

# RMO

## Relative Motion Orthosis

### Orthèse de position relative de l'articulation métacarpo-phalangienne de doigt long en flexion ou en extension

Laurence Munaut  
Kinésithérapeute et orthésiste de la main  
Cabinet d'orthèses de Micheline Isel  
IEM Luxembourg



**Correcteurs :**

Professeur Régis Legré  
Monsieur François Delaquaize

**Membres du jury :**

Professeur François Moutet  
Docteur Alexandra Forli  
Monsieur Denis Gerlac

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme Inter Universitaire Européen de  
Rééducation et d'Appareillage en Chirurgie de la Main  
sous la direction du docteur Alexandra Forli.

Promotion 2019-2021.

# Remerciements

La vie met des choses en place de façon à permettre à tout un chacun de s'émerveiller et de s'enrichir grâce à des échanges, des rencontres et des partages.

C'est donc avec énormément de gratitude que je remercie toutes les personnes rencontrées au fil de ma carrière qui m'ont donné envie de développer le domaine de la rééducation et de l'appareillage de la main. Ma passion pour ce domaine a toujours été présente même si je m'en suis éloignée à certains moments, ce retour en puissance depuis ces huit dernières années n'en finit pas de me réjouir au quotidien.

Je remercie :

- Le professeur Michel Merle pour la création de l'Institut Européen de la Main sur le sol luxembourgeois. Son dynamisme et sa réactivité sont tellement impressionnants.
- Micheline Isel qui m'a accueillie au sein de son cabinet d'orthèses. Sa générosité et ses partages m'ont beaucoup enrichie.
- Le docteur Thomas Jager pour ses idées et ses remarques pertinentes qui m'ont permis de développer le sujet de ce mémoire.
- L'équipe de chirurgiens de l'Institut Européen de la Main de Luxembourg : Andréa Falcone, Christophe Camps, Germain Pomares et Christophe Duysens qui ont joué le jeu et accepté mes propositions d'appareillage.
- Mes collègues : Sandrine Isel, Djamel Makhloufi et Laura Mahmoudi sans qui ce projet n'aurait pas abouti. Leur soutien et leur encouragement tout au long de cette formation ont allégé sa lourde charge. Sans oublier Laurence Isel, toujours prête à rendre service et nos patients qui ont gentiment accepté les différentes prises de photos.
- Le professeur François Moutet, le docteur Alexandra Forli et Denis Gerlac pour l'organisation de ce Diplôme Inter Universitaire Européen et son adaptation au contexte particulier 2020-2021.
- Tous les enseignants qui ont pris la parole lors de nos cours théoriques.
- Les maîtres de stage qui m'ont accueillie pour parfaire cette formation.

- Les correcteurs de ce mémoire qui ont accepté la lecture de ce travail.
- Marie Fiten pour m'avoir accompagnée en stages ainsi que tous mes collègues de cette promotion particulière marquée par le Covid, pour tous les échanges que nous avons eus et que nous poursuivrons.
- Sandrine Lavallé, mon amie de toujours qui m'a aidée pour la mise en page de ce mémoire et qui égaie chaque moment partagé.
- Mes parents, mes frères et sœur ainsi que tous les membres de ma famille qui croient en moi et qui sont toujours d'une écoute bienveillante.
- Toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont épaulée lors de ce cheminement.
- Je terminerai ces remerciements pour mon mari Marc et mes trois garçons : Ugo, Noah et Mahé. Leur compréhension et leur présence à mes côtés sont un des cadeaux qu'ils m'offrent au quotidien.

# Table des matières

Remerciements.....	2
Note aux lecteurs.....	7
Liste des abréviations.....	8
1. Introduction .....	9
2. Du joug à la « Relative Motion Orthosis ».....	10
3. Biomécanique des doigts longs .....	12
3.1. Enroulement et déroulement des doigts longs .....	12
3.1.1. Flexion des doigts : enroulement global sans résistance.....	12
3.1.2. Extension des doigts : déroulement.....	13
3.2. Flexion de la MCP et position intrinsèque plus .....	14
3.3. Extension de la MCP et position extrinsèque plus.....	15
3.4. Position relative de la MCP et effet quadrige de Verdan.....	16
3.4.1. Position relative de la MCP.....	16
3.4.2. Effet quadrige de Verdan .....	16
3.5. Pencil test ou test du crayon.....	19
4. Relative Motion Orthosis : Nomenclature, indications et protocoles.....	21
4.1. Nomenclature de base .....	21
4.2. Compléments et adaptation de l'orthèse de base .....	23
4.3. Principe et catégories d'utilisation.....	24
4.3.1. La RMO comme orthèse de protection .....	25
4.3.2. La RMO comme orthèse d'exercices .....	26
4.3.3. La RMO comme orthèse d'adaptation .....	28
4.4. Indications et protocoles de traitement .....	29

4.4.1.	RME et prise en charge des lésions des tendons extenseurs en zones 4 à 7 après réparation.....	29
4.4.2.	Protocole avec RME lors de lésion et rupture de la bandelette sagittale .....	38
4.4.3.	RMF et déformation en boutonnière .....	40
4.4.4.	RMF : maladie de Dupuytren et déficit d'extension après fracture de doigt .	50
4.4.5.	Prise en charge postopératoire du tendon fléchisseur : le futur est-il la RMF?.....	50
5.	RMO et confection : Matériaux, conseils pratiques, trucs et astuces.....	55
5.1.	Les matériaux.....	55
5.1.1.	Orfit® Strips.....	55
5.1.2.	Orficast ® "Thermoplastic on a roll".....	56
5.1.3.	Orfit®/Rolyan® sous forme de plaque.....	57
5.1.4.	Velcros de fermeture .....	59
5.2.	Les outils.....	59
5.2.1.	Mètre, stylo à bille, crayon et papier.....	59
5.2.2.	Sécateur et ciseaux .....	60
5.2.3.	Bac d'eau chaude et résistance pour travailler l'Orficast.....	60
5.2.4.	Jersey tubulaire.....	60
5.2.5.	Goniomètre et cales d'amplitude IPP.....	61
5.2.6.	Décapeur thermique et briquet .....	61
5.3.	Confection de l'orthèse RMO.....	62
5.3.1.	Nombre de doigts dans la RMO de base : trois ou quatre doigts ? .....	62
5.3.2.	Astuces de moulage pour la RMO de base .....	63
5.3.3.	Astuces de moulage pour le bloc de limitation .....	64
5.3.4.	Pièges .....	66
5.3.5.	Tutoriel et indications pour la confection de la RMO.....	67
6.	Expérience au sein de notre équipe .....	69

7. Conclusion.....	71
8. Annexes .....	72
Annexe 1 : Quelques exemples de prise en charge avec la RMO au sein de notre service .....	72
➤ Madame B.D.....	72
➤ Monsieur G.P.....	74
➤ Madame G.L.....	75
Annexe 2 : Anatomie des doigts longs .....	76
➤ Anatomie articulaire .....	76
➤ Anatomie tendineuse et musculaire de la main .....	81
9. Références bibliographiques .....	92
10. Références iconographiques .....	96

## Note aux lecteurs

Toute référence anatomique détaillée dans ce travail se trouve en « Annexe 2 ».

Quant aux illustrations, leurs sources originales sont répertoriées dans une iconographie en fin de ce mémoire.

## Liste des abréviations

D2 : Deuxième doigt  
D3 : Troisième doigt  
D4 : Quatrième doigt  
D5 : Cinquième doigt  
EAM : Early Active Motion (= MAP ; Mobilisation Active Précoce)  
EDM : Extensor Digiti Minimi (= extenseur propre du cinquième doigt)  
EIP : Extensor Indicis Proprius (= extenseur propre de l'index)  
ECD : Extenseur Commun des Doigts  
FPD : Fléchisseur Profond des Doigts  
FSD : Fléchisseur Superficiel des Doigts  
IO : Inter-Osseux  
IOD : Inter-Osseux Dorsaux  
IOP : Inter-Osseux Palmaires  
IP : Inter-Phalangienne  
IPD : Inter-Phalangienne Distale  
IPP : Inter-Phalangienne Proximale  
LCA : Ligament Collatéral Accessoire  
LCP : Ligament Collatéral Principal  
LRO : Ligament Rétinaculaire Oblique  
LRT : Ligament Rétinaculaire Transverse  
mRMS : modified Relative Motion Splint  
M : Métacarpien  
MCP : Méta-Carpo-Phalangienne  
P1 : Première Phalange ou phalange proximale  
P2 : Deuxième Phalange ou phalange moyenne  
P3 : Troisième Phalange ou phalange distale  
RME : Relative Motion Extension (extension relative de mouvement)  
RMF : Relative Motion Flexion (flexion relative de mouvement)  
RMO : Relative Motion Orthosis (Orthèse de mobilisation relative)  
RMS : Relative Motion Splint (= RMO)  
WALANT : Wide Awake Local Anesthesia No Tourniquet (anesthésie locale sensitive sans garrot, permettant un contrôle moteur du membre)



# 1. Introduction

---

Le concept du joug permet d'atteler des animaux de trait en exploitant au mieux leur force de traction : cette méthode a été très empruntée dans le monde agricole de l'ancien temps.

Dans le domaine de la prise en charge de la rééducation de la main, il s'avère que cet appareillage joue également un rôle important. Il constitue un atout majeur dans la biomécanique de la main et ouvre un large panel de possibilités thérapeutiques pour soigner différentes pathologies qui seront décrites au fil de ce travail.

Le joug a l'avantage de proposer un décalage au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne d'un doigt long par rapport aux doigts adjacents. Ce décalage permettra biomécaniquement une triple utilisation. Tout d'abord de protéger un tendon, ensuite de proposer des exercices de rééducation spécifiques et finalement, mais de façon plus rare, de l'utiliser en mode adaptative pour assurer la fonctionnalité de la main.



*Exemple de joug d'antan*

*Collection des musées départementaux de la Haute-Saône [fr.Wikipedia.org/wiki/joug].*

## 2. Du joug à la « Relative Motion Orthosis »

---

Commençons par un peu d'histoire. En 1972, l'orthèse utilisant le principe du joug était mentionnée par Paul Redondo dans un article de rééducation. Il explique les différentes possibilités de mobilisations analytiques des phalanges ainsi que l'image du mouvement. Il présente déjà un certain nombre de ses utilisations [1].

La suite de la littérature trouvée à ce sujet n'apparaît que dans le début des années 2000, bien que le Dr Merritt et al. aient développé un protocole postopératoire l'incluant dans l'appareillage suite à la réparation des tendons extenseurs, dès les années 1980 [2].

Quant à la littérature française, les articles sont rares et je ne mentionnerai que celui de G.Hoel et D.Thomas sur le traitement orthétique des plaies négligées de la face dorsale de la main [3]. Le protocole de rééducation active des tendons extenseurs du docteur Merritt fut amélioré et donna naissance au protocole ICAM (Immediate Controlled Active Motion) dont le nom fut également donné au joug (yoke) de départ. A cette époque, nous parlons de l'ICAM splint [4].

Ce protocole évolua, et en 2011, le docteur Merritt et J.Howell proposeront la "Relative Motion Splint" (RMS) ainsi qu'un protocole remanié avec cette même orthèse qui devient "modified Relative Motion Splint" (mRMS), celui-ci constitue un protocole où le joug seul est porté en journée et fait place à une orthèse de repos de la main et du poignet pour la nuit [5].

A partir de ces années, la littérature s'étoffe. Nous retrouvons notamment deux articles écrits, en 2013 et 2014 par J.Colditz, sur l'intérêt du port de cette orthèse pour rééduquer un schéma cortical inadapté lors de raideurs digitales [6,7].

En 2017, une revue complète de la littérature sur le sujet va mettre en évidence la polyvalence de cette orthèse ainsi que son application à diverses pathologies. La nomenclature se précise : Merritt et Lalonde proposent d'employer le terme de "Relative Motion Splint" (RMS) ou "Relative Motion Orthosis" (RMO).

Afin d'éviter toute confusion et de préciser la position du doigt lésé par l'extension ou la flexion de la MCP, ils déterminent deux termes : "Relative Motion Extension" (RME), où la MCP du doigt lésé est en extension par rapport à celles des doigts adjacents et "Relative Motion Flexion" (RMF), où la MCP du doigt lésé est en flexion par rapport à celles des doigts adjacents [8].

Entre 2016 et 2020, nous remarquons que cette orthèse continue son cheminement vers une utilisation de plus en plus élargie. Son application principale jusqu'alors reportée dans la littérature pour les zones V-VII des extenseurs, s'étend aux zones III et IV [9,10]. Des études rétrospectives sur la prise en charge des zones I/II des fléchisseurs font leur apparition [11]. Cette orthèse prend également place dans les congrès pour tout l'intérêt qu'elle suscite [12,13,14].

## 3. Biomécanique des doigts longs

---

Dans un premier temps, l'idée, dans ce chapitre, est d'expliquer ce qu'il se passe biomécaniquement lors de la flexion progressive des doigts pour aller jusqu'à l'enroulement global et complet de la chaîne digitale. Le chemin inverse est ensuite analysé pour revenir à la rectitude de cette même chaîne digitale. Dans un second temps, nous considérerons les positions « intrinsèque plus » et « extrinsèque plus ». Nous terminerons par l'effet quadrige de Verdan et son action sur la position relative en flexion ou extension d'une MCP par rapport aux doigts adjacents et le pencil test.

### 3.1. Enroulement et déroulement des doigts longs

Ces mouvements d'apparence simple s'avèrent plus complexes lorsque l'on cherche à les analyser. En effet, c'est la combinaison et la synergie agoniste-antagoniste d'un nombre considérable de muscles, qu'ils soient extrinsèques, intrinsèques, fléchisseurs ou extenseurs, auxquels s'ajoute un système rétinaculaire non négligeable, qui vont entraîner un "enroulement" et un "déroulement" des doigts afin d'accéder à la préhension privilégiée dont l'être humain bénéficie. Le poignet étant en légère extension et fixe, l'effet ténodèse des muscles extrinsèques dans la biomécanique globale de la main ne sera pas pris en considération pour cette analyse.

#### 3.1.1. Flexion des doigts : enroulement global sans résistance

Partant de l'extension complète des doigts, l'initiation de l'enroulement se fait au niveau de la deuxième phalange sur la première, la troisième sur la deuxième suit et le mouvement se complète par la flexion de la première phalange sur le métacarpien.

Le lombrical jouant le rôle de starter pour la flexion sera accompagné du fléchisseur profond des doigts (FPD) et du fléchisseur superficiel des doigts (FSD) qui entraînent la flexion de P3 et P2, l'extenseur commun des doigts (ECD) contribue à cette action comme un frein actif afin d'équilibrer cet enroulement. Au fur et à mesure de la flexion des articulations interphalangiennes proximales et distales (IPP et IPD), les interosseux (IO) sont également

sollicités pour faire suivre la flexion des articulations métacarpophalangiennes (MCP) et aller jusqu'à l'enroulement complet des doigts.

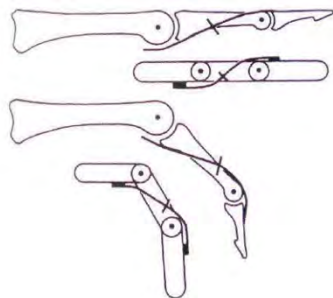
Quant au système rétinaculaire, l'IPD est d'abord maintenue tendue par les bandelettes latérales de l'ECD qui tracte le ligament rétinaculaire oblique (LRO), puis la flexion de l'IPP détend le ligament rétinaculaire oblique permettant la flexion de l'IPD [16-21].

### 3.1.2. Extension des doigts : déroulement

Comme pour la flexion, l'extension des doigts est le résultat de l'action combinée par synergie-antagonisme de différents muscles qui sont : l'extenseur commun des doigts, les extenseurs propres du II et du V, les interosseux dorsaux et palmaires (IOD et IOP), les lombricaux et l'intervention du fléchisseur superficiel. À cela, s'ajoute l'action passive du ligament rétinaculaire qui coordonne l'extension des deux dernières phalanges [16].

Partant de la position d'enroulement des doigts, le "déroulement" de ceux-ci va être initié par l'extension de P1 sur le métacarpien, et être suivi par l'extension simultanée des deux dernières phalanges.

Ce mouvement de "déroulement" débute par l'action de l'ECD qui induit l'extension de P1 sur le métacarpien, conjointement, les lombricaux vont agir sur l'extension de P2 et P3. Lorsque la MCP arrive en position intermédiaire, c'est-à-dire  $\pm 45^\circ$  de flexion, les interosseux additionnent leur action à celle de l'ECD, des lombricaux et de l'action indirecte du FCS. Au fur et à mesure de ce mouvement d'ouverture des doigts, l'action des lombricaux s'annule. La fin de l'extension est réalisée par l'ECD dont l'action se fait sur P1, les interosseux étendent P2 et P3 par la tension qu'ils entraînent sur les bandelettes latérales. L'extension de P3 par la bandelette terminale est complétée par l'action passive du ligament rétinaculaire oblique [16] (Fig.1).



*L'extension de l'IPP entraîne l'extension de l'IPD, et la flexion de l'IPD entraîne la flexion de l'IPP : c'est l'effet ténodèse croisé du LRO [21].*

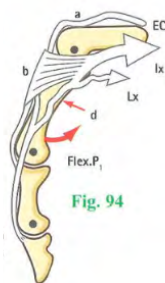
**Fig.1** : Action du LRO

### 3.2. Flexion de la MCP et position intrinsèque plus

Dans la chaîne digitale, lorsque la MCP est fléchie, nous constatons un glissement longitudinal de la dossière des interosseux sur la première phalange (course de 7mm, selon Sterling Bunnell), de ce fait, les expansions latérales, retenues par la dossière, sont détendues et perdent leur action d'extension sur P2 et P3. Plus la MCP est fléchie, plus l'ECD est efficace sur l'extension de P2 et P3 (Fig.2) [16].

Si la MCP est fléchie à 90°, l'action de l'ECD est maximum sur P2 et P3. L'action des lombricaux est également maximum, car ils tendent les bandelettes latérales. Par contre l'action des interosseux est inexistante sur l'extension de P2-P3 (Fig.3) mais maximale sur la flexion de la MCP. Ces actions s'expliquent par les insertions des muscles, décalées longitudinalement, sur la dossière des interosseux.

**Cette position est appelée intrinsèque plus.**



**Fig.2 :**

*Glissement de la dossière des interosseux sur P1 lors de la flexion de la MCP et détente des expansions latérales des interosseux.*



**Fig.3 :**

*Action des interosseux sur la flexion de la MCP et action des lombricaux sur l'extension de P3.*



**Fig.4 :** Main en position intrinsèque plus.

En position intermédiaire, l'action de l'ECD est complémentaire à celle des interosseux sur les articulations IPP et IPD et opposée sur la MCP (action fléchissante des interosseux sur la MCP). Les lombricaux restent extenseurs des deux dernières phalanges quelle que soit la position de la MCP. Retenons ici l'intérêt du travail de l'ECD sur l'IPP et l'IPD lorsque la MCP est en flexion.

### 3.3. Extension de la MCP et position extrinsèque plus

Lorsque la MCP est en extension, l'action de l'ECD se situe sur P1, par contre, celle-ci est nulle sur P2 et P3. Les interosseux agissent au maximum car ils retendent les bandelettes latérales [16] (Fig.5).



Fig.5 : Action de l'ECD et des interosseux sur P1 lorsque la MCP est en extension.

Les lombricaux, grâce à leurs nombreux récepteurs proprioceptifs, facilitent l'extension de P2 et P3 en détendant la portion distale des tendons du FCP sur lesquels ils s'insèrent de manière plus proximale. La contraction des lombricaux déplace fonctionnellement l'insertion terminale du FCP de la face palmaire à la face dorsale de P3 et participe à l'extension (Fig.6).

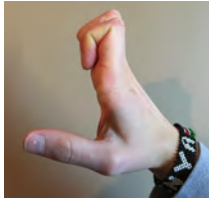


Fig.6 : La contraction des lombricaux détend la portion distale du FCP et met en tension les bandelettes latérales de l'extenseur

Comme mentionné plus haut, le LRO complète le mouvement d'extension de P3 par une action automatique et passive au fur et à mesure de l'extension de l'IPP.

#### Position extrinsèque plus ou intrinsèque moins

La flexion des doigts longs en crochet associant l'extension de la MCP par l'action de l'ECD sur la MCP ainsi que des FCP et FCS pour la flexion digitale est appelée position *extrinsèque plus* car ce sont les actions des extrinsèques qui dominant par rapport aux intrinsèques. Cette position est également nommée *intrinsèque moins* si l'on considère l'action des intrinsèques par rapport aux extrinsèques (Fig.7). Cette position entraîne un étirement des muscles intrinsèques.



*Fig.7 : Main extrinsèque plus ou intrinsèque moins.*

### 3.4. Position relative de la MCP et effet quadriga de Verdan

#### 3.4.1. Position relative de la MCP

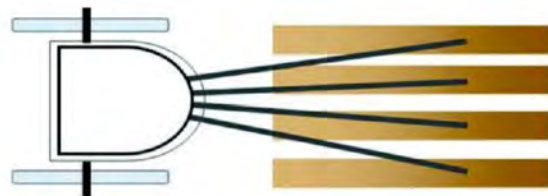
Le terme de position relative de la MCP signifie qu'une flexion ou une extension de la MCP d'un doigt long est plus marquée que celle de ses doigts voisins. Cette différence d'amplitude peut varier de 15 à 25° selon la fonction donnée à l'orthèse employée, selon la pathologie traitée ainsi que le protocole choisi. Nous reviendrons sur ces détails lorsque nous développerons les différentes catégories d'usage de l'orthèse RMO mettant la MCP en position relative d'un doigt par rapport à ses doigts adjacents.

#### 3.4.2. Effet quadriga de Verdan

En 1960, Claude Verdan constate l'inconvénient de la suture du fléchisseur profond à l'extenseur "bout à bout" lors des amputations de doigt. Il remarque que cette suture entraîne une limitation fonctionnelle des doigts adjacents et baptise ce phénomène "syndrome de quadriga" en le comparant au chariot romain tiré par quatre chevaux, les rênes étant les tendons fléchisseurs et le muscle jouant le rôle de l'aurige (Fig.8).



**Figure 1.** Diagram and illustration of a Roman chariot representing the quadriga phenomena of four connected reins/tendons. Illustration reproduced by the kind permission of Jill O. Miles from [www.historyforchildren.blogspot.com](http://www.historyforchildren.blogspot.com) (accessed 9 November 2011).



