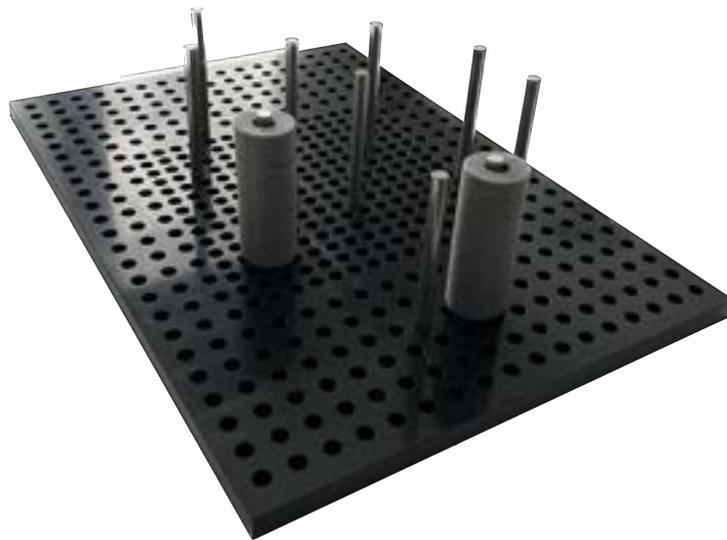


Le plateau canadien



Mémoire écrit en vue de l'obtention du DIU européen de Rééducation et d'Appareillage en
chirurgie de la Main (2021-2023)

Jury:

- Dr Forli Alexandra, Chirurgien
- Dr Obert Laurent, Chirurgien
- Mr Gerlac Denis, MKDE
- Mme Quilici Vanina, MKDE

Julie Prunet, Masseur-Kinésithérapeute, Jura

PLAN

Remerciements.....	p.1
Partie 1 - Introduction.....	p.2
Partie 2- Introduction à la biomécanique, à la physiologie et à la cicatrisation	p.4
Partie 3- Les différents tissus: histologie, cicatrisation, pathologies.....	p.8
Chapitre 3.1- La peau.....	p.8
Chapitre 3.2- Le fascia.....	p.10
Chapitre 3.3- Le tendon.....	p.11
Chapitre 3.4- Le muscle.....	p.13
Chapitre 3.5- Les nerfs.....	p.16
Chapitre 3.6- Les vaisseaux.....	p.17
Chapitre 3.7- Le capsulo-ligamentaire.....	p.19
Chapitre 3.8- La plaque palmaire.....	p.21
Chapitre 3.9- Les os.....	p.22
Chapitre 3.10- Cas particulier: la main complexe.....	p.23
Partie 4 - Le plateau canadien.....	p.24
Chapitre 4.1- Histoire.....	p.24
Chapitre 4.2- Description.....	p.25
Chapitre 4.3- Buts et indications.....	p.26
Chapitre 4.4- Les forces appliquées	p.28
Chapitre 4.5- Pour qui.....	p.31
Chapitre 4.6- Les contre-indications relatives / précautions	p.31
Chapitre 4.7- Arbre décisionnel.....	p.32
Partie 5- Les différentes techniques.....	p.33
Partie 6- Discussion: questionnaire/ les défauts du plateau/La Map's therapy.....	p.42
Partie 7- Conclusion.....	p.46

Remerciements:

Je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribuées de près ou de loin à m'aider lors de la rédaction de ce mémoire.

A mes consœurs et amies de Voiron (Alexandra, Stéphanie, Laurie et Aurélie) qui m'ont transmis la passion de cette spécificité et m'ont permis d'acquérir de l'expérience dans cette discipline. Le temps passé ensemble restera gravé dans ma mémoire.

A ma famille, Nicolas me soutenant et me motivant à chaque instant, me dégageant du temps pour les cours, les stages et ce mémoire. A Martin, arrivé dès le début de cette aventure et qui a été source de joie pendant tous ces moments difficiles. Je ne les remercierais jamais assez. A ma mère que j'aime, toujours présente malgré nos petites disputes.

Aux professeurs et organisateurs, aux maîtres de stages de ce DIU pour leur temps, la transmission de leur savoir et leur bienveillance.

A tous les rééducateurs passionnés qui m'ont transmis leurs techniques, idées d'utilisation et astuces pour employer le plateau canadien de la façon la plus complète possible.

Partie 1- Introduction

Grâce au DIU nous avons eu l'opportunité de faire plusieurs stages de quelques jours dans le monde entier, si on le souhaite, pour observer des rééducateurs spécialisés dans la main. Pour ma part je suis resté en France et en Suisse, et j'ai déjà pu constater qu'il existait de grandes variétés d'organisation de cabinet ainsi que de rééducation.

Parmi tout ce qui existe je me suis rendue compte que mon intérêt allait croissant vers cet objet trônant dans les cabinets généraux et prenant la poussière, mais qui est un incontournable dans la rééducation de la main en France : le plateau canadien.

En effet durant les stages, les rééducateurs n'en font pas tous le même usage, n'ont pas la même fréquence d'utilisation, ni les mêmes principes d'utilisation. Dans un cabinet il peut être utilisé de temps en temps pour de la posture et dans un autre de manière systématique, que ce soit en posture ou en exercices en tous genres. J'ai vu des montages qui m'ont interrogée et d'autres qui m'ont impressionnée par leur inventivité.

Les capacités de modalité et de mise en œuvre du plateau dans la rééducation de la main sont infinis et comme pour beaucoup de choses dans la rééducation, nous n'avons pour limite que notre imagination.

Au cours de mes recherches je me suis penchée sur notre façon de l'employer. Or ce n'est pas du tout référencé ni codifié. En école de masso-kinésithérapie, on se réfère aux cours de pouliothérapie qui deviennent désuets mais nous donnant malgré tout les bases de la mécanothérapie donc du plateau canadien: on peut en conclure qu'il en suit les principes. Durant mes années de DIU, plus je faisais des recherches plus je constatais que rien n'appuyait les principes et modalités d'utilisation du plateau canadien.

Dans ce travail j'ai décidé de faire une analogie entre plateau canadien et attelle car les principes d'utilisation (appui contre appui, application des forces) et les possibilités (statique, dynamique) sont similaires.

Alors ma réflexion m'a menée à prendre les choses par le commencement. Tout d'abord d'où vient-il? Quels principes à appliquer sont nécessaires et indispensables dans son utilisation en toute sécurité pour le patient et surtout en étant non délétère pour le tissu?

Ensuite sur quels tissus anatomiques peut on l'appliquer, pour quelles pathologies et enfin à quel stade? On se base sur quelles notions pour savoir comment travailler les tissus les uns par rapport aux autres et avec quelle fréquence et quelle durée les employer?

Je me suis également posée la question de pourquoi le plateau canadien est resté d'actualité alors qu'il a un faible niveau de preuve?

J'ai tenté de répondre humblement dans ce mémoire à toutes ces questions. Mémoire qui se veut répertorier les principes et indications de ce merveilleux outil.

Ensuite j'ai fait un questionnaire pour comprendre l'utilisation du plateau canadien qu'en font les rééducateurs et dans quelles indications et contextes il est utilisé.

Je me suis ensuite posée la question des éventuelles améliorations à apporter au plateau.

Pour finir j'aborderai la MAPS Therapy qui est un concept breveté par Vicenç Punsola menant cette pratique à un autre niveau. Je regarderai sur quelle bibliographie se base ce concept alors que le plateau n'en a pas. Enfin nous discuterons des inconvénients du plateau canadien dans la rééducation de la main.

Partie 2- Introduction à la biomécanique, à la physiologie et à la cicatrisation:

Ici j'aborderai différentes notions biomécaniques et physiologiques à connaître telles que la viscoélasticité, la cicatrisation et l'histologie de chaque tissu.

Cela nous permettra par la suite de savoir comment les travailler au mieux pour ne pas atteindre la phase plastique du tissu et lui être délétère, en prenant en compte son stade de cicatrisation.

La biomécanique:[1-5]

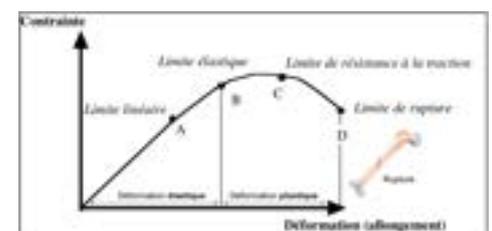
La biomécanique tissulaire permet de déterminer quelle est la déformation temporaire ou définitive du tissu à une force donnée. Plusieurs notions sont à connaître :

« La **viscoélasticité** est définie comme « la propriété de matériaux qui présentent des caractéristiques à la fois visqueuses et élastiques, lorsqu'ils subissent une déformation ». Les matériaux visqueux, comme le miel, résistent bien à un écoulement en cisaillement et présentent une déformation qui augmente linéairement avec le temps lorsqu'une contrainte est appliquée. Les matériaux élastiques se déforment lorsqu'ils sont contraints, et retournent rapidement à leur état d'origine une fois la contrainte retirée. En rhéologie, le comportement d'un matériau viscoélastique linéaire est ainsi intermédiaire entre celui d'un *solide élastique* idéal symbolisé par un ressort de module E (ou G) et celui d'un *liquide visqueux* newtonien symbolisé par un amortisseur de viscosité η .

L'élasticité d'un matériau traduit sa capacité à conserver et restituer de l'énergie après déformation. La **viscosité** d'un matériau traduit sa capacité à dissiper de l'énergie. Les polymères, en fait la plupart des matériaux, ont un comportement viscoélastique. » [1][3].

Plus simplement, sous l'effet d'une contrainte, le corps subit une déformation instantanée due à l'élément élastique (ressort), suivie d'une déformation qui augmente progressivement due à l'élément visqueux (amortisseur).

La déformation tissulaire est une notion impérative à connaître. Elle se base en bio mécanique sur **la loi de HOOKE** :
 $\sigma = E \cdot \epsilon$ (σ : contrainte appliquée en N/m² ou en Pa. E: module



de Young en N/m² ou en Pa. ϵ : déformation sans unité) . [4-5]

La contrainte appliquée est la force divisée par la surface d'application de la force. Ainsi pour une même contrainte, plus le module de Young du tissu est faible plus il est déformable. Il convient également de prendre en compte 5 facteurs tissulaires pour déterminer sa résistance à la rupture : sa section, son épaisseur, son architecture, sa configuration extérieure, ainsi que sa quantité de sels minéraux.

A cela d'autres variables sont également à ajouter (car nous sommes dans un tissu vivant) : l'âge, le sexe, l'immobilisation, la malnutrition, la vascularisation et l'hérédité. Ceci nous amène à la notion de variabilités interindividuelles et de contextes pathologiques. Ces données sont définies pour un tissu sain, donc complètement différentes d'un tissu pathologique en cours de cicatrisation.

Pour chaque tissu j'ai recherché ce module de Young. Le plus connu, celui de l'os, a une valeur telle que sa capacité de déformation est faible. [6] (Annexe 1).

Les notions de **fréquence** et de temps sont importantes pour déterminer la déformation que l'on peut espérer obtenir. Ces données nous amène au fluage qui est la répétition d'un mouvement, augmentant la longueur du ou des tissus travaillés.

La notion **d'hystérésis** est primordiale à développer car c'est elle qui nous permet de comprendre l'intérêt et la pertinence de nos techniques de rééducation sur les tissus. En physique, **l'hystérésis** «est la persistance d'un phénomène quand cesse la cause qui l'a produit». [7]

Dans le cas d'une structure musculo-tendineuse par exemple, l'hystérésis est définie par l'énergie dissipée [3]: lors d'un étirement, l'énergie nécessaire à la mise en tension n'est pas complètement restituée par la structure musculo-tendineuse lors du relâchement.

L'hystérésis augmente avec la vitesse d'étirement. Plus le muscle est étiré préalablement, plus la résistance viscoélastique est faible. Peu de répétitions passives (3-4) à vitesse lente suffisent à diminuer de façon importante le coefficient de dissipation (rapport entre énergie dissipée et énergie emmagasinée).

En pratique, étirer à grande vitesse trop précocement peut entraîner une altération du tissu si ce dernier n'a pas une capacité d'absorption de l'énergie suffisante. Ainsi la pratique d'étirements cycliques doit s'effectuer dans un premier temps à vitesse lente.

Répéter le cycle permet d'augmenter la déformation.

Tout cela est valable pour un tissu sain; or pour un tissu pathologique ou en cours de cicatrisation la courbe de déformation sera différente et les contraintes devront être adaptées. [8]

Physiologie: [9-11] (Annexe 2)

Le corps humain est constitué notamment d'eau, de collagène et d'élastine, donnant la base du tissu conjonctif. On peut classer ces tissus conjonctifs selon leur richesse en élastine : le lâche (peau, muqueuse) , le dense (périoste, tendon, aponévrose, ligament, gaine), le spécialisé (os, cartilage, peau, lumière des vaisseaux). [9]

Il existe une vingtaine de types de collagène, les plus fréquents sont : [11]

- Le collagène de type I, le plus abondant, présent dans le derme, les tendons, le tissu osseux.
- Le collagène de type II, présent dans le cartilage.
- Le collagène de type III, présent dans les muscles, les parois vasculaires.
- Le collagène de type IV, présent au niveau des lames basales.

En fonction de la proportion de ces différents constituants, les tissus conjonctifs auront une déformabilité différente et des modules de Young propres à chacun.

Cicatrisation: [12-14]

L'angiogénèse et la vasculogénèse sont essentielles et complémentaires pour la réussite de la néovascularisation présente au cours du phénomène de cicatrisation. Il faut l'intervention de plusieurs facteurs de croissance et de substances biochimiques dans de bonnes proportions pour avoir la meilleure cicatrisation possible. En effet, si ces proportions ne sont pas respectées, une trop grande néovascularisation peut apparaître et compromettre l'intégrité du néo tissu, ce qui amènerait à la création d'un tissu cicatriciel ne répondant pas aux contraintes qu'il va subir par la suite. Le facteur de croissance de l'endothélium vasculaire (facteur pro angiogénique) et l'oxyde nitrique sont des éléments clés.

La cicatrisation se déroule en quatre phases: l'hémostase, l'inflammation, la prolifération et le remodelage. [13-14]

Commençons par **l'hémostase** qui est primordiale pour stopper le saignement. Elle se divise en trois phases. L'hémostase primaire, consistant en une vasoconstriction de courte durée (15-60s) des vaisseaux lésés permettant un accolement des surfaces endothéliales. Ensuite il y a la formation du clou plaquettaire par les plaquettes sanguines qui, au contact du collagène des vaisseaux sectionnés, vont s'agréger et les oblitérer. Les plaquettes contribuent de plus à prolonger la vasoconstriction des vaisseaux lésés et à la formation du caillot sanguin. L'hémostase secondaire (ou formation du caillot sanguin) est une étape qui colmate davantage la plaie par plusieurs actions cellulaires et d'agents tels que les facteurs de croissance. Ce caillot sanguin est composé en grande partie de globules rouges et de fibrine. S'ensuit la déshydratation des zones superficielles et du caillot pour former la croûte. Dans la troisième phase, la fibrinolyse empêche l'expansion du caillot et permettra sa désagrégation par la suite. Tout au long de l'hémostase c'est un équilibre entre formation et désagrégation de ce caillot; à la fin la fibrinolyse l'emporte et le caillot se résorbe.

