

LE CALENDRIER DE LA MATRICE

Pourquoi ton muscle revient avant ton tendon, et pourquoi c'est ce décalage qui te reblesse

En février, Jakob Ingebrigtsen se fait opérer du tendon d'Achille. On le donne perdu pour la saison. Six mois plus tard, il est champion d'Europe sans avoir couru une seule course de préparation, puis il boucle un 5000 mètres en 12 minutes 59 avec un dernier 100 mètres en 12 secondes 6. La tentation est de retenir que six mois suffisent. Ce dossier raconte l'inverse : ce qu'un tendon met réellement à se reconstruire, pourquoi ton cœur de tendon date en grande partie de ton adolescence, les trois phases de la réparation et la durée de chacune, le décalage entre le muscle qui revient vite et la matrice qui revient lentement, les critères de reprise qui remplacent la douleur, les lignes du bilan qui freinent la réparation sans que personne ne les lise, et le protocole spécifique tendon et ligament que j'applique.

Emmanuel Gutierrez · TrainingPerf · 18 ans de terrain, lecture biologique de l'athlète

Ce document ne constitue pas un avis médical. Il ne remplace ni un examen, ni une prescription, ni le suivi de ton médecin ou de ton kinésithérapeute. Une douleur brutale avec sensation de coup de fouet à l'arrière de la cheville, une impossibilité de monter sur la pointe du pied, un tendon gonflé, chaud ou rouge, ou des douleurs tendineuses apparues après un traitement antibiotique, relèvent d'un avis médical avant toute autre démarche.

INGEBRIGTSEN, CE QUI S'EST VRAIMENT PASSÉ

Le tendon d'Achille gauche de Jakob Ingebrigtsen pose problème depuis la saison 2025. Début février 2026, il revient en force deux semaines avant une décision rapide : départ pour les États-Unis, et une opération à Palo Alto. Ce que les chirurgiens retirent, c'est **du tissu cicatriciel dans la gaine qui entoure le tendon**. Pas une rupture. Pas un tendon recousu.

La nuance compte, et presque aucun article ne la fait. Le tendon d'Achille n'a pas de vraie gaine synoviale comme les tendons de la main : il est entouré d'une enveloppe, le **paratendon**, qui le nourrit et lui permet de glisser. C'est cette enveloppe qui s'épaissit, adhère et fait mal dans une forme chronique. La nettoyer libère le glissement. Ça ne reconstruit pas le cœur du tendon.

DATE	CE QUI SE PASSE	CE QUE ÇA DIT
Saison 2025	Tendon d'Achille gauche douloureux, saison perturbée	un problème chronique, pas un accident
6 février 2026	Opération annoncée : nettoyage de la gaine du tendon, à Palo Alto	on traite l'enveloppe, pas une rupture
Février	Saison jugée compromise, retour annoncé au plus tôt en juillet	le calendrier médical pose un plancher
10 août	Euro de Birmingham. Première course depuis 11 mois. Or sur 5000 m en 13:15.29	aucune course de préparation
11 septembre	Budapest. 5000 m en 12:59.24, dernier tour en 54.39, dernier 100 m en 12.60	le tendon encaisse un sprint final de classe mondiale

Sources : Athletics Weekly, Marathon Handbook, World Athletics (Birmingham, 10/08/2026 ; Budapest, 11/09/2026), Yahoo Sports. Le détail de sa rééducation n'a pas été rendu public, rien n'est extrapolé ici.

Ce que son équipe a fait de plus visible, ce n'est pas ce qu'elle a ajouté. C'est ce qu'elle a retiré : toutes les courses de préparation.

Une course de rodage, c'est un pic de charge imprévisible : un départ rapide, une accélération mal placée, un dernier tour à fond sur un tendon qui n'a pas fini sa maturation. En les supprimant, le seul pic de l'été devient le championnat lui-même. On ne sait pas tout de son protocole, mais ce choix-là se lit dans le calendrier, et il va dans un seul sens : **respecter le temps de la matrice plutôt que celui des sensations**.