*Fig.8 : Illustration du chariot romain tiré par quatre chevaux expliquant l'effet quadriga.*

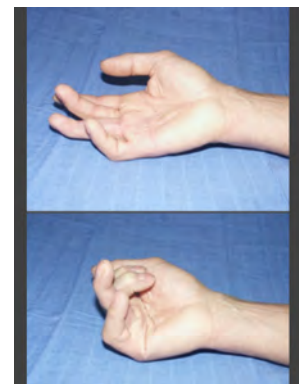


L'individualité fonctionnelle des tendons fléchisseurs est donc dépendante de la performance du muscle commun et des tendons adjacents. Le corps musculaire ne peut être efficace que si l'amplitude de glissement de chacun des quatre tendons est normale [22].

Lorsque le FCP est très adhérent ou trop long suite à sa suture, l'enroulement global des doigts sera dysharmonieux et incomplet. Dans le cas où le tendon du doigt lésé est trop long, le doigt affecté se fléchira tandis que les doigts adjacents seront limités dans leur amplitude (Fig.9). Dans le cas où le tendon adhère, le doigt concerné ne se fléchira pas activement et entrainera une limitation d'amplitude et de force des doigts voisins (Fig.10).



*Fig.9 : Effet quadriga lorsque le FCP est trop long.*



*Fig.10 : Exemple de l'effet quadriga sur le FCP du quatrième doigt adhérent, le cinquième doigt est dans l'impossibilité de se fléchir.*

Ultérieurement, des études ont complété l'explication de ce phénomène en démontrant l'existence d'interconnexions tendineuses à différents étages anatomiques des tendons du fléchisseur profond renforçant ce phénomène [23].

Ce phénomène de quadriga est donc à considérer dans de nombreuses applications cliniques incluant le testing de la force musculaire, l'évaluation de la mobilité du doigt, le choix des exercices à enseigner au patient ainsi que l'appareillage à confectionner après lésion de tendon.

Le concept de l'orthèse relative reprend ce principe en limitant l'action d'un doigt pour en soulager son tendon ou le faire travailler analytiquement.

### 3.4.2.1. Effet quadrige et RMO

Merritt a étendu l'application de l'effet quadrige décrit pour les fléchisseurs à l'extenseur commun des doigts puisque ses quatre tendons individuels proviennent également d'un seul muscle et possèdent des connections intertendineuses entre les quatre doigts, rejoignant l'effet quadrige développé pour le FCP. Sharma et al. [24] ont étudié l'allongement des tendons réparés sur cadavres avec et sans la RME, validant l'effet protecteur de l'orthèse tout au long de l'amplitude de mouvement des doigts en allant jusqu'à l'enroulement global. Ces résultats ont été confirmés par Merritt dans son expérience clinique en comparant l'application ou non de la RME (orthèse d'extension relative) aux sutures du tendon extenseur ; sans RME, les réparations sont soumises à un gap (écart, disjonction de la suture) [25] (Fig.11 et 12). Lalonde confirme également ces constatations dans ses travaux avec la WALANT surgery [26].



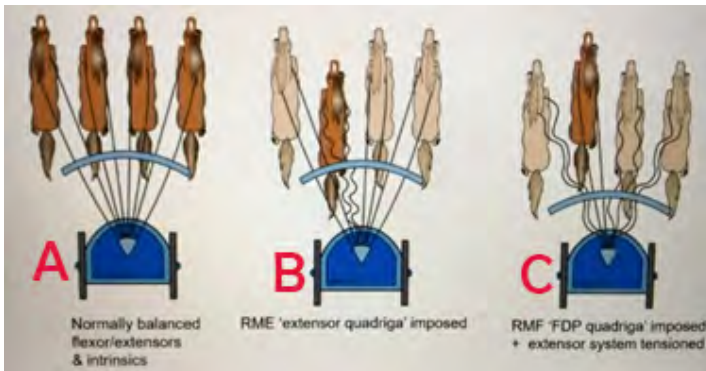
*Fig.11 : RME et lésion d'un tendon extenseur. Par la position relative du doigt lésé en extension, l'orthèse RME soulage la suture du tendon lors de la mobilisation active des doigts en extension par l'effet quadrige sur l'extenseur.*



*Fig.12 : RME et lésion du tendon extenseur du troisième doigt en zone 6, testing sur cadavre. A. Simulation de la contraction de l'ECD poignet en position neutre et poing fermé ; apparition d'un écart à l'endroit de la rupture. B. Réduction de l'écart des berges du tendon avec l'orthèse en extension relative du doigt lors de la simulation de la contraction du muscle ECD, poignet en position neutre. C. L'écart des berges est encore plus réduit avec une combinaison du poignet à 20° d'extension et le port de l'orthèse relative lors de la simulation de la contraction du muscle ECD.*

Lorsque la MCP du doigt lésé est en extension relative par rapport aux doigts adjacents, une différence de longueur relative du tendon est créée, conduisant à une diminution de tension sur la réparation de celui-ci.

Une flexion active des doigts reliés par les interconnexions tendineuses de l'extenseur tire distalement le muscle commun par effet quadrigé. Comme le démontre l'analogie avec le chariot, si une rêne est relâchée (comme le fait la RME avec une extension relative de 15-20 degrés), quand l'aurige tire sur l'ensemble des rênes (muscle commun), la longueur relative persiste en déchargeant la rêne la plus courte, le tendon extenseur du doigt avec l'extension relative reste relâché [25] (Fig.13).



**Fig.13 :** Analogie du charriot romain, effet quadrigé et RMO (EFSHT 2020, J Howell, M Hirth) [14]; A. Effet quadrigé, B. Application d'une extension relative avec détente du tendon extenseur du troisième ou quatrième doigt ; C. Application d'une flexion relative sur le troisième ou quatrième doigt qui met en tension son tendon extenseur et qui détend le FCP des doigts adjacents.

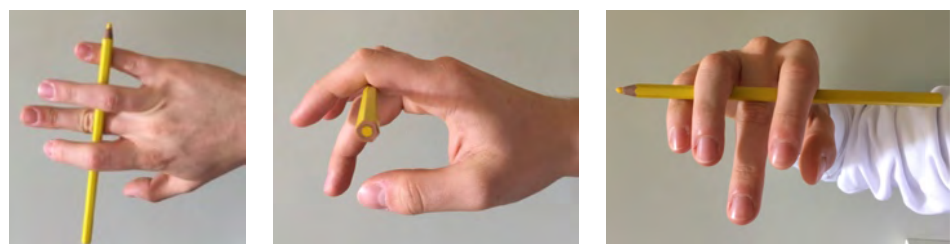
### 3.5. Pencil test ou test du crayon

Ce test simple consiste à placer un crayon (bic, abaisse-langue...) en-dessous ou en-dessus de la phalange proximale du doigt affecté et inversement pour les doigts voisins et de demander au patient de fléchir et/ou étendre l'ensemble des doigts avec le crayon, selon l'intérêt pour lequel nous faisons le test (Fig.14,15).



**Fig.14 :** Test du crayon en RME pour D3 droit.

**Fig.15 :**  
Test du crayon en RMF pour D3 droit.



Concernant les doigts extérieurs comme l'index et l'auriculaire, le test se fait en contrebalançant l'autre doigt extérieur dans la même position que le doigt lésé, le majeur et l'annulaire servant de support [25] (Fig.16).



*Fig.16 : Test du crayon pour D2 et D5 gauches.*

Le test du crayon simule la RMF ou la RME et est employé pour définir :

- le protocole mis en place lors de lésion du tendon extenseur en zone 3,
- le dispositif le plus pertinent pour permettre au patient de pratiquer des exercices,
- son intérêt dans des pathologies chroniques,
- lors de la Walant surgery afin de guider le choix de l'appareillage post-opératoire et de donner les détails d'instruction au patient [25-27].

## 4. Relative Motion Orthosis : Nomenclature, indications et protocoles

---

### 4.1. Nomenclature de base

Cette orthèse minimaliste statique thermoformable concerne l'appareillage des doigts longs et consiste à positionner l'articulation MCP du doigt lésé en flexion ou en extension, en prenant appui sur les doigts voisins, afin de pouvoir être sélectif sur le système intrinsèque et extrinsèque des doigts.

Comme nous pouvons placer le doigt soit en flexion, soit en extension, il en découle deux orthèses distinctes pour lesquelles WH Merritt et DH Lalonde ont retenu une précision de nomenclature [8] : RME (Relative Motion Extension) et RMF (Relative Motion Flexion).

**RME (Relative Motion Extension)** dont les appuis sont :

- Face palmaire de P1 pour le doigt lésé,
- Face dorsale de P1 pour les doigts adjacents (Fig.17).



*Fig.17 : RME pour D3 gauche et pour D5 gauche.*

**RMF (Relative Motion Flexion)** dont les appuis sont :

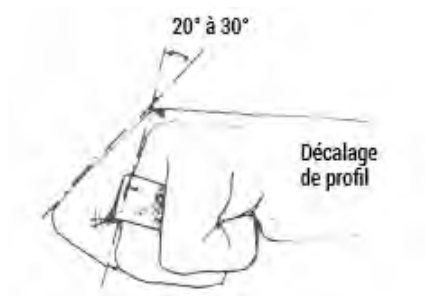
- Face dorsale de P1 pour le doigt lésé,
- Face palmaire de P1 pour les doigts adjacents (Fig.18).



*Fig.18 : RMF pour D3 gauche*

La littérature parle de flexion ou extension relative et sa moyenne est de 15-20° (Fig.19). Certains se sont attachés à préciser ces amplitudes selon la pathologie ainsi que le mode d'action choisi pour le doigt, par exemple [13] :

- Tendons extenseurs suturés en zones IV-VII : 15-20° d'extension relative.
- Rupture de bandelette sagittale :
  - Traitement conservateur : 25-35° d'extension relative.
  - Traitement post-opératoire : 15-20° d'extension relative.
- Pour un usage de type exercices : 20-30° de flexion ou d'extension relative.



*Fig.19[3] : Amplitude d'extension relative de D3 gauche par rapport aux doigts adjacents.*

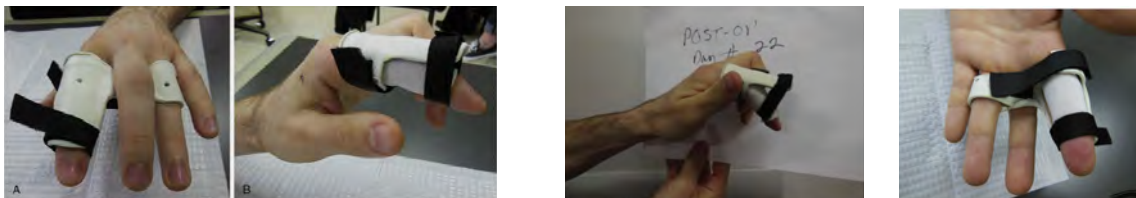
## 4.2. Compléments et adaptation de l'orthèse de base

La RMF peut être complétée par un **bloc de limitation évolutif** (Fig.20), celui-ci recouvre l'orthèse de base. Cette partie est remoulée au fur et à mesure de l'évolution du protocole et de la solidité de la cicatrisation du tendon lors de lésion de l'extenseur en zone III.



*Fig.20 : RMF et bloc de limitation évolutif de la flexion de l'IPP.*

Également pour la lésion de l'extenseur en zone III, voici un **exemple d'adaptation** retrouvé dans la littérature [25,28] où un auvent dorsal statique d'extension de l'IPP est intégré directement dans la RMF. Dans ce cas, c'est le velcro maintenant le doigt qui sera relâché au fur et à mesure de l'évolution du protocole de traitement (Fig.21).



*Fig.21 [25,28] : RMF avec auvent dorsal.*

Dans différents protocoles de prise en charge de l'extenseur pour les zones 4 à 6, nous retrouverons la **RME Plus** qui constitue une adaptation complémentaire de la RME par une stabilisation de poignet (Fig.22).



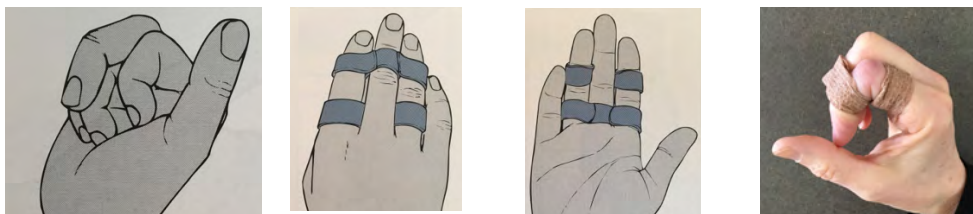
*Fig.22 : RME Plus.*

La RMF permet aussi l'ajout d'une **tuile dorsale IPD** en cas de lésion concomitante de l'IPD telle que : mallet finger, fracture de P3 ou encore d'hyperextension de celle-ci (cf lésion chronique du doigt en boutonnière) [29] (Fig.23).



*Fig.23 : RMF et tuile dorsale IPD*

Le principe de la RMO peut aussi être **doublet et inversé** dans le but d'entraîner l'IPP en cas de défaut en flexion [50] (Fig.24).



*Fig.24 [50]: Doublet inverse en cas de défaut de flexion IPP D3 D.*

### 4.3. Principe et catégories d'utilisation

Selon le principe de l'effet quadrigue expliqué par Verdan en 1960, les interconnexions tendineuses du FCP à différents étages anatomiques, l'analyse sur pièces cadavres WH Merritt [2] ainsi que les études de DH Lalonde grâce à la Walant hand surgery [26], la position relative de la MCP a un intérêt thérapeutique incontournable qui permet, sans mise en tension de la suture chirurgicale ou de la lésion, une mobilisation post-opératoire ou post-traumatique immédiate ou rapide (à partir de 2-3 jours post-op) afin de limiter au maximum le risque d'adhérences et de raideurs articulaires.

Lors d'une revue de la littérature, Hirth et al. [8] ont défini trois catégories cliniques d'utilisation de la RMO :

- Orthèse de protection,
- Orthèse d'exercices,
- Orthèse adaptation.

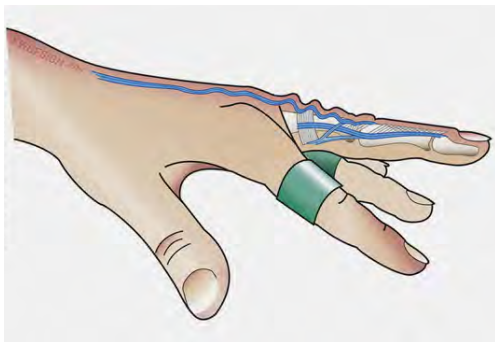


#### 4.3.1. La RMO comme orthèse de protection

En plaçant le doigt lésé en position relative de flexion ou d'extension, la RMO induit une réduction de tension et un rééquilibrage tendineux des muscles intrinsèques et extrinsèques.

##### **Doigt en extension relative (RME) :**

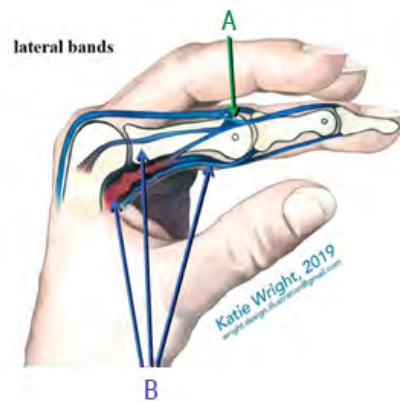
détente de l'ECD pour les zones 4 (proximale) à 7, détente de la bandelette sagittale et du système rétinaculaire, mise en tension du système intrinsèque.



**Fig.25** [25] : RME ; détente de l'ECD dans les zones 4 (proximale) à 7 et du système rétinaculaire.

##### **Doigt en flexion relative (RMF) :**

détente de la bandelette médiane (zone 3 et 4 distale) du tendon ECD par mise en tension des bandelettes latérales, détente du FCP, détente des nerfs et artères digitaux.



**Fig.26** [43] : Flexion relative de l'index gauche ; A. la flexion de la MCP induit la détente de la bandelette médiane de l'ECD par mise en tension de ses bandelettes latérales, B. détente du FCP, des interosseux et des lombricaux.

##### 4.3.1.1. Indications de la RME comme protection

- Protocole ICAM (Immediate Controlled Active Motion) après suture des extenseurs pour les zones 4 à 7 (avec ou sans stabilisation de poignet).
- Rupture de bandelette sagittale (aigüe, subaigüe, chronique avec ou sans chirurgie).
- Doigt en col de cygne.
- Contractures et douleurs des intrinsèques.

#### 4.3.1.2. Indications de la RMF comme protection

- Rupture de bandelette médiane, traitement orthopédique ou chirurgical, orthèse avec bloc de limitation.
- Doigt en boutonnière.
- Réparation de nerf et artère digitaux.
- Lésion du FCP en zones 1 et 2.
- Douleurs des intrinsèques.

#### 4.3.2. La RMO comme orthèse d'exercices

D'un point de vue biomécanique la RME accentue le travail en flexion de l'IPP et de l'IPD en limitant la flexion de la MCP par rapport aux doigts adjacents et en augmentant la puissance des fléchisseurs. Tandis que la RMF favorise le travail en extension de l'IPP du doigt concerné en limitant l'extension de la MCP et en favorisant le travail de l'ECD sur les bandelettes latérales qui se dorsalisent (Fig.26).

##### 4.3.2.1. Indications de la RME comme orthèse d'exercices

- Travail de la flexion de l'IPP en cas de raideur articulaire.
- Travail analytique des FCP et FCS en cas d'adhérences (travail similaire à celui recherché par le bloc de Bunnell).

#### 4.3.2.2. Indications de la RMF comme orthèse d'exercice

- Travail actif de l'extension de l'IPP en cas de boutonnière ou de perte active de P2 sur P1.
- Après arthroplastie de l'IPP (ici, on pourrait même l'alterner avec la RME).
- Après ténoarthrolyse de l'IPP et du tendon extenseur.

#### 4.3.2.3. RMO : Travail actif et stimulation corticale

Dans l'idéal et selon les travaux de J.Colditz [7], le port de la RMO comme orthèse d'exercice devrait être permanent durant les heures d'éveil du patient. L'intérêt étant de stimuler les aires corticales normalement stimulées pour un doigt sain et d'éviter le développement d'un nouveau schéma cortical faussé par une attitude vicieuse du doigt dû à la raideur d'une articulation [12].

Tout l'avantage se situe dans l'utilisation active du doigt en gênant l'installation des compensations physiologiques, comme par exemple, l'hyperextension de la MP dans le doigt en boutonnière. À partir du moment où le patient intègre cette hyperextension de MP, ce schéma faussé s'installe corticalement, empêchant un retour normal de l'utilisation du doigt.

Lorsqu'un doigt est exclu ou a perdu son schéma cortical, la mobilisation passive pratiquée généralement lors des traitements doit être combinée à la mobilisation active afin que le patient puisse se réapproprier le schéma cortical correct. Sans cette mobilisation active et l'intégration réelle de ce mouvement dans les activités automatiques et quotidiennes, il ne pourra pas retrouver ce schéma cortical correct [7].

Le fait de mobiliser activement et de façon contrôlée une articulation inflammatoire va également entraîner un réalignement des fibres de collagène en réduisant les résistances dues à l'œdème et en prévenant le risque d'adhérences délétères au mouvement de cette articulation [7].

### 4.3.3. La RMO comme orthèse d'adaptation

Nous retrouvons également la RMO comme orthèse adaptative dans certaines pathologies. Le fait de placer un doigt en flexion ou extension relative par rapport aux doigts adjacents permettra de retrouver une certaine fonction de la main suite à un déséquilibre tendineux résultant d'une pathologie chronique [2,4,8].

#### 4.3.3.1. Indications de la RME comme orthèse d'adaptation

- Doigt en col de cygne.
- Doigt à ressaut : traitement médical par limitation de l'excursion du tendon fléchisseur.
- Douleurs d'origines inconnues dans la main soulagées par le pencil test comme : contractures, inflammation ou lésion des intrinsèques.
- Polyarthrite Rhumatoïde :
  - la RME permettra une certaine fonction de la main dans l'attente de la réparation chirurgicale en cas de rupture du tendon extenseur,
  - après arthroplastie de la MCP.

#### 4.3.3.2. Indications de la RMF comme orthèse d'adaptation

La RMF est mentionnée dans la littérature afin de corriger la griffe cubitale [8]. Celle-ci est également citée pour douleurs fonctionnelles dans la main soulagées par le pencil test et dont le diagnostic est en cours.

## 4.4. Indications et protocoles de traitement

### 4.4.1. RME et prise en charge des lésions des tendons extenseurs en zones 4 à 7 après réparation

#### 4.4.1.1. Protocole original ICAM (Immediate Controlled Active Motion) [2,12,30,31]

Le protocole ICAM est indiqué chez les patients adultes avec un à trois tendons extenseurs lésé(s) et dont l'appareillage relatif par le soutien du ou des doigt(s) non lésé(s) est concevable. Ce protocole est donc inadapté dans le cas où les extenseurs des quatre doigts longs sont lésés ; un ECD, l'EIP ou l'EDM doit être intact.

La flexion bridée d'une MCP par rapport à ses doigts voisins diminue la traction sur la lésion de son tendon. L'extension active des tendons adjacents au tendon lésé rapproche les berges de la lésion tendineuse par le biais des connections intertendineuses. Cette position relative du doigt permet donc une cicatrisation du tendon en protection tout en autorisant son glissement.

Ce protocole postopératoire des lésions des tendons extenseurs pour les zones 4 à 7 développé par Merritt dans les années 1980 possède des avantages indéniables dans cette prise en charge où les adhérences, les déficits d'extension et les ruptures mettent en péril le retour à la fonction harmonieuse de la main. Les avantages principaux retenus sont l'utilisation immédiate de la main sous le couvert des orthèses, un retour au travail rapide de 18 jours en moyenne voire encouragé plus tôt avec l'appareillage [4], ainsi qu'un nombre moyen de séances de kinésithérapie réduit à huit. Tous ces facteurs considérables entraînent également un moindre coût à la société. La durée moyenne de ce traitement est de sept semaines. Les résultats rapportés dans la littérature sont bons à excellents et ce protocole apparaît sûr et efficace.