La phase d'inflammation se caractérise par sa fonction de nettoyage de la plaie et l'apport d'éléments de la construction du nouveau tissu. Grâce à la fibrine (issue de la coagulation) et à la vasodilatation des vaisseaux adjacents, apportant macrophages, cellules constructrices et cellules inflammatoires (neutrophile, monocyte, leucocyte) une réponse inflammatoire est produite. Elle commence dès 1 heure après la lésion et continue jusqu'à plusieurs jours. Au bout de quelques jours apparaissent les lymphocytes qui, avec les fibroblastes, vont initier la phase de prolifération.

La phase de prolifération débute après quatre jours. Elle permet la formation d'un tissu de granulation. Les fibroblastes provenant des tissus sains adjacents (par actions protéiques et enzymatiques) sont à l'origine de ce néo-tissu par production de substance fondamentale et de collagène comblant la plaie. La synthèse de collagène est importante dans les 10-12 jours suivant l'apparition de la plaie. Au bout de trois semaines un équilibre se produit: les cellules fibroblastiques diminuent ainsi que les néo-vaisseaux pour laisser apparaître un tissu mature fibreux qui va subir sa phase de remodelage.

Durant **la phase de remodelage**, une nouvelle vague de fibroblastes des tissus voisins arrive pour remodeler la matrice extra cellulaire du tissu granuleux en un tissu conjonctif élastique constitué de collagène et d'élastine. Elle débute 3-6 semaines post lésion et dure plusieurs mois, voire années.

Quand est le meilleur moment pour travailler au mieux la déformabilité du tissu sans atteindre sa phase plastique? [15-17]

D'après la littérature, c'est en phase de prolifération du tissu que l'on peut commencer à travailler le tissu dans sa déformabilité sans lui être délétère donc vers le quatrième jour pour la plupart des tissus.

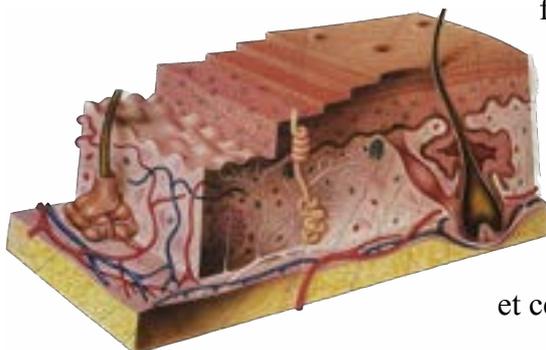
Pour l'os, il a été démontré qu'une application de contraintes axiales dès la première semaine post fracture jusqu'à 3 mois accélère la consolidation osseuse par formation du cal périosté ainsi que de ses capacités de gestion de contraintes. [18-19] Concernant les tendons, pour augmenter leur résistance plus rapidement après suture, une mobilisation passive et active dès J3 diminue les contraintes internes. [15] Pour le muscle, limiter l'amyotrophie provoquée par une immobilisation est primordial. L'activation de la fibre musculaire est préconisée dès J3 [20].

Ces contraintes facilitent le processus cicatriciel et doivent être adaptées au délai de réparation tissulaire afin de retrouver une courbe de déformation idéale.

Partie 3- Les différents tissus: histologie, cicatrisation, pathologie:

Chapitre 1- La peau: [21-24]

(Schéma de la peau [20])



La peau est l'un des plus grands organes, avec pour rôle fondamental la protection de l'organisme grâce à une action mécanique de barrière et d'isolant. Elle permet également le maintien de la température interne (par la thermorégulation) et a une fonction de contact avec l'extérieur (grâce aux terminaisons nerveuses et aux réseaux nerveux périphériques et centraux).

Elle présente plusieurs couches superposées, à savoir :

L'épiderme : divisé en cinq strates où les cellules épidermiques et kératinocytes se durcissent progressivement . Cela permet la kératinisation.

Le derme: constitué de tissu conjonctif lâche et de tissu fibreux. Il est riche en terminaisons nerveuses et en vaisseaux sanguins. On y retrouve les glandes sudoripares et sébacées ainsi que les follicules pileux. Il est composé de plusieurs types de cellules: les fibroblastes, les fibrocytes et les mastocytes.

L'hypoderme: formé de tissu conjonctif lâche est riche en tissu adipeux.

La cicatrisation de la peau est très documentée et se fait comme suit : [13][22]

Une phase immédiate d'hémostase stoppe l'écoulement. Une phase inflammatoire pendant les 4 premiers jours effectue la phagocytose. Ensuite jusqu'à la troisième semaine, c'est la phase de prolifération initiant la reconstruction tissulaire cutanée. Vient enfin la phase de remodelage pour permettre une augmentation de la résistance à la traction. (Annexe 3)

Le module de Young moyen est de 30MPa ce qui confère à la peau une capacité de déformation importante. (Annexe 1).

Les principales pathologies rencontrées dans notre spécialité sont les brûlures, les tumeurs, la sclérodermie, les lambeaux et greffes cutanés .

Dans le cas des brûlures, le plateau canadien est employé dans un but de mobilisation cutanée à différents niveaux de profondeur (par exemple avec l'emploi de tiges recouvertes de silicone). Les postures sont également possibles dans un but de gain d'amplitude (pas articulaire mais tissulaire) [23-24]. Un travail de glissement de tendon par rapport à la peau peut également se faire.

La sclérodermie est une pathologie touchant les tissus conjonctifs des artérioles et des micro-vaisseaux, distinguée par l'apparition de fibrose et d'oblitération vasculaire. On utilise le plateau canadien de la même manière que pour les brûlures, en ajoutant de la traction pour un soulagement des contraintes que subissent les articulations [25].

Pour les lambeaux et greffes il faudra tenir compte du stade de cicatrisation pour éviter les compressions vasculaires.

Chapitre 2- Le fascia: [21][26-30]

(Fascia -Issue vidéo Guimberteau)



Le fascia est une mince bande tridimensionnelle ininterrompue de tissu fibreux faite de tissu conjonctif élastique (principalement du collagène dense ou lâche) qui s'étend dans tout le corps.

Le fascia agit comme un amortisseur, maintient l'intégrité structurelle du corps et fournit soutien et protection. Le fascia superficiel est situé dans la partie inférieure de la peau; il entoure les nerfs et les vaisseaux (sanguins et lymphatiques). Le fascia profond est une couche dense qui entoure les muscles individuels et les groupes musculaires. Les fibres d'élastine du fascia profond permettent l'étirement et le stockage de l'énergie cinétique. Le fascia profond présente peu de vaisseaux sanguins mais est riche en récepteurs sensoriels. Tous les organes sont recouverts d'une double couche de fascia appelée « fascia viscéral ou sous séreux ». Suite à une plaie, c'est le fascia qui crée une matrice pour la réparation des tissus [21] L'architecture des fascia de la main est bien documentée: ainsi Boutan décrit huit chaînes myofasciales du membre supérieur.

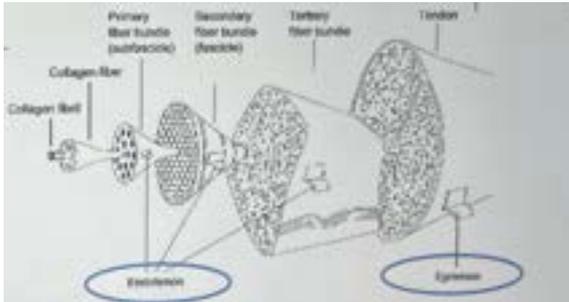
La cicatrisation du fascia est semblable à celle de la peau, avec des phases d'hémostase, d'inflammation, de prolifération et de remodelage.

Les pathologies rencontrées sont la maladie de Dupuytrun, la fasciite nécrosante, le syndrome des loges, élongation ou rupture des poulies etc. On pense également au grippage (point d'adhérence) des nerfs qui dans certains cas a comme origine le fascia. Pour toutes ces pathologies, les postures (statiques et dynamiques) sont intéressantes en fonction du niveau de cicatrisation. Pour les postures, afin d'éviter les ischémies, il est à noter que le blanchiment de la peau est un critère de tension suffisante. Il est décrit qu'un étirement d'une minute suffit à obtenir 90% de la longueur maximale du tissu conjonctif. Pour atteindre efficacement un fluage il faudra au moins vingt minutes. [28]

Un manque de littérature concernant le module de Young des fascias est à relever. Ceci est sûrement lié à leur perte de qualité lors d'étude cadavérique ainsi qu'à leur multitude de fonctions selon leur topographie anatomique (coulisse, gaine, membrane, ligament, enveloppe, plan de glissement) [27][26].

Chapitre 3- Les tendons: [21][29-31] [2]

(Vue anatomique du tendon)



Les tendons sont très peu vascularisés. Ils sont composés principalement de fibres de collagène, d'eau et d'élastine (protéine élastique). Ces fibres de collagène sont très résistantes à la déformation. Les fascicules tendineux baignent dans du liquide synovial, ce qui participe à sa nutrition extrinsèque et

à la lubrification. Les vaisseaux assurent une nutrition tendineuse interne via les jonctions myo-tendineuse et ostéo-tendineuse. En extrinsèque, la cicatrisation est assurée par les cellules de la gaine synoviale qui en s'activant, crée une migration des fibroblastes à partir du tissu de voisinage et engendre des adhérences du tendon par rapport au tissu. La cicatrisation intrinsèque est propre au tendon: les cellules de l'épitendon s'activent, il n'y a donc pas d'adhérences à la gaine. C'est celle-ci que l'on souhaite privilégier pour avoir une bonne mobilité dès le départ. (Lundborg 1976).

La cicatrisation des tendons respecte les mêmes principes, en trois étapes:

Une semaine de phase inflammatoire avec les phagocytes par prolifération de cellules d'épitendon et d'endotendon.

Jusqu'à un mois, c'est la phase de prolifération de fibroblastes et de synthèse du collagène: cela permet une augmentation progressive de la résistance du tendon.

De la quatrième semaine à deux mois c'est la phase de remodelage assurant la solidité du tendon.

Un tendon suturé mobilisé est plus résistant à la rupture que le tendon immobilisé (Manske 1985)[32]. En effet, quand aucune mobilisation passive et active protégée n'est effectuée jusqu'à J21 dans le cas de suture tendineuse, un Lag Time (période de fragilité) apparaît vers J10.

Au repos, les fibres de collagène du tendon sont configurées en accordéon. Quand une déformation inférieure à 2% de sa longueur initiale est provoquée, alors elles s'alignent. Entre 2 et 4% une élongation se produit, les fibres deviennent parallèles : nous sommes dans le comportement élastique de la fibre. Au delà de 4% de déformation, des déchirures microscopiques apparaissent. Après 8-10% surviennent les déchirures macroscopiques.

(Courbe contrainte déformation des tendons).

(Relation contrainte/ déformation d'un tendon)

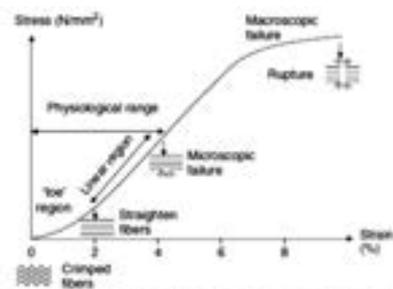
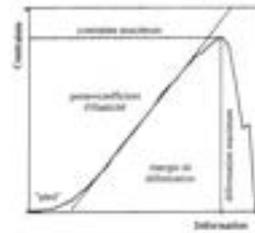


Fig. 2.10a Courbe de contrainte-déformation. L'axe des ordonnées représente les régions de placement, l'axe des abscisses représente la rupture des fibres [2].

La relation contrainte-déformation



Paramètres mécaniques analysés:

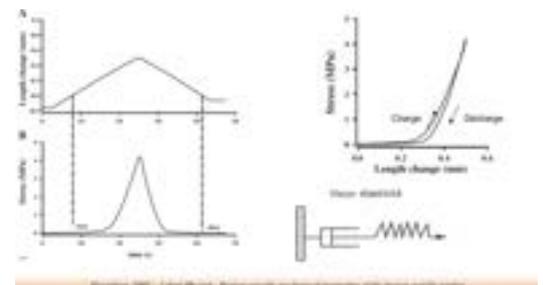
- Coefficient d'élasticité
- Contrainte maximum
- Déformation maximum
- Energie de déformation

Le module de Young du tendon est entre 43 et 1660MPa (Annexe1), ce qui est une valeur moyenne : capacité de déformation modérée. Il a un comportement mécanique linéaire. Le tendon doit gérer la transmission de l'énergie du muscle à l'os. Nous le verrons par la suite mais le muscle a un module de Young parmi les plus faibles du corps humain. Il est donc important anatomiquement qu'une structure entre os et muscle soit présente pour transmettre les forces.

(Schéma biomécanique du tendon)

Le comportement biomécanique du tendon est celui d'un ressort et d'un amortisseur. (cf schéma [2]).

Une rupture au niveau de la chaîne muscle-os-tendon se produit lors d'une charge passive excessive et/ou d'une contraction musculaire brutale. Si le muscle est inactif, la rupture se produit toujours à son niveau. Si le muscle est contracté, elle peut se produire au niveau du tendon (en cas de vitesse de traction élevée) ou de l'insertion osseuse (en cas de vitesse de traction lente). Un tendon de 1cm² de section est capable de supporter 500-1000kg.



Des études ont montré l'intérêt de l'activité physique pour conserver les propriétés mécaniques du tendon avec l'âge alors que l'hypoactivité induit une diminution de son intégrité mécanique. Les étirements, quant à eux, augmentent l'élasticité du tendon et diminuent sa viscosité.

En réponse à une charge mécanique, une augmentation de la synthèse de collagène se produit. Il est important de mettre des contraintes rapidement après la phase inflammatoire pour la meilleure réponse cicatricielle possible. [2]

Les différentes pathologies rencontrées sont:

- les sutures: comme vu précédemment il faut tenir compte du Lag Time surtout en cas d'immobilisation au début de prise en charge.
- les adhérences: surtout dues à la cicatrisation extrinsèque. La mobilisation passive permet de travailler les adhérences qui sont dans un sens (les proximo-distales) et l'active (surtout couplée à l'électrostimulation) pour les disto-proximales. [33]
- les kystes (doigt ressaut): origine mal connue où plusieurs facteurs sont mis en cause, tels que l'inflammation du tendon avec sa poulie, l'inflammation de la gaine du tendon ou le mauvais coulisement des tendons fléchisseurs profond et superficiel.
- les ténoosyovites: inflammation de la gaine et de son tendon.
- les tendinoses.

Le plateau canadien est utilisé pour un échauffement, une mobilisation active, un renforcement, une posture ou un travail d'adhérences avec électrostimulation.

Chapitre 4- Les muscles: [21][30][34-36]

(Vue anatomique d'un muscle strié squelettique)

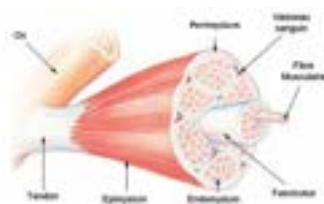


Figure 1. | Le muscle strié squelettique: une structure multi-cellulaire. d'après IEEE Training website

Ici nous allons cibler les muscles striés (à contraction volontaire). Ils sont en grande partie sous cutanés et leur activation s'effectue par un ordre émis par le système nerveux central (SNC) puis transmis par les nerfs. La jonction nerf-muscle se fait grâce aux plaques motrices, par

un processus complexe convertissant l'impulsion électrique en modification biochimique.

Les myofibrilles sont regroupées dans le sarcolemme (riche en polysaccharide et en collagène) pour donner une fibre musculaire. Ces fibres sont regroupées dans le perimysium pour former le muscle qui est lui même enveloppé par l'épimysium.