TON TENDON A 17 ANS

Un muscle et un tendon sont faits pour travailler ensemble, mais ils ne vivent pas du tout au même rythme. Le muscle est un tissu dense en cellules, irrigué en permanence, qui renouvelle ses protéines de façon continue. Le tendon est presque l'inverse : **peu de cellules, peu de vaisseaux, et une matrice de collagène de type I** organisée en fibres parallèles, comme une corde tressée.

La preuve par les essais nucléaires

Entre 1955 et 1963, les essais nucléaires atmosphériques ont presque doublé la quantité de carbone 14 dans l'air. Ce carbone est passé dans l'alimentation, puis dans les tissus de tout le monde, avant de redescendre progressivement après l'arrêt des essais. Résultat : la teneur en carbone 14 d'une protéine indique l'année à laquelle elle a été fabriquée.

Une équipe danoise a mesuré ce carbone dans le cœur du tendon d'Achille d'adultes nés à des années différentes. **Le collagène portait la signature de leur adolescence.** Après la fin de la croissance, le cœur du tendon n'est quasiment plus renouvelé. Le muscle de ces mêmes personnes, lui, portait la signature de l'année du prélèvement.

Heinemeier K.M., Schjerling P., Heinemeier J., Magnusson S.P., Kjaer M. Lack of tissue renewal in human adult Achilles tendon is revealed by nuclear bomb 14C. The FASEB Journal, 2013.

Le cœur de ton tendon, c'est en grande partie celui que tu avais à 17 ans. Ce qui s'abîme ne se remplace pas, ça se répare.

Le paradoxe de la séance : d'abord on détruit

Le tendon n'est pas inerte pour autant. Sa périphérie répond à la charge. Mais elle répond dans un ordre que personne n'explique : **après une séance intense, la dégradation du collagène monte plus vite que sa synthèse.** Pendant environ un jour et demi, le bilan net du tendon est négatif. La synthèse ne prend le dessus qu'ensuite, avec un pic autour de 48 à 72 heures.

Conséquence directe : **une séance dure qui retombe sur le tendon toutes les 24 heures le maintient en phase de destruction.** Le muscle, lui, récupère et en redemande. C'est la mécanique de base de presque toutes les tendinopathies d'athlète : un tissu rapide qui impose son rythme à un tissu lent.

Magnusson S.P., Langberg H., Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. Nature Reviews Rheumatology, 2010.

LES 3 PHASES DE LA RÉPARATION, ET LEUR DURÉE

Quand un tendon est lésé, opéré ou abîmé par la surcharge, la réparation suit toujours la même séquence. Chaque phase a son calendrier biologique, et **aucune ne peut être sautée**. Les durées ci-dessous sont des ordres de grandeur pour un adulte en bonne santé : elles s'allongent avec l'âge, la gravité de la lésion, et le terrain biologique de la partie 6.

1	Inflammation, de quelques jours à une semaine	Le sang, les plaquettes et les cellules immunitaires arrivent, nettoient les débris et libèrent les signaux qui recrutent les cellules réparatrices. C'est la phase où ça fait mal. Elle est nécessaire : c'est elle qui déclenche la suite.
2	Prolifération, jusqu'à environ 6 semaines	Les cellules du tendon se multiplient et fabriquent à toute vitesse un collagène provisoire, de type III. Plus fin, désordonné, peu ponté. Il bouche le trou. Il ne tient pas la charge. C'est souvent à la fin de cette phase que la douleur disparaît.
3	Remodelage, de 6 semaines à 12 mois, parfois plus	Le collagène provisoire est progressivement remplacé par du collagène de type I, aligné dans l'axe de la traction, puis ponté pour gagner en résistance. Une première consolidation se fait vers la dixième semaine. La maturation se poursuit pendant des mois. Et même au bout d'un an, un tendon réparé ne retrouve pas exactement la structure d'origine.