La mise en place de ce programme est conseillée dans les dix jours qui suivent la réparation tendineuse, les meilleurs résultats étant obtenus lorsqu'il débute immédiatement ou dans les trois à cinq jours postopératoires.

Ce protocole post-opératoire est décrit sur trois phases :

- Phase 1: J0-J21 ou S1-S3.
- Phase 2: J22-J35 ou S4-S5.
- Phase 3: J36-49 ou S6-S7.

#### *4.4.1.1.1. Phase 1: J0-J21 (S1-S3)*

### Appareillage

**RME Plus** (Fig.22) :

- RME avec le doigt lésé en extension relative de 10 à 15° par rapport aux doigts adjacents et stabilisation de poignet à  $\pm 25^\circ$  d'extension.
- Port continu des deux composants de l'orthèse.

### Rééducation et auto-exercices

- Flexion et extension active des quatre doigts longs dans les limites de l'orthèse, 5 à 10 répétitions/heure en journée.
- Contrôle de l'œdème et surveillance des exercices afin d'éviter une réaction inflammatoire.
- Massage de la cicatrice (automassage par le patient à domicile) après ablation des fils.
- Les patients doivent être informés de porter le double composant orthétique en continu.
- Interdiction d'utiliser la main lésée dans les activités quotidiennes de vie.

Durant cette phase 1, entre J0 et J10, deux séances de kinésithérapie sont recommandées afin d'ajuster l'orthèse en fonction de la diminution de l'œdème et instruire le patient pour les exercices. Par la suite, Howell et al. estiment que les patients ont besoin d'être suivis au moins une fois par semaine afin d'évaluer l'adaptation de l'orthèse et d'individualiser le traitement pour avancer dans le programme.

Avant de débiter la phase deux, il est important que le mouvement actif complet des doigts sous le couvert des orthèses et avec leurs limites soit atteint. Si ce n'est pas le cas, un suivi en kinésithérapie sera plus soutenu afin d'obtenir ces amplitudes actives [2].

#### 4.4.1.1.2. Phase 2 : J22-J35 (S4-S5)

- Sevrage progressif de l'orthèse de poignet sur cette période de sept jours.
- Continuité du port de la RME 24h/24, exercices compris.
- Autorisation pour l'usage fonctionnel de la main lésée avec le port des deux orthèses : RME et stabilisation de poignet.
- En dehors des tâches quotidiennes, introduction de la mobilisation du poignet :
  - Dans un premier temps, les doigts sont relâchés afin d'éviter de mettre la suture sous tension.
  - Puis, si aucun déficit d'extension ne se développe, les exercices évoluent de manière très progressive pour ne pas créer de tension excessive sur la suture de l'extenseur. Les combinaisons de flexion du poignet et de fermeture des doigts ainsi que l'extension de poignet et l'extension des doigts sont mises en place.
- Lorsque le poignet se meut librement, la stabilisation de poignet peut être ôtée pour les activités légères.
- A J30 : travail analytique de l'ECD par la mise en griffe des doigts.



#### 4.4.1.1.3. Phase 3 : J36-J49 (S6-S7)

- Retrait complet de la stabilisation de poignet.
- Port de la RME durant les activités.
- Retrait de la RME durant les exercices pour préparer le sevrage de l'orthèse.
- Le mouvement actif complet combinant la flexion des doigts et la flexion du poignet ainsi que l'extension des doigts et extension du poignet doivent être atteints.
- Introduction du travail de la force.
- Conduite autorisée à 6 semaines post-opératoires.



Fig.27 [4] : RME seule.

4.4.1.2. Tableau récapitulatif du protocole original ICAM : lésion de tendon extenseur opéré en zones 4 à 7

Phases	Appareillage	Auto-rééducation	Surveillance kiné
Phase 1 J0-J21(S1-S3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Port continu 24h/24</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Flexion et extension active du doigt lésé avec les autres doigts <b>avec</b> les orthèses</li> <li>✓ 5 à 10x/heure du jour</li> <li>✓ Massage de la cicatrice dès ablation des fils</li> <li>✓ Ne pas utiliser la main</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1 à 2x/semaine</li> <li>✓ Contrôle de l'œdème et ajustement des orthèses</li> <li>✓ Vérification de la mobilité active des doigts avec le port des orthèses</li> </ul>
Phase 2 J22-J35(S4-S5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sevrage de l'orthèse de poignet</li> <li>✓ Port continu RME 24h/24 et pour les exercices</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sevrage progressif de la stabilisation de poignet,</li> <li>✓ Utilisation de la main pour les tâches quotidiennes, avec les deux orthèses</li> <li>✓ Introduction de la mobilisation du poignet, doigts relâchés avec RME</li> <li>✓ Puis, après accord du kiné et toujours avec RME : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilisation active poignet en flexion avec flexion des doigts</li> <li>• Mobilisation active extension poignet et doigts</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1x/semaine</li> <li>✓ Education des mobilisations combinées poignet-d doigts avec effet ténodèse</li> <li>✓ Vérification des mobilités actives des doigts et s'assurer qu'il n'y a pas de défaut d'extension du doigt lésé</li> <li>✓ Vérification/travail de la cicatrice</li> <li>✓ Ajustement de l'orthèse si nécessaire</li> </ul>
Phase 3 J36-J49(S6-S7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Retrait complet de la stabilisation de poignet</li> <li>✓ RME pour activités et conduite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Retrait de la RME pour les exercices</li> <li>✓ Sevrage progressif de l'orthèse</li> <li>✓ Auto-exercices de renforcement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1x/semaine</li> <li>✓ Vérification de l'acquisition des mobilités et de la souplesse de la cicatrice</li> <li>✓ Travail de la force</li> </ul>



#### 4.4.1.3. Évolution du protocole original ICAM selon différents auteurs [25]

Certains auteurs se sont interrogés sur la nécessité du port de l'orthèse de poignet dans le protocole ICAM original avec l'émergence du protocole modifié (mRMS) de Hirth et al. publié en 2011 [5,32,33,34,49]. D'autres auteurs ont remis en question la durée du port des orthèses pour ces mêmes protocoles [31].

Dans la littérature, nous retrouvons également des études comparatives de ce protocole ICAM et du protocole modifié aux protocoles de mobilisation active précoce (MAP) ou Early Active Motion (EAM) [35] et aux protocoles d'immobilisation.

Le protocole de prise en charge mRMS concerne principalement les lésions des tendons extenseurs pour les zones 5 et 6, la zone 4 n'étant pas incluse systématiquement dans les études et la zone 7 étant appréhendée de façon adaptée.

La littérature met en avant les protocoles utilisant la RMS par leurs résultats et avantages, toutefois, le niveau de preuve n'apparaît pas encore suffisant pour toutes les études.

#### 4.4.1.4. Protocole ICAM modifié : modified Relative Motion Splinting (mRMS) [5,49]

Ce protocole modifié constitue une alternative aux protocoles de mobilisation active précoce et prend en charge les lésions simples des tendons extenseurs en zone 5, avec ou sans réparation de la capsule articulaire, et en zone 6. Celui-ci est indiqué pour la rupture partielle ou complète du tendon d'un seul des quatre doigts longs et est contre-indiqué chez les patients non-compliants ou trop jeunes (aucune donnée pour des patients de moins de 17 ans).

L'appareillage en journée est minimaliste et sûr. Cela permet :

- de reprendre plus tôt les activités de la vie quotidienne et professionnelle pour les patients avec :
  - une moyenne de 3,3 semaines pour un travailleur léger,
  - une moyenne de 7,7 semaines pour un travailleur lourd ;
- d'obtenir une amplitude de mobilité active meilleure à 6 semaines en comparaison à un protocole d'immobilisation classique ou actif (EAM et Norwich regimen) ;
- d'éviter ou de limiter les déficits d'extension ;
- de faciliter la mise en place du protocole ;
- de simplifier les consignes et exercices à éduquer au patient ;
- de diminuer le coût de la prise en charge globale de cette lésion ;
- de marquer l'intérêt pour ce protocole modifié.

Les auteurs de ce protocole estiment qu'avec le port de la RME et une éducation adéquate du patient, un retour précoce au travail est permis par une protection suffisante du tendon et la liberté de mouvement du poignet.

La reprise d'un travail lourd sera décidée en fonction des résultats obtenus et discutée avec le patient, le chirurgien et le kinésithérapeute selon la charge de celui-ci : un électricien ou un mécanicien dont la position combinée en flexion des doigts et du poignet est nécessaire et redondante retournera à son travail plus tard qu'un charpentier qui travaille principalement en extension de poignet et dont le port de la RME n'est pas gênant.

#### *4.4.1.4.1. Détails du protocole mRMS :*

*J0 à J2-3 (jusqu'à maximum J7)*

Attelle plâtrée post-opératoire poignet, main et doigts. Le patient est vu dans les 2 à 3 jours suivant l'opération afin de confectionner les orthèses et d'être instruit des exercices et consignes à suivre.

J2-3 (max 7) à J30

#### APPAREILLAGE EN JOURNÉE

- En journée, seul le port de la RME est appliqué.
- L'extension relative du doigt lésé est de 15-20° et inclut les quatre doigts longs (Fig. 28, 29, 30).



*Fig. 28, 29 et 30 [5] : Vues dorsale, palmaire et latérale de la RME pour D3D.*

#### APPAREILLAGE LA NUIT

- La nuit, le port d'une orthèse palmaire de repos relaye la RME.
- Le poignet est stabilisé à 30° d'extension, les MCP à 30° de flexion et les IP en extension complète ou en légère détente (Fig.31).



*Fig. 31 [5] : Orthèse digito-palmaire antébrachiale de repos.*

#### ÉDUCATION DU PATIENT

Aucun exercice spécifique n'est donné au patient, il est encouragé à utiliser sa main avec le port de la RME pour des tâches légères de la vie quotidienne (Fig.32 et 33). La notion de l'effet ténodèse du poignet et des doigts est expliquée au patient et la seule mise en garde est qu'il doit éviter de combiner la flexion des doigts avec la flexion du poignet. Le patient voit le kiné 2x/mois pour le contrôle des orthèses, de la mobilité des doigts, du poignet, de la cicatrice ainsi qu'une mise en évidence d'un éventuel déficit d'extension active du doigt. Cette fréquence de séances s'adapte donc avec les besoins et l'évolution du patient.



*Fig.32 et 33 [5] : L'utilisation fonctionnelle de la main, sous le couvert de la RME, pour des tâches légères comme s'alimenter, s'habiller ou écrire, est encouragée.*

## J30 à J60 voire J75 pour travailleur lourd

### APPAREILLAGE

- Arrêt de l'orthèse de repos la nuit.
- Continuité du port de la RME en journée pour toutes les activités à risque et à charges lourdes. En dehors de ces activités, le sevrage de la RME se fait progressivement.

### RÉÉDUCATION ET AUTO-EXERCICES

Un programme d'exercices est débuté contre les raideurs articulaires, les déficits d'extension et le travail de la cicatrice. En fonction des résultats, le patient est encouragé à faire ses propres exercices à domicile.





Dans le cas de déficit d'extension, un appareillage nocturne statique ou dynamique d'extension prend place.

Le nombre de séances de kinésithérapie reste à 1x/15 jours et est revu en fonction de l'évolution du patient.

### ÉVALUATION DES RÉSULTATS

Un bilan évaluant l'amplitude totale active du doigt est respectivement prévu à 6 et 12 semaines postopératoires.

4.4.1.5. Tableau récapitulatif du protocole ICAM modifié (mRMS) : lésion de tendon extenseur opéré en zones 5 et 6

Phases	Appareillage	Auto-Rééducation	Surveillance Kiné
J2-3 à J30	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>JOUR : RME</b></li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>NUIT : Orthèse antébrachio-digito-palmaire statique de repos</b></li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas d'exercices spécifiques</li> <li>✓ Utilisation de la main avec le port de la RME pour des tâches légères (ex. : manger, s'habiller, écrire, ...)</li> <li>✓ Pas de tâches lourdes (ex. : porter les commissions, porter une bûche de bois, couper des légumes, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2X/mois</li> <li>✓ Adaptable selon besoin et évolution</li> <li>✓ Explication de l'effet ténodèse du poignet et des doigts</li> <li>✓ Mise en garde : Pas de flexion de poignet + flexion des doigts</li> <li>✓ Vérification des orthèses, de la mobilité des doigts et du poignet</li> <li>✓ Vérification de la cicatrice</li> <li>✓ Mise en évidence d'un éventuel déficit d'extension active du doigt</li> </ul>
J30 à J60 (J75 si travailleur lourd)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Arrêt orthèse de repos nocturne</li> <li>✓ Sevrage progressif de la RME selon charge des activités</li> <li>✓ Si déficit d'extension du doigt : ajout d'une orthèse nocturne dynamique d'extension ou continuité du port de l'orthèse nocturne avec MCP ramenées à 20° de flexion</li> </ul>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Selon besoins et enseignements du kiné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2x/mois ou plus si nécessaire</li> <li>✓ Détermination et enseignement des exercices à réaliser à domicile en cas de raideurs articulaire, déficit d'extension ou adhérence de la cicatrice</li> </ul>

## 4.4.2. Protocole avec RME lors de lésion et rupture de la bandelette sagittale

### 4.4.2.1. La pathologie de la bandelette sagittale

La rupture de la bandelette sagittale peut être traumatique ou atraumatique. La lésion de la bandelette sagittale a été initialement décrite chez les boxeurs, sous le terme anglais de « boxer's knuckle ». Elle est liée à des microtraumatismes des bandelettes sagittales le poing fermé, la flexion de la MCP entraînant le choc direct sur la tête du métacarpien et les bandelettes sagittales. Cette lésion a également été rapportée dans d'autres circonstances pathologiques, comme la polyarthrite rhumatoïde ou l'arthrose des MCP.

Rayan et Murray [36] ont défini trois types de pathologies pouvant toutes les trois bénéficier du traitement orthétique de la RME :

- **Type 1** : Contusion de la bandelette sagittale sans déchirure ni instabilité du tendon extenseur.
- **Type 2** : Déchirure de la bandelette sagittale, avec parfois subluxation douloureuse du tendon extenseur mais sans luxation continue du tendon.
- **Type 3** : Luxation du tendon dans le sillon des têtes métacarpiennes, le plus souvent en ulnaire.

La cicatrisation de la bandelette sagittale est protégée par le port de la RME, car elle empêche la flexion complète de la MCP en maintenant le tendon extenseur et le système rétinaculaire dans une position plus détendue que ses doigts voisins [25] (Fig.25). L'utilisation active du doigt lésé peut se faire sur toute l'amplitude des articulations IPP et IPD en toute sécurité grâce à l'effet quadrige et à la limitation relative de la MCP. Cette mobilisation active limite le développement des adhérences et guide le remaniement cicatriciel de la bandelette sagittale [2,8,25,37].

La lésion de la bandelette sagittale sera considérée comme aiguë si la prise en charge se fait dans un délai inférieur à trois semaines depuis le début des symptômes, subaiguë entre trois et six semaines et chronique pour tous les symptômes apparus au-delà de six semaines [25]. D'après Merritt, Howell, Tune et al. [2], une subluxation constante du tendon extenseur ne

présentant pas de douleur, d'œdème, ni d'autres manifestations inflammatoires, vouera le traitement orthopédique à l'échec.

#### 4.4.2.2. Lésion aigüe et subaigüe de la bandelette sagittale

Lors d'une lésion de bandelette sagittale, la RME peut être considérée comme orthèse postopératoire suite à une réparation chirurgicale qui reste le traitement le plus communément admis. Certains auteurs ont poussé le traitement orthétique afin de proposer une prise en charge orthopédique des ruptures de bandelette sagittale.

Dans la revue de la littérature [25,38,39], les auteurs s'accordent sur le fait que le protocole de prise en charge non chirurgical de la lésion aigüe de la bandelette sagittale doit être individualisé pour chaque patient avec une amplitude relative d'extension du doigt déterminée par l'observation de la stabilité du tendon extenseur durant la mobilisation active de celui-ci. Si plus de stabilité est requise, l'orthèse peut être moulée de façon à bien envelopper le doigt et à élargir la partie palmaire afin de limiter la mobilité en flexion de l'IPP ou encore d'inclure le doigt adjacent radial au doigt lésé dans l'extension, jusqu'à ce que la douleur et la subluxation observées lors du mouvement aient disparu. Si ces adaptations ne suffisent pas, une orthèse de stabilisation de poignet (RME plus) peut être ajoutée pour supprimer les forces de déstabilisation constatées lors de la flexion simultanée du poignet et des doigts.

Bien que la prise en charge soit le plus souvent chirurgicale, la prise en charge non chirurgicale des lésions de la bandelette sagittale avec la RME est relativement récente et certains auteurs ayant eu recours à cette orthèse ont positionné le doigt concerné avec une extension relative de 25 à 35°. Ci-dessous, voici le protocole qui correspond à la prise en charge non-chirurgicale :

- RME ou RME PLUS en continu durant 6-8 semaines [38,39] et jusqu'à 3 mois avant d'envisager la chirurgie.
- Sevrage de(s) l'orthèse(s) avec utilisation à temps partiel de la main durant 2 à 4 semaines supplémentaires [39].
- Pour plus de sécurité la nuit, l'orthèse RME peut être scotchée.
- Utilisation fonctionnelle de la main en journée sous le couvert de(s) l'orthèse(s) [25].

#### 4.4.2.3. Lésion chronique et rupture de la bandelette sagittale

##### Remarque pour la prise en charge de la lésion chronique

Si de l'inflammation persiste à 6 semaines du début des symptômes, le résultat du traitement orthétique par la RME sera meilleur que s'il n'y a pas d'état inflammatoire, car cela révèle un processus cicatriciel encore actif. Les patients rapportent un soulagement de la douleur dès le port de l'orthèse [39], ce qui traduit la réduction des tensions sur la lésion.

Les lésions chroniques et les ruptures de la bandelette sagittale dont le traitement orthopédique a échoué nécessitent une prise en charge chirurgicale [25]. Merritt et ses collègues [2] ont décrit pour la première fois l'utilisation de la RME pour une patiente âgée atteinte de polyarthrite rhumatoïde et dont le tendon se subluxeait soit en radial soit en ulnaire par distension tendineuse. Après opération, cette patiente fut appareillée avec la RME en port continu afin de permettre une mobilisation active sans risque de rupture et d'adhérences durant 6 semaines. L'utilisation fonctionnelle de la main avec une certaine amplitude de mobilité était autorisée et le résultat de cette étude a été un succès. D'autres études ont suivi et la prise en charge post-opératoire mise en place avec la RME durant 6 semaines prouve son efficacité et son succès [25].

#### 4.4.3. RMF et déformation en boutonnière

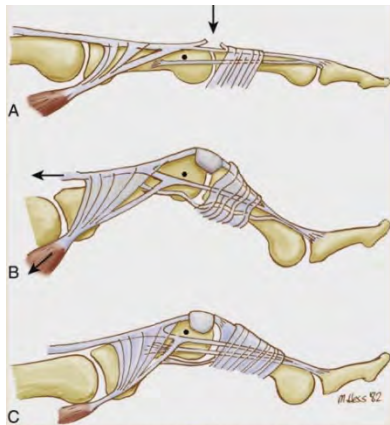
##### 4.4.3.1. Physiopathologie de la déformation du doigt en boutonnière

La section ou la rupture de la bandelette médiane de l'extenseur entraîne, en l'absence de traitement adéquat et précoce, une déformation en boutonnière [40]. La boutonnière se définit comme une déformation associant une flexion permanente de l'IPP et une hyperextension de l'IPD.



Le processus de déformation du doigt en boutonnière s'installe progressivement selon **trois types lésionnels** (Fig.34) :

- Lésion initiale.
- Boutonnière souple.
- Boutonnière fixée.



*Fig.34 [25] : Les trois types lésionnels de la déformation en boutonnière :*

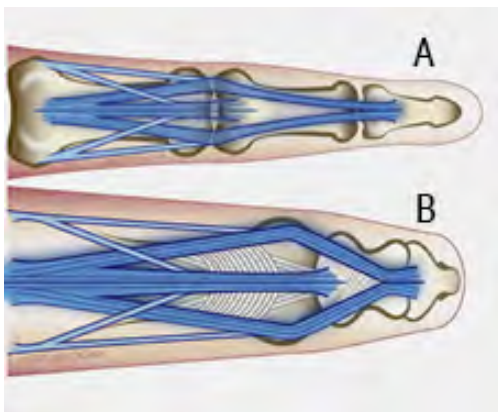
- *A : Lésion de la bandelette médiane du tendon extenseur,*
- *B : Boutonnière installée réductible passivement,*
- *C : Boutonnière fixée.*

La lésion initiale de la bandelette médiane du tendon extenseur va entraîner un déséquilibre de tensions tendineuses et ligamentaires sur les articulations IPP et IPD (Fig.34.A). Suite au déséquilibre tendineux et ligamentaire entraîné par la lésion initiale, la deuxième phalange va se fléchir par la traction du FCS, les bandelettes latérales du tendon extenseur se déplacent en palmaire en-dessous de l'axe articulaire de l'IPP devenant fléchisseurs de cette articulation et hyperextenseurs de l'IPD. Suite à la flexion de l'IPP, la plaque palmaire et le LRO sont détendus. À ce stade, la déformation est encore souple et passivement réductible (Fig.34.B). Par la suite, les bandelettes latérales de l'extenseur se raccourcissent, la plaque palmaire et le LRO se rétractent et entraînent une fixation du doigt dans cette position dite en boutonnière, fixée et irréductible par correction passive (Fig.34.C).

#### 4.4.3.1.1. Le losange de Winslow

La relation dynamique entre la contribution des extrinsèques et des intrinsèques dans le mécanisme extenseur a été décrite par Winslow au 18<sup>ième</sup> siècle sous le nom de « Winslow's Diamond » (diamant de Winslow également connu sous le nom de losange de Stack) (Fig.35). Ce losange tendineux encercle l'articulation IPP.

Proximale à l'articulation IPP, la trifurcation de l'extenseur commun des doigts donne la bandelette médiane qui va s'insérer sur la base de la deuxième phalange tandis que les deux formations latérales rejoignent les expansions des interosseux et des lombricaux formant les bandelettes latérales du système extenseur. Distalement, ces bandelettes se rejoignent et donnent naissance à la bandelette terminale de l'extenseur s'insérant sur la troisième phalange. Dans leur partie distale, les bandelettes latérales sont reliées sur la partie dorsale de la phalange moyenne par le ligament triangulaire. Dans leur partie proximale, les bandelettes latérales sont reliées par des fibres obliques et horizontales de la dossière des interosseux.