La cicatrisation musculaire est constituée de phases interdépendantes qui se chevauchent [29]:

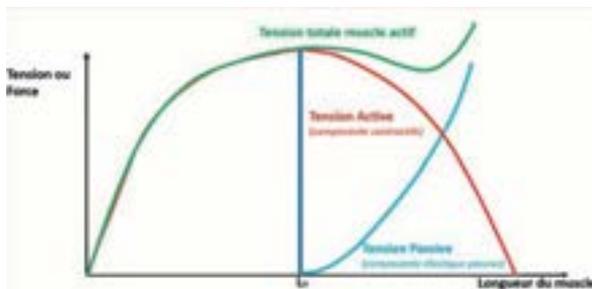
- La dégénérescence des fibres musculaires lésées,
- L'inflammation (dès les premières minutes et jusqu'à plusieurs semaines),
- La régénération (durant le premier mois avec un pic autour du quinzième jour)
- Le développement de la fibrose (durant les 3e et 4e semaine).

Une fois la lésion constituée, plusieurs phénomènes vont s'enchaîner afin de restaurer la fonction mécanique du muscle. Les cellules de Mauro constituent un réservoir cellulaire. Une fois activées, elles se transforment d'abord en myoblastes, qui prolifèrent, puis en nouvelles fibres musculaires.

Le processus de ces différentes étapes de cicatrisation dépend de facteurs favorisant ou limitant (cytokines, immunoglobulines, expressions génomiques spécifiques).

Le comportement bio-mécanique du muscle suit le modèle de Hill modifié par Shorten [20], avec trois composantes. La composante contractile (CC), le sarcomère, est un générateur de puissance. La composante élastique sériée (CES) transmet la force engendrée par le sarcomère vers les pièces osseuses pour permettre le mouvement. Les tendons sont définis comme CES passive et les ponts d'actine-myosine résiduels post effort musculaire forment la CES active. Et enfin la composante élastique parallèle (CEP) est essentiellement composée par l'enveloppe tissulaire autour de la CES et de la CC, à chaque niveau, du microscopique au macroscopique : épimysium, endomysium, périmysium, fascia, aponévrose.

(Courbe tension longueur muscle)



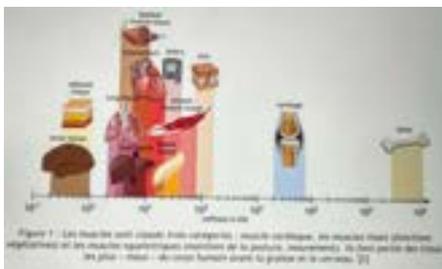
L'étirement au-delà des capacités de résistance du muscle (over-stretching) et l'effort excentrique supra-maximal sont les deux mécanismes lésionnels musculaires. L'analyse de la relation tension-longueur isométrique du muscle permet de mieux aborder la compréhension de ces lésions.

La courbe tension/longueur active est la somme de la tension délivrée par la contraction des sarcomères (CC) et de la résistance passive à la mise en tension du muscle. Cette résistance passive (subie par la CEP) apparaît à partir d'une longueur minimum L_0 . Cette dernière évolue de manière exponentielle vers la fin de la course externe.

L'aspect de cette courbe est influencé par la teneur en tissu conjonctif du muscle. En effet, la résistance à l'étirement de la CEP dépend directement de la densité de ce tissu conjonctif : plus il est dense, plus il y aura une résistance forte à l'étirement du muscle.

La connaissance de ces travées de tissu conjonctif qui s'insinuent dans le muscle permet d'identifier au mieux les points de faiblesse de celui-ci, pouvant être le siège de lésion. Le travail musculaire pliométrique sera abordé en fin de rééducation, une fois que le travail excentrique et concentrique à haute intensité est maîtrisé (au seuil de douleur à 4/10 maximum). Le renforcement pliométrique a pour intérêt de stimuler le contrôle neuro-moteur de la contraction musculaire avec l'amélioration de la vitesse de raccourcissement des fascicules. Il augmente aussi la raideur du complexe musculo-tendineux, ce qui améliore la transmission de la force développée au sein des sarcomères vers les pièces osseuses.

Le module de Young varie de 0,1 à 480 MPascal [35](Annexe1).



Le muscle est l'un des tissus les plus déformables du corps humain après la graisse et le cerveau.

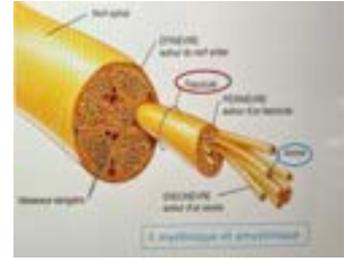
Les principales pathologies rencontrées sont les dystrophies (dégénérescence de la fibre musculaire) et les amyotrophies (suite à une paralysie par compression/traction ou section d'un nerf). Il conviendra de stimuler la fibre motrice avec l'électrostimulation pour éviter une perte des plaques motrices. On rencontre également des dystonies telles que la spasticité; dans ce cas nous privilégierons l'électrostimulation des muscles antagonistes afin d'inhiber les muscles spastiques. [33]

Au plateau canadien, nous travaillerons en électrostimulation (courant dénervé) en plaçant le membre de manière à éviter les compensations et ainsi être sélectif sur le muscle et l'action musculaire ciblés. Il sera possible de faire du travail actif et d'utiliser le débordement d'énergie pour activer la bonne gestuelle en donnant des objectifs. Des postures sont également possibles pour travailler la composante élastique du muscle ou son éventuel spasticité.

Chapitre 5- Les nerfs (SNP): [21][36-37]

(Vue anatomique d'un nerf)

Une fibre nerveuse est un regroupement d'axones entourés par le périnèvre. Ces fibres sont englobées par l'épinèvre, formant le nerf. Un neurone est une cellule nerveuse constituée d'un corps cellulaire, de dendrites (réceptionne les stimuli) et d'un axone (transmet l'information). Ils sont moteurs (dans la corne antérieure de la moelle épinière), sensitifs (dans la corne postérieure de la moelle épinière ou dans les ganglions spinaux), végétatifs (dans la corne antérieure de la moelle épinière) ou mixtes.



Les nerfs ont leur *nervi nervorum* (innervation propre) constitué de fibres nociceptives et neurovégétatives. L'endonèvre ne possède pas de circuit lymphatique [37]; dans notre pratique, nous serons prudents dans nos techniques pour ne pas stimuler la formation d'œdème.

La cicatrisation débute par la dégénérescence wallérienne (Waller 1950). Quand il y a section, la partie distale se modifie par fragmentation et dégénérescence (par les enzymes) avec une atteinte du premier noeud de Ranvier en amont. Dans un deuxième temps se déroule la digestion des débris (par les macrophages) et la prolifération des cellules de Schwann qui finissent par s'aligner en bande de Büngner pour permettre la pénétration des premières fibres de repousse.

La dernière phase est la repousse axonale, par modification du corps cellulaire et maturation de la gaine de myéline. Dès la première connexion d'une des fibres de repousse à un effecteur, un signal est émis, entraînant la dégénérescence des autres bourgeons du faisceau de régénération.

Lors des atteintes nerveuses, les plaques motrices sont les récepteurs musculaires des nerfs moteurs. Ces plaques motrices sont importantes à stimuler pour éviter leurs dégénérescences et ainsi limiter le risque de séquelle musculaire (une atrophie musculaire apparaît en une semaine et une fibrose en un an).

Les récepteurs sensitifs tolèrent mieux la dénervation (sauf pour la sensibilité discriminative).

Il faut compter 45 jours (temps de la réorganisation cicatricielle) suivis d'une repousse d'un millimètre par jour jusqu'à la distalité pour récupérer la fonction du nerf.

En post opératoire, un délai de repos de 8-10 jours est nécessaire pour éviter de tirer sur les sutures [38].

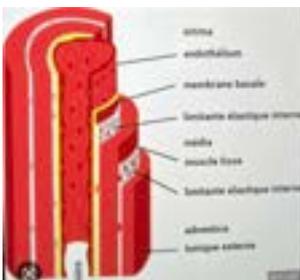
Le module de Young du nerf est compris entre 0,3 et 4,6MPa : grande capacité de déformation.

Les pathologies (provoquées par la compression, la section, la traction) les plus fréquemment rencontrées sont : les névromes, les paralysies, les troubles sensitifs, les greffes.

Sur le plateau canadien nous mettrons en place des coulissements neuro méningés, des exercices en thérapie miroir et un travail du schéma moteur.

Chapitre 6- Les vaisseaux: [12][21][39-40]

(*Vue anatomique d'un vaisseaux*)



Les vaisseaux sont constitués de trois couches dont une couche de muscles lisses.

Pour le réseau artériel, selon leur taille et leur fonction, les artères se divisent en trois groupes : les artères élastiques avec une paroi épaisse, situées près du cœur, (aorte et les ramifications) ont le plus grand diamètre et la plus grande élasticité (taux élevé d'élastine permettant de gérer les variations de pression). Les artères musculaires (ou distributrices) apportent le sang au différents organes, elles ont un diamètre plus petit et contiennent plus de muscles lisses et moins d'élastine : elles sont donc plus actives que les précédentes grâce à la vasoconstriction. Les artérioles ont le plus petit diamètre; parmi celles ci, les plus grosses ont toujours 3 couches tandis que les plus petites se jettent dans la circulation capillaire et ne sont composées que d'une seule couche de cellules musculaires lisses.

Les capillaires avec les lits capillaires se retrouvent dans tous les tissus (en faible quantité pour les tendons et les ligaments et quasiment nulles pour le cartilage, l'épithélium, la cornée et le cristallin de l'œil). Dans les différents organes clés se produisent des actions de captage de molécules (déchets) et de filtrations du sang pour ensuite être ramené vers le

cœur par le circuit veineux. Ce dernier se forme par confluence des capillaires, des veinules (constituées aussi de trois tuniques mais avec une paroi plus mince et une lumière plus grande que ses homologues artérielles). Ce réseau veineux a la particularité de stocker plus de 65% du sang de l'organisme. Par contre les veines ne sont jamais remplies complètement par rapport aux artères, donc la pression est moindre, ce qui leur permet de ne pas éclater. Pour permettre un retour veineux suffisant, plus on se rapproche du cœur, plus le diamètre des veines est important. Ces veines sont équipées d'un système de valvules anti reflux. [40]

La cicatrisation est appelée hémostase : formation d'un caillot de fibrine fournissant une matrice initiale au site de la lésion endothéliale. Ce caillot est constitué de plaquettes agrégées, enchâssées dans un maillage de fibrine réticulée.[12][40]

Le module de Young au niveau des vaisseaux est entre 0,5 - 3,5MPa : grande capacité de déformation.

Les pathologies les plus souvent rencontrées sont les sections des vaisseaux, l'athérosclérose et la sclérodermie [25] (affection généralisée du tissu conjonctif, des artérioles et des micro-vaisseaux, distinguée par l'apparition de fibrose et d'oblitération vasculaire.)

Le plateau canadien permet un travail cutané et/ou articulaire en posture, mais aussi en traction qui est très apprécié pour soulager les douleurs dans ces pathologies enraidissantes.

Chapitre 7- Le capsulo-ligamentaire: [42-44]

Le ligament exerce une fonction de maintien, permettant la stabilité passive des articulations. Soit le système actif (tendons/muscles) suffit à prendre le relais, soit malheureusement par laxité ou rupture, l'intégrité est compromise. Sans intervention chirurgicale, le risque de déformation articulaire est important.

Concernant le module de Young, je n'ai pas trouvé de chiffre précis mais néanmoins une étude montre que le module est différent en fonction du ligament et est assez élevé pour ne pas avoir une capacité de déformation trop importante [2].

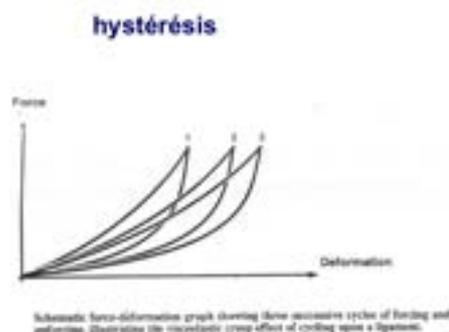
Histologiquement, le ligament est très similaire au tendon mais avec un comportement mécanique non linéaire. Il a une résistance élevée quand la déformation est importante ce qui lui confère son rôle de protection des articulations. L'hypoactivité (immobilisation) lui fait perdre ses propriétés biomécanique (atrophie) tandis que l'activité augmente ses capacités.

Les ligaments sont des tissus conjonctifs fibreux, reliant les éléments os-os. Ce sont des tissus denses formés d'un réseau cellulaire tridimensionnel de fibroblastes (parfois appelés ligamentocytes) qui occupe environ 20 % du volume tissulaire et est entouré d'une structure de macromolécules et d'eau : la matrice extracellulaire (MEC), produite par ces cellules et qui occupe les 80 % restants. (Tableau ci dessous [41]).

Tissus	Ligaments	Tendons
Fonction	liaison os-os	liaison os-muscle
Eau	60 - 70 % de la masse humide	60 - 80 % de la masse humide
Collagène	75 - 80 % de la masse sèche	85 - 90 % de la masse sèche
dont type I	70 - 90 %	>95 %
dont type III	8 - 12 %	< 5 %
autres types	II, V (jusqu'à 12 %), IX, X, XI, XII, XIV	
Elastine	< 5%	2 %
Protéoglycanes	- 1 %	1 - 5 %
Glycoprotéines	< 1 %	

Tableau I-1 :Composition des ligaments et tendons [7-14]

(Composition des ligaments et tendons)



(Courbe d'hystérésis du ligament)

Ces tissus sont essentiellement constitués d'eau, de différents types de collagènes (notamment types I, III et V), d'élastine et de protéoglycanes. Les quantités relatives de ces différents éléments varient selon la nature du ligament.

La cicatrisation est similaire à tous les tissus conjonctifs : dès le 3ème jour, un tissu de granulation apparaît, suivi par la phase de remodelage entre le 15ème et le 28ème jour. Enfin, arrive une phase tardive de récupération des capacités biomécanique du tissu durant plusieurs mois. Dans le cadre d'une opération ligamentaire par greffe, celui-ci passe par une phase de fragilité du 2ème au 4ème mois puis va devenir de plus en plus résistant pour retrouver une solidité normale vers 1 an. [42-44]

La capsule articulaire est un manchon fibreux qui s'attache sur le pourtour immédiat des surfaces articulaires, à proximité du revêtement cartilagineux. Elle présente deux couches : une capsule fibreuse (stratum fibrosum) à l'extérieur et une membrane synoviale (stratum synoviale) à l'intérieur. Cette membrane entoure l'articulation synoviale, contient la cavité articulaire et unit les os. La capsule (associée aux ligaments) assure la coaptation des surfaces articulaires.

La capsule articulaire s'étend du périoste de l'un des os au périoste de l'autre os dans une articulation donnée.

Sa structure histologique n'est pas uniforme : elle comprend des fibres de collagène, des formations élastiques solides, mais aussi des zones plus lâches où les fibres élastiques sont peu nombreuses : ces zones seront le siège de distensions, de ruptures ou de kystes.

La capsule est un facteur de régulation de la pression intra-articulaire et est richement innervée. [45]

La cicatrisation suit un schéma global en 4 phases : hémostase, inflammation, prolifération et remodelage. Un problème survient quand il y a une surproduction de collagène provoquant un épaissement capsulaire, source de raideurs. Si la capsule est trop lâche, cela entraîne une laxité avec les déformations qui en découlent. [46]. Un manque de littérature à propos du module de Young de la capsule est à noter.

