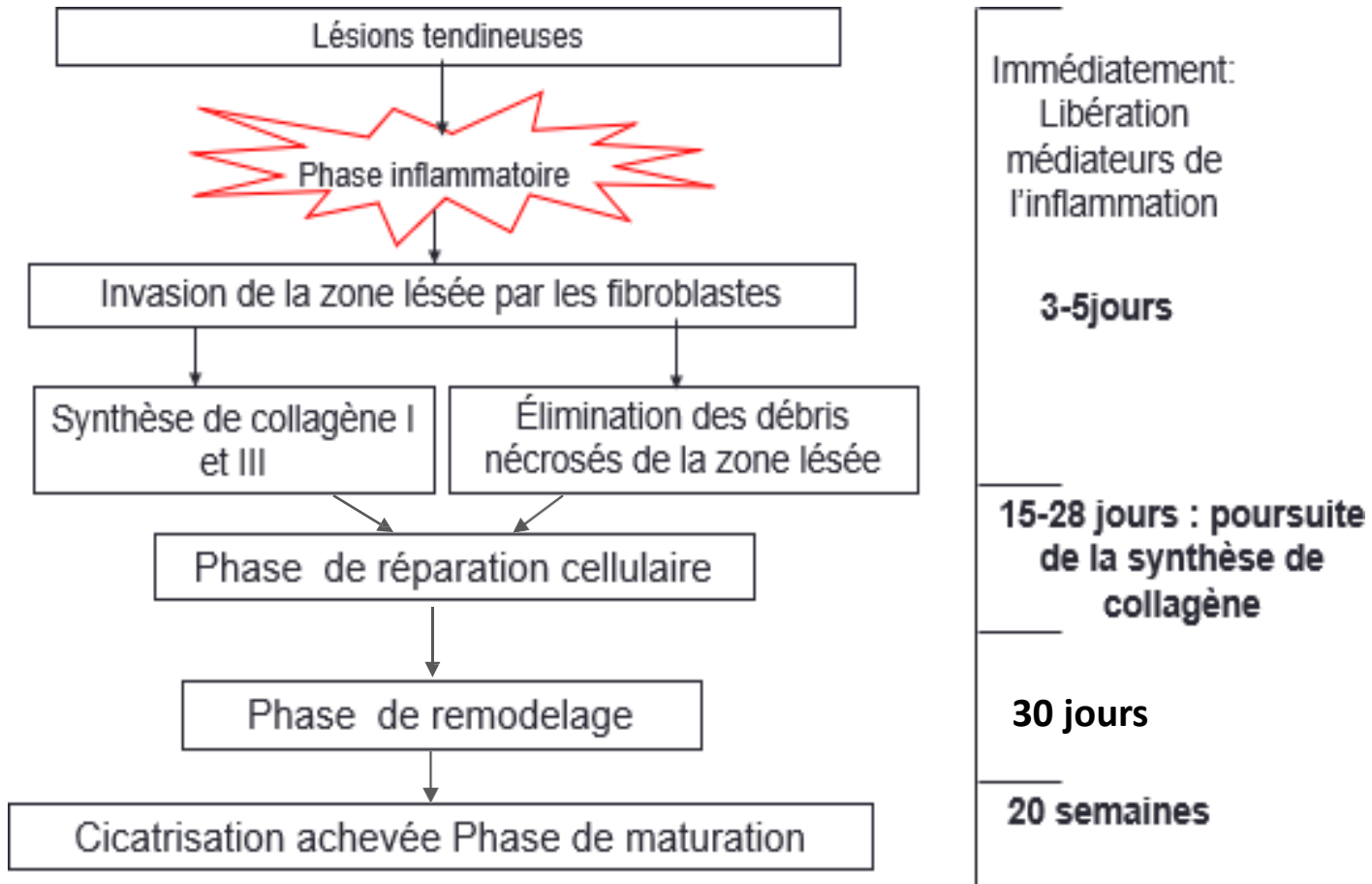


Objectifs

1. Lutter contre la douleur (phase aigüe)
2. Réparer et renforcer le tendon (phase de guérison)
3. Prévenir la récurrence : agir sur les facteurs favorisants