*Fig.35 [25] : Le losange de Winslow :*

- *A : IPP en extension avec les BL dorsalisées,*
- *B : IPP en flexion, les BL se palmarisent.*

Lors de la flexion de l'IPP normale, les BL s'écartent, se palmarisent et sont maintenues au-dessus de l'axe de rotation de l'IPP par le ligament triangulaire et les fibres de la dossière des interosseux. La position d'écartement des BL due à une certaine élasticité des fibres les reliant lors de la flexion de l'IPP, permet à l'articulation IPD de se fléchir grâce à la tension des bandelettes latérales rattachées à la bandelette médiane de l'ECD où celui-ci trifurque.

#### *4.4.3.1.2. Tests d'Elson, Elson modifié et Boyes*

Le meilleur traitement de la déformation en boutonnière en est le diagnostic précoce. La connaissance des tests cliniques qui vont mettre la pathologie de la bandelette médiane en évidence est primordiale. Les tests cliniques retenus sont le test d'Elson, le test d'Elson modifié et le test de Boyes (Fig. 36, 37 et 38).

#### 4.4.3.1.3. Le test d'Elson

Le test d'Elson permet de faire le diagnostic d'une rupture de la bandelette médiane. L'IPP est placée en flexion par l'examineur, il est ensuite demandé au patient de tendre l'IPD. Si l'extension de l'IPD est possible avec l'IPP en flexion alors le test d'Elson est positif. Cela signe une rupture de la bandelette médiane.

L'extension de l'IPD ne peut être réalisée qu'avec l'IPP en extension grâce au relâchement de la bandelette médiane qui permet l'action des bandelettes latérales. La mise en tension de la bandelette médiane non rompue détend les bandelettes latérales, les rendant alors inactives sur l'IPD : on dit que P3 est "ballante". Dans le cas d'une lésion de la bandelette médiane, la flexion de l'IPP ne permet plus la détente des bandelettes latérales, elles restent donc efficaces et peuvent alors étendre l'IPD [18].

Fig.36 [18] : Test d'Elson :

- (A) : Bandelette médiane préservée, les bandelettes latérales sont détendues et inactives, test négatif.
- (B) : Bandelette médiane rompue, les bandelettes latérales gardent leur action d'extension sur P3, test positif.



#### 4.4.3.1.4. Le test d'Elson modifié

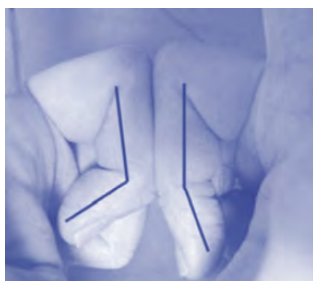


Fig.37 : Test d'Elson modifié

Une modification du test d'Elson a été proposée [41]. Cette modification implique pour le patient de mettre les mêmes doigts de ses deux mains l'un contre l'autre, avec l'IPP à 90° de flexion. Le patient doit étendre les IPD. Dans le cas d'une lésion de la bandelette centrale, la position asymétrique de l'IPD est évidente alors que l'extension de l'IPD du doigt sain est impossible. La proposition de ce test présente l'avantage de faire une comparaison simultanée avec le doigt sain (Fig.37).

#### 4.4.3.1.5. Le test de Boyes, de Haines, aussi appelé test de Zancolli



*Fig.38 [43] : Test de Boyes, de Haines ou de Zancolli.*

Ce test marque la rétraction du ligament rétinaculaire oblique dans la boutonnière dite fixée [42]. Le test consiste à maintenir l'articulation IPP en extension passive, l'examineur fléchit ensuite passivement l'IPD. Dans le cas où la flexion passive de l'IPD est impossible, le test signera une rétraction du LRO. Une flexion passive de l'IPP relâchant le LRO permettra la flexion passive de l'IPD (Fig.38) [43].

#### 4.4.3.1.6. La pseudo boutonnière

Lorsque les tests de Boyes et d'Elson sont négatifs, mais que le patient présente une déformation du doigt en boutonnière, le diagnostic le plus probable est la pseudo-boutonnière résultant d'une lésion de poulie du tendon fléchisseur ou d'une rétraction de plaque palmaire de l'IPP. En cas de doute, l'IRM ou l'échographie pourront confirmer l'origine palmaire ou dorsale des structures lésées. En général, l'échographie semble préférable si la lésion de l'extenseur est plus probable, et l'IRM plus pertinente si la cause est la lésion de poulie du tendon fléchisseur. La prise en charge sera donc différente si le diagnostic de pseudo-boutonnière est mis en évidence. Dans ce cas, une extension dynamique de l'IPP pourra être tentée durant trois mois avant d'envisager un traitement chirurgical [29,43].

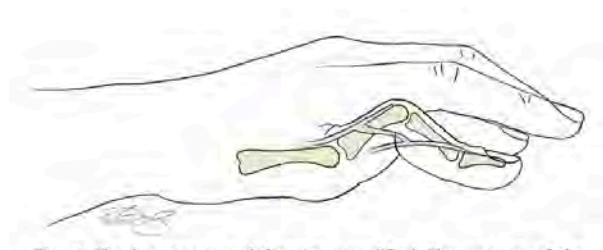
#### 4.4.3.2. RMF et rupture de la bandelette médiane (zone 3 et 4 distale)

Si le diagnostic de lésion de bandelette médiane est mis en doute, l'utilisation de la RMF offre la possibilité au patient d'utiliser sa main normalement en évitant la palmarisation des bandelettes latérales. Elle constitue également une protection de choix. Le port de l'orthèse est recommandé à temps plein (24h/24, 7j/7) jusqu'à confirmation du diagnostic par les examens complémentaires.

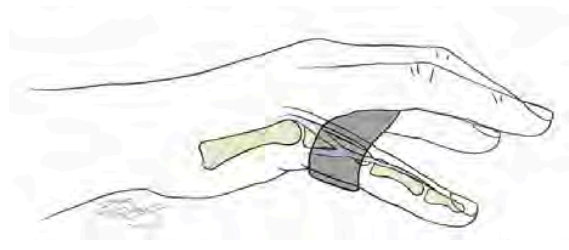
La relation dynamique entre l'extenseur et le mécanisme des intrinsèques décrit par le losange de Winslow d'une part, et l'effet quadrige sur le FCP résultant de l'insertion du lombrical sur le tendon FCP présentent un développement intéressant dans la prise en charge, par la RMF, des boutonnières opérées et non opérées.

Comme vu précédemment, lors du processus de déformation du doigt en boutonnière, la rupture de la bandelette médiane et l'assouplissement du ligament triangulaire permettent aux bandelettes latérales de migrer vers la face palmaire sous l'axe de rotation de l'IPP. Sous la tension du FCS et des bandelettes latérales de l'extenseur sous l'axe de rotation, l'IPP se fléchit. Progressivement, les ligaments rétinaculaires transverses se rétractent ainsi que le ligament rétinaculaire oblique qui crée une hyperextension de l'IPD. Par compensation, la MCP développe également une hyperextension [44] (Fig.39).

Par la flexion relative de la MCP, l'orthèse RMF met en tension les bandelettes latérales de l'extenseur commun entraînant leur dorsalisation facilitée par la détente des FCP, FCS et des intrinsèques. La flexion relative de la MCP générée par la RMF empêche ou corrige également la compensation de l'hyperextension de la MCP (Fig.40).



**Fig. 39**[43] : Palmarisation des bandelettes latérales lors de la déformation du doigt en boutonnière.



**Fig.40**[43] : Correction de la déformation en boutonnière par le port de l'orthèse RMF.

#### 4.4.3.2.1. *RMF et lésion aigüe du doigt en boutonnière*

##### Lésion fermée

Quand une lésion aigüe sous-cutanée déforme le doigt en boutonnière, le test du crayon devrait permettre une extension complète du doigt. Le diagnostic du doigt en boutonnière est soutenu par les tests cliniques. Une pseudo-boutonnière ne permettra pas l'extension de l'IPP lors du test du crayon. Nous avons vu que le port de la RMF peut inverser la déformation en boutonnière aigüe en rééquilibrant les forces de traction des tendons en maintenant la MCP en flexion relative tout en permettant l'utilisation de la main lors des activités de la vie quotidienne.

Protocole de JW Howell repris par Gwendolyn Van Strien [12] et utilisé dans le service IEM Luxembourg

- Pencil test : **Extension active complète** de l'IPP
  - J0-J7 à J10 : Orthèse d'extension d'IPP avec lame de Levame ou tuile dorsale (parfois directement RMF).
  - Ensuite confection et port de la RMF pour 3 à 6 semaines, voire jusqu'à 12 semaines. Port strict de l'orthèse d'extension la nuit.
- Pencil test : **Extension active incomplète** de l'IPP
  - Immobilisation IPP en extension stricte durant 3-4 semaines.
  - Ensuite, RMF pour 3-6 semaines supplémentaires selon le résultat, avec continuité du port de l'extension stricte la nuit.

Si le doigt ne s'étend pas complètement avec le port de la RMF lors de l'extension active de l'articulation, le doigt sera traité comme une boutonnière chronique, le diagnostic de la pseudo-boutonnière ayant été exclu [29,43].

##### Lésion ouverte

Le traitement de la lésion ouverte est chirurgical afin de réparer le tendon, de nettoyer l'articulation IPP ouverte et éviter l'infection. La réparation du tendon peut se faire sous WALANT afin d'évaluer et ajuster l'équilibre délicat du système extenseur lors de la réparation et de simuler l'efficacité de la RMF grâce à la coopération du patient en peropérateur [43].


Les suites opératoires relatées sont :

- Élévation de la main et immobilisation du doigt lésé en flexion relative de 15 à 20 degrés par rapport aux autres doigts en post-op immédiat et durant 3 à 5 jours.
- Ensuite, appareillage avec RMF durant 6 à 10 semaines avec surveillance en kinésithérapie.

Pour ce qui est de notre pratique, le docteur Jager met également en place le protocole de Howell, repris par G.Van Strien présenté ci-dessous :

- S0-S2 :
  - Extension IPP à 0° par orthèse avec lame de Levame ou tuile dorsale :
    - Si lésion des bandelettes latérales, l'IPD est incluse dans l'orthèse d'extension,
    - Si bandelettes latérales intactes, l'IPD est libre (mouvements actifs jusqu'à 20 à 30°).
- S2-S4
  - **Au repos** : IPP en extension /IPD libre.
  - **Exercices** : RMF avec bloc de limitation en flexion à 40° :
    - Gwendolyne Van Strien recommande au patient d'utiliser sa main pour des tâches simples et légères durant ces moments sous le couvert de l'orthèse, sans pour autant faire des séries d'exercices précis, 5x/jour jusqu'à 30 minutes.
    - Le service IEM Luxembourg recommande des exercices actifs de l'IPP en flexion/extension (10 répétitions/2 heures).
- S4-S6
  - Importance du travail actif en extension de l'IPP.
  - Si l'extension active de l'IPP est complète, port de la RMF en journée avec bloc de limitation à 60°. Continuité du port de l'orthèse d'extension la nuit.
  - Début des activités légères avec le port de la RMF,
- S6-S8<sup>+</sup>
  - Si l'extension active de l'IPP est complète, port de la RMF en journée sans limitation en flexion (suppression du bloc). Continuité du port de l'orthèse d'extension la nuit.
  - Activités avec charges progressivement plus lourdes tolérées avec le port de la RMF.

4.4.3.2.2. Tableau récapitulatif du protocole de prise en charge après réparation pour lésion aiguë du doigt en boutonnière (zone 3 du tendon extenseur)

Phases		Appareillage et auto-rééducation	
	NUIT	JOUR	
S0-S2	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soit orthèse dynamique d'extension MCP stop de type lame de Levame</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soit tuile dorsale</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Idem nuit</li> <li>✓ Si bandelettes latérales intactes, IPP libre permettant sa mobilisation en flexion active jusqu'à 20-30° (5 à 10 mouvements/h). IPP maintenue en rectitude stricte.</li> </ul>  	
S2-S4	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Idem S0-S2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Idem S0-S2</li> <li>✓ Confection d'une RMF+Bloc limité à 40° de flexion et exercices : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soit 30 minutes tâches simples de la main 5x/jour</li> <li>• Soit extension et flexion IPP en actif 10 répétitions/2h</li> </ul> </li> </ul> 	
S4-S6	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Continuité du port de l'orthèse d'extension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Importance du travail actif en extension de l'IPP +++</li> <li>✓ Si extension active complète de l'IPP <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Évolution du bloc à 60°</li> </ul> </li> <li>✓ Début des activités légères avec RMF+Bloc</li> </ul>	
S6-S8	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Continuité du port de l'orthèse d'extension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Si extension active IPP complète <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Suppression du bloc de limitation</li> <li>➢ Activités avec charges progressivement plus lourdes AVEC RMF</li> </ul> </li> </ul>   	



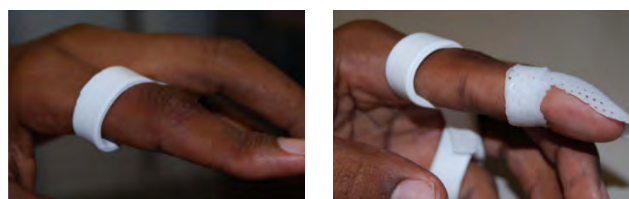
### Lésion chronique du doigt en boutonnière

La lésion chronique du doigt en boutonnière est un problème récurrent, très difficile en chirurgie de la main, et constitue un défi pour tout chirurgien de la main. Le recours à la chirurgie sera recommandé si la raideur de l'IPP en flexion est de plus de 30° et que le traitement orthopédique n'aboutit pas [45]. Dans un premier temps le chirurgien définit les objectifs :

- Raccourcir la bandelette médiane par traction sur l'IPP.
- Étirer ou restaurer la souplesse :
  - Des ligaments rétinaculaires transverses.
  - Des ligaments rétinaculaires obliques.
  - Du triangle de Winslow.
  - Des bandelettes latérales.
  - De la plaque palmaire et des ligaments collatéraux de l'IPP (pseudo-boutonnière et boutonnière fixée).

La RMF révolutionne la prise en charge de ces lésions et constitue le traitement de choix en première intention [43]. Le premier but de cette prise en charge est de restaurer une extension de l'IPP aussi proche de l'extension complète (au moins -20°) par une orthèse dynamique permanente (le plus souvent) ou des plâtres de série afin de corriger la rétraction de la plaque palmaire et de permettre une rétraction spontanée de la bandelette médiane, ainsi qu'un assouplissement des ligaments rétinaculaires transverses. Lorsque l'IPP est à -20° d'extension ou mieux et que l'IPD peut fléchir activement, le port de la RMF est prescrit.

La RMF va permettre de récupérer une mobilité de l'IPP progressivement, sans exercer une traction trop importante et trop précoce sur la bandelette médiane, qui se distendrait alors à nouveau. Le port de la RMF est débuté pour 2 à 4 mois avec suivi en kinésithérapie. Si l'IPD présente une hyperextension, il est nécessaire de la bloquer en position neutre ou légère flexion avec une tuile dorsale pour permettre d'atteindre et maintenir l'extension complète de l'IPP avec la RMF (Fig.41).



*Fig.41[29] : Complément de la RMF avec la tuile dorsale d'IPD.*

Le suivi en kinésithérapie sera initialement orienté vers la récupération de la flexion de l'IPP tout en surveillant que l'extension soit maintenue avec l'orthèse, en cas de détente, une pause sera faite. Une fois la flexion atteinte, l'utilisation fonctionnelle de la main est encouragée durant les mois d'appareillage. D'après certains auteurs [43], le succès de la méthode réside dans la contrainte minimale de l'orthèse permettant une utilisation fonctionnelle de la main durant les mois de traitement, ce qui protège le tendon pendant une durée prolongée, le temps que la cicatrisation de la bandelette médiane se renforce.

#### 4.4.4. RMF : maladie de Dupuytren et déficit d'extension après fracture de doigt

La RMF apparaît comme appareillage d'aide à la restauration de l'extension de l'IPP en période postopératoire de la maladie de Dupuytren ou encore après traitement à la collagénase. En effet, la MCP étant en flexion, celle-ci accroît la force d'extension de l'IPP par rééquilibrage tendineux. L'intérêt de cette orthèse se trouve dans le fait que le patient s'exerce à travailler l'extension de l'IPP tout en réalisant ses activités journalières au lieu de s'arrêter pour faire des exercices [43]. De plus, l'intégration automatique du doigt est favorisée, tout en autorisant et favorisant la récupération de la flexion active. Le port de l'orthèse RMF est permanent en journée.

#### 4.4.5. Prise en charge postopératoire du tendon fléchisseur : le futur est-il la RMF?

Le développement de la prise en charge postopératoire des tendons fléchisseurs avec la RMF est en plein essor dans le monde anglophone. Malheureusement, les statistiques de certains centres travaillant sur le projet ont été perturbées par le Covid-19 (EFSHT 2020, virtual congress).

Nous retiendrons les recherches de SL Henry et JW Howell qui mettent en avant un protocole de prise en charge avec la RMF dès les premiers jours postopératoires ainsi que le protocole Saint John développé par D.H. Lalonde et A. Higgins incluant la RMF à partir de la sixième semaine.

#### 4.4.5.1. Prémices de la RMF dans la prise en charge postopératoire des tendons fléchisseurs en zones I /II

SL Henry et JW Howell [11] ont réalisé une étude sur 10 cas afin d'exploiter l'effet quadrigé du FDP suite à la réparation des tendons fléchisseurs en zone I/II grâce à la RMF.

L'intérêt de la RMF étant la protection du tendon lors d'une mobilisation active des doigts sur une large amplitude et l'utilisation fonctionnelle de la main durant la cicatrisation du tendon.

Le protocole mis en place s'étale sur 8 à 12 semaines postopératoires et concerne des lésions simples et complexes d'une seule chaîne digitale.

#### APPAREILLAGE ET EXERCICES

RMF plus stabilisation de poignet (sur mesure 0-20° de flexion ou de série 0-20° d'extension ou encore coque dorsale de protection).

#### S0 à S3

- Port des deux orthèses en continu.
- Mobilisation active des doigts dans les amplitudes permises par la RMF, les charges lourdes étant interdites ainsi que le serrage de la main.
- Éducation du patient dès le début :
  - exercices de flexion passive des IP et jusqu'à l'extension neutre avec la MCP fléchie,
  - extension et flexion active sous le couvert des orthèses.

#### S4 à S6

- Stabilisation de poignet uniquement la nuit et pour des activités à risque (exemple d'activité à risque : le jogging).
- Port de la RMF en continu : utilisation fonctionnelle des deux mains autorisée pour des tâches légères comme soulever un sac léger.

#### S7 à S9 (VOIRE S10)

- RMF toujours en continu.
- Sevrage de la stabilisation de poignet.
- Utilisation fonctionnelle bimanuelle avec charge maximale permise de 3,5 kg pour les deux mains.

S8 à S10

- Toutes les restrictions de charge sont levées.
- Port de la RMF progressivement délaissé.

L'évaluation finale des résultats est réalisée par le chirurgien à la fin de la dernière visite [46] :





- Mobilité active des IP.
- Mesure de la force.
- Observation de l'harmonie du mouvement des doigts.

Les résultats de cette étude ne semblent pas être influencés par la position du poignet lors de la combinaison de l'appareillage pour les trois premières semaines (poignet 0-20° flexion vs poignet 0-20° extension). Les complications et le délai de retour au travail ont été pris en compte.

Les résultats encouragent de futures investigations afin de comprendre et développer l'intérêt de l'approche de la mobilisation active avec la RMF. L'effet collatéral du bénéfice du syndrome de quadrige entraîné par la RMF étant la diminution de la course du FDP, le fait de porter en continu l'orthèse peut limiter la flexion complète des IP. Dans ce cas, des exercices sans le port de la RMF pourraient être donnés au patient lorsque le tendon est considéré comme ayant atteint une solidité mécanique suffisante.

En conclusion, l'approche avec le port de la RMF est simple et apporte certains avantages que nous pouvons mettre en parallèle des autres prises en charge de mobilisation actives précoces. Les auteurs invitent à la recherche et à l'expérimentation avec des retours cliniques randomisés.

4.4.5.2. Tableau récapitulatif du protocole de Henry et Howell pour la prise en charge postopératoire des lésions de tendons fléchisseurs en zones I/II

Phases	Appareillage	Auto-rééducation	Kinésithérapie
S0-S3	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Port des deux orthèses en continu</li> <li>✓ RMF + stabilisation de poignet (soit de série avec 0 à 20° d'extension, soit sur mesure en plastique thermo-formable avec 0 à 20° de flexion ou coque dorsale de protection)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mobilisation passive des doigts longs avec les orthèses,</li> <li>✓ Mobilisation active des doigts dans les amplitudes permises par la RMF.</li> <li>✓  Pas de charges lourdes.</li> <li>✓  Pas de serrage de la main.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Éducation du patient aux exercices de mobilisation passive des IP jusqu'à l'extension neutre avec la MCP fléchie.</li> <li>✓ Encouragement du patient à bouger activement les doigts avec la RMF.</li> <li>✓ Aucun protocole et aucune indication de fréquence ne sont décrits par les auteurs. Nous considérerons que la prise en charge est classique avec un suivi régulier du patient.</li> </ul>
S4-S6	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RMF seule en journée + stabilisation de poignet pour les activités à risque comme le jogging.</li> <li>✓ Port des deux orthèses la nuit.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Continuité des exercices + utilisation fonctionnelle des deux mains pour des tâches légères (soulever un sac léger) avec la RMF.</li> </ul>	
S7-S8 à S10	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RMF seule en continu.</li> <li>✓ Sevrage progressif de la stabilisation de poignet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilisation fonctionnelle bimanuelle avec charge maximale de 3,5 kg pour les deux mains.</li> </ul>	
À partir de S8-S10	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sevrage progressif de la RMF.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Levée progressive des restrictions de charges.</li> </ul>	

#### 4.4.5.3. Suture de tendon fléchisseur en zones I/II : protocole Saint John

Le protocole de rééducation Saint John suite à une réparation de tendon fléchisseur mis en place par D.H.Lalonde et A.Higgins en 2016 [47] donne une place à la RMF à partir de la sixième semaine pour soulager le tendon réparé lors de la reprise des activités.