Les pathologies du système capsulo-ligamentaire les plus rencontrées sont les entorses et les luxations. Dans certains cas, une atteinte de la plaque palmaire est associée. Une inflammation capsulaire peut provoquer une rétraction : la capsulite.

Le plateau canadien sera utile pour l'échauffement, le travail actif et les postures.

Chapitre 8- La plaque palmaire: [47-49]

C'est un fibrocartilage particulier car il ressemble histologiquement plus à un cartilage qu'à un ligament, bien qu'il ait plus la fonction de ligament que de recouvrement de surface articulaire. Il renforce la partie antérieure de la capsule de l'interphalangiennne proximale (IPP) des doigts. Il en existe également au niveau de l'interphalangiennne distale (IPD) et de la métacarpo-phalangiennne (MP).

La plaque palmaire s'insère en distal sur la deuxième phalange et en proximal sur la première phalange par l'intermédiaire des "Check Reins" et assure (avec les ligaments latéraux et la gaine des fléchisseurs) la stabilité de l'IPP. Elle est présente pour éviter l'hyperextension de l'IPP et ne pas limiter l'amplitude en flexion.

La plaque palmaire joue le rôle d'un système de charnière, permettant à la fois la mise en tension en extension et la plicature proximale lors de la flexion.

[47].

(Vue antéro-latéral d'une plaque palmaire [47])

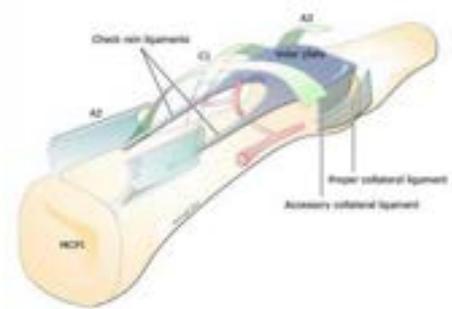
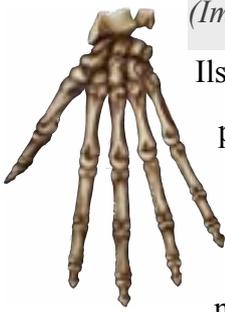


Figure 2: Schéma d'une vue antéro-latérale de l'IPP

La cicatrisation de la plaque palmaire suit les mêmes phases que les tissus précédents. En phase de prolifération la mise en place d'une attelle de gain d'extension ou de flexion est importante [47].

Au plateau canadien il conviendra de faire des échauffements, travail actif et posture.

Chapitre 9- Les os: [21][50]



(Image osseuse d'une main)

Ils constituent la charpente du corps humain. Ils jouent un rôle de soutien et protègent les organes et le système nerveux central (SNC). Ils servent d'insertions musculaires (par les tendons), assurant la fonction de levier. Plus de deux cent os sont présents dans le corps humain. Ils sont composés de nombreuses cellules (telles que les ostéocytes, les ostéoblastes et les ostéoclastes) contenues dans une matrice organique minéralisée riche en cristaux de calcium et de phosphore (servant à la dureté). L'os est le siège d'un processus de renouvellement et de résorption permanent.

La cicatrisation dans le cas d'une fracture se déroule en 4 phases :

- J1-J10: le cal hématique: phase de nettoyage et d'apport du matériel pour la construction du cal
- J2-J15: cal mou (ou cal de granulation) : tissu très vascularisé permettant la différenciation des cellules qui bâtissent un nouveau tissu osseux mou (fibroblaste-chondroblaste-ostéoblaste)
- J15-J21: cal primaire: apparition de fragments osseux au niveau du périoste, formation d'un manchon souple et fusiforme permettant la stabilisation de la fracture. La lignée ostéoblastique élabore la substance ostéoïde à distance du foyer. Elaboration de cartilage (qui se minéralisera secondairement) à partir de la lignée chondroblastique.
- J21-J60: cal dur : Création d'os entre les fragments corticaux, immature au départ et non orienté (de type trabéculaire). Les chondrocytes minéralisent la substance cartilagineuse et transforment le cartilage en os lamellaire. Rétablissement d'une raideur idéale de l'os.
- J60 à plus: remaniement osseux. L'os est soumis à un remaniement type haversien orienté selon les forces subies. L'apparition des ostéoblastes entraîne une néovascularisation avec la création de réseaux haversiens.

Le module de Young est élevé et varie en fonction du type d'os (compact ou spongieux). Par exemple le radius a une valeur moyenne autour de 18600 MPa. [18]

Les pathologies les plus souvent rencontrées sont : les fractures, les pathologies de l'enfant au niveau du cartilage de croissance, les tumeurs osseuses, l'arthrose, l'arthrite.

En fonction de la pathologie sur plateau canadien nous mettrons en place des postures de gain articulaire, de coulissement tendineux ou neuro méningé (notamment pour d'éventuelles adhérences entre os et tissus adjacents). Des tractions seront également possibles pour soulager les contraintes articulaires.

Chapitre 10 - Les mains complexes: translocation, revascularisation

Elle se définit par une atteinte d'au moins deux tissus nobles. Il faudra composer en fonction des tissus atteints, de leurs stades de cicatrisation et de consolidation, en veillant au respect des contraintes supportables par les structures.

Par exemple lors d'une réimplantation de doigt, la cicatrisation tendineuse et cutanée peut être bonne mais la consolidation osseuse en retard. Dans ce cas là, nous sommes limités dans l'usage de nos techniques avec le plateau canadien par rapport aux zones d'appui et contre appui qui se voudront englobantes en pontant le « foyer de cicatrisation».

Il en est de même dans un cas de réimplantation avec cette fois une consolidation osseuse acquise mais une cicatrisation cutanée encore en attente. Dans ce cas là, un avis chirurgical est préférable (amenant éventuellement à une chirurgie reconstructrice par lambeau ou greffe). Les compressions par les points d'appuis et contre appuis sont proscrits pour éviter l'ischémie vasculaire.

Ces exemples montrent que le niveau de cicatrisation est important à connaître pour pouvoir appliquer des contraintes. Je distingue «niveau de cicatrisation» de «délai de cicatrisation». En effet, il faut prendre en compte le stade cicatriciel réel du tissu et non pas le délai de cicatrisation théorique.

Partie 4- le plateau canadien:

Chapitre 1: Histoire:



(Salle de mécanothérapie 1915)[51].



(Plateau canadien avec tige métal et mousse)

L'origine, contrairement à ce que l'on pourrait croire, est peu connue.

Nos propos sont issus du livre sur l'histoire de la rééducation de la main en France écrit par Denis Gerlac. Le Dr Levame fut le premier en 1960 à proposer une formation dédiée aux rééducateurs. En 1965, il sort le livre « rééducation des traumatisés main ».[52]

La mécanothérapie a été décrite en Suède en 1865 par Gustave Zarder pour faire de la mobilisation active et passive, du fait d'un grand nombre de patients par rapport au nombre insuffisant de thérapeutes. Elle permettait également au médecin de contrôler la bonne exécution de la mobilisation ainsi que les axes, l'intensité et l'amplitude. A l'époque c'était surtout les médecins qui faisaient et peu les aides rééducateurs.

A partir de 1908, l'arthromoteur arrive, ce qui permet au patient de ne pas actionner lui-même la machine et donc la séance dure plus longtemps, est plus intense et engendre moins de fatigue au patient.

Avant la première guerre mondiale, le développement des appareils augmente. Par la suite les blessés sont plus nombreux alors la pouliothérapie est née. Pour la main, c'est la naissance du plateau canadien. Le système n'a jamais été breveté. Les différents fabricants ne font que reproduire un système déjà vu. A. Bañada a remonté les origines jusqu'en 1930 avec le professeur Grossiord mais là encore rien n'est confirmé. [53]

Au cours de l'histoire beaucoup d'appareils ont été créés. Les plus connus sont ceux pour les musiciens. Seul le plateau canadien a trouvé sa place dans la rééducation actuelle. [53-55]

De nos jours c'est un indispensable de la rééducation de la main en France. Dans les autres pays (hors Europe de l'Ouest) il a été constaté une non utilisation du plateau canadien. [56].

Certains ont breveté un plateau et une technique d'utilisation du plateau canadien: la MAPS Therapy par exemple (mobilisation analytique progressive et séquentielle). Nous en aborderons les notions dans un paragraphe à venir. [57]

Chapitre 2: Description du plateau canadien:

C'est un outil de rééducation de la main appartenant à la mécanothérapie, qui permet de stimuler le mouvement réflexe et/ou volontaire, de travailler de façon spécifique et/ou globale un membre supérieur, de favoriser la coordination intersegmentaire et intrasegmentaire et de travailler la force musculaire et l'endurance.

Un plateau est soit en bois, soit en polyéthylène (pour la facilité d'entretien), de différentes tailles mais toujours perforé avec plus ou moins d'écart. Ces écarts, quand ils sont réduits, permettent une meilleure précision dans les appuis et contre-appuis.

Des tiges de bois ou d'aluminium sont insérées dans les trous pour faire les appuis, les contre-appuis ou encore les poulies de réflexion d'élastique. On peut également les recouvrir de mousse de différents calibres pour rendre l'appui plus confortable et augmenter la surface de contact. Le silicone permet d'avoir soit un effet levier (pour augmenter ou diminuer la tension mise sur la poulie de réflexion des élastiques) soit une mobilisation de la peau par rapport au plan sous jacent.

Il existe également des tiges de différents diamètres, pivotantes, permettant par exemple le travail de la flexion/extension des doigts.

Buts:

- Gérer les compensations du membre supérieur.
- Augmenter le temps des séances
- Autonomiser le patient dans ses exercices

Ce sont les seuls buts propres au plateau canadien.

Indications:

- Gain d'amplitude articulaire
- Étirement musculaire et nerveux
- Coulissement neuro-méningé
- Coulissement tendineux (mobilisation des articulations avec posture d'une autre partie).
- Étirement cutané
- Étirement du fascia et mobilisation par rapport au plan sous jacent
- Retrouver une coordination motrice correcte
- Travailler un muscle déficitaire voire paralysé
- Renforcement musculaire
- Travail du schéma moteur (grâce entre autres à la thérapie miroir)
- Décompression articulaire (notamment en rhumatologie).

Cela nous donne plusieurs **contextes** pathologiques à prendre en compte dans nos choix de techniques.

Pré requis d'installation du patient:

- Bien positionner le patient vis à vis du plateau canadien: axe du corps décalé par rapport au plateau pour éviter l'adduction d'épaule et le valgus du coude (en fonction des possibilités du patient). On peut jouer avec la position du corps du patient pour un travail plus complet du membre supérieur avec une plus ou moins grande ouverture/rotation externe de l'épaule.

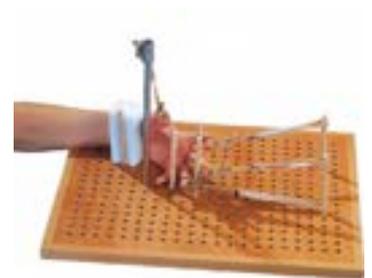
Exception possible: dans le cadre d'un SDRC, utiliser l'hémi-espace sain permet une possibilité de travail sur la main pathologique.



- Dans le cas d'un problème supplémentaire au niveau de l'épaule ou du coude on positionne le plateau canadien différemment, avec plus ou moins de rotation interne/externe d'épaule. Il est possible de surélever le plateau d'un côté (à l'aide d'un flexibarre cranté permettant plusieurs niveaux de posture) favorisant une meilleure position du coude et une meilleure visibilité pour le patient sur ses exercices digitaux.



- Cas particulier du pouce: il conviendra d'avoir des potences ou un plateau vertical pour s'adapter à la physiologie particulière du pouce.

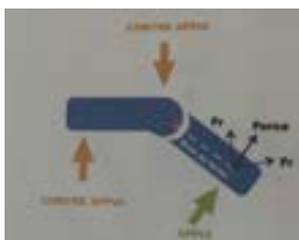


(photo issue du site FIRN)

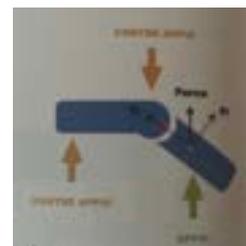
Chapitre 4 -La quantification de la force d'application:

Les principes d'applications des forces: [59]

- appui/contre-appui: tout comme les orthèses, pour que la force (statique ou dynamique) soit appliquée au bon endroit il faut des appuis et des contre-appuis bien placés. Ils sont les garants de la stabilité du montage. La répartition de ces points d'appui permet de déterminer l'action du montage. Un appui doit être perpendiculaire au bras de levier (fig. 1), sinon il peut entraîner de la compression ou de la distraction de l'articulation (fig. 2).

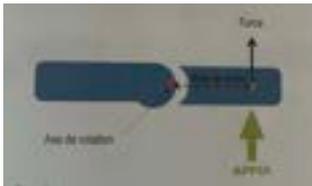


(Appui/ contre appui - Fig 1)[59]

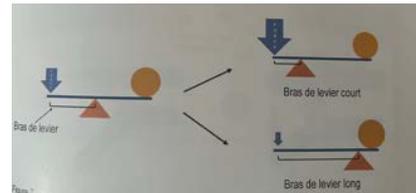


(compression/distraction - Fig 2)[59]

- La longueur du bras de levier (Fig 3) est définie par la distance entre l'axe de rotation et la zone d'application de la force. Plus la longueur du bras de levier est grande, plus la force appliquée sur l'articulation est grande. Donc avec un grand bras de levier, la force de mobilisation ou de posture nécessaire doit être faible. Cela nous permet d'atteindre notre but sans avoir besoin d'appliquer une trop grande force et ainsi éviter une éventuelle ischémie de la zone. Cette notion est importante pour l'efficacité et le confort du montage.



(Longueur bras de levier - Fig 3) [59]



(Bras de levier - Fig 4) [59]

- Il est important aussi de ne pas ponter d'articulation, sauf dans le cas d'un travail global (posture ou travail actif).

- La surface de contact : La force est liée à la pression : $\text{force} = \text{pression} * \text{surface}$. Donc plus la surface de contact est importante, plus la pression appliquée sur une zone donnée est faible. Cela permet d'éviter les éventuels points d'ischémie.

- Traction pour éviter l'effet came ou tenaille. (comme dans toute mobilisation manuelle dans le but d'un gain articulaire). [60-61].

- **Dans le cadre de recherche de gain de mobilité :**

Il faut que ce soit confortable donc on augmente la surface de contact de l'appui. En pratique pour la peau, on ne va pas plus loin que le blanchiment [23-24]. Pour les tendons, il faut un étirement supportable ne devant pas dépasser 4/10 à l'EVA [8]. Dans le cadre d'un gain d'amplitude articulaire, il faut sentir que l'on arrive en bout de course, en rajoutant si possible de la traction pour éviter tout effet calé ou tenaille.

Dans la littérature il est préconisé les forces de traction et les temps d'application. [62] 250g/cm² à 850g/cm² et doit rester en dessous du seuil d'occlusion artériolaire pour être toléré.

L'expérience a montré qu'une augmentation de douleur 1 à 2 heure post séance est nécessaire et suffisante pour une bonne efficacité. Dans le cas contraire on aurait tendance à être pro inflammatoire ou inefficace.