La douleur suit le calendrier de la phase 2. La solidité suit celui de la phase 3. Entre les deux, il y a de 6 à 12 mois.

Et le ligament ? Le même calendrier, en plus lent

Le ligament est construit comme le tendon : collagène de type I, peu de cellules, très peu de vaisseaux. Il suit les mêmes trois phases, souvent plus lentement. La meilleure démonstration vient du genou : après une reconstruction du ligament croisé antérieur, la greffe met plus d'un an à se transformer biologiquement en ligament. Dans une cohorte suivie à Oslo, **les sportifs qui reprenaient le pivot avant 9 mois se re-blessaient environ deux fois plus**, et chaque mois d'attente gagné jusqu'à 9 mois réduisait le risque d'environ la moitié.

Grindem H., Snyder-Mackler L., Moksnes H., Engebretsen L., Risberg M.A. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. British Journal of Sports Medicine, 2016.

LE MUSCLE REVIENT AVANT LE TENDON

Voilà le piège exact. Après quelques semaines de reprise, ton muscle a retrouvé sa force : il se renouvelle vite, il répond à la charge en quelques semaines. Ton tendon, lui, est en pleine phase 3. **Le muscle peut produire une force que le tendon ne peut pas encore encaisser.**

Le décalage, mesuré chez les jeunes athlètes

Une équipe berlinoise a suivi des adolescents en sport de saut pendant leur croissance, en mesurant séparément la force du muscle et la raideur du tendon rotulien. Les deux ne progressent pas au même rythme : **la force grimpe vite, la raideur du tendon suit avec retard.** Et ce sont précisément les athlètes chez qui l'écart était le plus grand, donc chez qui le tendon subissait le plus de déformation à chaque saut, qui développaient des tendinopathies.

Mersmann F., Bohm S., Schroll A., Boeth H., Duda G.N., Arampatzis A. Muscle and tendon adaptation in adolescent athletes: a longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2017.

Remplace adolescent par sportif de reprise, et tu as la même équation. Après une blessure, le muscle repart avant la matrice. Tu remets du volume, de l'intensité, du dénivelé, des sauts, et c'est à ce moment que ça lâche. **Au même endroit, avec la même phrase : pourtant je n'avais plus mal.**

Ce qui fait vraiment progresser un tendon

Le tendon ne s'adapte pas à n'importe quelle charge. Les travaux qui ont mesuré sa raideur montrent qu'il répond à **une forte tension, maintenue quelques secondes, répétée, pendant au moins douze semaines.** Le footing léger, l'élastique et les étirements ne font presque rien sur sa structure. La course en côte et les sauts, si : mais ce sont aussi les charges les plus risquées tant que la phase 3 n'est pas avancée. D'où l'ordre de la partie 7 : la force lente et lourde d'abord, l'élastique ensuite.

Bohm S., Mersmann F., Arampatzis A. Human tendon adaptation in response to mechanical loading: a systematic review and meta-analysis of exercise intervention studies on healthy adults. *Sports Medicine Open*, 2015.

LA DOULEUR N'EST PAS LE BON CHRONOMÈTRE

La douleur d'un tendon n'est pas une jauge de sa solidité. Elle dépend de la phase inflammatoire, de la sensibilisation des nerfs autour du tendon, du sommeil, du stress. Elle peut disparaître avec un tendon encore fragile, et persister avec un tendon qui progresse. **Juger ta reprise à la douleur, c'est lire le calendrier de la phase 2 pour prendre une décision qui dépend de la phase 3.**

Le paradoxe de l'anti-inflammatoire

L'anti-inflammatoire soulage la douleur du tendon. Mais il freine aussi la multiplication des cellules du tendon et leur synthèse de collagène. **Le comprimé qui te permet de reprendre plus tôt retarde la réparation qui te permettrait de reprendre pour de bon.** On ne touche jamais à un traitement sans le médecin qui l'a prescrit, mais on ne lit pas une reprise sans savoir qu'il est là.