Ces auteurs conseillent la chirurgie sous Walant afin de préparer le patient au protocole et lui enseigner, en peropératoire, qu'il peut bouger son doigt mais pas l'utiliser.

*"You can move it, you can't use it"*

*"Vous pouvez le bouger, vous ne pouvez pas l'utiliser"*

Ce protocole est une modification du protocole de Manchester de F.Peck et al. (Manchester Short Splint 2014).

## 5. RMO et confection : Matériaux, conseils pratiques, trucs et astuces

---

### 5.1. Les matériaux

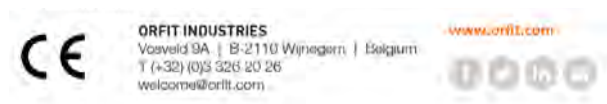
Au cours de ces derniers mois, nous avons testé différents matériaux thermoformables à basse température (entre 65° et 80°) pour la confection de la RMO. Nous n'avons pas de préférence pour l'un ou l'autre matériau en particulier, toutefois, le choix de celui-ci se fera en fonction de l'orthèse prescrite, c'est-à-dire, de sa catégorie d'utilisation et de la pathologie. Le genre, la force et la corpulence du patient constituant des facteurs influençant également notre choix pour le matériau.

#### 5.1.1. Orfit® Strips

Ce matériau se présente sous forme de bandes de 45cm x 0,5 cm et 2mm d'épaisseur et peut être ramolli dans de l'eau chaude, sur plaque chauffante, dans un four sec ou au pistolet thermique (Fig.42).



*Fig.42: Orfit strips (45cm/0,5cm).  
Bandes thermoplastiques à basse température  
prédécoupées.*



#### AVANTAGES

- Utilise la chaleur sèche ou eau chaude.
- Laisse le temps de mouler, car ne refroidit pas très vite.
- S'étire facilement.
- Apparaît comme rigide pour mains de travailleurs manuels.

## INCONVÉNIENTS

- Requiert un certain temps de finition pour adoucir les bords de l'orthèse afin que ceux-ci ne blessent pas le patient.
- Risque que l'ajout de bloc de limitation se décolle, s'il n'a pas été suffisamment chauffé lors de la confection.



*RMF D4 droit.*



*RMF D2 gauche avec bloc de limitation, les deux modules étant insérés l'un dans l'autre.*

*Fig.43 : Exemples de RMO avec utilisation de bandes Orfit strips.*

### 5.1.2. Orficast® "Thermoplastic on a roll"

Orficast est proposé sous forme de rouleau de  $\pm 300$  cm de long avec des largeurs différentes dont nous optons pour 6 cm, l'épaisseur du produit est d'environ 1,8 mm. Son aspect textile en fait un matériau agréable au contact de la peau. (Fig.44). Ce matériau offre énormément de possibilités de travail et est particulièrement apprécié pour son confort et l'adaptation aux reliefs des doigts lors du moulage (Fig.45).

*Fig.44 : Orficast rouleaux, 3 m x 6 cm, prêt à la découpe.*





#### AVANTAGES

- S'utilise avec chaleur sèche ou eau chaude.
- S'étire facilement dans les deux sens.
- Facile à couper.
- Aspect fin et épouse parfaitement les reliefs des structures.
- Confortable et respirant pour la peau.
- Finitions rapides.
- Facile à réadapter lors du retrait de pansement et diminution de l'œdème.
- Approprié pour mains féminines et orthèses adaptatives.

#### INCONVENIENTS

- Trop léger pour mains fortes et corpulentes.
- Matériau déconseillé pour les personnes qui travaillent beaucoup les mains dans l'eau et la douche. Si l'orthèse est mouillée, elle doit sécher à température ambiante.



*RMF D2G*



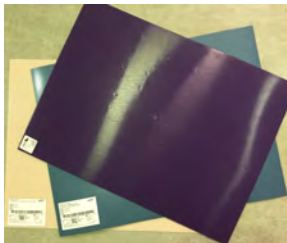
*RMF D5 D*

*Fig.45 : Exemples de RMO avec utilisation du matériau orficast.*

#### 5.1.3. Orfit<sup>®</sup> /Rolyan<sup>®</sup> sous forme de plaque

Les matériaux Orfit<sup>®</sup> et Rolyan<sup>®</sup> thermoplastiques à basse température sous forme de plaque (Fig.46) présentent l'avantage de la surface et permettent des découpes plus importantes notamment lors de la confection d'un bloc de limitation. Nous utilisons également ces matériaux pour les orthèses combinées à la RMO comme la stabilisation de poignet, les orthèses statiques de repos pour la nuit (stabilisation ante-brachiale avec repos digito-palmaire et tuile dorsale) ainsi que pour la confection d'orthèses dynamiques d'extension. Ces plaques de 45 x 60 cm proposent un large éventail d'épaisseurs et de modèles de perforation.

Nous avons une préférence pour les épaisseurs de 1,6 et 2 mm de type microperforées (Orfit) ou ultraperf (Rolyan). Comme les matériaux précédents, ils peuvent être ramollis par chauffage à une température minimale de 65°C et les sources d'activation sont le bain d'eau chaude, le pistolet thermique, la plaque chauffante ou encore le four à air chaud.



**Fig.46** : Mélange de plaques thermoformables Orfit et Rolyan.



**Fig.47** : Orfit classic, Orfit colors NS (Non Sticky) et Aquaplast-T watercolors Rolyan.

#### AVANTAGES

- Grande surface de découpe.
- Facile à travailler, le moulage épouse les formes (Fig.48).
- Rigidité intéressante pour les mains fortes (Fig.48).
- Facilement lavable.

#### INCONVENIENTS

- Les perforations peuvent être gênantes et requérir un certain travail de finition.
- La rigidité apporte moins de confort.



**Fig.48** : RMF et bloc de limitation D5 gauche en 1,6 mm d'épaisseur, main de femme et RMF+bloc de limitation D3 droit en 2 mm d'épaisseur sur main d'homme.

#### 5.1.4. Velcros de fermeture

Nous utilisons peu de velcro de fermeture pour la RMO de base car il n'est pas indispensable. Il donne toutefois la possibilité de serrer plus ou moins l'orthèse et rassure le patient (Fig.49). Par contre, il ferme systématiquement le bloc de limitation pour assurer sa stabilité et éviter tout glissement qui modifierait l'amplitude de mouvement de l'IPP permise par la languette (Fig.50).



**Fig.49 :**  
*Exemples de  
RMF fermées  
avec velcro.*



**Fig.50 :** *Blocs de  
limitation  
systématiquement  
fermés par un  
velcro.*

## 5.2. Les outils

### 5.2.1. Mètre, stylo à bille, crayon et papier

Ces outils ne sont pas utilisés pour chaque orthèse de type RMO, mais constituent une base pour la confection d'orthèses en général. Nous apprécions travailler avec un minimum de mesures afin d'éviter de "consommer" trop de matériau et dans certains cas, nous avons recours à un patron que nous dessinons sur papier.

### 5.2.2. Sécateur et ciseaux

Le sécateur de jardin convient parfaitement pour découper les matériaux thermoplastiques assez durs comme les plaques et les strips. Les ciseaux sont mieux adaptés pour l'Orficast et les finitions lorsque le matériau n'est pas complètement refroidi.

### 5.2.3. Bac d'eau chaude et résistance pour travailler l'Orficast

Tous les matériaux mentionnés plus haut peuvent être ramollis par l'un ou l'autre moyen. Nous avons une préférence pour l'eau chaude à 80°C pour les plaques et les strips. Quant à l'Orficast, nous recourrons à la chaleur sèche sous forme de résistance entre 70 et 80°C (Fig.51 et 52).



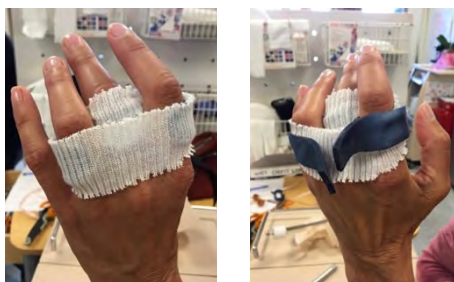
*Fig.51 : Bac d'eau chaude.*



*Fig.52 : Résistance pour chaleur sèche.*

### 5.2.4. Jersey tubulaire

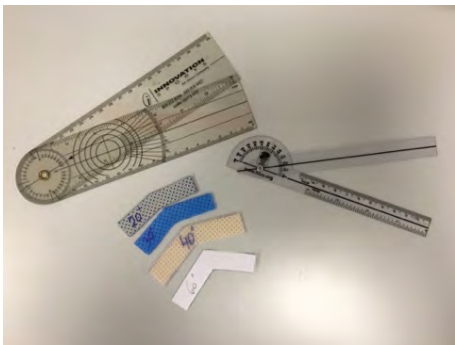
Le jersey tubulaire est indispensable pour mouler le bloc de limitation par-dessus l'orthèse RMO de base et éviter que les deux modules ne collent entre eux (Fig.53).



*Fig.53 : Exemple d'utilisation de jersey tubulaire lors du moulage.*

### 5.2.5. Goniomètre et cales d'amplitude IPP

Le goniomètre classique ou digital est nécessaire pour déterminer de façon précise l'amplitude requise pour le bloc de limitation de l'IPP. Il sera également employé pour vérifier le décalage d'extension ou de flexion de la MCP par rapport aux doigts adjacents dans le cas où le protocole définit précisément celui-ci. Nous avons confectionné de petits gabarits pour faciliter la prise de mesure d'amplitude, que ce soit au niveau de l'articulation MCP ou de l'IPP (Fig.54).



*Fig.54 : Goniomètres et gabarits d'amplitudes*

### 5.2.6. Décapeur thermique et briquet

Le décapeur thermique est peu utilisé pour ce type d'orthèse car peu précis. Nous l'utilisons principalement pour chauffer le matériau pour coller les velcros de fermeture ou pour adapter une orthèse (Fig.55).



*Fig.55 : Décapeur thermique et adaptation d'une orthèse avec celui-ci.*

*Fig.56 : Aperçu de l'utilisation du briquet pour les finitions.*

Le briquet est un outil intéressant pour les finitions telles qu'adoucir les bords de l'orthèse ou chauffer des zones précises. Nous utilisons le bleu de la flamme pour éviter de noircir le plastique (Fig.56).

### 5.3. Confection de l'orthèse RMO

Cette orthèse d'apparence simple semble facile à confectionner. Toutefois, dans la pratique, le moulage, les mesures d'amplitudes prescrites et l'adaptation peuvent se révéler ardues. Nous serons confrontés à la douleur du patient, à des attitudes vicieuses ou "rigidité" de la main, au pansement, au fait d'épouser et d'envelopper parfaitement les doigts. Il est également parfois difficile d'obtenir le décalage d'amplitude relatif d'une MCP aux MCP voisines.

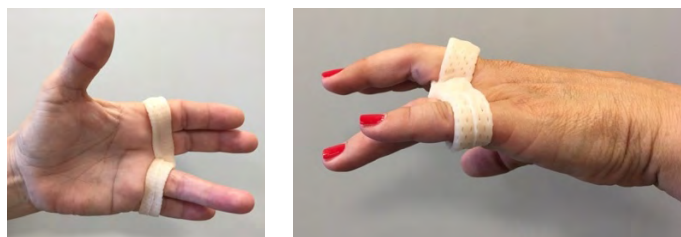
#### 5.3.1. Nombre de doigts dans la RMO de base : trois ou quatre doigts ?

Dans la littérature, nous retrouvons des RMO avec trois ou quatre doigts [6,8] (Fig.57). Ce nombre diffère en fonction de l'utilité de l'orthèse ainsi que du doigt à appareiller : une RME suite à une réparation de tendon extenseur inclura systématiquement les quatre doigts longs, tandis qu'elle ne prendra que trois doigts lors de lésion de bandelette sagittale d'un troisième ou quatrième doigt ou lors d'une orthèse pour exercices d'auto-rééducation.



*Fig.57 : Exemples de RMO D3 gauche à trois ou quatre doigts.*

La configuration de l'orthèse peut également différer en fonction des auteurs et du nombre de doigts à appareiller, certains positionneront le doigt lésé systématiquement en position relative par rapport aux doigts voisins et d'autres ajouteront le doigt voisin au doigt lésé en position relative [6] (Fig.58).



*Fig. 58 : Lésion de D4 gauche en position relative de flexion de MCP avec D5.*

Dans notre pratique, nous constatons que l'appareillage des troisième et quatrième doigts est aisé, stable et sécurisé dans ce type d'orthèse en incluant seulement trois doigts. Par contre, lorsqu'il s'agit d'un doigt bordant comme l'index ou l'auriculaire, nous prenons systématiquement les quatre doigts longs afin d'obtenir plus de stabilité. Dans ce cas, si l'index est lésé, l'auriculaire sera pris dans l'orthèse avec une position relative comme l'index pour équilibrer la position ou inversement pour la lésion de D5 (Fig.59). Cette configuration fait référence à celle employée dans le protocole ICAM décrit par Howell et Merritt [2] (Fig 60) et reprise par d'autres auteurs [48,49].

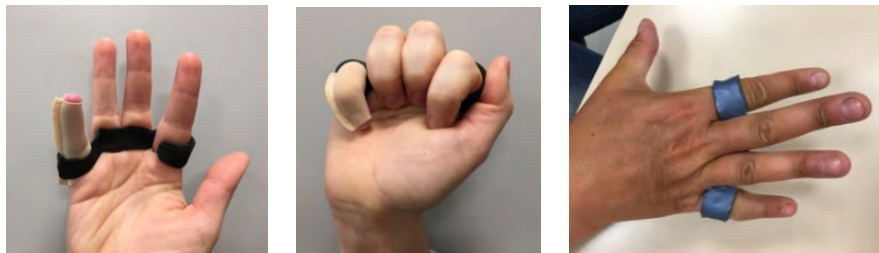


Fig.59 : Exemples de RMF où D5 est contrebalancé par D2.

Index	Long	Ring	Small	Yoke Configuration
xx	o	o	x	0 o o 0
o	xx	o	o	o 0 o o
o	x	xx	o	o 0 0 o
x	o	o	xx	0 o o 0

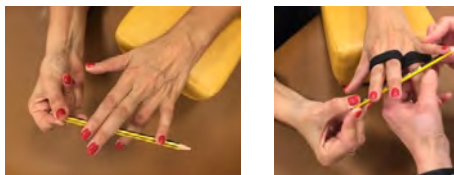
Fig. 60 : Configuration de l'orthèse RME dans le protocole ICAM lors de lésion d'un seul doigt :

- ✓ **XX**= doigt avec tendon suturé en position relative d'extension de la MCP par rapport aux doigts adjacents.
- ✓ **X**= doigt sain additionnel en position relative pour équilibrer l'orthèse.
- ✓ **O**= doigt sain dans une position de flexion de MCP ou en extension moindre de MCP que le doigt lésé.

### 5.3.2. Astuces de moulage pour la RMO de base

Le moulage de cette petite orthèse peut être facilité par la participation du patient. Soit, nous demandons au patient, avec sa main saine, de maintenir un crayon positionnant les doigts comme demandé (Fig.61) ou simplement directement une partie de ses doigts (Fig.62).

Nous marquons également systématiquement l'orthèse d'un repère pour que le patient n'ait aucun doute de sens lorsqu'il place son orthèse lui-même (Fig. 63).



**Fig.61** : Utilisation d'un crayon tenu par la main opposée du patient pour mouler une RMF D4 gauche.



**Fig.62** : Aide du patient pour mouler une RMF pour D2 gauche avec contrebalancement de D5.



**Fig.63** : Point de repère sur l'orthèse pour éviter tout doute de sens.

### 5.3.3. Astuces de moulage pour le bloc de limitation

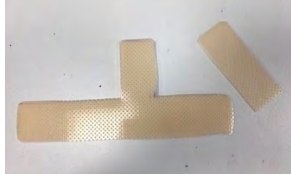
Pour éviter que les deux matériaux ne collent entre eux lors du moulage du bloc, un jersey tubulaire est placé sur le module de base. Nous demandons également au patient de maintenir la languette de limitation dans le cas où celle-ci n'a pas été découpée dans une plaque (Fig.64).



**Fig. 64** : Moulage du bloc par-dessus le module de base avec jersey tubulaire entre les deux modules.

Afin d'être sûr que celle-ci ne se décolle ou se désolidarise de la base, nous pouvons découper ce deuxième module avec la languette attenante au matériau, cette façon de faire assure le maintien de la languette. Nous renforçons également celle-ci pour les mains d'hommes (Fig.65).



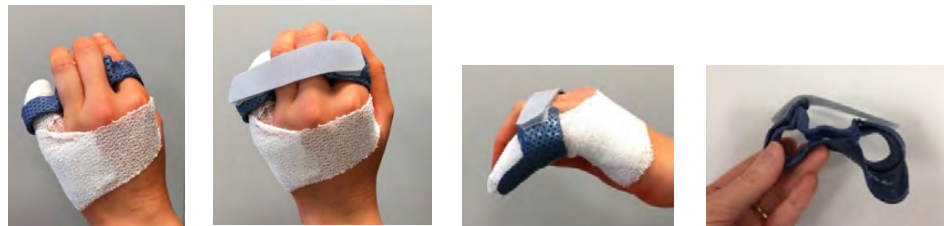


**Fig.65** : Découpe du module avec languette attenante et morceau de renfort.

Il est conseillé de prévoir une largeur plus importante que le module de base pour englober la base et permettre la stabilité de l'ensemble afin d'éviter tout glissement des deux parties entre elles qui pourrait entraîner un décalage du bloc par rapport au module de base et changer la précision de l'amplitude autorisée (Fig. 66 et 67).



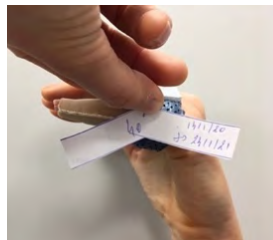
**Fig.66** : Le 2ème module recouvre le 1er et lui confère une bonne stabilité.



**Fig.67** : Exemple d'une adaptation parfaite des deux modules

### 5.3.3.1. Mesure de l'amplitude du bloc de limitation

Afin d'être précis lors du moulage du bloc de limitation ou de son évolution, nous utilisons les gabarits d'amplitude décrits plus haut ou le goniomètre (Fig.68).

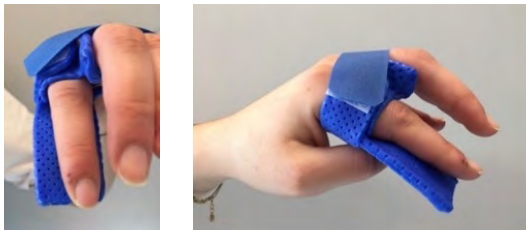


**Fig. 68** : Prises de mesure d'amplitude, avec goniomètre ou gabarit d'amplitude, lors de la confection ou de l'adaptation du bloc de limitation.

### 5.3.4. Pièges

#### 5.3.4.1. Mauvaise adaptation à la main du patient

Lors de la confection et du suivi de cette orthèse RMO, il est recommandé d'adapter au maximum les modules par rapport aux reliefs de la main et penser à convoquer le patient pour évoluer avec la diminution de l'œdème et la suppression du pansement. Une orthèse non adaptée ne permettra pas au patient d'utiliser sa main, or le but de ce type d'orthèse est le minimalisme et la fonction (Fig.69).



*Fig.69 : Orthèse non adaptée, trop volumineuse, mal supportée : moulage non anatomique du doigt et matériau trop dur pour cette main.*

#### 5.3.4.2. Instabilité du bloc de limitation et mauvais collage de la languette

Il est important de stabiliser correctement le bloc de limitation, si celui-ci glisse, la mobilité de l'articulation ne sera plus limitée selon l'amplitude autorisée (Fig.70). Dans le cas où le bloc est conçu en deux parties, il est recommandé de coller fermement la languette du bloc de limitation (Fig.71).





*Fig.70 : Mauvaise stabilité du bloc de limitation : le module bloc n'englobe pas le module de base.*



*Fig.71 : Décollement de la languette de limitation par mauvais collage.*

### 5.3.5. Tutoriel et indications pour la confection de la RMO

Caractéristiques du patient :  /  Travailleur manuel : oui - non – Âge :  
Type d'orthèse prescrite : RME – RMF – RMF + bloc de limitation  
Catégorie d'utilisation : Protection - Adaptation - Exercices  
Doigt lésé : D2 - D3 - D4 - D5  
Nombre de doigts dans l'orthèse : 3 - 4  
➤ Choix du matériau : Orfit ou Rolyan plaque - Orfit Strips – Orficast

#### 5.3.5.1. Confection du module de base : RME ou RMF

##### MESURE ET PREPARATION DU MATERIAU



##### MOULAGE ET VERIFICATION DES AMPLITUDES TANT QUE LE MATERIAU EST ENCORE CHAUD



##### FINITIONS : ADOUCIR LES BORDS DE L'ORTHESE ET METTRE UN POINT REPERE.



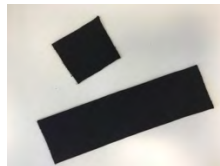
### 5.3.5.2. Confection du bloc de limitation si RMF + Bloc

Module à mouler impérativement **SUR** la RMF de base finie.

MESURE ET PREPARATION DU MODULE EN UNE OU DEUX PARTIE(S) EN FONCTION DU MATERIAU CHOISI.



*Bloc en **une** partie  
en Rolyan*



*Bloc en **deux** parties  
en Orficast*

SI MODULE EN DEUX PARTIES : MOULAGE DE LA LANGUETTE SUR LE DOIGT CONCERNE EN EPOUSANT CORRECTEMENT LA FORME DU DOIGT ET EN MESURANT L'AMPLITUDE DE LA LIMITATION.

MISE EN PLACE D'UN JERSEY DE PROTECTION POUR EVITER DE COLLER LES DEUX MODULES ENTRE EUX ET AIDE DU PATIENT POUR TENIR LA LANGUETTE (SAUF SI INCLUDE DANS LE MODULE).



FINITIONS : ADOUCIR LES BORDS DE L'ORTHESE ET FERMETURE DU BLOC AVEC VELCRO.



## 6. Expérience au sein de notre équipe

---

La RMO a commencé son cheminement au sein de l'équipe IEM Luxembourg en juin 2018. Depuis ce jour à mars 2021, nous avons inclus une quarantaine d'orthèses de ce type dans le traitement de différentes pathologies. Cette orthèse n'apparaît pas systématiquement dans l'un ou l'autre protocole, mais sa polyvalence est mise en évidence par le nombre de pathologies pour lesquelles elle peut être intéressante.