- **Dans le cas de recherche gain de force musculaire:** [63-64]

Au niveau de la main, les forces moyennes de serrage sont de 40kg pour les hommes et 30kg pour les femmes. Le key pinch est à 7kg pour les femmes et 9kg pour les hommes [63](Annexe 8). Lorsqu'un renforcement musculaire est réalisé, la RM (résistance maximale pour laquelle le patient est capable de réaliser le mouvement une fois) est incontournable. Ensuite en fonction du type de renforcement (endurance, puissance, vitesse), de la course musculaire (interne/externe/moyenne) et du mode de contraction (excentrique/concentrique/isométrique/ pliométrique), un protocole de renforcement est appliqué. Il convient également de placer les appuis et contre-appuis en suivant les principes expliqués précédemment mais avec une notion d'évolution dans le temps en fonction des progrès. [64]

Exemple: renforcement des intrinsèques de la main par un travail d'écartement et de gainage de D5. Mise en place de la main avec éviction des compensations du coude et du poignet. Une partie des intrinsèques s'insère sur le système extenseur en distal de l'IPP. Nous mettons un bras de levier court pour commencer cet exercice à une résistance donnée (que l'on aura déterminée grâce à la recherche de la RM). Tant que le doigt ne tient pas gainé (en rectitude) il est inutile d'augmenter le bras de levier. Si on augmente trop tôt ce bras de levier alors l'IPP subira une contrainte que les muscles ne géreront pas, le système capsulo-ligamentaire prendra le relais et subira des contraintes inutiles et délétères.



Au départ



Après amélioration du gainage

Chapitre 5 -Pour qui:

La rééducation sur plateau canadien est accessible pour tout le monde, même les patients n'ayant pas la capacité de compréhension et de réalisation de l'exercice. En effet les compensations sont contrôlées, mais cela nécessitera une surveillance accrue.

L'intérêt pour les enfants est peu probant car nous privilégierons des exercices ludiques et fonctionnels. Il est possible d'inventer des exercices ludiques avec le plateau canadien, mais il existe tellement d'autres possibilités d'exercices pour un enfant que le plus pertinent n'est pas forcément l'utilisation à tout prix de ce plateau. Nous tiendrons compte de l'ossification de l'enfant et dans le cas d'une main congénitale, les radiographies seront nécessaires pour voir où appliquer les appuis et contre appuis. [62]

Les patients anxieux peuvent être compliqués à traiter. Être seul avec sa main pathologique face à sa douleur et/ou son vécu d'un éventuel échec doit être pris en compte. Il sera important de bien accompagner le patient dans les premières séances et de faire une progression adaptée à ses inquiétudes.

Chapitre 6- Les contre-indications relatives et précautions :

L'inflammation et **l'instabilité osseuse** semblent être des feux rouges pour l'utilisation du plateau. Il existe d'autres techniques plus pertinentes et moins à risque. En effet le but du plateau est une augmentation du temps des séances et une facilité de mise en place des exercices avec autonomisation du patient. Il faudrait tellement de précautions que ce serait trop chronophage pour le rééducateur.

Comme feu orange, citons **l'œdème**. Cet œdème va gêner les gains d'amplitudes articulaires. De par le changement de l'axe de rotation, les effets came et tenaille vont apparaître donc nous ne serons pas spécifiques ni efficaces dans notre technique (voir délétère) car les structures opposées seront étirées. [60]. Néanmoins, avec l'aide de l'électrostimulation et de la co- contraction nous pouvons contrecarrer cet effet: la balance bénéfices/risques s'équilibre. D'autres techniques (drainage,...) paraissent plus pertinentes

pour le patient à ce moment là. [33]. L'adjonction d'une compression par coheban est également bénéfique..

Comme drapeau orange nous évoquons aussi la **douleur** (à prendre en compte dans la plupart des cas) qu'il faut toujours mettre en relation avec le contexte pathologique du patient. Par exemple pour un gain en extension sur l'IPP suite à une entorse de la plaque palmaire, il faudra dépasser le seuil douloureux pour être efficace dans nos postures. A l'inverse, pour un flessum d'IPP dans le cadre d'un SDRC, nous travaillerons en infra douloureux. L'écoute du ressenti douloureux du patient est important afin d'évaluer son confort et son éventuelle appréhension.

Chapitre 7 - Quand utiliser le plateau canadien:

Après avoir décrit ces notions d'utilisation correcte du plateau canadien, on peut voir émerger une réflexion de prise de décision de nos techniques sur le plateau canadien.

Première étape : déterminer le tissu lésé (tenir compte du contexte pathologique).

1er cas : Si la pathologie est récente (et documentée) ou en post-opératoire les tissus atteints sont connus.

2ème cas: si présence de raideurs: les tests référencés sur la main ainsi que les différents types d'arrêts (non référencés) donnent une bonne indication de la structure lésée [68](annexe 5).

Le module de Young du tissu sain est connu, ainsi nous avons une idée de sa capacité de déformation. La récupération de l'intégrité mécanique du tissu lésé est essentielle.

Deuxième étape: déterminer le niveau cicatriciel (pas forcément le délai de cicatrisation).

La phase de prolifération semble le point de départ à l'utilisation du plateau canadien. Néanmoins, dans le cas d'une pseudarthrose, le délai de cicatrisation est théoriquement passé mais le niveau de cicatrisation n'est pas atteint pour une utilisation sans risque du plateau canadien (cf contre-indications). Ou encore dans le cadre d'un SDRC pris précocement en

charge avec une phase inflammatoire importante et un œdème, les délais de cicatrisation sont passés depuis longtemps mais les tissus sont encore en phase inflammatoire.

Troisième étape: déterminer le but à atteindre.

Après un bilan des déficits et des incapacités du patient, nous serons en mesure de déterminer les objectifs à atteindre et les moyens/indications (gain articulaire, étirement musculaire...) pour y parvenir.

Conclusion: Il est nécessaire d'effectuer ces étapes afin d'adapter au mieux nos techniques en fonction du patient et de sa pathologie. (Annexe 4)

Partie 5- Les différentes techniques sur le plateau canadien: statique/dynamique

Au fur et à mesure de mes stages et de mes recherches, je me suis rendue compte qu'il y avait une multitude de façon d'employer le plateau canadien et encore plus de variantes pour un même objectif. J'ai donc pris la décision arbitraire de classer les différentes techniques rencontrées dans la littérature ou en cabinet/centre de cette façon : statiques ou dynamiques. Par manque de littérature, aucun consensus n'existe. Vu que je compare le plateau canadien à une attelle tant au niveau de ses principes que de ses indications, il me semble opportun de continuer dans cette analogie pour le classement des techniques rencontrées. Encore une fois, il y a une multitude de possibilités d'exercices pour un même objectif et nous n'avons pour limite que notre imagination. Le recensement que je fais se veut le plus général possible.

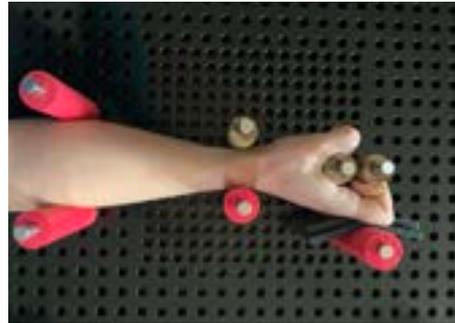
Statique:

- Postures:

Celles-ci consistent à mettre en position de fin d'amplitude le tissu pendant un long moment. D'un point de vue articulaire, plusieurs approches existent en mobilisation telles que le TERT(Total End Range Time) et les LLPS (Low Load Prolonged Stress)[66][68-71]
Elles permettent de travailler la peau, le système musculo-squelettique, le système capsulo-ligamentaire.

Posologie :10 minutes est une durée suffisante, avec une intensité tolérable par le patient (4/10 EVA [8]).

Exemple: gain articulaire IPP et IPD

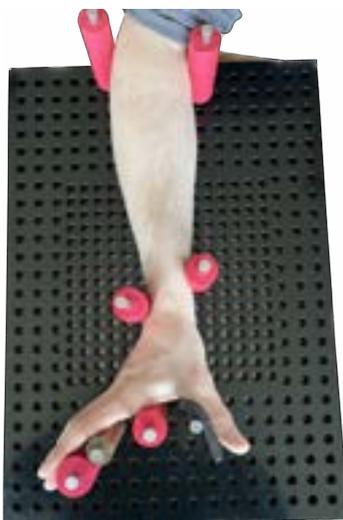


- Étirements pour spasticité ou raideur musculo-tendineuse :

Cela consiste en une mise en tension du système musculo-tendineux pour un gain sur les muscles, les tendons (et la peau). Il en existe plusieurs types (statique, contracté-relâché).

Posologie : trois fois 1 minute en position d'étirement avec un ressenti par le patient de tension et non de douleur. Pour le système musculo-squelettique il est préférable de faire des étirements en fin de séance, sans exercices musculaires par la suite.[72-73]

Exemple: étirement musculaire (+/- spastique). Il est également possible de placer le patient de profil pour un travail de rotation ou ouverture d'épaule.



- La traction:

Elle permet une décompression de l'articulation ciblée, en statique ou en dynamique (afin de combiner les degrés mineurs aux degrés majeurs de l'articulation).

Elle favorise l'activité du cartilage de croissance chez les enfants (par alternance compression-traction), et diminue les contraintes pour les atteintes rhumatologiques.

Posologie : dans l'axe de l'articulation, pendant 5 minutes, suivi d'un relâchement doux de la traction.

Exemple: avec doigtier japonais sur l'IPP de D3 chez un patient arthrosique.



- Mise en position cutanée maximale ou mobilisation cutanée:

Elle permet de mobiliser la peau par rapport au tissu sous jacent ou d'étirer la peau.

Posologie : jusqu'au blanchiment cutané et arrêt lors de la recoloration tissulaire.

Exemple: brûlure face dorsale de la main, on tourne les petites tiges de silicone pour mettre en tension la peau: mobilisation cutanée.



Ou mise en position cutanée maximale associée à une traction cutanée:

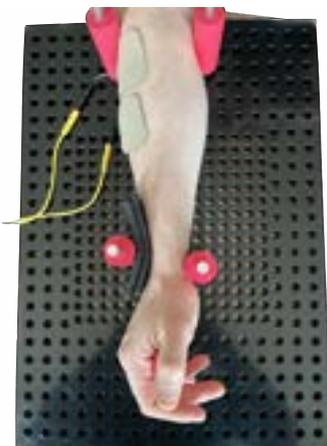


- Travail d'un muscle paralysé:

On positionne le membre de manière à éviter les compensations et on utilise l'électrostimulation en courant pour muscle dénervé (stimule la fibre musculaire et évite la perte des plaques motrices).

Posologie: une contraction musculaire doit être palpable à chaque impulsion. Au début, nous utiliserons un courant rectangulaire pour atteindre le plus de fibres dénervées. Ensuite un courant trapézoïdale permet d'atteindre des fibres innervées et dénervées. Dès que la contraction n'est plus ressentie on arrête : la capacité maximale de fatigabilité de la fibre musculaire est atteinte.

Exemple: travail des extenseurs du carpe après compression du nerf radial.



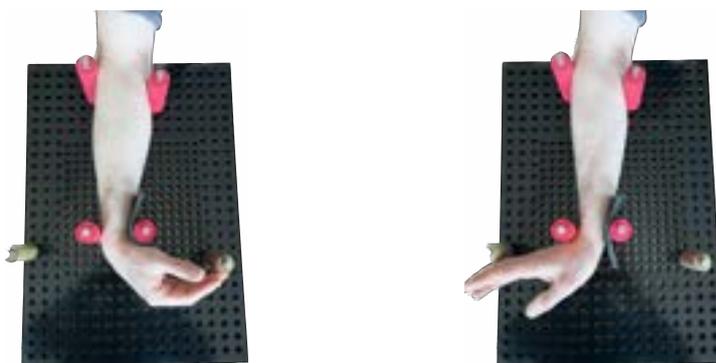
Dynamique:

- L'échauffement:

L'échauffement tissulaire permet une préparation en vue d'un travail musculaire plus intense par la suite (en diminuant les contraintes internes de tous les tissus et les risques de blessures).

Posologie: 5-10 minutes d'un travail répétitif dans une grande amplitude de mouvement, avec une résistance très faible, voire nulle.

Exemple: échauffement en flexion-extension du poignet avec pour objectif de toucher les tiges marron.



- La mobilisation active: (dans un secteur d'amplitude donnée/ d'une articulation donnée)

C'est une technique ayant plusieurs indications telles que le travail spécifique musculaire, le coulissement des tendons ou le travail du schéma moteur.

Permet de travailler le SNC, le muscle, le tendon, le système capsulo-ligamentaire.

Posologie : une durée de 10 minutes est conseillée (en tenant compte de la fatigue centrale que cela peut entraîner chez les patients atteints de pathologies du SNC).

Exemple 1: travail du couple premier interosseux dorsal et opposant du pouce.

Exemple 2: travail analytique sur une main spastique (soit extension du poignet soit extension des doigts).



Ex1.



Ex 2:Poignet



Ex 2: Doigts

- Le coulissement:

Cela consiste en un glissement d'un tissu par rapport à un autre : peau-tendon, peau-fascia, tendon-os, fascia-nerf, et toutes les combinaisons possibles.

Posologie : 10 minutes. Pour être efficace, il faut que le patient atteigne la fin d'amplitude. Pour du coulissement neuro-méningé une dizaine de mouvements suffisent à activer la circulation propre des nerfs. [36] [74].

Exemple: coulissement neuro dynamique du nerf médian au poignet avec objectif pour le poignet de toucher les tiges de métal.

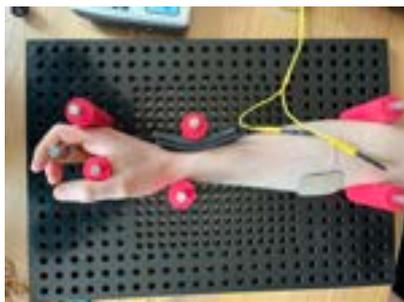


- Travail des adhérences avec l'électrostimulation:

L'objectif est le travail des adhérences tendineuses (par rapport à la peau, l'os, la gaine ou un autre tendon) dans le sens proximo-distal, lorsque la récupération active n'est pas complète.

Posologie : 15-20 minutes. Le choix du placement des électrodes est prédéterminé, est déjà bien renseigné [68] et ne sera pas abordé ici.

Exemple: travail des fléchisseurs profond et superficiel des doigts.



- Travail des raideurs par le mouvement:

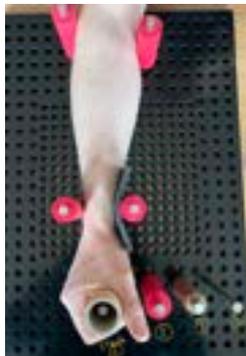
Cela consiste en un travail des amplitudes de tous les tissus par un mouvement plus ou moins fonctionnel (par exemple des exercices dérivés du Kabat [75]).

Posologie : une vingtaine de répétitions pour chaque mouvement avec des objectifs à atteindre, dans les fins d'amplitudes.

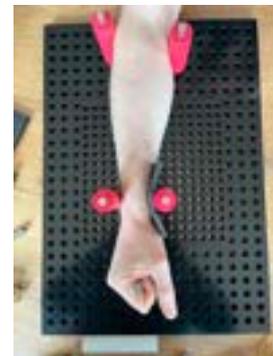
Exemple: travail de l'enroulement de la main. On peut utiliser les tiges (mousses rouges) comme guides pour ensuite enrouler les doigts autour de la tige la plus distale. En progression, nous pouvons diminuer la taille du cylindre (du stade 1 à 4 par exemple) pour augmenter l'amplitude en fermeture de la main. L'aspect ludique et visuel est apprécié par le patient.



Position de départ.