Ce qui remplace la douleur : le test du lendemain matin

La règle la plus utilisée en rééducation du tendon d'Achille tient en trois conditions. Pendant la séance, la douleur peut exister mais reste à **5 sur 10 maximum**. Le lendemain matin, au réveil, la raideur et la douleur sont **revenues à leur niveau habituel**. Et d'une semaine à l'autre, le niveau de départ **ne monte pas**. Si une seule des trois tombe, la charge de la veille était trop haute, quelle que soit la sensation pendant l'effort.

Silbernagel K.G., Thomeé R., Eriksson B.I., Karlsson J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy. The American Journal of Sports Medicine, 2007.

CRITÈRE DE REPRISE	CE QU'ON VÉRIFIE	POURQUOI
Le lendemain matin	Raideur et douleur au réveil revenues au niveau habituel	c'est la réponse du tendon à la charge de la veille, pas la sensation pendant
La force de chaque côté	Montées sur la pointe d'un seul pied, jusqu'à épuisement, côté blessé contre côté sain	viser au moins 90 % du côté sain avant de remettre de la vitesse
La charge élastique	Sautillements, puis bonds, sans réaction le lendemain	le ressort se teste avant la course rapide, jamais en même temps
Le plancher biologique	Le temps écoulé depuis la lésion ou l'opération	aucun test ne raccourcit la phase 3, il dit seulement si tu es en avance ou en retard dessus

LES LIGNES DU BILAN QUI FREINENT LA MATRICE

Tu peux faire la rééducation parfaite. Si ton sang freine la matrice, ton calendrier s'allonge. Le tendon craque le premier parce que c'est le tissu le plus lent et le moins irrigué de ton appareil locomoteur : c'est lui qui révèle un terrain bien avant le reste.

La chaîne de fabrication du collagène, en trois étapes

1	Assembler	Le collagène s'assemble à partir de trois acides aminés dominants : glycine, proline, lysine. Sans apport protéique suffisant, la matière première manque.
2	Hydroxyler	Deux enzymes modifient la proline et la lysine pour stabiliser la triple hélice. Elles ont besoin de fer et de vitamine C. Sans elles, l'hélice ne tient pas, quelle que soit la quantité de collagène que tu avales.
3	Ponter	Une troisième enzyme, la lysyl-oxydase, relie les fibres entre elles. Ce sont ces ponts qui donnent la résistance en traction. Elle a besoin de cuivre. Devant une tendinite, personne ne le demande jamais.

MARQUEUR	CE QUE ÇA LIT	REPÈRE TP
Ferritine et coefficient de saturation de la transferrine	Le fer est le cofacteur de l'hydroxylation. La ferritine monte aussi avec l'inflammation : seule, elle peut masquer un manque.	jamais la ferritine sans la saturation
Vitamine C	L'autre cofacteur de la même étape. Rarement dosée, souvent basse chez le sportif qui mange peu de végétaux crus.	sur un bilan ciblé
Cuivre et céruloplasmine	Le cofacteur des ponts entre fibres.	la ligne que personne ne demande
25-OH vitamine D	La cellule du tendon porte un récepteur à la vitamine D. Au plus bas en fin d'hiver.	une tendinite qui s'aggrave l'hiver doit la faire doser
HbA1c et insuline à jeun	Le sucre en excès se colle sur le collagène et crée des ponts anarchiques : le tendon devient raide et cassant. Ces ponts ne se défont presque pas.	l'insuline à jeun bouge des années avant l'HbA1c
Bilan lipidique et ApoB	Le cholestérol se dépose dans le tendon. Une tendinite d'Achille épaisse et récidivante chez un sujet jeune peut révéler un cholestérol familial.	à lire avec l'histoire familiale
Testostérone libre, SHBG et IGF-1	La cellule du tendon répond aux mêmes signaux anaboliques que le muscle. Une SHBG haute donne une testostérone totale normale avec une fraction libre au plancher. L'IGF-1 s'effondre en déficit énergétique.	jamais la testostérone totale seule
TSH, T4 libre, T3 libre	Une thyroïde ralentie fait partie des causes classiques de tendinopathies et de syndromes canalaire.	le trio, pas la TSH seule
CRP ultrasensible et VS	Une CRP peut rester basse pendant qu'une autre voie inflammatoire, celle des leucotriènes, est active.	les deux ensemble, leur écart est une information
Acide urique	Les cristaux d'urate peuvent se déposer dans les tendons et à leurs insertions.	second rideau