Les indications principales de prescription que nous retrouvons sont les suivantes.

### POUR LA RMF + BLOC

- Rupture de bandelette médiane de tendon extenseur en zone 3, sous-cutanée ou post-opératoire.
- Plaie de tendon extenseur en zone 4 post-opératoire.

### POUR LA RMF

- Ténolyse des fléchisseurs et des extenseurs ± arthrolyse de l'IPP.
- Déficit d'extension active de l'IPP.
- Trouble de commande de l'IPP avec hyperextension de la MCP.
- Maladie de Dupuytren.

### POUR LA RME

La RME est beaucoup moins présente dans notre recensement et a été prescrite plus occasionnellement :

- Pour une prothèse MCP de D3 avec un sauvé-Kapandji dont l'appareillage combinait une orthèse anti-pronosupination du poignet de type Muenster et la RME.
- Pour un enfoncement ostéochondral de tête de métacarpe de D3 et fracture de tête de métacarpe.
- Après ténolyse de FCP afin de faciliter son recrutement.
- Pour protéger un tendon extenseur en zones 5-6 suite à une ténosynovectomie avec ablation à 50% pour tumeur à cellules géantes.

Nous l'avons également testée pour une lésion fermée de tendon extenseur commun en zone 5, pour un cinquième doigt, avec subluxation suite à un traumatisme datant de 15 jours. Le port de l'orthèse supprimait la subluxation du tendon ainsi que la douleur. L'appareillage a été prescrit en continu jour et nuit pour une durée de 6 semaines permettant à la patiente de continuer toutes ses activités. Malheureusement, le traitement orthopédique bien supporté s'est révélé un échec.

Dans les protocoles prescrits par les chirurgiens de l'IEM Luxembourg, la RMO est rarement seule à être ordonnée : elle fait partie d'un ensemble dans le protocole de prise en charge.

## 7. Conclusion

---

L'orthèse RMO est indéniablement très intéressante dans la prise en charge des lésions de la main. Son utilisation en tant que protection dans le traitement post-opératoire des tendons extenseurs en est le déclencheur d'une « redécouverte » et les possibilités d'utilisation n'ont cessé de se développer jusqu'à présent pour mettre toute sa polyvalence en évidence. Le minimalisme et la fonctionnalité de cette orthèse lui offrent une place dans de nombreux traitements avec un rôle précis.

Son utilisation au sein de notre équipe s'est développée au fil des mois nous prouvant son efficacité dans des prises en charge de longue haleine notamment pour le doigt en boutonnière.

La fonctionnalité, grâce au port de cette orthèse, permet au patient une reprise rapide de ses activités quotidiennes, professionnelles, sportives et de loisirs. Ce retour actif a un impact psychologique considérable pour le patient, diminue la durée de l'arrêt de travail et entraîne des économies pour la société.

Cette petite orthèse, peu onéreuse, a tout d'une grande et gagne à être connue. La RMO s'ouvre donc une voie royale dans l'arsenal thérapeutique de la main.

## 8. Annexes




### Annexe 1 : Quelques exemples de prise en charge avec la RMO au sein de notre service

#### ➤ Madame B.D.






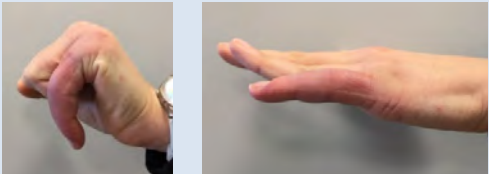
##### DESCRIPTION

Ténolyse de fléchisseur et extenseur D5 gauche avec reconstruction du plan ligamentaire de l'IPP et retension de la bandelette médiane de l'extenseur en zone 3 sur morsure de chien datant de plusieurs mois.

##### APPAREILLAGE POST-OPÉRATOIRE ET AUTO-EXERCICES DE J1 À J49

Phases	Appareillage Jour	Exercices	Appareillage Nuit
<b>J1 à J27</b>	✓ <b>Orthèse dynamique d'extension MP stop avec lame de Levame à porter 24/24 sauf pour exercices avec RMF</b>  	✓ <b>Orthèse statique type RMF</b> D5 gauche avec limitation antérieure de la flexion à 20° pour exercices 4x/jour-3 séries de 5 mouvements la première semaine puis 10 mouvements à partir de la deuxième semaine  	✓ Idem appareillage jour
<b>J15</b> Ablation des fils	✓ Ajout d'un lycra compressif contre l'œdème sous l'orthèse	✓ Continuité des exercices jusqu'à 20° de flexion IPP  	✓ Idem appareillage jour + silicone sur cicatrice











Phases	Appareillage Jour	Exercices	Appareillage Nuit
J27 à J37	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Port continu RMF+Bloc.</li> <li>✓ Modification du bloc de limitation à 40° de flexion</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exercice sous couvert de la RMF+Bloc à 40°</li> <li>✓ 10 mouvements/2h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tuile dorsale IPP-IPD</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Si une perte de l'extension est observée par la patiente au cours des semaines suivantes, il est conseillé de remettre la lame de Levame</li> </ul>
J38 à J48	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RMF+Bloc</li> <li>✓ Bloc de limitation à 60°</li> </ul>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exercice sous couvert de la RMF+Bloc à 60°</li> <li>✓ 10 mouvements/2h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Continuité du port de la tuile dorsale</li> </ul>
J49	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Retrait du bloc de limitation</li> <li>✓ Continuité du port de la RMF seule</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Travail en flexion et extension active du doigt dans toute l'amplitude permise par la RMF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Continuité du port de la tuile dorsale</li> </ul>
Aperçu à 7 semaines			

➤ **Monsieur G.P.**

DESCRIPTION

Maladie de Dupuytren et arthrolyse D5 gauche.

APPAREILLAGE POST-OPÉRATOIRE DE J1 À J90

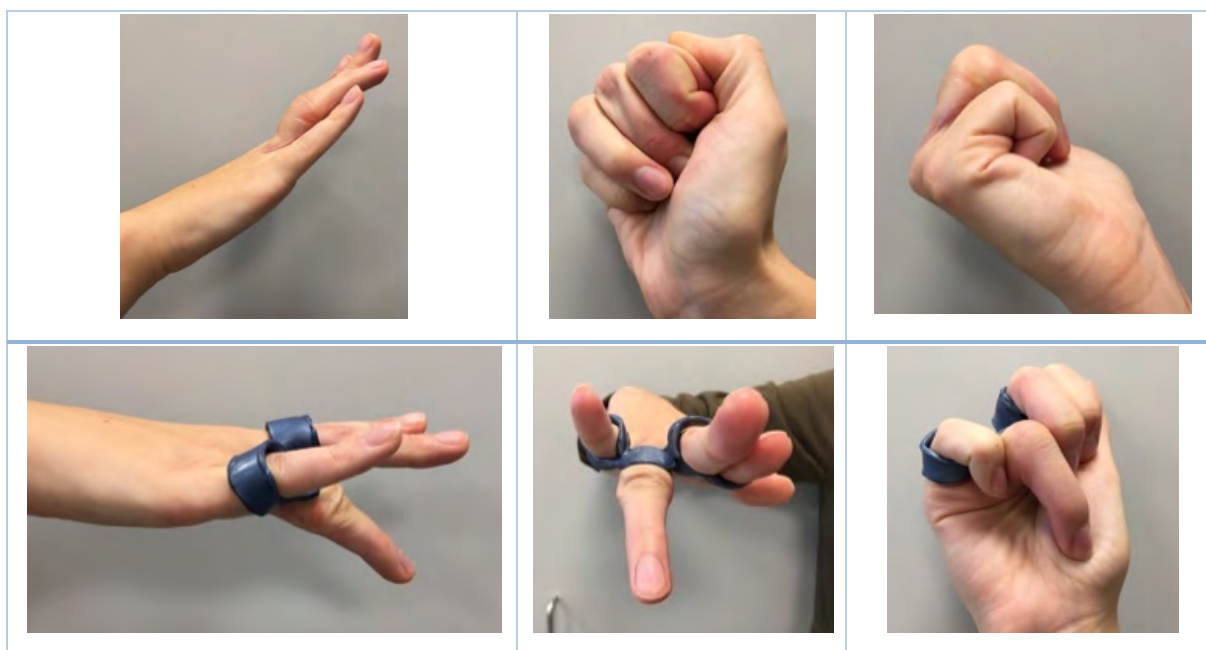
			
<p><i>RMF en journée</i></p>			<p><i>Extension dynamique de type lame de Levame pour la nuit</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J+15 : - Ajout d'un lycra compressif en journée et silicone sur la cicatrice pour la nuit - Adaptation de la RMF</li> </ul>			
			
<p><i>Aperçu de la plaie à J+15 après ablation des fils</i></p>	<p><i>Lycra compressif en journée</i></p>	<p><i>Tube siliconé pour la nuit dès que les croûtes sont tombées (à mettre sous l'orthèse de nuit)</i></p>	
			
<p><i>Aperçu de l'extension à J+90 : persistance d'une compensation du déficit d'extension active de l'IPP par une hyperextension de MCP</i></p>	<p><i>Adaptation de la RMF que le patient continue à porter en journée</i></p>	<p><i>La RMF permet la mobilité complète de la main et son utilisation sans gêne</i></p>	

➤ **Madame G.L.**

DESCRIPTION

Déficit d'extension active de l'IPP et compensation par hyperextension de la MCP suite à un ring finger. La patiente se plaint de douleurs de type inflammatoire dans les deux derniers doigts de la main lors de la flexion. Le test du crayon entraînant une meilleure extension active du doigt, une RMF est réalisée.

COMPARATIF DE LA MAIN SANS APPAREILLAGE ET AVEC APPAREILLAGE



Le port de cette RMF a été conseillé en journée un maximum de temps, c'est-à-dire du réveil au coucher. Dès le port de cette orthèse, la douleur des fléchisseurs s'est atténuée jusqu'à disparition complète des symptômes. Gain de l'extension active de l'IPP de 5° en 15 jours.

À un mois du début du port de l'orthèse, la patiente compense toujours un léger déficit d'extension de l'IPP par une hyperextension de MCP, nous lui conseillons de continuer le port de l'appareillage au maximum. Ce qui ne la contrarie pas vu la fonctionnalité de celle-ci.

## Annexe 2 : Anatomie des doigts longs

Chaque doigt long comprend une chaîne de trois articulations qui grâce à leurs particularités anatomiques et biomécaniques précises permettent, avec l'opposition du pouce, la préhension spécifique à la main de l'homme.

### ➤ Anatomie articulaire

#### ➤ Articulations métacarpo-phalangiennes des doigts longs

Les articulations métacarpo-phalangiennes (MCP) sont de type condylienne et possèdent deux degrés de liberté :

- La flexion-extension dans le plan sagittal du corps,
- L'inclinaison latérale dans le plan frontal du corps.

La tête du métacarpien comporte une surface articulaire condylienne, convexe dans les deux sens, plus étendue et plus large en avant qu'en arrière, différant d'un métacarpien à l'autre [15] (Fig.1).

La base de la première phalange est creusée d'une surface de type glénoïde, concave dans les deux sens, avec une superficie moindre que celle de la tête du métacarpien. Celle-ci est prolongée en avant par une surface "d'appoint" : le fibrocartilage glénoïdien, petite languette fibreuse insérée sur le bord antérieur de la base phalangienne, avec une petite incisure qui lui constitue une charnière, permettant un mouvement ample de l'articulation lors de la flexion.

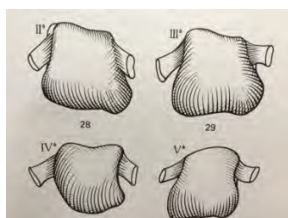


Fig.1[15]

Forme des têtes métacarpiennes:  
Têtes des II, III, IV et V métacarpiens



Fig.2[15]

Capsule articulaire de la MCP et son fibrocartilage antérieur[16], MCP en flexion.

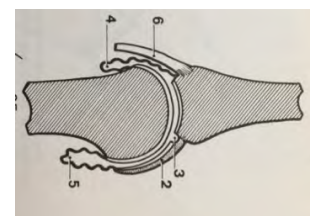


Fig.3[15]

4 et 5 : Culs-de-sacs antérieur et postérieur de la capsule articulaire de la MCP en extension

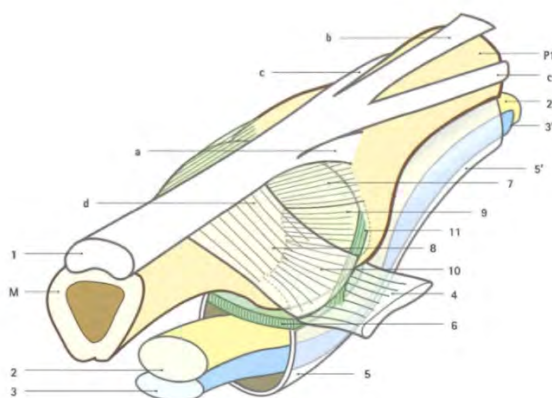
L'appareil fibreux enveloppant cette articulation apparaît complexe et multiple. La capsule articulaire, lâche et mince, se confond avec le fibrocartilage glénoïdal à sa face antérieure. Cette capsule présente un cul-de-sac antérieur et postérieur qui permettent les mouvements de flexion-extension de l'articulation (Fig.2 et 3).

Latéralement, la capsule articulaire est renforcée par deux types de ligaments :

1. **Les ligaments latéraux**, composés de trois faisceaux ayant chacun leur fonction : le faisceau métacarpo-phalangien, le faisceau métacarpo-glénoïdien ainsi que le faisceau phalango-glénoïdien ;
2. **Le ligament transverse intermétarprien** qui s'insère sur les bords adjacents des fibrocartilages glénoïdiens voisins, guidant le passage aux tendons des interosseux dans un pseudotunnel. Le tendon du muscle lombrical passe en avant de ce ligament transverse.

À la face dorsale de la capsule articulaire, l'extenseur commun chapeaute l'articulation et insère son expansion profonde à la base de la première phalange avant de se diviser en une bandelette médiane et deux bandelettes latérales. Juste avant l'insertion de l'expansion profonde, les bandelettes sagittales se détachent des bords latéraux de l'extenseur et vont se fixer sur le ligament transverse intermétarprien. Ce qui maintient le tendon dans l'axe de la surface dorsale convexe de la tête métarprienne lors de la flexion de l'articulation [15] (Fig.4).

À la face palmaire, nous allons trouver les tendons fléchisseurs dans leur gaine formée de la poulie A1 qui débute au niveau du fibrocartilage glénoïdien et se prolonge à la face palmaire de la première phalange [15] (Fig.4).



**Fig.4 [16] : Appareil fibreux des articulations MCP**

1. Tendon extenseur commun : a. expansion profonde, b. bandelette médiane, c. bandelette latérale, d. bandelette sagittale ; M. Métarprien ; P1. Première phalange.  
 2. Tendon FCP. 3. Tendon FCS. 3'. Bandelette du FCS après perforation par le FCP. 4. Ligament intermétarprien. 5. Poulie métarprienne. 6. Fibrocartilage glénoïdien. 6'. Poulie des fléchisseurs. 7. Capsule articulaire. 8. Insertion du ligament latéral sur le tubercule latéral du métarprien. 9 et 10. Ligaments latéraux. 11. Faisceau phalango glénoïdien du ligament latéral.

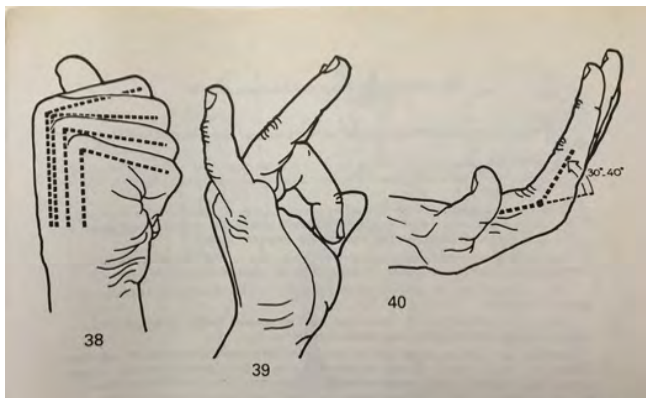
### Les articulations métacarpo-phalangiennes : mouvements et amplitudes

Nous avons cité, plus haut, la flexion et l'extension dans le plan sagittal du corps et l'inclinaison latérale dans le plan frontal. Nous ajouterons une composante de rotation longitudinale automatique passive dans le sens de la supination, du fait de l'asymétrie du condyle métacarpien et de l'inégalité de tension et de longueur des ligaments latéraux. Ce dernier mouvement rappelle celui du pouce initié par l'articulation inter-phalangienne de celui-ci. Cette rotation se marque de plus en plus vers les doigts internes et est au maximum pour l'auriculaire vu le mouvement d'opposition symétrique avec le pouce [15].

L'amplitude en flexion est voisine de  $90^\circ$  pour l'index et va croissant jusqu'au cinquième doigt. La flexion d'un seul doigt sera limitée par la tension du ligament palmaire interdigital (Fig.5).

L'amplitude en extension active est variable suivant les sujets et peut atteindre  $30-40^\circ$  alors que l'extension passive peut aller jusqu'à  $90^\circ$  chez un sujet laxo (Fig.5).

L'inclinaison latérale de l'index est de  $30^\circ$  d'abduction et d'adduction, c'est lui qui possède le plus de mobilité dans ce plan et par rapport à son métacarpien [15] (Fig.6).



*Fig.5[15] : Amplitudes en flexion et extension des doigts.*



*Fig.6[15] : Inclinaison latérale de l'index.*

➤ Articulations inter-phalangiennes proximales des doigts longs

Les articulations inter-phalangiennes (IPP) sont de type trochléen et possèdent un seul degré de liberté :

- la tête de la phalange proximale a la forme d'une poulie dont le rayon de courbure est régulier et possède un seul axe transversal, autour duquel s'effectuent les mouvements de flexion-extension, dans le plan sagittal du corps,
- la base de la phalange distale qui lui correspond est creusée de deux petites cavités glénoïdes, séparées par une crête médiane, qui s'appliquent sur les joues de la trochlée. Cette crête est prolongée par le tubercule dorsal qui donne insertion à la bandelette médiane du tendon extenseur.

Comme pour les articulations MCP, et pour les mêmes raisons mécaniques, il existe un fibrocartilage glénoïdien qui glisse sur la surface palmaire de la phalange proximale lors de la flexion [17]. Ce fibrocartilage porte également le nom de plaque palmaire.

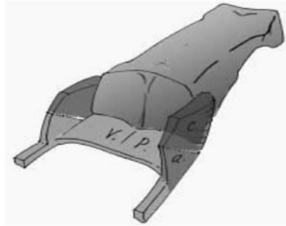
Les IPP sont stables quelle que soit leur position.

Cette stabilité tient son origine à la congruence de l'articulation, à ses composantes capsulo-ligamentaires et aux forces de coaptation axiale des tendons l'entourant [18].

Latéralement, nous trouvons deux ligaments collatéraux principaux (LCP) et deux ligaments collatéraux accessoires (LCA) (Fig.8) :

- Le LCP est épais, son insertion proximale se fait sur la partie latérale de la tête de P1, la distale sur la moitié palmaire de la base de P2. Ce ligament a toujours une partie de ses fibres en tension, quelle que soit sa position.
- Le LCA est moins épais que le LCP et son orientation est plus verticale, son insertion proximale se situe sur la partie latérale de la tête de P1 et la distale s'étale sur le bord de la plaque palmaire.

Antérieurement, la plaque palmaire renforce la capsule articulaire. Son insertion proximale se fait par deux freins (ou check reins) qui s'intriquent avec la gaine des fléchisseurs, l'insertion distale se situe au niveau de la base de P2. La plaque palmaire s'oppose à l'hyperextension et complète la stabilité latérale avec le LCP. L'ensemble plaque palmaire et ligaments latéraux s'unissent en une configuration tridimensionnelle "en boîte" portant le nom de boîte articulaire de BOWERS [18] (Fig.7).



*Fig.7[18] : Boîte articulaire de Bowers.*



*Fig.8[18] :*

*Ligaments latéraux et plaque palmaire de l'IPP :1.  
LCP. 2.LCA. 3.Plaque palmaire.*

En regard de cette plaque palmaire, les tendons fléchisseurs passent dans leur gaine formée, à ce niveau, des poulies C1, A3 et C2. Dorsalement, la bandelette médiane du tendon extenseur vient s'insérer sur la base de P2, au niveau de son tubercule dorsal. Comme mentionné plus haut, lors de la flexion de l'articulation, les ligaments latéraux sont tendus, les mouvements de latéralité sont donc nuls en flexion. Les ligaments latéraux sont également tendus lors de l'extension complète de l'articulation, ce qui procure une stabilité latérale. Par contre, ils sont distendus en position de flexion intermédiaire ; ce qui ne doit jamais être une position d'immobilisation car elle favorise leur rétraction qui pourrait entraîner un flexum résiduel [15]. Un autre facteur d'enraidissement en flexion de cette articulation est la rétraction des "check reins".

#### [Les articulations IPP et leurs amplitudes articulaires](#)

L'amplitude en flexion dans les articulations IPP : comme pour les articulations MCP, cette amplitude de flexion va croissant du deuxième au cinquième doigt, celle-ci s'étale de 120° jusqu'à 135° pour l'auriculaire, en actif comme en passif. L'amplitude en extension dans les articulations IPP est nulle, sauf dans le cas d'hyperlaxité.



### ➤ Articulations inter-phalangiennes distales des doigts longs

Comme les IPP, les articulations inter-phalangiennes distales (IPD) sont de type trochléen à un degré de liberté. L'anatomie capsulo-ligamentaire est similaire à celle des IPP.

À la face dorsale, les deux bandelettes latérales de l'extenseur se rejoignent pour former la bandelette terminale insérée à la base de la troisième phalange. À la face palmaire, nous retrouvons le passage du tendon fléchisseur qui va également terminer sa course sur la troisième phalange.

#### Articulations IPD et leurs amplitudes articulaires

L'amplitude **en flexion** des IPD est légèrement inférieure à 90° et croît également du deuxième au cinquième doigt pour atteindre 90° au niveau du cinquième.