Stade 1



Stade 4

- La thérapie miroir: [76-78]

Elle a pour rôle le travail du schéma moteur afin de leurrer le cerveau pour aider les patients à réintégrer le membre supérieur dans leur SNC. Un travail de latéralité devra bien entendu être effectué en amont.

Posologie : 10 minutes. Il faudra poser le miroir verticalement entre des tiges et mettre la main pathologique de l'autre côté pour que la personne voit sa main saine dans le miroir en pensant que c'est sa main pathologique. On peut aussi utiliser une tablette et pré-enregistrer la main saine (avec un retournement de la vidéo) pour leurrer le cerveau tel l'appareil Dessintey.

Exemple: thérapie miroir avec miroir sur le côté ou avec tablette pour voir la vidéo de sa main saine retournée. Plateau avec plus ou moins d'inclinaison en fonction de la fatigue du patient.

Avec miroir:

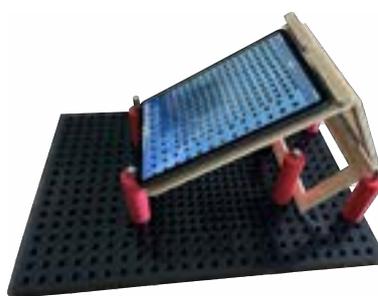


Avec tablette:

Sans inclinaison:



Avec inclinaison :



- Le renforcement musculaire:

Cela se définit comme un travail des fibres musculaires, induisant une augmentation des capacités musculaires en endurance, force, ou vitesse, dans une course musculaire donnée.

Posologie : elle dépend du but à atteindre et de la RM calculée. Il existe plusieurs techniques de renforcement musculaire [64] statique et dynamique. Par exemple la technique de Delorme et Watkins (dynamique) préconise un travail à la 10 RM (ce qui équivaut à 80% de la 1 RM). à raison de 3 séries de 10 répétitions, 4 fois par semaine (la cinquième séance servira au calcul de la nouvelle RM); les deux premières séries constituent un échauffement.

Exemple: travail des extenseurs radiaux du carpe



Exemple d'utilisation ou de mauvaise utilisation:

Montage avec main en extension poignet et doigts avec des appuis et contre-appuis sur l'avant-bras, la paume et les IPD:

Cet exercice n'est pas valable en cas:

- De fracture osseuse non consolidée ou de recherche de gain articulaire analytique car trop de ponts articulaires entrent en jeu.
- D'atteinte nerveuse récente (par exemple du nerf médian): le positionnement entraîne une hypoxie du nerf.
- De suture récente.



En revanche il est possible pour un :

- Étirement des muscles fléchisseurs.
- Étirement du nerf médian en stade cicatriciel avancé.
- Travail de l'ouverture de la main (sclérodermie, brûlure face antérieure main et/ou avant-bras,...).

On voit dans ce simple exemple que nous pouvons faire plusieurs hypothèses avec des exclusions obligatoires en tenant compte simplement: de la pathologie, du tissu lésé, du délai de cicatrisation et de la technique employée.

Partie 6- Discussion:

Nous pouvons nous lancer sur la pleine utilisation de cet outil. Il est incontournable dans notre prise en charge de la main en France, sans être indispensable. En effet dans plusieurs cabinets visités, il n'est pas sur-sollicité et les résultats de prise en charge sont tout aussi satisfaisants.

La thérapie manuelle [79][80] est une grande part de notre savoir-faire et est largement utilisée dans toutes les pathologies rencontrées. Alors pourquoi cet engouement pour ce plateau?

J'ai diffusé un questionnaire (Annexe 6) par le biais du GEMMSOR, des réseaux sociaux et dans ma promotion de DIU du 23 mars 2023 au 15 avril 2023. Il avait pour objectif de cerner l'utilisation que les rééducateurs font du plateau canadien. J'ai utilisé Google forms pour créer le questionnaire. Les résultats ont été traités au courant du mois d'avril 2023.

J'ai obtenu 126 réponses. Parmi les répondants 56,3% sont des femmes et 43,7% des hommes. La population interrogée était essentiellement des rééducateurs spécialisés (90,5%) exerçant en France (84,1%), dont 11,9% sont ergothérapeutes et 89,7% sont kinésithérapeutes, (27% étant également orthésistes). Le plateau canadien est utilisé chez 88,9% des rééducateurs, en milieu de séance en priorité (64,3%), en fin de séance (55,6%) et en début de séance (39,7%) en fonction de l'objectif recherché. L'objectif principal est le gain articulaire (86,5%), l'étirement musculaire et le coulissement tendineux (69%) et la mise en position cutanée maximale (57,1%). La population interrogée estime que la douleur (39,7%) est une contre indication et 33,3% des rééducateurs pensent qu'il n'y en a aucune. Les contextes les plus employés sont la traumatologie (93,7%), la rhumatologie (47,6%) ainsi que le SDRC (46%). Pour ceux n'employant pas le plateau canadien, ils disent ne pas en voir l'utilité dans leur prise en charge car ils n'ont pas de quantité suffisante de patient pour investir (18%) et qu'ils n'en voient pas l'intérêt (18%). Pour ceux utilisant le plateau, ils trouvent que le défaut de cet outil est le temps de mise en place (28,7%) et la peur d'être délétère (25,4%). La surveillance à apporter au patient et un manque de contrôle précis des tensions ont été cités. Pour ce qui est du plateau en lui même les rééducateurs utilisent en grande partie des mousses cylindriques (90,5%), des lanières de cuir (77,8%), des appareils d'électrostimulation (73%),

des doigtiers japonais (45,2%) et des plaques en mousses (61,9%). Un rééducateur a fait part de l'utilisation d'arceaux.

Tout le monde s'accorde pour utiliser cet outil mais faut-il codifier son utilisation? Y aurait-il un intérêt à le faire? Seul l'argument de l'evidence based practice (EBP) dirait que oui.

Les avantages du plateau canadien sont l'autonomisation et la responsabilisation du patient, ainsi que la liberté de temps amenée au rééducateur. Cela permet également d'avoir un temps de travail allongé sur le tissu à traiter ou encore de diminuer les contraintes internes avant les mobilisations manuelles.

Les inconvénients du plateau canadien peuvent ils être améliorés?

L'autonomisation et la responsabilisation permettent au patient de devenir acteur de sa rééducation. En portant une vigilance particulière au tempérament du patient, il pourrait être intéressant de lui apprendre, à s'installer au plateau canadien au cabinet, afin de le reproduire à la maison pour améliorer les bénéfices (par exemple en cas de travail d'adhérences tendineuses, le patient peut louer un appareil d'électrostimulation et majorer les effets avec un plateau). Même si les attelles sont là pour faire un travail constant, elles ne sont pas forcément la seule solution car elles n'empêchent pas toutes les compensations du membre supérieur.

En regardant sur internet j'ai vu des jeux pour enfants ou encore des raquettes qui pourront convenir à moindre coût (entre 9-13€) avec des tortillons de bois (en magasin de bricolage). (Annexe 7)

Un autre inconvénient du plateau est sa mise en place ardue dans certains cas. Comme pour tout outil, c'est en pratiquant que l'on devient efficace. Malgré ce défaut, le gain obtenu (grâce au travail tissulaire) mérite que l'on s'y intéresse.

La notion de durée et de moment dans la séance est peu référencée. Sur les fascias il a été montré qu'une durée de vingt minutes permettait un travail du tissu sur sa longueur [28]. En effet, comment savoir le temps nécessaire (en fonction du tissu et du temps de déformation) pour être suffisamment bénéfique? Pour ce qui est des étirements et de la mobilisation active, peu d'écrits nous informent sur ce sujet. Le choix de la période la plus

intéressante au cours d'une séance est important à définir. En début de séance, il faudra privilégier des techniques d'échauffement et en fin de séance plutôt des techniques de posture. Tout cela nous paraît évident par l'expérience, mais encore une fois la littérature est pauvre à ce sujet.

Des études pourraient être menées afin d'objectiver l'intérêt du plateau en comparaison à d'autres techniques manuelles/instrumentales ainsi que sa place pendant la séance (en début, à la suite de techniques manuelles ou entre plusieurs exercices).

On pourrait se poser la question de l'intérêt d'être aussi minutieux pour main avec autant de paramètres. A la taille d'un doigt, est-ce-que le bras de levier est si délétère quand on l'augmente? Dans le domaine des orthèses les questions ont été abordées et montrent le côté délétère du non respect de ces notions[58-59].

Nous pourrions tenter d'optimiser l'utilisation du plateau canadien: trouver une application (si réalisable) pour chaque technique tissulaire connue (os, peau, tendon, muscle, nerf). Par exemple dans le cadre des techniques sur les différentes approches de mobilisations articulaires, on peut retrouver [47]:

- L'approche de Kaltenborn, se basant sur la biomécanique articulaire qui utilise des tractions et des glissements.
- L'approche de Maitland, s'appuyant sur la perception des symptômes (douleur et raideur) lors de mobilisations d'amplitude et de vitesse variables.
- Le concept de Mulligan se basant, lui aussi, sur la perception des symptômes mais lors de mobilisations passives en glissement couplées à un mouvement actif.
- Le concept du TERT (Total End Range Time) qui sera abordé dans un prochain paragraphe.
- On retrouve aussi : les HBLS (Hugh Load Brief Stress) intégrant les mobilisations passives et les exercices actifs et les LLPS (Low Load Prolonged Stress) comptant les postures et le traitement par orthèses de gain d'amplitude.

Toutes ces approches seraient transposables en exercices sur le plateau.

Pour aller plus loin, il conviendrait de décrire plus de techniques de mobilisation d'un tissu par rapport à un autre en se basant sur les données actuelles de la science et pas seulement sur quelques exemples. En cela, la MAPS Therapy est une avancée énorme.

La MAPS Therapy, brevetée par Vicenç Punzola Izard, est une technique avec un « plateau canadien » de sa conception et de nombreux accessoires supplémentaires.

Sur leur site on peut lire que : « The Canadian board is a mechanotherapy tool already used for hand rehabilitation, but there was no methodology describing use. Working with the Canadian board and discovering its possibilities has allowed us to improve the quality of our treatments. The creation of new adaptations comes from years of observation and constant research.

The result of all this work is Maps Therapy, our system for functional rehabilitation of the hand and upper extremity through innovative mechanotherapy. » [57]

Ce sont des exercices analytiques traitants la structure en fonction de son état biologique, et suivants le concept de TERT (Total End Range Time) [66][68]. Ce concept est développé par Flowers. Il se base sur le postulat que l'augmentation d'amplitude articulaire est proportionnelle à la durée de maintien de l'élongation tissulaire. Cela agirait sur le tissu conjonctif dans sa cicatrisation en jouant sur les paramètres de longueur et de résistance. La notion de temps est plus importante que celle d'intensité.

La MAPS Therapy permet également un ajustement plus précis des forces appliquées au cours d'un mouvement grâce à plusieurs systèmes comme des plateaux pivotants.

La MAPS Therapy a pour objectif d'améliorer la performance des séances tout en ne perdant pas en qualité de soin. Ce n'est pas plus de travail pour le rééducateur une fois bien maîtrisée. Elle renforce l'autonomie des patients.

Les objectifs sont multiples, la MAPS Therapy raisonne surtout par structure (tendon, muscle, ligament, capsule, fascia et peau) [54]. Elle est basée sur les dernières tendances de la science fondamentale appliquée à la thérapie des mains et des membres supérieurs. Les références sur lesquelles elle se base sont la bio mécanique et la cicatrisation tissulaire. La MAPS Therapy est un concept très pertinent et très efficace. Par respect pour les formations existantes, je n'irai pas plus loin dans l'explicatif de son contenu.

Ce travail est un point de départ pour de nouvelles recherches.

« On ne trouve que ce que l'on cherche et on ne cherche que ce que l'on connaît » (Pr. Moutet)

Partie 7 - Conclusion:

Ce mémoire m'a permis de mieux appréhender la réflexion à avoir pour optimiser l'utilisation d'un outil tel que le plateau canadien.

Ce mémoire m'a permis de voir l'importance du plateau canadien dans la rééducation de la main en France et à quel point il est utile pour tous types de pathologies, d'exercices, de patients. Les délais de cicatrisation et les contre-indications relatives sont des notions incontournables afin d'optimiser l'utilisation du plateau canadien.

Concluons par le fait que, malgré le peu d'études validant son utilisation, l'expérience montre son efficacité. C'est un instrument polyvalent, évolutif et adaptable.

Toutefois même avec un tel outil, il ne faut pas oublier que rien ne remplace la main du rééducateur et son expertise.

Bibliographie:

[1] Biomechanics: Principles and Applications Selected Proceedings of the 3rd General Meeting of the European Society of Biomechanics Nijmegen, The Netherlands, (21-23 January 1982).

[2] Grosset JF., « Biomecanique des tendons et des ligaments »: http://up13.staps.free.fr/Files/Other/Biomeca_Tendon+Ligament- M2 JF 2015-2016 - pdf etudiants M2 EBNS.pdf

[3] SAUTY B. et al, « Introduction à la Biomécanique », (14/03/2022), Culture Science de l'ingénieur.

[4] C. HERTOUGH, UFR STAPS de l'Université des Antilles : <http://calamar.univ-ag.fr/uag/staps/cours/anat/new/biom.htm>.

[5] B. Robert, « Etude des Propriétés Viscoélastiques des Tissus Mous par Elastographie IRM. Une Approche Multi-Echelle », Université Paris-Diderot - Paris VII, (2009), 17 Jan 2011, HAL open science.

[6] Clayton T. Mckee, J. Last, P. Russell, C. Murphy, «Indentation versus tensile measurements of Young's modulus for soft biological tissues», Tissue engineering. Part B, Reviews, (2011) p.155-164. (Tableau)

[7] Thiébaud, « Fabric. tissu », (1961) 2012 - CNRTL, p. 89. <https://www.cnrtl.fr/definition/hystérésis>

[8] Giuseppe Rabita et al, « Améliorer sa récupération en sport : Chapitre 6. Étirements et libération des contraintes articulaires », Open Edition INSEP, p. 87-107.

[9] (https://rmbio.sorbonne-universite.fr/tissus_conjonctifs_differeents_types)

[10] Listrat A. et al, « Hierarchical mechanics of connective tissues: integrating insights from nano to macroscopic studies », Journal of Biomedical Nanotechnology, (2014), 10 (10), pp.1-44. 10.1166: <https://hal.science/hal-01002237> Submitted on 28 May 2020.

[11] https://fac.umc.edu.dz/vet/documents/Cours_et_Td/TESSU_CONJONCTIF.pdf.

[12] Korntner S, Lehner C, Gehwolf R, Wagner A, Grütz M, Kunkel N, Tempfer H, Traweger A. « Limiting angiogenesis to modulate scar formation ». Advanced Drug Delivery Reviews Volume 146, (2019), p.170-189 .