Grille TrainingPerf des tendinopathies récidivantes, construite sur les dossiers du cabinet. Les repères de lecture sont ceux du cabinet, pas les normes du laboratoire.

La ligne qu'on oublie : ce que tu prends

Une famille d'antibiotiques, **les fluoroquinolones**, est connue pour fragiliser directement le tendon, jusqu'à la rupture, parfois plusieurs semaines après la fin du traitement, avec un risque plus élevé après 60 ans et sous corticoïdes. Les autorités européennes en ont restreint l'usage en 2018 pour cette raison. Les infiltrations de corticoïdes dans ou autour d'un tendon, et certains traitements hormonaux, pèsent aussi. **On ne touche jamais à un traitement sans le médecin qui l'a prescrit**, mais on ne reprend pas l'entraînement sur un tendon sans savoir qu'il est là.

La question qui tranche : mécanique ou terrain

Un tendon qui casse sous la charge casse toujours au même endroit. **Une tendinite unique qui suit une montée de charge est mécanique. Des tendinites sur plusieurs sites, gauche et droite, haut et bas du corps, qui reviennent sur plusieurs années, ou qui s'aggravent l'hiver, signent un terrain.** Et là, aucune rééducation ne suffit tant que le bilan n'a pas été lu. Attention au comptage : le tendon d'Achille et l'aponévrose plantaire forment une seule chaîne, ça compte pour une région, pas deux.

LE PROTOCOLE SPÉCIFIQUE TENDON ET LIGAMENT

Il ne remplace pas la charge, il ne raccourcit pas la phase 3. Il fait en sorte que chaque séance produise le maximum de collagène utile, et que la matrice ne soit pas freinée par ce qui lui manque. Trois étages, dans cet ordre.

ÉTAGE 1 - NOURRIR LA MATRICE AU BON MOMENT

La cellule du tendon fabrique du collagène quand elle est étirée. Pour que la matière première soit dans le sang au moment exact de la charge, le timing compte plus que la dose. Dans l'étude de référence, des sujets ont pris de la gélatine enrichie en vitamine C une heure avant six minutes de corde à sauter : **le marqueur sanguin de synthèse du collagène a doublé** par rapport au placebo. Pris après la séance, le même produit rate sa fenêtre.

Shaw G., Lee-Barthel A., Ross M.L., Wang B., Baar K. Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. The American Journal of Clinical Nutrition, 2017.

Le repère TrainingPerf : **15 g de collagène réel avec de la vitamine C, 30 à 60 minutes avant la séance de charge**. Le piège que personne ne signale : la plupart des dosettes du commerce apportent autour de 10 g, et beaucoup de formules n'ont pas de vitamine C, donc le substrat arrive sans le cofacteur qui le rend utile. Lis l'étiquette en grammes de collagène, pas en grammes de poudre.

ÉTAGE 2 - CHARGER COURT, ET ESPACER

Le détail que presque tout le monde rate : **la cellule du tendon sature son signal de synthèse en quelques minutes de charge, puis devient sourde pendant plusieurs heures**. Une heure de travail ne produit pas dix fois plus qu'une séance de six minutes. Deux courtes séances séparées d'au moins six heures battent une longue séance unique.

1	Phase 2, la douleur est encore là	Isométriques : tenir une contraction lourde, sans mouvement, 30 à 45 secondes, 4 à 5 fois. Elles chargent le tendon sans le cisailer et calment souvent la douleur.
2	Début de phase 3	Force lente et lourde : montées sur pointes de pied, presse, avec 3 secondes pour monter et 3 secondes pour descendre. Charge progressive, une séance tous les 2 à 3 jours, pour laisser passer la fenêtre de destruction de la partie 2.
3	Phase 3 avancée	Remettre l'élastique : sautilllements, puis bonds, puis course en côte. Toujours validé par le test du lendemain matin.
4	Retour à la vitesse	Course rapide et changements de direction en dernier. C'est le dernier 100 mètres d'Ingebrigtsen : le tendon y encaisse plusieurs fois le poids du corps à chaque appui.

ÉTAGE 3 - LEVER LES FREINS DU BILAN

Le protocole ne compense pas un terrain qui bloque. Un fer bas, une vitamine D au plancher, un sucre qui glyque le collagène, une fraction libre de testostérone effondrée par la SHBG : chacun allonge le calendrier de la matrice, et aucun ne se voit à l'œil nu. **On corrige ce qui se mesure, on ne supplémente pas à l'aveugle**. C'est la partie 6, lue ligne par ligne et en croisant les lignes, qui dit lequel de ces freins est serré chez toi.

Le ligament : mêmes règles, plus de patience

Le même raisonnement vaut pour une entorse de cheville, un ligament du genou ou une épaule. Même fabrication du collagène, mêmes cofacteurs, même fenêtre nutritionnelle avant la charge. La différence est le temps : un ligament est encore moins irrigué qu'un tendon, sa phase 3 est plus longue. Et la stabilité articulaire revient avant la solidité du ligament, exactement comme la force du muscle revient avant celle du tendon.

LE RÉSUMÉ, EN QUATRE PHRASES

Le cœur de ton tendon n'a presque pas été renouvelé depuis ton adolescence : ce qui s'abîme se répare, lentement, en trois phases dont la dernière dure de 6 à 12 mois. La douleur disparaît à la fin de la deuxième phase, la solidité arrive à la fin de la troisième, et ton muscle, qui retrouve sa force en quelques semaines, peut produire une charge que ton tendon n'encaisse pas encore. On juge donc la reprise au test du lendemain matin et à la force de chaque côté, pas à la douleur. Et on nourrit la matrice au bon moment, on la charge court et espacé, et on lève les freins que le bilan révèle.

Ingebrigtsen n'a pas couru plus tôt. Il a couru au bon moment. C'est toute la différence entre le calendrier du ressenti et celui de la matrice.

Et maintenant, on part de toi.

Ce dossier t'a montré le mécanisme. Mais le mécanisme général, ce n'est pas ton corps. La vraie question, c'est ce que TA biologie raconte.

BioScan · offert.

Ta cartographie sur 5 axes, 10 minutes depuis ton téléphone, sans carte bleue. Le point de départ.

trainingperf.fr/bioscan

Décodage Performance · 197€ ou 3x66€.

Tu as déjà des analyses ? Je les lis vraiment, ligne par ligne. Protocole applicable inclus.

trainingperf.fr/decodage-performance

Bilan Performance · 697€ ou 3x232€.

La vue complète : 4 analyses qui dialoguent (biologie, posture, biomécanique, composition). Kit envoyé chez toi.

trainingperf.fr/bilan-performance

« C'est pas dans ta tête. C'est dans ta biologie. »

Emmanuel · TrainingPerf

Ce document est éducatif et ne constitue pas un avis médical. Les ranges fonctionnels TP diffèrent des ranges labo standards et sont issus de la pratique clinique TrainingPerf. Parles-en à ton médecin ; ce guide ne se substitue pas à une consultation ni à un suivi par un professionnel diplômé.

TrainingPerf : précision clinique par la biologie. Cabinet de consulting en performance biologique premium, France. trainingperf.fr