L'amplitude **en extension** des IPD est nulle en actif, par contre, celle-ci peut aller jusqu'à 30° passivement. En dépit du fait que cette articulation ne possède qu'un degré de liberté, il existe une légère laxité latérale passive.

### ➤ Anatomie tendineuse et musculaire de la main

#### ➤ Système intrinsèque

Les groupes musculaires du système intrinsèque qui nous intéressent dans ce travail sont les lombricaux, les interosseux palmaires, les interosseux dorsaux ainsi que les muscles de l'éminence hypothénar. Nous ne détaillerons pas les muscles de l'éminence thénar puisqu'ils n'entrent pas en jeu lors du port de l'orthèse présentée dans ce travail.

- Muscles lombricaux

### Origine

Les lombricaux sont au nombre de quatre. Les muscles premier et deuxième lombricaux sont unipennés. Ils s'insèrent par un corps charnu unique sur le bord latéral du tendon du muscle fléchisseur profond des deuxième et troisième doigts. Les deux autres lombricaux sont bipennés à leurs insertions d'origine. Ils s'insèrent sur le bord ulnaire du muscle fléchisseur profond du troisième doigt et sur le bord radial du tendon du fléchisseur profond du quatrième doigt pour le troisième lombrical. Quant au quatrième lombrical, c'est sur le bord ulnaire du tendon du fléchisseur profond du quatrième doigt et sur le bord radial du tendon du fléchisseur profond du cinquième doigt qu'il s'insère. Les tendons des quatre lombricaux sont uniquement radiaux [17].

### Trajet

Ces muscles cheminent dans des petits canaux aponévrotiques formés par les développements de l'aponévrose palmaire. Les corps charnus se terminent par une mince languette tendineuse appliquée sur la face latérale de la MCP des quatre doigts longs. Cette languette est séparée du tendon du muscle interosseux correspondant par le ligament métacarpien transverse profond. Cette disposition amène le tendon lombrical dans une situation plus superficielle que les muscles interosseux palmaires.

### Terminaison

Le tendon se dirige alors en dedans pour se fusionner, plus bas que la dossière des muscles interosseux, avec la troisième expansion du muscle interosseux pour s'insérer enfin sur le bord radial des tendons de l'extenseur des doigts correspondants [17].

### Innervation

- Premier et deuxième lombricaux : nerfs digitaux du nerf médian (plexus brachial C8),
- Troisième et quatrième lombricaux : rameau profond du nerf ulnaire (plexus brachial C8) [17].

### Action

Les lombricaux mettent donc en rapport le système fléchisseur et le système extenseur des doigts. Ces muscles contiennent de nombreux récepteurs proprioceptifs coordonnant l'action de ces deux groupes musculaires, ce qui les rend fondamentaux pour les mouvements des doigts [17] :

- flexion de la première phalange sur le métacarpien (démarrreur-"flexor starter"),
- extension de la deuxième phalange et de la troisième quelle que soit la position de l'articulation MCP.

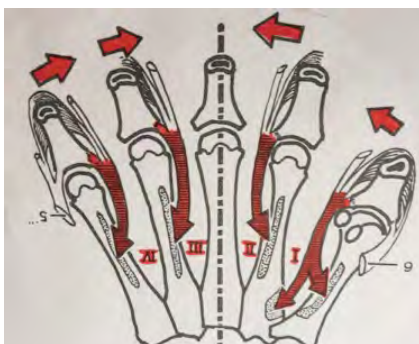


*Fig.9[16] : Muscles lombricaux*

1. Premier et deuxième lombricaux, unipennés.
2. Troisième et quatrième lombricaux, bipennés.

- Muscles interosseux palmaires (IOP)

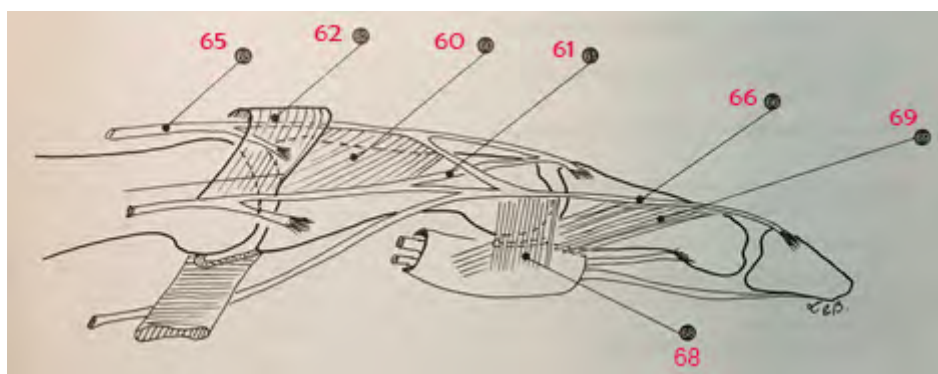
Les muscles interosseux palmaires sont au nombre de quatre et sont numérotés de dehors en dedans. Ils possèdent un corps charnu, petit et fusiforme. Le troisième métacarpien en est dépourvu.



*Fig.10[15] : Muscles interosseux palmaires  
I,II,III,IV : premier, deuxième, troisième et  
quatrième IOP. Vue palmaire.*

Ces muscles s'insèrent sur les trois-quarts supérieurs du versant antérieur et de la face axiale des premier, deuxième, quatrième et cinquième métacarpiens. Les corps charnus des muscles interosseux donnent naissance au-dessus de l'articulation MCP à un tendon lamelleux poursuivant la direction du corps charnu et gagnant la région dorsale où il se termine par trois expansions [17] (Fig.11).

- Première expansion : très courte, sur le tubercule latéral de la base de la première phalange du doigt correspondant ;
- Deuxième expansion : lame fibreuse qui forme avec son homologue controlatéral la dossière des interosseux passant sur la face dorsale de la première phalange. La dossière des interosseux est constituée, d'une part ; d'une partie épaisse transversale glissant sur la face dorsale de la base de la première phalange et de l'articulation MCP par l'intermédiaire d'une bourse séreuse sous-jacente et d'autre part ; d'une partie plus mince, aponévrotique, constituée de fibres obliques qui s'insèrent latéralement sur le tendon du muscle extenseur commun des doigts.
- Troisième expansion : mince languette qui s'insère en deux faisceaux de fibres sur le tendon de l'extenseur ; un faisceau médial, par des fibres obliques qui s'insèrent sur le tendon de l'extenseur commun, formant une lame triangulaire, un faisceau latéral qui fusionne avec la bandelette latérale de l'extenseur juste avant son passage au niveau de l'IPP en constituant une bandelette avec son homologue controlatéral pour aller s'insérer sur la troisième phalange.



*Fig.11[17]. Insertions terminales des muscles interosseux. Main droite, vue latérale.*

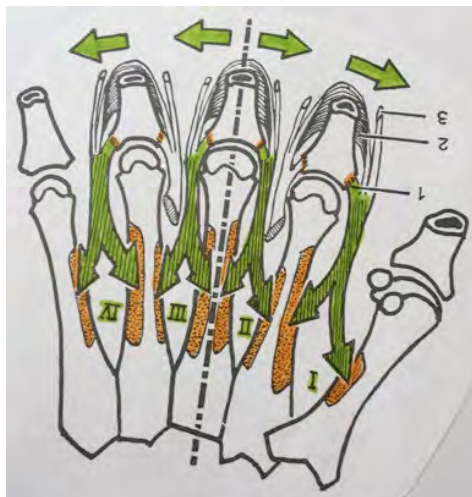
*60 et 61. Troisième expansion des muscles interosseux, fibres lamello-tendineuses, bandelette médiane et latérale. 62. Dossière. 65. Tendon de l'extenseur commun. 66. Bandelette latérale du tendon extenseur. 68. Ligament rétinaculaire transverse. 69. Ligament rétinaculaire oblique.*

La bandelette latérale ne passe pas sur la face dorsale de l'IPP, mais dans une position dorso-latérale car elle est retenue à la capsule articulaire par les fibres du ligament rétinaculaire transverse [15,17].

- Muscles interosseux dorsaux

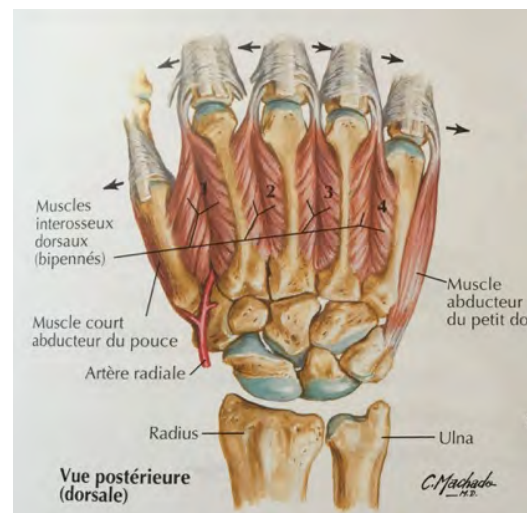
Les muscles interosseux dorsaux (IOD) se situent sur le même plan que les interosseux palmaires mais leurs insertions les rattachent plutôt à la région dorsale de la main. Les muscles interosseux dorsaux sont également au nombre de quatre et dénommés de dehors en dedans.

Ceux-ci sont plus volumineux et plus puissants que les interosseux palmaires. Le corps charnu est composé de deux chefs musculaires qui fusionnent pour former un petit muscle penniforme. Ces corps charnus s'insèrent entre chaque espace interosseux sur les deux faces latérales des métacarpiens et donnent naissance à un tendon aplati puis plus épais qui se dirige vers la base latérale de la phalange et se confond avec les expansions des interosseux palmaires (Fig.12 et 13).



**Fig.12 [15] :**

*Muscles interosseux dorsaux. Vue palmaire. 1,2,3.  
Les trois expansions terminales.*



**Fig.13 [19] :**

*Muscles interosseux dorsaux. Vue dorsale.*

#### Action et innervation des muscles interosseux

- Action des muscles interosseux palmaires : rapprochement des doigts vers l'axe de la main, c'est-à-dire vers le troisième doigt,
- Action des muscles interosseux dorsaux : écartement des doigts par rapport à l'axe du troisième doigt,
- Actions communes des interosseux palmaires et dorsaux :
  - Flexion de la première phalange sur le métacarpien,
  - Extension des deuxième et troisième phalanges, mais leur action sur les phalanges dépend du degré de flexion de la MCP et de l'état de tension de l'extenseur commun.
- Nous détaillerons ces actions dans le chapitre sur la biomécanique des doigts longs.

Les interosseux palmaires et dorsaux sont innervés par le rameau profond du nerf ulnaire [17].

- Muscles de l'éminence hypothénar

L'éminence hypothénar compte trois muscles : le court fléchisseur, l'abducteur et l'opposant du cinquième doigt.

- Le court fléchisseur s'étend de la face antérieure du ligament annulaire antérieur du carpe et de l'apophyse unciforme de l'hamatum vers le tubercule interne de la base de P1.

#### Action du court fléchisseur du cinquième doigt

Le court fléchisseur fléchit la première phalange et entraîne une abduction du cinquième doigt.

- L'abducteur s'attache sur la face antérieure du ligament annulaire antérieur du carpe et sur le pisiforme. Il se termine comme un interosseux sur le tubercule latéral de P1 (avec le court fléchisseur), par une dossière commune avec le quatrième interosseux palmaire et par une expansion vers la bandelette latérale de l'extenseur commun.

#### Action de l'abducteur du cinquième doigt

L'abducteur écarte le cinquième doigt de l'axe de la main, fléchit la première phalange et étend les deuxième et troisième phalanges.

- L'opposant plus profond que les deux muscles précédents, s'insère sur l'apophyse unciforme de l'hamatum et sur le bord inférieur du ligament annulaire antérieur du carpe pour se diriger sur la face interne du cinquième métacarpien.

#### Action de l'opposant du cinquième doigt

L'opposant fléchit le cinquième métacarpien sur le carpe autour d'un axe oblique qui le porte vers l'avant et la paume de la main.

#### Innervation de ces trois muscles

L'innervation de ces trois muscles dépend du nerf ulnaire.

#### ➤ Système extrinsèque

Le système extrinsèque comprend des muscles dont l'insertion proximale est extérieure à la main. Deux systèmes antagonistes s'opposent et fonctionnent de concert pour la coordination des mouvements des doigts : les fléchisseurs et les extenseurs des doigts.

- Fléchisseurs profonds des doigts

Le corps charnu des fléchisseurs des doigts longs se situe dans la loge antérieure de l'avant-bras. Deux muscles constituent les fléchisseurs des doigts longs : le muscle fléchisseur profond des doigts (FPD) et le muscle fléchisseur superficiel des doigts (FSD).

Le **fléchisseur profond des doigts** fait naître quatre tendons qui vont passer en profondeur sous le ligament annulaire antérieur du carpe. Dans la paume de la main, ceux-ci vont s'étaler pour rejoindre chacun leur doigt correspondant. Chaque tendon va ensuite être maintenu plaqué au squelette par des poulies fibreuses au nombre de 5 annulaires et 3 cruciformes. Celles-ci constituent, avec la face antérieure légèrement concave de la phalange, une coulisse ostéofibreuse qui va permettre au tendon et à sa gaine l'enveloppant, de coulisser lors des

différents mouvements du doigt. Lors du passage de l'articulation MCP, le FCP va perforer le tendon FCS et aller s'insérer sur la base de la troisième phalange.

Le **fléchisseur superficiel des doigts** se termine également par quatre tendons correspondants à chaque doigt long. Ces tendons passent superficiellement aux tendons fléchisseurs profonds dans le canal carpien. Dans la paume de la main, ceux-ci suivent le trajet des profonds en regard de l'articulation MCP, se dédoublent en deux languettes ou bandelettes. Ces bandelettes contournent les bords du tendon profond avant de se réunir au niveau de l'articulation IPP pour s'insérer sur la partie latérale de la face palmaire de la deuxième phalange [15,17].

Les fléchisseurs sont enveloppés par une gaine synoviale en regard des poulies de réflexions. Ces gaines synoviales offrent un rôle vasculaire et lubrifiant aux tendons. Des gaines digitales individuelles sont décrites pour les deuxième, troisième et quatrième doigts. La gaine de l'auriculaire fait suite à la gaine ulno-carpienne de la paume de la main. Celle du pouce étant la continuité de la gaine radio-carpienne. Il existe également une gaine moyenne au niveau du carpe et de la main. Ces gaines possèdent des culs-de-sacs à leurs extrémités et peuvent être de topographie légèrement différente d'un individu à l'autre, notamment au niveau du carpe où ces gaines peuvent communiquer et être au nombre de deux au lieu de trois [15].

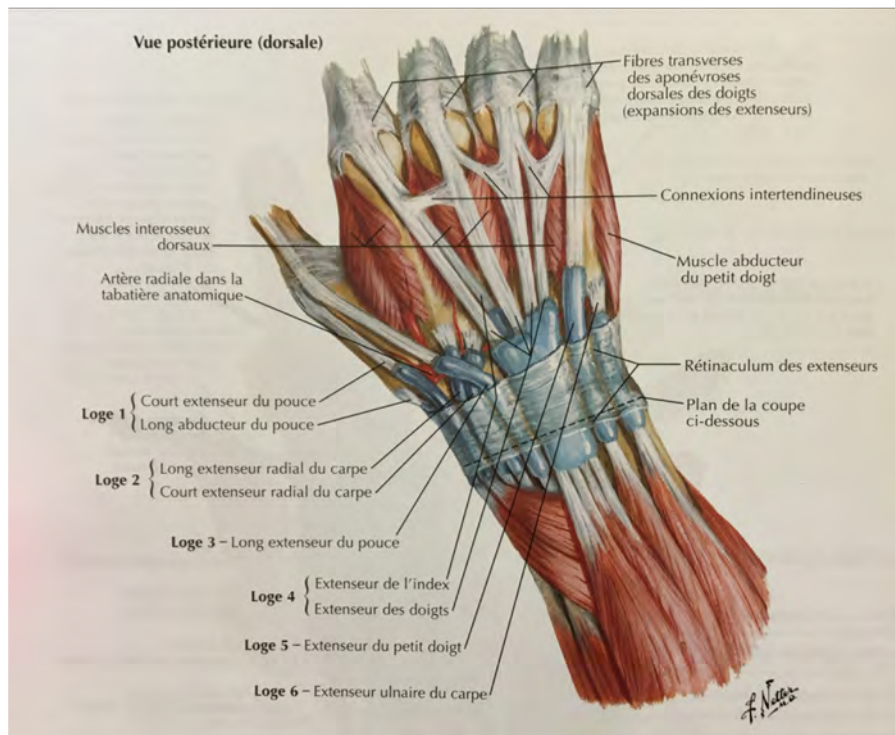
- Extenseurs des doigts

Trois muscles composent le groupe des extenseurs : l'extenseur commun des doigts, l'extenseur propre de l'index ainsi que l'extenseur propre du cinquième doigt. Ces trois muscles s'insèrent proximalelement sur l'épicondyle latéral de l'humérus pour l'extenseur commun et le propre du cinquième, et sur la face postérieure de l'ulna et la membrane interosseuse pour le propre de l'index.

Dans la partie distale de l'avant-bras, l'extenseur commun des doigts se divise en quatre tendons. Ceux-ci se juxtaposent et passent avec le tendon de l'extenseur propre de l'index dans le quatrième compartiment de la coulisse ostéo-fibreuse formée par le ligament rétinaculaire dorsal du carpe (Fig.13). Ces tendons divergent ensuite à la face dorsale de la main pour gagner leurs doigts respectifs.



Dans la partie moyenne de la face dorsale de la main, les tendons de l'extenseur commun sont réunis par des fibres transversales et dans la partie distale par des bandelettes fibreuses bien différenciées : les connexions intertendineuses aussi appelées *junctura tendinae* (Fig.14). Quant à l'extenseur propre du cinquième doigt, celui-ci emprunte le cinquième compartiment du ligament annulaire antérieur du carpe pour atteindre le doigt correspondant [17].



**Fig.14 [19] :** Le ligament rétinaculaire dorsal du carpe avec ses six loges ou compartiments et les connexions intertendineuses.

Au niveau des chaînes digitales, on parle d'appareil extenseur et plus de tendon, car c'est par la réunion des tendons extenseurs extrinsèques avec l'appareil intrinsèque, constitué des interosseux et des lombricaux, que la fonction est assurée. La terminologie de Tubiana et Valentin reprise par Merle et Dautel [20] semble être la plus claire pour préciser son organisation :

- Les tendons extenseurs vont se stabiliser sur le dôme métacarpien grâce aux bandelettes sagittales, ou sangles de l'extenseur, qui se fixent sur le ligament intermétacarpien.
- L'insertion du tendon par une fine bandelette sur la base de la première phalange (expansion profonde) est inconstante.
- La bandelette médiane se fixe sur la base de P2.
- Les bandelettes latérales réunies se fixent sur la phalange distale.

## ➤ Système rétinaculaire

- Bandelettes sagittales

Les bandelettes sagittales naissent des bords latéraux de l'extenseur commun et se fixent sur le ligament transverse intermétacarpien. Elles ont un aspect tendineux et certaines fibres se continuent sur la face dorsale du tendon pour rejoindre leurs homologues du côté opposé. Les bandelettes sagittales sont un des moyens stabilisateurs du tendon extenseur au niveau de la MCP [15,18].

- Ligaments rétinaculaires

Le ligament rétinaculaire est composé de deux structures distinctes :

- le ligament rétinaculaire transverse (LRT) se situe au niveau de l'articulation IPP. Ses fibres sont tendues entre les bandelettes latérales du tendon extenseur et la partie correspondante de la gaine fibreuse des tendons fléchisseurs,
- le ligament rétinaculaire oblique (LRO) dont les fibres sont tendues de la face palmaire de la première phalange aux bandelettes latérales du tendon de l'extenseur commun et par leur intermédiaire jusqu'à la troisième phalange, ce qui lui confère une obliquité par rapport à l'axe du doigt. L'extension de l'articulation IPP tend les fibres du ligament rétinaculaire oblique et entraîne l'extension de l'articulation IPD.

Le ligament rétinaculaire coordonne passivement l'extension des deux dernières phalanges [15].

- Ligament triangulaire

Le ligament triangulaire est formé par des fibres transversales qui unissent les tendons conjoints latéraux sur la partie dorsale de P2.

## ➤ Revêtement cutané des doigts et ses amarres

Au-dessus de toutes les structures anatomiques décrites précédemment, le revêtement cutané ainsi que ses amarres jouent également un rôle considérable. Ceux-ci présentent des caractéristiques indissociables des performances motrices et sensibles de la main. La peau palmaire et la peau dorsale sont différentes et opposées sur les plans anatomique et fonctionnel ; tandis que la peau palmaire subit les contraintes d'appui et joue un rôle sensitif important, la

peau dorsale fine et souple ménage la liberté articulaire dans la flexion et est en relation étroite avec l'appareil extenseur par les amarres cutanées.

Les amarres cutanées sont des structures ligamentaires décrites comme des ligaments de rétention parce qu'elles contribuent à maintenir en place l'appareil extenseur et la peau [18]. Ces amarres sont les ligaments cutanés de Cleland et le ligament de Grayson.

- Ligaments cutanés de Cleland

Ceux-ci sont constitués par des trousseaux fibreux denses de chaque côté des articulations IP. Chaque trousseau est conique et aplati. Ce ligament naît de l'os et ses fibres se dirigent en divergeant vers leur insertion cutanée. Ce sont des ligaments ostéo-cutanés. Sur le plan fonctionnel, les fibres de ce trousseau fibreux dont l'origine est la plus dorsale, sont mises en tension par la flexion de l'articulation IPP et assurent ainsi la stabilité cutanée. Les fibres les plus palmaires sont mises en tension quand l'IPP est étendue. Ils se projettent en regard de la jonction peau palmaire-peau dorsale au niveau du pli de flexion [18].

- Ligament de Grayson

Le ligament de Grayson prend son origine sur la face palmaire de la gaine des tendons fléchisseurs profonds et se dirige perpendiculairement en direction de la peau pour s'y fixer. Les fibres de ce ligament s'insèrent donc dans la peau à la même hauteur que leur origine. Elles sont parallèles les unes aux autres et ne divergent pas comme celles du ligament de Cleland.

Sur le plan fonctionnel, ces fibres permettent de maintenir les replis cutanés en place, au dos des articulations interphalangiennes. Ces fibres courtes et fortes attachent la face profonde de la peau à la capsule articulaire.