- [13] Démarchez M., « L'HÉMOSTASE PRIMAIRE, LA COAGULATION ET LA FIBRINOLYSE » (2014): <https://biologiedelapeau.fr/spip.php?article77>.
- [14] J. L. Moake, « Revue générale de l'hémostase », LE MANUEL MSD, Version pour professionnels de la santé, (oct. 2021).
- [15] Mesplié G. 2021. Thérapie de la main: examen clinique et outils de prise en charge rééducative avancée du poignet et de la main. Sauramps Médical, (2021), p. 133-159.
- [16] Brody L. T. (2012). « Effective therapeutic exercise prescription: the right exercise at the right dose ». *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 25(2), 220–232.
- [17] Naoki Ikeda et al, « Effects of Instrument-assisted Soft Tissue Mobilization on Musculoskeletal Properties », *Medicine & Science in Sports & Exercise*, p.2166-2172.
- [18] Meyrueis, P., et al. « Biomécanique de l'os. Application au traitement des fractures. » *EMC - Rhumatologie-Orthopedie*, vol. 1, no. 1, 2004, pp. 64–93.
- [19] Prévost S. et Souvanlananh T., Lycée du Coudon - La Garde (2018 - 2019) : http://www.tpe-les-tissus-osseux.sitew.fr/Mecanique_de_1_os.B.htm.
- [20] Gras L-L., « Caractérisation du comportement mécanique du muscle à différentes vitesses de sollicitation », (2011). Hal open Science ENAM-0036.
- [21] Rancaño J. Et al, « Grand atlas d'anatomie humaine ». Vigué-Martin édition desiris 2006.
- [22] Heather L. Orsted et al, « La peau: anatomie, physiologie et cicatrisation des plaies: composants de la peau les structures sous jacentes, changements et différences, cicatrisation des plaies », MD CCMF IHWCC. Soundtrack Canada.
- [23] J.M Rochet, F Hareb, « Brûlure et rééducation », *Pathologie Biologie* Volume 50, Issue 2, Mars 2002, Pages 137-149, Elsevier Masson. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0369811401002784>.
- [24] ROCHETJ.M.,LUCAE.YOUBIY etal Rééducation de la main brûlée: problématiques, objectifs,moyens, principes, règles et conseils. In : FONTAINE C., LIVERNEAU P., MASMEJEAN E. Cours européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main. Montpellier : Sauramps Medical, 2009, p. 503- 514.
- [25] Pommeret Lucile, « La Main et la Sclérodémie », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, 2021.

- [26] Samir Boudrahem, « Le tissu conjonctif, un rôle de soutien mais encore ? », *Kinesither Rev* 2022;22(251):1–2 *Journal of Biomechanics*, Elsevier Masson.
- [27] Boutan M. et Casoli V., « Main et préhension entre fonction et anatomie », *Sauramps médical* (2005).
- [28] Di Marco Aurélien, « Le rôle des fascias dans la main saine. Apport des nouvelles connaissances dans le traitement rééducatif », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2021).
- [29] Li Wan a et al, « Connexin43 gap junction drives fascia mobilization and repair of deep skin wounds », Elsevier Masson , *Matrix Biology*. (2021) 97, 5871
- [30] R. Dolina, « État actuel des connaissances dans la cicatrisation tissulaire des lésions myo-tendino-aponévrotiques et implications thérapeutiques », *Kinesither Rev* 2022;22(251):18–23.
- [31] « La cicatrisation myotendineuse et le travail de remise en charge », *Kinésithérapie, la Revue*, Volume 22, Issue 251, (2022), Pages 18-23, Elsevier Masson.
- [32] Masson ML. Allen HS, « thé rate of healing of tendons: an experimental s'tu d'y of tensile strength », *Ann Surg.*(1941), 113(3): 424-59.
- [33] D. Thomas, Systematic use of « electroactive mobilization ». 1976 international network of the american society of hand therapists, (1984) vol 2 number 1.
- [34] F. Goubel et al., « Biomécanique : éléments de mécanique musculaire », (2003), Masson.
- [35] Lavigne T. et al, « Caractérisation mécanique d'un tissu mou : le muscle passif », (21/03/2022), *Culture et Science de l'ingénieur*.
- [36] Delmotte A. Et al, « Jonction neuromusculaire et nerf périphérique : du normal au pathologique. Physiologie du nerf traumatisé », *Eselvier Masson Neurochirurgie* Volume 55, Supplement 1, March (2009), Pages S13-S21 , *Science Direct*.
- [37] Pommerol P., «Ostéopathie et thérapie manuelle du tissu neuro-méningé », (2013), *Sauramps médical*.
- [38] J.-C. Murison, « Chirurgie des nerfs périphériques » (03/06/22), [44-075] - Doi : 10.1016/S0246-0467(22)61735-5.

- [39] Kris B. de Roos, « Effect of texture and microstructure on flavour retention and release », *International Dairy Journal*, Elsevier Masson, Volume 13, Issue 8, 2003, Pages 593-605.
- [40] A. Drochon et R. Chotard-Ghodsnia, « Le sang et les cellules circulantes: de la rhéologie aux enjeux cliniques », *La Houille blanche* N°4-2005.
- [41] A. Leroy, « Ingénierie tissulaire du ligament: association de copolymères dégradables et de cellules souches mésenchymateuses », *Hal open science*, (2014).
- [42] TAYON B. « Cicatrisation tendons et ligaments », *Kinésithér Scient* 2003,438:7-16 - 10/11/2003.
- [43] COUTURIER CH., « la cicatrisation ligamentaire », *Kinésithér Scient* 2005,459:9-12 - 10/10/2005.
- [44] Coudreuse JM., « Lésion ligamentaire des membres inférieurs : Gérer la reprise du sport », *la médecine du sport. Com.*
- [45] Médecine des Arts Montauban, « La capsule articulaire » : <https://www.medecine-des-arts.com/fr/article/articulations-synoviales-anatomie-artistique-lecon-54/capsule-articulaire.php>.
- [46] Hardy G., « Étude de la corrélation entre l'épaisseur de la capsule articulaire du coude et ses amplitudes articulaires », (2022) *Hal Open Science*.
- [47] Mesplié G. 2021. *Thérapie de la main: examen clinique et outils de prise en charge rééducative avancée du poignet et de la main*. Sauramps Médical, (2021), p.79-87
- [48] J.-M. Coudreuse 1 , J. Rodineau, «Entorses des articulations interphalangiennes proximales des doigts longs », *Journal de Traumatologie du Sport*, Volume 39, Issue 2, (2022), p. 99-114.
- [49] Sergeant C., « Lésions de la plaque palmaire de l'interphalangienne proximale vues secondairement avec un flexum supérieur à 20 degrés ». mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2017).
- [50] Moizan H., « Cicatrisation osseuse alvéolaire », MTC et CHU Rouen: <https://www.mtc-rouen.com/wp-content/uploads/sites/26/2020/09/Cicatrisation-osseuse-alveolaire.pdf>.
- [51] Image issue du site <https://amtcollections.fr/produit/dept-03-106-vichy-vue-generale-de-la-salle-de-mecanotherapie/>).

- [52] Gerlac D., « Histoire de la kinésithérapie de la main en France », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2003).
- [53] Grossiord, « Held' Medecine de rééducation ». Flammarion (1981).
- [54] Baïada, Boudou, Pontich, Quilici V, « La séance de rééducation de la main- le GEMMSOR en Aveyron » (2002).
- [55] Balcon J., « Outils et matériels nécessaires au kinésithérapeute pour la rééducation de la main, Un plateau minimum », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2019).
- [56] Roy N., « Un tour du monde des pratiques (à propos de 9 visites) », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2017).
- [57] www.mapstherapy.com MAPStherapy et <https://mapstherapy.com/inicio/?lang=en>.
- [58] Mourey F., B. Grumler B., « La réalisation des orthèses de la main: conseils pratiques en fonction de l'examen clinique »: <https://kinedoc.org/work/kinedoc/7476d4fc-02ad-4d35-89f6-cdcf45d9cabc.pdf>.
- [59] Bailly N., « Orthèses de la main et du poignet: des principes à la confection », Sauramps médical (2022).
- [60] R. Tubiana et J-M. Thomine, « Mouvements de la main et du poignet- Les mouvements des doigts » in La main- Anatomie fonctionnelle et examen clinique, Masson, (1990), p.45-60.
- [61] Kessler RM, « Conséquence of pure roll or pure slide movements. Modified from hertling D,: management of common musculoskeletal disorders : physical therapy principales and metb-ads », ed 2, philadelphia, (1990), JB Lippincott.
- [62] Higgins A et Lalonde DH, « Flexor tendon repair postoperative rehabilitation: the St John protocol » *plats reconstr Surg Glob Open* (2016), 4 PRS Global Open.
- [62 bis] Van Wetter, « Appareillage physiologique en chirurgie de la main par traction élastique douce », *Mem.A2cad.chir.* (1960), 86, 335-341.
- [63] Werle S. et al, « Age-and Gender-Specific Normative Data of Grip and Pinch Strength in a Healthy Adult Suisse Population », *Journal of Hand Surgery* (2009), vol 34 p.76-84.

[64] J. PEYRANNE, « Les techniques de renforcement musculaire », Ann. Kinésithér., (1989), t. 16, n° 6, p.293-298 © Masson, Paris.

[65] Fourier J, « La Spécificité de l'Appareillage Orthétique de la Main de l'Enfant de moins de 3 ans. », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2019).

[66] Ph. Maquaire, « LES ETIREMENTS, Une approche de l'amélioration de la Mobilité, la souplesse par les étirements », Laboratoire Recherche Littoral en Activités Corporelles & Sportives, (RELACS), ULCO. Stretching tendons : Whats can se do ABD why se should challenge pur bises. Part 2, (2015).

[67] Mesplié G. 2021. Thérapie de la main: examen clinique et outils de prise en charge rééducative avancée du poignet et de la main. Sauramps Médical, (2021), p. 133-159.

[68] K. R., & LaStayo, P. C. (2012). « Effect of total end range time on improving passive range of motion. 1994 ». *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*, 25(1), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.12.003>.

[69] Fleming J., « Long-term Relationship between Duration of Treatment and Contracture Resolution Using Dynamic Orthotic Devices for the Stiff Proximal Interphalangeal Joint, (2011) Journal of Hand therapy.

[70] C. B. Seffrin Et al, « Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization: A Systematic Review and Effect-Size Analysis », West Chester University, Pennsylvania Volume 54 Number 7 (2019).

[meme] Cristina B. Seffrin Et al, « Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization: A Systematic Review and Effect-Size Analysis., Journal of Athletic Training (2019);54(7):808–821.

[71] GEMMSOR et al, « Rééducation de la main et du poignet: anatomie fonctionnelle et techniques », chapitre 15 p. Elsevier Masson (2013).

[72] GEMMSOR et al, « Rééducation de la main et du poignet: anatomie fonctionnelle et techniques », p.137, Elsevier Masson (2013).

[73] G. Gremion, « Les exercices d'étirement dans la pratique sportive ont-ils encore leur raison d'être ? Une revue de la littérature », Rev Med Suisse (2005) ; 1 :1830-4.

[74] TM institut, « techniques neurales dans la prise en charge des pathologies du membre supérieur ».

[75] Bertinchamp U., « Concept PNF : facilitation proprioceptive neuromusculaire (concept Kabat-Knott-Voss) », (28/12/09), Suisse Elsevier Masson, (Doi : 10.1016/S1283-0887(10)51680-3).

[76] Sionneau, Vincent, et al. « Apport de la thérapie miroir en rééducation chez l'hémiplégique. » Kinésithérapie, la revue, vol. 11, no. 118, 2011, p. 15–19.

[77] Spicher CJ et al, « Rééducation sensitive des douleurs neuropathiques » (3eme édition) (2015) Montpellier, Paris: Sauramps Medical.

[78] Rulleau, Thomas, et al. « Importance du moment de la journée et de l'âge sur une pratique en imagerie motrice. » Kinésithérapie, la revue, vol. 17, no. 184, 2017, pp. 90–91.

[79] Baritoux P., « Les Techniques Manuelles en rééducation de la main Description, EBP et Place dans l'arsenal », mémoire du DIU européen de rééducation et d'appareillage en chirurgie de la main, (2021).

[80] A.BERTHE, « Intégration du bio-feedback dans le programme de rééducation de la main », Ann. Kinésithér., 1988, t. 15. nO 6, pp. 332-334 Masson, Paris, (1989).

Bibliographie en plus:

[] Brand PW. et J Hand Ther., « Mechanical factors in joint stiffness and tissue growth ». (1995), J Hand Ther 8(2):91-6.

[] Hoard AS, Bell-Krotoski JA, Mathews R., « Application of biomechanics to tendon transfers ». J Hand Ther. (1995) Apr-Jun;8(2):115-23.

[] Mountney J, Blundell CM, McArthur P, Stanley D. « Free tendon interposition grafting for the repair of ruptured extensor tendons in the rheumatoid hand. A clinical and biomechanical assessment ». J Hand Surg Br. 1998 Oct;23(5):662-5.

[] Gauthier J.C, « Étude mécanique en traction des ligaments du genou * Spécimens entiers et éprouvettes », Ann. Kinésithér., (1984), t. II, nO 9, p. 377-380 Masson, Paris.

ANNEXES

Annexe 1:

Tissu	Gamme (MPa)	Module de Young moyen (MPa)	Référence
Tendon	43-1660	560	33, 132-138
Muscle	480	480	137
Peau	21-39	30	139-138
L&K	1-15	10	139-141
Cornée	0.1-11.1	3.0	40, 142-145
Osmaxillaire	0.6-4.9	2.7	146-150
Moelle épinière et matière grise	0.4-3.6	2	151-154
UNV	0.6-3.5	2	155-158
Le tissu mammaire	Aucune valeur		

Annexe 2:

Phase/Compartiment	Caractéristiques/Propriétés/Processus/Événements	Cellules/Cellules/Cellules/Cellules	Exemples de localisations
Coagulation	Coagulation, formation de fibrilles, rétraction, contraction, adhérence, prolifération	Plaquettes, érythrocytes, leucocytes, fibrocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
Inflammation	Phase de lésion	Plaquettes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
	Phase de réparation	Fibrocytes, kératinocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
	Phase de prolifération	Fibrocytes, kératinocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
	Phase de maturation	Fibrocytes, kératinocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
Remodelage	Phase de lésion	Plaquettes, érythrocytes, leucocytes	Zone de lésion
	Phase de réparation	Fibrocytes, kératinocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
	Phase de prolifération	Fibrocytes, kératinocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation
	Phase de maturation	Fibrocytes, kératinocytes	Zone de lésion, zone de cicatrisation

Annexe 3:

Tableau 2. Phases de la cicatrisation des plaies et l'analogie Kane*

Phase de cicatrisation	Temps après la perte d'intégrité	Cellules impliquées au phase de cicatrisation	Fonction ou activité	Analogie à la réparation de la machine
1. Hémostase	Immédiat	Plaquettes	Coagulation Libération des facteurs de croissance	Arrêt du saignement des tubes
2. Inflammation	Jours 1 - 4	Neutrophiles Macrophages Mastocytes	Phagocytose	Les travailleurs non qualifiés nettoient le chantier
3. Prolifération (granulation et contraction)	Jours 4 - 21	Macrophages Fibrocytes Lymphocytes Angiocytes Neurocytes Fibroblastes Kératinocytes Cellules épithéliales	Remplissage de la cavité de la plaie Rebuildissement de la fonction de la peau Fermeture de la plaie	Entrepreneurs ou superviseurs Travailleurs spécifiques Plombiers Electriciens Ingénieurs Couvriers et charpentiers
4. Remodelage (maturation)	Jour 21 - 2 ans	Fibrocytes Fibroblastes	Développement de la résistance à la traction	Chariots de finition

Annexe 4:

	Structure, module de Young (MPa)	Cicatrisation/ quand utiliser le plateau canadien	Pathologies	Technique plateau
Peau	21-39	Autorisation utilisation plateau dès que plaie supporte le contact	Brûlure, gelure, cicatrice Lambeaux	Échauffement doux, Mise en position cutanée maximale, posture
Fascia	Non trouvé	Jour 4 en phase de prolifération	Dupuytrun, faciite nécrosante	Échauffement doux, mobilisation active. Posture
Tendon	43-1660	Mobilisation sans contrainte à 4 jours et contraintes à deux mois après avis chirurgical	Suture, adhérence, kyste	Échauffement, Mobilisation dans les degrés d'amplitude autorisés passif et actif, electrostimulation
Muscle	480	-3 semaine: pour contrainte. -immédiatement: Electro pour paralysie sans opération	Paralysie, atrophie, spasticité	Échauffement, Electrostimulation, Renforcement
Nerf	0,4- 3,6 pour moelle épinière	J10 pour mobilisation sans contrainte et deux mois pour opération	Greffe, hyper ou hypoesthésie, névrome, compression	Thérapie miroir, étirement, coulissement neuro-méningé
Vaisseau	0,6- 3,5	Après J10	Sclérodémie, suture, greffe	Posture, mobilisation douce active
Capsulo-ligamentaire	Non trouvé	Directement	Raideur,arthrose , arthrite, arthrolyse, entorse	Échauffement, Posture en traction, glissement d'un tissu par rapport à un autre
Plaques palmaires	Non trouvé	Immédiatement	Entorse, arrachement	Échauffement, Posture et mobilisation active, electrostimulation
Os	20000	Dès la sortie d'immobilisation sans contrainte	Fracture, luxation, métastase	Échauffement, Mobilisation active, posture

Annexe 5: les tests de la main et tests des arrêts :

-*Kiligore* : teste les extrinsèques (extenseurs) pour des adhérences en zone 6 (5 et 4) par mise en flexion du poignet et des MP empêche la flexion IPP

-*Équilibre des fléchisseurs*: permet de voir une adhérence ou rétraction des fléchisseurs par mise en extension du poignet et MP empêche l'extension des IPP.