Séquence physiopathologique lésion tendineuse



Arsenal thérapeutique

AINS per os /
application locale
(pommade, ionisation)

Infiltration de
corticoïdes

MTP

Dry needling

Injections de sang
autologue - PRP



Ondes de choc

Orthèses

Técarthérapie

Acupuncture,
mésothérapie

Laser CO2

US,
électrothérapie

« Réhabilitation tendineuse »

Toxine botulique

Information du patient sur la pathogénie et l'évolution naturelle

Phase aigüe

- **Traitement médicamenteux**

- Non systématique
- Antalgiques usuels, rarement paliers 2
- Anti-inflammatoires per os / local ?
 - **Illogique les premiers jours**
 - Bursopathie / ténosynovite par conflit : plutôt oui
- Bursopathie
 - Ponction (peu efficace)
 - Traitement de la cause (hypo-uricémiant, antibiotique...)

Phase aigue

- **Repos fonctionnel**

- = pas d'immobilisation stricte
- Eviction du geste nocif : sportif/professionnel
- 4-6 semaines ?
- Selon évolution des symptômes, sport, travail...

Phase aigue

- Protection du tendon

- Position raccourcie : Orthèse, strapping, K-taping, talonnette
 - Modifient vecteurs de force transmis sur l'insertion osseuse,
 - ↑ stimulus proprioceptif, corrigent un tb statique



- Correction trouble(s) statique(s)
 - Orthèses plantaires thermomoulées, inégalité longueur MI...
- Exercices en isométrique (tendinopathie réactive)
- Modifications techniques (sportif + prof.)



Phase aigüe : physiothérapie antalgique

- **Cryothérapie**

- Antalgie rapide mais brève, anti-inflammatoire
- Application ≈ 15 min
- Vessie de glace, compresses froides (cold pack), spray de chlorure d'éthyle
- Récemment discutée ? *Wang 2021, Malanga 2015*

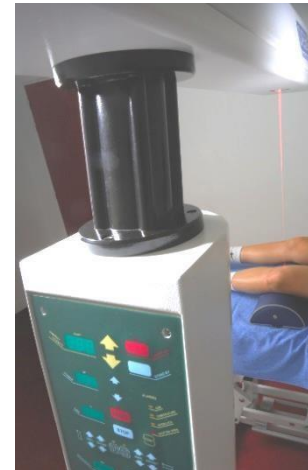
- **Ultrasons** (vibrothérapie)

- 3x/semaines pdt 1à 2 semaines si besoin



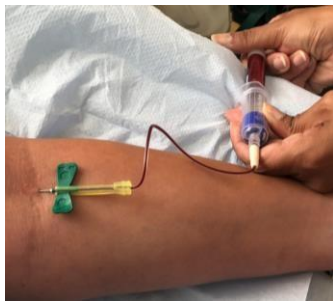
Phase aigüe : physiothérapie antalgique

- **TENS = Transcutaneous Electric**
 - Neurostimulation Courant discontinu env. 100Hz
 - Déprivation sensitive, action sur le « gate control »
- **Laser CO2**
 - Anti-œdémateux, régénérateur, défibrosant
 - Preuves d'efficacité ? *Nogueira 2015, Martimbianco 2020*



Phase subaigüe : Traitement infiltratif = 2^e intention

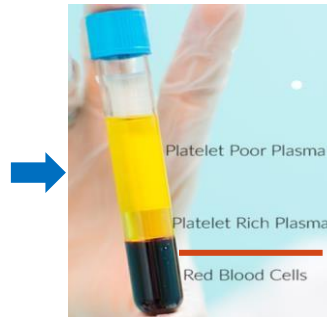
- **Dérivé cortisonés** ± anesthésique local (pas si T. corporéale)
 - Anti-inflammatoire et antalgique
 - Bourse, gaine
- **Plasma riche en plaquettes (PRP)**



Prélevt sang



Centrifugation



Extraction PRP



Infiltration

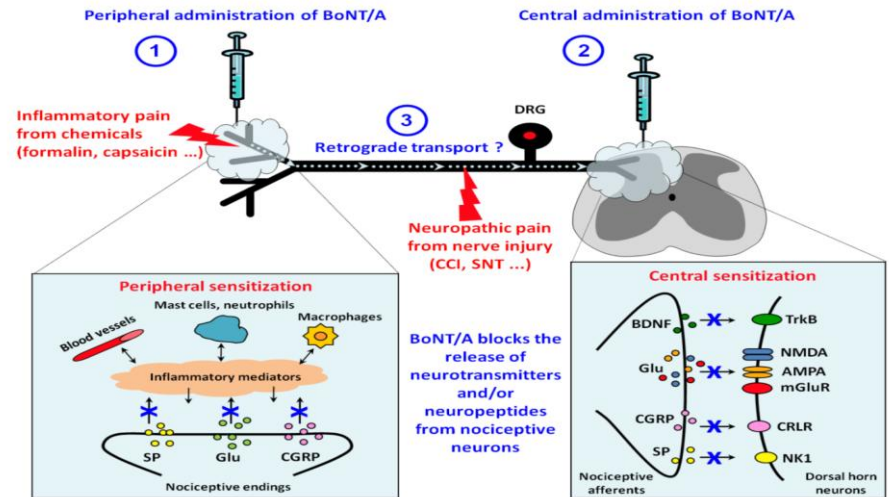
- Faible niveau preuve globalement, mais certains ont d'excellents résultats en pratique courante *Collins 2021, Le 2018, Madhi 2020*
- Echoguidage, coût

Phase subaigüe : Traitement infiltratif = 2^e intention

- **Toxine botulique**
- Inhibition **acétylcholine**
 - ↓ force de contraction musculaire
 - **Relâchement chaîne musculotendineuse**
 - ↑ microperfusion musculaire
 - ↓ ischémie musculaire algogène

Myorelaxation, amyotrophie

- Inhibition **médiateurs inflammation**



Effets analgésiques et anti-inflammatoires

Ward AB et al. *Eur J Neurol* 2006, Simpson LL et al. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 2004, Aoki KR. *Neurotoxicology* 2005, Arnon SS et al. *JAMA* 2001

Pellet S et al. *Toxins* 2015, Yoo KY et al. *Neurotox Res* 2014, Mikaet al. *Neuroscience* 2011

Après la phase hyperalgique

Favoriser :

- **cicatrisation**
- **renforcement** du tendon
- vascularisation



Pour :

- retrouver **propriétés biomécaniques** optimales
- éviter les **récidives**

« Réhabilitation tendineuse » :
«Reprogrammer » le complexe musculo-tendineux

Après la phase hyperalgique : rééducation

- Ne peut être entreprise qu'après atténuation des douleurs
- Mais à débiter dès que possible
 - Soins trophiques
 - Massages transverses profonds (MTP)
 - Ondes de choc
 - Etirements
 - Exercices en excentrique
 - Rééquilibrage musculaire



HAS

HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

RECOMMANDER LES BONNES PRATIQUES

FICHE

Prise en charge des
tendinopathies de la coiffe des
rotateurs

Validée par le Collège le 31 août 2023

Mis à jour en janv. 2024

Après la phase hyperalgique : physiothérapie

- **Massages transvreses profonds (MTP)**

- Transverse : perpendiculaire tendon
- Profond : agressif en profondeur
 - Pression suffisante pour mobiliser le tendon (\neq peau)



- Effets

- Antalgique (gate control), \downarrow adhérences, \uparrow vascularisation et métabolisme tendineux
- Efficacité ?

- Contre-indications

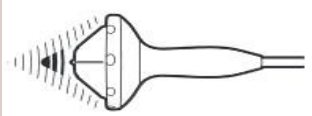



- Infection, inflammation, hématome, plaie
- Bursopathie + ténosynovite par excès friction mécanique (risque aggravation)

Après la phase hyperalgique : physiothérapie

- Ondes de choc extracorporelles

- Douloureuses mais tolérables
- Place mal définie, selon habitudes
 - Phase chronique
 - T. corporeale, enthésopathie, aponévrosite (pas ténobursite)
 - T. calcifiante épaule / trochantérienne, patellaire, achilléenne, épicondylite



OdC focales (ESWT)			≈ 10-12 cm Echographie
OdC radiales (RSWT)			≈ 4 cm

Après la phase hyperalgique : rééducation

- **Etirements musculo-tendineux ++**

- Gain d'amplitude articulaire + remise en charge du tendon
- Bonne orientation des fibres de collagène
- Actifs et passifs
- Education ++



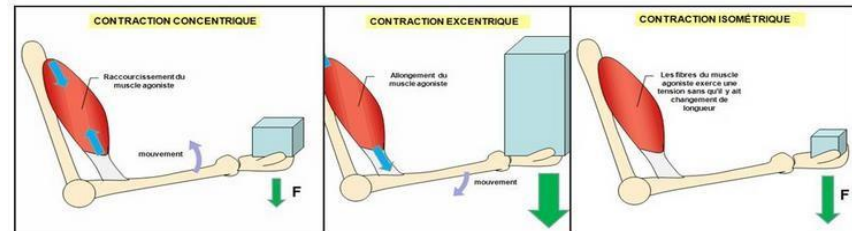
- Pas en phase réactive (peuvent majorer la compression : ex IJ proximal contre ischion)



Après la phase hyperalgique : rééducation

- **Renforcement musculaire**

- Statique
- Concentrique
- Puis excentrique ++



- **Rééquilibrage musculaire**

- Agonistes / antagonistes
- Evaluation +/- rééducation isocinétiques intéressantes
- Ex : renforcement des abaisseurs et recentrage de la tête humérale pour tendinopathie de la coiffe

Après la phase hyperalgique : rééducation

- **Renforcement en excentrique**

- Si étirement passif + contraction isométrique (course interne) = indolores
- Contre résistance manuelle / poids / dynamomètre
- Isocinétique
- Protocoles spécifiques (Stanish < HSR ? ...) : progressivité en vitesse puis en charge selon la tolérance
- Objectifs
 - Renforcement optimal du tendon + ↑ qualité (↑ collagène 1)
 - Assouplir la chaîne musculo-tendineuse et faciliter le renforcement musculaire, en position d'étirement, action sur néo-vascularisation



Rééducation

- **Heavy Slow Resistance (HSR) training**
 - Non purement excentrique
 - Privilégie la charge
 - Mettre le tendon sous une tension suffisante pour stimuler au mieux la synthèse de collagène
 - Répétitions à charge lourde (Heavy) sur 6s (Slow) 3s Conc + 3s Exc
 - T. Achille et patellaire ++

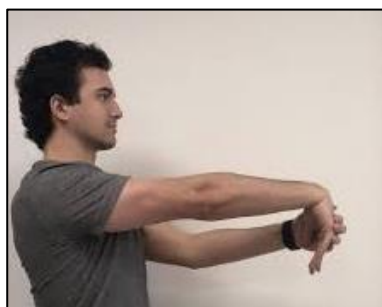
Beyer 2015, Lim 2018, Agergaard 2021



https://www.wmaker.net/kinesport/Tendinopathie-et-Protocole-HSR-Heavy-Slow-Resistance_a4681.html

Auto-rééducation

Stretching



Renforcement excentrique



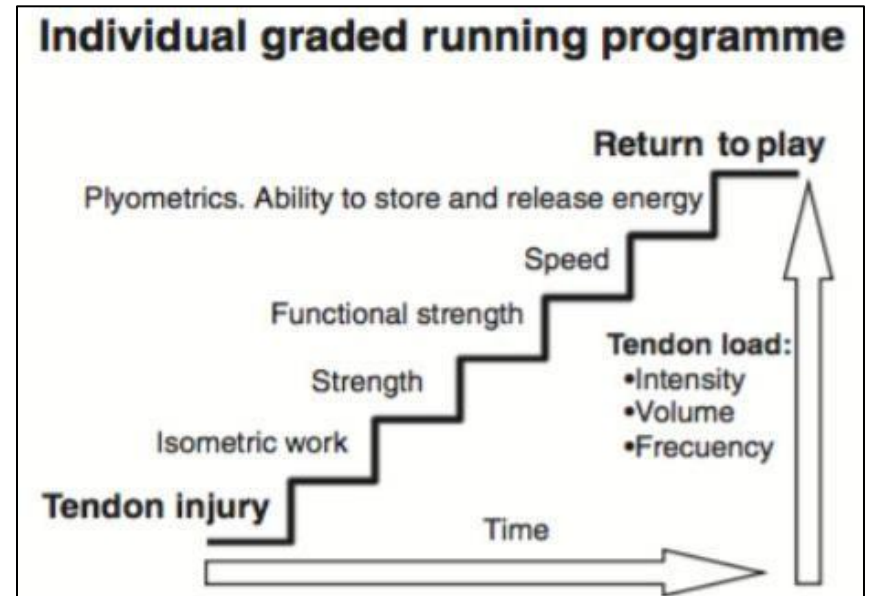
Chirurgie

- En dernière intention = formes chroniques et/ou récidivantes
- Délai de reprise sportive (très) long : 3 à 6 mois
- Techniques
 - Nombreuses
 - Fonction de la localisation et du mécanisme
 - Réinsertion / réparation, simple ténotomie sous- cutanée, peignage, synovectomie / bursectomie...



Critères de reprise du sport

- Fonction de la nature du sport
 - + prudent si forte sollicitation excentrique
- Reprise du sport si l'examen ne réveille aucune ou peu douleur
 - Etirement passif
 - Tests isométriques et excentriques
 - Palpation du tendon peu contributive



Mascaro et al. (2018) : guideline concernant les tendinopathies achilléennes et patellaires

Prévention +++ : véritable traitement

- **Hygiène de vie**

- Hydratation ++ avant / pdt / après effort
- Poids et alimentation
- Tabac, OH
- Sommeil
- Etat bucco-dentaire ?

- **Correction des troubles morphostatiques**

- **Matériel / environnement adapté**

- Poste de travail



Prévention +++ : milieu sportif : technopathies

- Echauffement suffisant
- Entraînement progressif, notamment après arrêt
- Matériel adapté
 - Raquette, chaussures, sol...
- Correction du geste sportif
 - Foulée de course / Achille
 - Lancer ou prise de raquette / coiffe et épicondyliens...
- Etirements actifs avant et \pm passifs après l'entraînement
- Rééquilibrage musculaire agonistes / antagonistes
- Détection de signes évocateurs de tendinopathie
 - Fatigabilité anormale, \downarrow capacités, douleur spontanée / palpation tendineuse



Conclusion

- Tendinopathie ≠ tendinite
- Diagnostic = clinique = triade
- Traitement
 - Curatif = long
 - Traitement de la douleur et repos relatif au stade initial
 - Rééducation, favoriser cicatrisation au stade de remodelage
- Préventif +++
 - Technopathie, maladie professionnelle
 - Rechercher + corriger facteurs favorisants

Tendinopathies

Pr. Marie-Eve ISNER-HOROBETI | MD, PhD
Médecine Physique et de Réadaptation (MPR)

Chef du Pôle Universitaire de MPR

Coordinatrice Grand Est du DES de MPR | Co-responsable de la FST de Médecine du Sport |

Coordinatrice nationale de l'enseignement du 3ème cycle du DES de MPR

1. Institut Universitaire de Réadaptation Clemenceau (IURC)

2. Hôpitaux Universitaires de Strasbourg | UF 4372

3. Faculté de Médecine, Maïeutique et Sciences de la Santé | Université de Strasbourg

Unité de recherche 3072 : muscle, mitochondries et stress oxydant