## 9. Références bibliographiques

---

1. Redondo Paul. Le joug, appareil de rééducation des doigts. *J Kinésithérapie*. juill 1972;202.
2. Merritt WH, Howell J, Tune R, Saunders S. Achieving Immediate Active Motion by using Relative Motion Splinting after long extensor repair and sagittal band ruptures with tendon subluxation. *Oper Tech Plast Reconstr Surg* 2000; 7:31-7.
3. Hoel G., Thomas D. Traitement orthétique des plaies négligées de la face dorsale de la main avec déficit d'extension. In: *Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologie*. Sauramps Medical. 2000.
4. Howell JW, Merritt WH, Robinson SJ. Immediate controlled active motion following zone 4-7 extensor tendon repair. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. juin 2005;18(2):182-90.
5. Hirth MJ, Benett K, Mah E, et al. Early return to work and improved range of motion with modified relative motion splinting: a retrospective comparison with immobilization splinting for zones V and VI extensor tendon repairs - 2011. Disponible sur: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1258/ht.2011.011012>
6. Colditz J. Use of a Relative Motion Orthosis for Regaining PIP Joint Flexion or Extension / Clinicians Classroom. Août 2013; (N°26) | *BraceLab*. Disponible sur: <https://bracelab.com/clinicians-classroom/relative-motion-orthosis/>
7. Colditz J. Active re-direction instead of passive motion for joint stiffness. *IFSSH Ezine*. nov 2014;41-4.
8. Hirth MJ, Howell JW, O'Brien L. Relative motion orthoses in the management of various hand conditions: A scoping review. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther*. déc 2016;29(4):405-32.
9. Hirth MJ et al. Use of relative motion orthosis to manage extensor tendon zones III and IV and sagittal band injuries in adjacent fingers. *J Hand Ther Xxx*. 2017;1-11.
10. Johnson C., Swanson M., Manopoulos K. A case report: treatment of a zone III extensor tendon injury using a single relative motion with dorsal hood orthosis and a modified short arc motion protocol. *J Hand Ther Xxx*. 2019;1-6.
11. Steven L., Henry MD, FACS, Howell JW, MS, CHT. Use of a relative flexion orthosis for postoperative management of zone I/II flexor digitorum profundus repair: A retrospective consecutive case series. *J Hand Ther Xxx*. 2019;1-8.
12. Van strien G. Active extensor tendon rehabilitation for zones 3-7; short arc motion and relative motion - two different approaches. *FESSH-EFSHT*; 2018.
13. Kloeck Tricia, Regions Riverside HealthPartners Clinic and TRIA Orthopaedic Center. Relative Motion Orthoses for prevention and treatment of deformities in the Hand. *Hand Therapy Conference*; 2017 nov 10.

14. Howell JW et Hirth MJ. All things; Relative Motion: update. *Virtual Congress FESSH-EFSHT*; 2020 sept 1-4.
15. I.A.Kapandji. *Physiologie articulaire*, Tome 1, membre supérieur, 5ième édition. Maloine. Paris; 1980.
16. I.A.Kapandji. *Anatomie fonctionnelle*, 6ième édition-5ième tirage. Maloine. 2015.
17. J.P. Beauthier et P.Lefevre. *Traité d'anatomie*, Tome 2, membre supérieur et ceinture scapulaire, chapitre XII. La Main, myologie-éléments vasculo-nerveux. De Boeck-Wesmael. 1991.
18. Mongellaz S. *Lésion des extenseurs en zone III, quels protocoles ?* DIU en rééducation et appareillage de la main après chirurgie, Université J.Fourier de Grenoble, Promotion 2019.
19. Netter F.H. *Atlas d'anatomie humaine*, 6ième édition. Elsevier Masson. 2015.
20. Merle M., Dautel G. *La main traumatique*, 1. L'urgence, 2ième édition. Elsevier Masson. 1997.
21. Vaissier M. *Traitement des raideurs post-traumatiques des doigts longs*. Mémoire de DIU en rééducation et appareillage après chirurgie de la main. 2011.
22. Verdan C., M.D. Syndrome of the Quadriga. 1960;(40):425-6.
23. Schreuders T a. R. The quadriga phenomenon: a review and clinical relevance. *J Hand Surg Eur* Vol. juill 2012;37(6):513-22.
24. Sharma JV, Liang N-J, Owen JR, Wayne JS, Isaacs JE. Analysis of relative motion splint in the treatment of zone VI extensor tendon injuries. *J Hand Surg*. sept 2006;31(7):1118-22.
25. Skirven T.M., Osterman A.L., Feddorczyk J.M., Amadio P.C., Feldscher S.B. et Shin E.K.. *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity*, 2-Volume Set - 7th Edition. Elsevier Masson. 2020.
26. Lalonde DH. Chap.35: Extensor Tendon Repair of the Finger. In: *Wide Awake Hand Surgery*. New York; 2016.
27. Lalonde DH, Flewelling LA. Solving Hand/Finger Pain Problems with the Pencil Test and Relative Motion Splinting. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 17 oct 2017;5(10). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5682181/>
28. Johnson C., Swanson M., Manopoulos K. A case report: treatment of a zone III extensor tendon injury using a single relative motion with dorsal hood orthosis and a modified short arc motion protocol. *J Hand Ther* Xxx. 2019 ;1-6.
29. Merritt WH, Jarrell K. A Paradigm Shift in Managing Acute and Chronic Boutonniere Deformity: Anatomic Rationale and Early Clinical Results for the Relative Motion Concept Permitting Immediate Active Motion and Hand Use. *Ann Plast Surg*. Mars 2020 ;84(3S Suppl 2) : S141-50.
30. Burns MC, Derby B, Neumeister MW. Wyndell merritt immediate controlled active motion (ICAM) protocol following extensor tendon repairs in zone IV–VII: review of literature, orthosis design, and case study—a multimedia article. *Hand N Y N*. mars 2013 ;8(1) :17-22.

31. Svens B, Ames E, Burford K, Caplash Y. Relative active motion programs following extensor tendon repair: A pilot study using a prospective cohort and evaluating outcomes following orthotic interventions. *J Hand Ther.* 1 août 2014;28.
32. Berry N, Tonozzi J, Neumeister M.W. Analysis of limited Wyndell Merritt splint for extensor tendon injuries to hand immobilization . *Can J Plast Surg* Vol 16 N°2 Summer 2008.
33. Turner S. FREE PAPERS presented at the British Association of Hand Therapists' Annual Conference, Liverpool, 20–21 November 2015. An audit of use of the Merritt yoke relative splint for extensor tendon repair. *Hand Ther.* 1 mars 2016;21(1):33-9.
34. Izadpanah A. Modified Merritt Splint In Zone IV, Zone V and Distal Zone VI Extensor Tendon Injuries Nine Years Rehabilitation Experience In : *A Single Center.* :1.
35. Pilbeam C, Ellis J, Arundell M. Extensor Tendon Repairs Zones 4 to 8: A Year's Prospective Comparison Audit of Early Active Motion and Immediate Controlled Active Motion Regimes. *HAND.* 1 sept 2016;11(1\_suppl):101S-102S.
36. Rayan GM, Murray D. Classification and treatment of closed sagittal band injuries. *J Hand Surg.* juill 1994;19(4):590-4.
37. Hirth MJ, Howell JW, O'Brien L. Two case reports-Use of relative motion orthoses to manage extensor tendon zones III and IV and sagittal band injuries in adjacent fingers. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* déc 2017;30(4):546-57.
38. Catalano LW, Gupta S, Ragland R, Glickel SZ, Johnson C, Barron OA. Closed treatment of nonrheumatoid extensor tendon dislocations at the metacarpophalangeal joint. *J Hand Surg.* févr 2006;31(2):242-5.
39. Peelman J, Markiewitz A, Kiefhaber T, Stern P. Splintage in the treatment of sagittal band incompetence and extensor tendon subluxation. *J Hand Surg Eur* Vol. mars 2015;40(3):287-90.
40. Le Bellec Y, Loy S, Touam C, Alnot JY, Masméjean E. Traitement chirurgical de la déformation en boutonnière des doigts longs. Étude d'une série rétrospective de 47 patients. *Chir Main.* 1 janv 2001;20(5):362-7.
41. Schreuders TA, Soeters JN, Hovius SE, Stam HJ. A Modification Of Elson's Test For The Diagnosis Of An Acute Extensor Central Slip Injury. *Br J Hand Ther.* 1 déc 2006;11(4):111-2.
42. Rouzaud J-C, Reckendorf GMZ, Roux J-L, Barthes S, Amara B, Boukari C, et al. De l'extension des doigts. *Kinésithérapie Rev.* 1 juin 2020;20(222):41-50.
43. Merritt WH, Wong AL, Lalonde DH. Recent Developments Are Changing Extensor Tendon Management. *Plast Reconstr Surg.* mars 2020;145(3):617e-28e.
44. Merle M., Jager T. *Chirurgie de la main, affections rhumatismales, dégénératives.* Syndrômes canalaire. 2ième édition. Elsevier Masson; 2017. 699 p.

45. Steichen JB, Strickland JW, eds. Results of surgical treatment of chronic boutonniere deformity: An analysis of prognostic factors. In: *Difficult Problems in Hand Surgery*. Mosby. St. Louis, USA.; 1982. p. 62-9.
46. Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in Zone II: A comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg.* nov 1980;5(6):537-43.
47. Higgins A, Lalonde DH. Flexor Tendon Repair Postoperative Rehabilitation: The Saint John Protocol. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 23 nov 2016;4(11). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5142498/>
48. Klika B. Sagittal Band Repair/EDC Recentralization. *Orthopedics & Sports Medicine BayCare Clinic.* mars 2018;
49. NHS Salisbury. Hand Therapy Team-Plastic Surgery Outpatient Department. Zone V EDC Tendon Repair Modified Relative Motion Splint Guidelines (MRMS). *Salisbury NHS.*
50. Colette Gable, Jacques Xénard, Jeannette Bernard, Didier Petry, Jean-Marie Galas et Claude Gavillot, sous la direction de Jean-Marie André. *Atlas pratique des orthèses de la main*. Editions Springer-Verlag France, Paris, 1994.

## 10. Références iconographiques

---

Fig.1 : Action du LRO

De Cheveigne C. Anatomie et physiologie des chaînes digitales. Enseignement de la chirurgie de la main.

Fig.2 : Glissement de la dossière des interosseux sur P1 lors de la flexion de la MCP et détente des expansions latérales des interosseux

Fig.3 : Action des interosseux sur la flexion de la MCP et action des lombricaux sur l'extension de P2 et P3

A.Kapandji. Anatomie fonctionnelle, 6ième édition-5ième tirage. Maloine. 2015. Figure 94, page 243.

Fig.4 : Main en position intrinsèque plus

Photographie personnelle

Fig.5 : Action de l'ECD et des interosseux sur P1 lorsque la MCP est en extension

A.Kapandji. Anatomie fonctionnelle, 6ième édition-5ième tirage. Maloine. 2015. Figure 93 et 95, page 243.

Fig.6 : La contraction des lombricaux détend la portion distale du FPD et met en tension les bandelettes latérales de l'extenseur

A.Kapandji. Anatomie fonctionnelle, 6ième édition-5ième tirage. Maloine. 2015. Figure 97, page 243.

Fig.7 : Main extrinsèque plus ou intrinsèque moins

Photographie personnelle

Fig.8 : Illustration du chariot romain tiré par quatre chevaux expliquant l'effet quadrigé

Schreuders T.A.R. The quadriga phenomenon: a review and clinical relevance. J Hand Surg Eur Vol. juill 2012 ;37(6) :513-22.

Fig.9 : Effet quadrigé lorsque le FPD est trop long

Orthobullets.com/hand/6016/quadriga effect. Tracy Jones.



Fig.10 : Exemple de l'effet quadrigé sur le FPD du quatrième doigt adhérent, le cinquième doigt est dans l'impossibilité de se fléchir

<http://www.e-plastic.fr/sequelles-tendineuses---fléchisseurs---amputation.html>

Fig.11 : RME et lésion d'un tendon extenseur

Fig.12: RME et lésion du tendon extenseur du troisième doigt en zone 6, testing sur cadavre

Howell JW, Merritt WH, Robinson SJ. Immediate controlled active motion following zone 4-7 extensor tendon repair. J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther. juin 2005;18(2):182-90.

Fig.13: Analogie du chariot romain, effet quadrigé et RMO

Howell JW et Hirth MJ. All things; Relative Motion: update. Virtual Congress FESSH-EFSHT; 2020 sept 1-4.

Fig.14 : Test du crayon en RME pour D3 droit

Fig.15 : Test du crayon en RMF pour D3 droit

Fig.16 : Test du crayon pour D2 et D5 gauches

Photographies personnelles

Fig.17 : RME pour D3 et D5 gauches

Fig.18 : RMF pour D3 gauche

Photographies personnelles IEM Luxembourg, cabinet d'orthèses de Micheline Isel.

Fig.19 : Amplitude d'extension relative de D3 gauche par rapport aux doigts adjacents

Hoel G., Thomas D. Traitement orthétique des plaies négligées de la face dorsale de la main avec déficit d'extension. In: Trucs et astuces en chirurgie orthopédique et traumatologie. Sauramps Medical. 2000.

Fig.20 : RMF et bloc de limitation de la flexion de l'IPP

Photographies personnelles IEM Luxembourg, cabinet d'orthèses de Micheline Isel.

Fig.21 : RMF avec auvent dorsal

Johnson C., Swanson M., Manopoulos K. A case report: treatment of a zone III extensor tendon injury using a single relative motion with dorsal hood orthosis and a modified short arc motion protocol. J Hand Ther Xxx. 2019 ;1-6.

Fig.22: RME plus

Howell JW, Merritt WH, Robinson SJ. Immediate controlled active motion following zone 4-7 extensor tendon repair. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* juin 2005;18(2):182-90.

Fig.23 : RMF et tuile dorsale IPD

Merritt WH, Jarrell K. A Paradigm Shift in Managing Acute and Chronic Boutonniere Deformity: Anatomic Rationale and Early Clinical Results for the Relative Motion Concept Permitting Immediate Active Motion and Hand Use. *Ann Plast Surg.* Mars 2020 ;84(3S Suppl 2) : S141-50.

Fig.24 : Double joug inverse en cas de défaut de flexion IPP D3 D

Colette Gable, Jacques Xénard, Jeannette Bernard, Didier Petry, Jean-Marie Galas et Claude Gavillot, sous la direction de Jean-Marie André. Atlas pratique des orthèses de la main. Editions Springer-Verlag France, Paris, 1994.

Plus photographie personnelle.

Fig.25 : RME ; détente de l'ECD dans les zones 4 (proximale) à 7 et du système rétinaculaire

Skirven T.M., Osterman A.L., Feddorczyk J.M., Amadio P.C., Feldscher S.B. et Shin E.K..  
*Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity, 2-Volume Set - 7th Edition.* Elsevier Masson. 2020.  
FIG.107.4.

Fig.26 : Flexion relative de l'index gauche

Merritt WH, Wong AL, Lalonde DH. Recent Developments Are Changing Extensor Tendon Management. *Plast Reconstr Surg.* mars 2020;145(3):617e-28e. Fig.11.

Fig.27: RME seule

Howell JW, Merritt WH, Robinson SJ. Immediate controlled active motion following zone 4-7 extensor tendon repair. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* juin 2005;18(2):182-90.

Fig.28,29 et 30 : Vues dorsale, palmaire et latérale de la RME pour D3D

Fig.31 : Orthèse digito-palmaire antébrachiale de repos

Fig.32 et 33 : Utilisation fonctionnelle de la main sous le couvert de la RME pour tâches légères

Hirth MJ, Benett K, Mah E, et al. Early return to work and improved range of motion with modified relative motion splinting: a retrospective comparison with immobilization splinting for zones V and VI extensor tendon repairs - 2011. Disponible sur:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1258/ht.2011.011012>

Fig.34 : Les trois types lésionnels de la déformation en boutonnière

Skirven T.M., Osterman A.L., Feddorczyk J.M., Amadio P.C., Feldscher S.B. et Shin E.K..  
Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity, 2-Volume Set - 7th Edition. Elsevier Masson. 2020.  
FIG.32.14

Fig.35 : Le losange de Winslow

Skirven T.M., Osterman A.L., Feddorczyk J.M., Amadio P.C., Feldscher S.B. et Shin E.K..  
Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity, 2-Volume Set - 7th Edition. Elsevier Masson. 2020.  
FIG.107.5

Fig.36 : Test d'Elson

Mesplié G. et Lemoine S.. Rééducation de la main. Tome 2, Lésions des tendons extenseurs.  
Montpellier. Sauramps médical, 2013, p.63-91.

Fig.37 : Test d'Elson modifié

Schreuders TA, Soeters JN, Hovius SE, Stam HJ. A Modification Of Elson's Test For The Diagnosis  
Of An Acute Extensor Central Slip Injury. *Br J Hand Ther.* 1 déc 2006;11(4):111-2.

Fig.38 : Test de Boyes, de Haines ou de Zancolli

Fig.39 : Palmarisation des bandelettes latérales lors de la déformation du doigt en boutonnière

Fig.40 : Correction de la déformation en boutonnière par le port de l'orthèse RMF

Merritt WH, Wong AL, Lalonde DH. Recent Developments Are Changing Extensor Tendon  
Management. *Plast Reconstr Surg.* mars 2020;145(3):617e-28e.

Fig.41 : Complément de la RMF avec la tuile dorsale d'IPD

Merritt WH, Jarrell K. A Paradigm Shift in Managing Acute and Chronic Boutonniere Deformity:  
Anatomic Rationale and Early Clinical Results for the Relative Motion Concept Permitting Immediate  
Active Motion and Hand Use. *Ann Plast Surg.* Mars 2020 ;84(3S Suppl 2) : S141-50.

Fig.42 : Orfit strips

Fig.43 : Exemples de RMO avec utilisation de bandes Orfit strips

Fig.44 : Orficast rouleaux

Fig.45 : Exemples de RMO avec utilisation du matériau Orficast

Fig.46 : Mélange de plaques thermoformables

Fig.47 : Orfit classic, Orfit colors NS et Aquaplast-T watercolors Rolyan

Fig.48 : RMF et bloc de limitation D5G chez une femme et D3D chez un homme

Fig.49 : Exemples de RMF fermées avec velcro

Fig.50 : Blocs de limitation systématiquement fermés avec velcro

Fig.51 et 52 : Bac d'eau chaude et résistance pour chaleur sèche

Fig.53 : Exemple de Jersey tubulaire lors du moulage

Fig.54 : Goniomètres et gabarits d'amplitudes

Fig.55 et 56 : Utilisation du décapeur thermique et du briquet

Fig.57 : Exemples de RMF D3 gauche à trois ou quatre doigts

Fig.58 : Position relative D4 et D5 gauche pour lésion D4

Fig.59 : Exemples de RMF où D5 est contrebalancé par D2

Photographies IEM Luxembourg, cabinet d'orthèses de Micheline Isel.

Fig.60 : Configuration de l'orthèse RME dans le protocole ICAM

Howell JW, Merritt WH, Robinson SJ. Immediate controlled active motion following zone 4-7 extensor tendon repair. *J Hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* juin 2005;18(2):182-90.

Fig.61 et 62 : Utilisation d'un crayon et aide du patient pour faciliter le moulage d'orthèses RMF

Fig.63 : Point de repère sur l'orthèse pour éviter tout doute de sens d'application

Fig.64 : Moulage du bloc par-dessus le module de base avec jersey tubulaire entre les modules

Fig.65 : Découpe du module avec languette attenante et morceau de renfort

Fig.66 et 67 : Adaptation des deux modules

Fig.68 : Prises de mesures avec d'amplitudes pour confection et adaptation du bloc de limitation

Fig.69 : Mauvaise adaptation de l'orthèse RMF et du bloc de limitation

Fig.70 : Mauvaise stabilité du bloc de limitation

Fig.71 : Décollement de la languette de limitation par mauvais collage

Photographies IEM Luxembourg, cabinet d'orthèses de Micheline Isel.

## **Annexe 1**

Toutes ces photographies sont personnelles et proviennent du cabinet d'orthèses de Micheline Isel, IEM Luxembourg.

## **Annexe 2**

Fig.1 : Forme des têtes des métacarpiens

Fig.2 : Capsule articulaire de la MCP et son fibrocartilage antérieur

Fig.3 : Culs-de-sacs antérieur et postérieur de la capsule articulaire de la MCP en extension

I.A.Kapandji. Physiologie articulaire, Tome 1, membre supérieur, 5ième édition. Maloine. Paris; 1980.

Fig.4 : Appareil fibreux des articulations MCP

I.A.Kapandji. Anatomie fonctionnelle, 6ième édition-5ième tirage. Maloine. 2015.

Fig.5 et 6 : Amplitudes en flexion/extension des doigts et inclinaison latérale de l'index

I.A.Kapandji. Physiologie articulaire, Tome 1, membre supérieur, 5ième édition. Maloine. Paris; 1980.

Fig.7 et 8 : Boîte articulaire de Bowers, ligaments latéraux et plaque palmaire de l'IPP

M.Le Bourg et al.. Les traumatismes fermés récents des IPP des doigts. Rev.Chir.Orthopédique Réparatrice Appar. Mot., vol.92, n°4, p.84-108, juin 2006.

Fig.9 : Muscles lombricaux

I.A.Kapandji. Anatomie fonctionnelle, 6ième édition-5ième tirage. Maloine. 2015.

Fig.10 : Muscles interosseux palmaires

I.A.Kapandji. Physiologie articulaire, Tome 1, membre supérieur, 5ième édition. Maloine. Paris; 1980.

Fig.11 : Insertions terminales des muscles interosseux

J.P. Beauthier et P.Lefevre.Traité d'anatomie, Tome 2, membre supérieur et ceinture scapulaire, chapitre XII. La Main, myologie-éléments vasculo-nerveux. De Boeck-Wesmael. 1991.

Fig.12 : Muscles interosseux dorsaux et leurs expansions terminales

I.A.Kapandji. Physiologie articulaire, Tome 1, membre supérieur, 5ième édition. Maloine. Paris; 1980.

Fig.13 : Muscles interosseux dorsaux. Vue dorsale

Fig.14 : Le ligament rétinaculaire dorsal du carpe et ses six compartiments

Netter F.H. Atlas d'anatomie humaine, 6ième édition. Elsevier Masson. 2015.