-*Finochetto* : teste les intrinsèques en regardant la rétraction ou adhérence des interosseux: la flexion d'IPP est possible si MP fléchie mais devient impossible dès que MP étendue.

-*Colditz* : pour tester la rétraction des lombricaux. C'est *Finochetto* + flexion IPD limitée par la mise en extension des MP

-*Test rétinaculaire de Haines*: teste le ligament rétinaculaire oblique : la mise en extension de IPP empêche la flexion de IPD

-*Test de rétraction des ligament latéraux* : la flexion IPP est impossible quelque soit la position de la MP + limitation des mouvements latéraux.

- Le test des arrêts : n'est pas référencé dans la littérature mais empiriquement, nous avons des indications :

arrêt dur : raideur fixée , en profondeur: os, capsule et ligament,

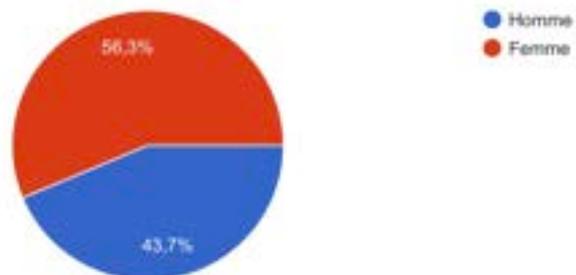
demi mou: adhérences muscles-os ou tendon-os,

mou: peau tendon, œdème .

Annexe 6: questionnaire

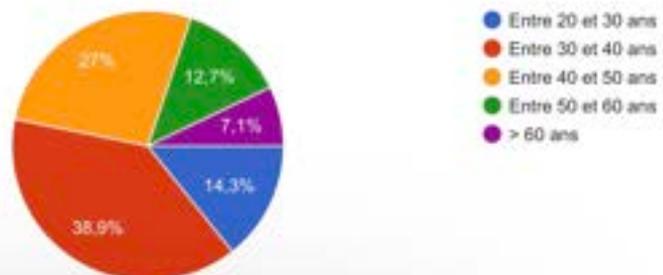
Qu'êtes-vous?

126 réponses



Dans quelle tranche d'âge vous situez vous?

126 réponses



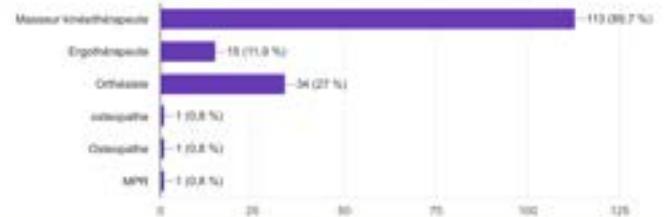
Réducteur spécialisé main ou non

126 réponses



Quelle profession exercez vous

126 réponses



Dans quel pays exercez vous?

Copy



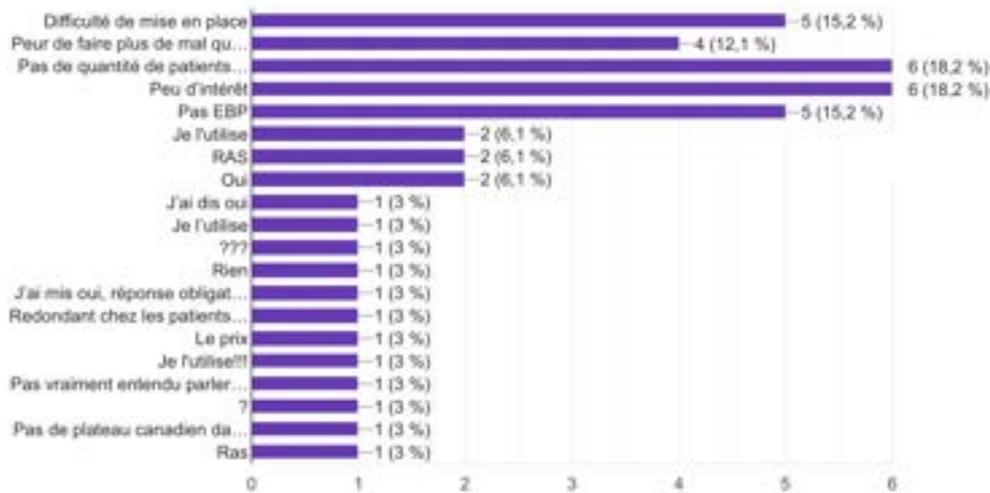
Exerceriez-vous actuellement la profession spécialisée dans votre pays?

Copy



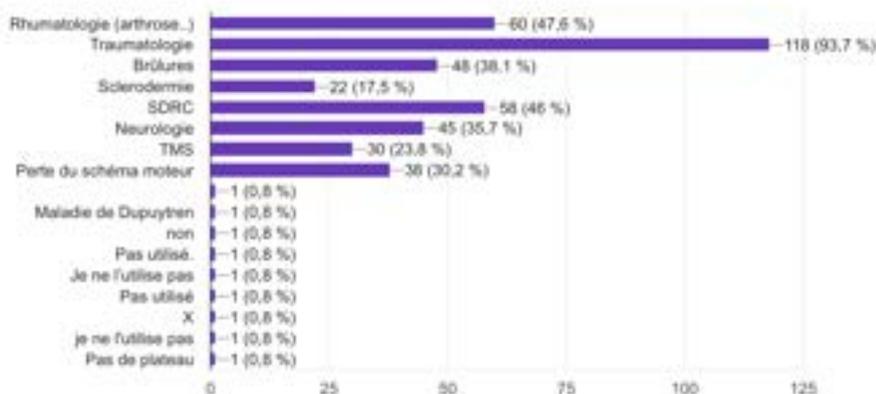
Si non, pourquoi ?

33 réponses



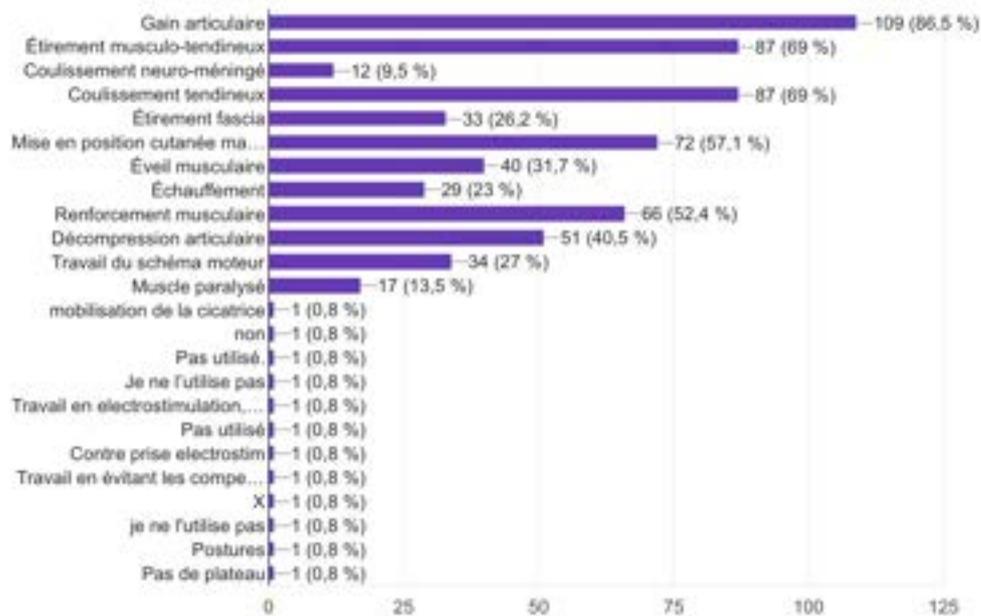
Dans quel contexte l'employez vous?

126 réponses



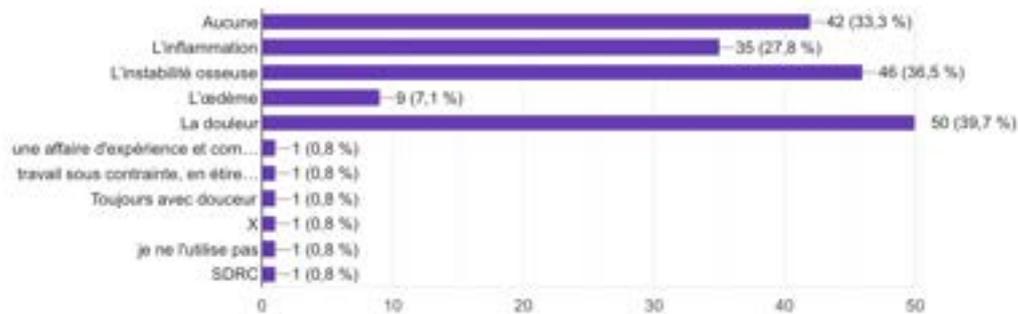
Si oui, dans quel but l'utilisez vous ?

126 réponses



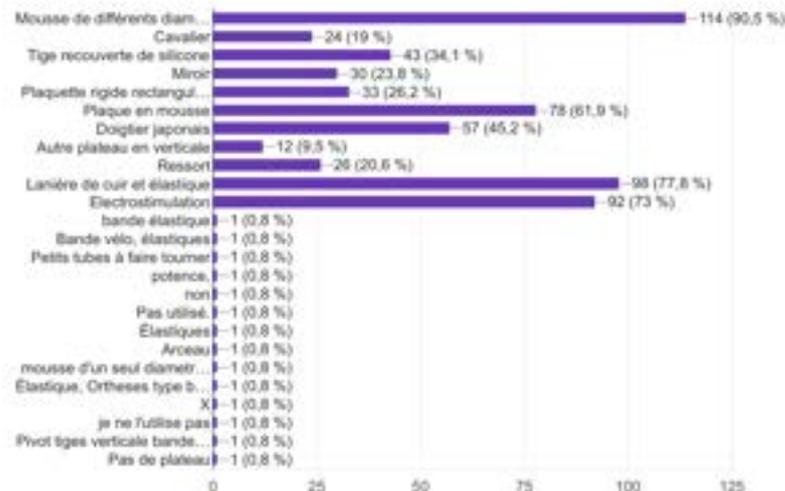
Pour vous quelles sont les contre-indications à utiliser le plateau canadien

126 réponses



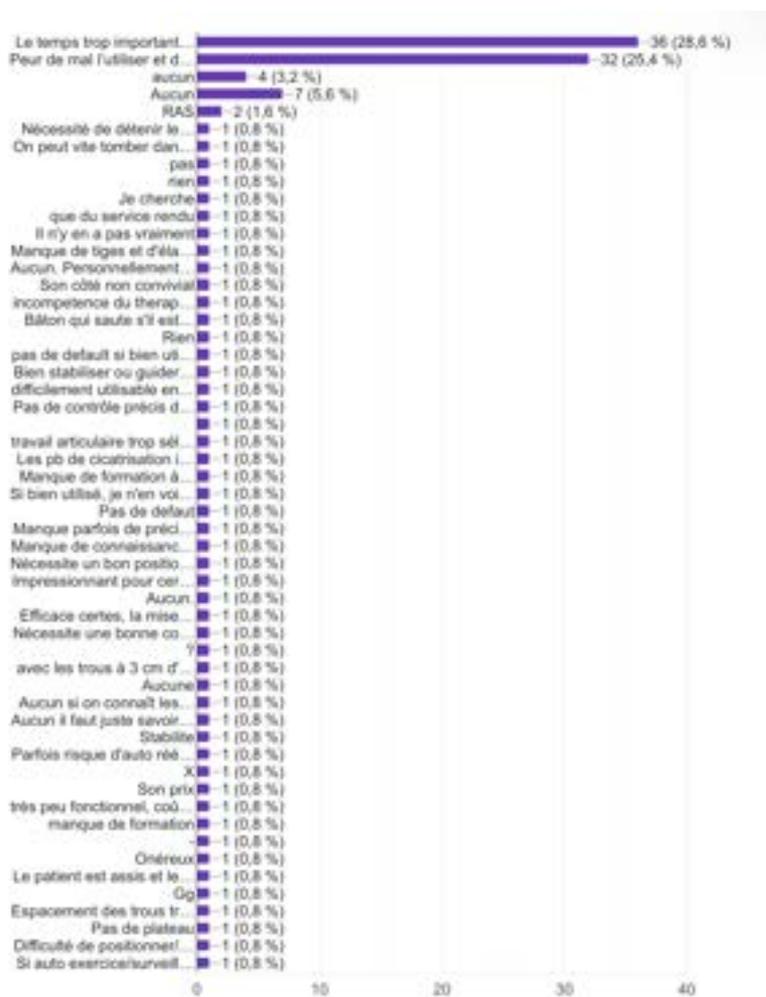
Ajoutez vous d'autres outils au plateau pour augmenter son utilisation tant au niveau confort que varier son usage dans les prises en charge

126 réponses



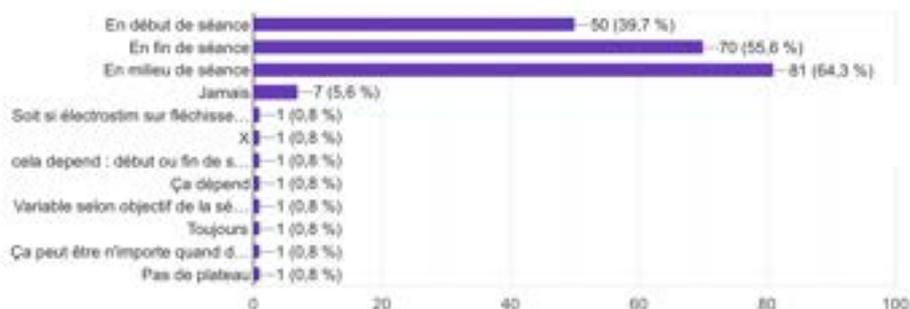
Quels sont pour vous les défauts de cet outil

126 réponses



Quand utilisez vous le plateau canadien dans votre pratique

126 réponses



Annexe 7:



Annexe 8:

