

GUIDE DE FABRICATION



LES ORTHÈSES TIBIO-PÉDIEUSES

Programme de réadaptation physique



CICR

Table des matières

Avant-propos	2
Introduction	4
Critères de choix entre les différents types d'orthèse	4
Méthode de moulage et rectification	5
1. Orthèse tibio-pédieuse flexible	6
1.1 Thermoformage d'un EVA	6
1.2 Les découpes de l'orthèse	6
1.3 Thermoformage du polypropylène	6
1.4 Préparation de la coque polypropylène	7
1.5 Préparation des sangles	8
1.6 Essayage et finition	8
2. Orthèse tibio-pédieuse rigide	8
2.1 Thermoformage d'EVA	8
2.2 Lignes de découpe de l'orthèse	9
2.2.1 « Découpe standard »	9
2.2.2 Découpe de l'orthèse pour corriger un avant-pied en adduction	10
2.2.3 Lignes de découpes pour un avant-pied en abduction	11
2.3 Renforcement de l'orthèse	12
2.3.1 Renforcement par double épaisseur de polypropylène	12
2.3.2 Renforcement par profilage du polypropylène	13
2.4 Préparation de la coque en polypropylène	14
2.5 Sangle proximale	14
2.6 Sangle distale	15
2.7 Sangle au niveau du cou-de-pied	16
2.7.1 Pied en position neutre	16
2.7.2 Pied en varus / valgus	16
2.8 Essayage et finition	18
3. Orthèse tibio-pédieuse avec articulation Tamarack™	18
3.1 Thermoformage de l'EVA	18
3.2 Découpes de l'orthèse	18
3.3 Plaque de renforcement	18
3.4 Mise en place de l'articulation Tamarack™	19
3.5 Thermoformage du polypropylène	19
3.6 Préparation de la coque en polypropylène	20
3.7 Préparation des sangles	22
3.8 Essayage et finition	22
4. Orthèse anti-talus (coque antérieure)	22
4.1 Thermoformage de l'EVA	22
4.2 Les découpes de l'orthèse	23
4.3 Renforcement de l'orthèse	24
4.4 Thermoformage du polypropylène	24
4.5 Préparation de la coque polypropylène	25
4.6 Essayage	26
4.7 Finition	26
5. Orthèse tibio-pédieuse « AFO » avec articulations de cheville libre	27
5.1 La conception	27
5.2 Moulage et rectification	28
Liste des composants et matériaux nécessaires à la fabrication	38

Avant-propos

La technologie polypropylène du CICR

Depuis sa création en 1979, le Programme de réadaptation physique du CICR a toujours encouragé l'utilisation d'une technologie appropriée au contexte spécifique dans lequel opère l'organisation, à savoir dans des pays touchés par la guerre et à faibles revenus, ou dans des pays en développement.

La technologie doit aussi être adaptée aux besoins des handicapés physiques dans les pays concernés.

Par conséquent, la technologie adoptée doit être :

- durable, confortable, facile à utiliser et à entretenir pour les patients;
- facile à apprendre et à réparer pour les techniciens;
- standardisée mais compatible avec le climat dans différentes régions du monde;
- bon marché, mais moderne et conforme aux normes acceptées internationalement;
- facile à obtenir.

Le choix de la technologie est d'une grande importance pour promouvoir la pérennité des services de réhabilitation physique.

Pour toutes ces raisons, le CICR a préféré mettre au point sa propre technique plutôt que d'acheter des composants orthopédiques disponibles sur le marché, qui sont généralement trop chers et inadaptés aux contextes dans lesquels travaille l'organisation. Les composants du CICR utilisés pour les prothèses et les orthèses sont moins coûteux que les composants modulaires du commerce.

Lorsque le CICR a débuté ses programmes de réadaptation physique en 1979, il utilisait les matériaux disponibles sur place comme le bois, le cuir et le métal, ainsi que les composants orthopédiques fabriqués localement. Au début des années 1990, le CICR a entamé un processus de standardisation des techniques utilisées dans ses divers projets de par le monde, par souci d'harmonisation entre les différents projets, mais aussi et plus particulièrement pour améliorer la qualité des services aux patients.

Le polypropylène (PP) a été introduit dans les projets du CICR en 1988, pour la fabrication des emboîtures prothétiques. Un premier genou en polypropylène a été fabriqué en 1991 au Cambodge; d'autres composants, tels que le système de montage tubulaire, ont été mis au point au Nicaragua, et graduellement améliorés. En parallèle, le CICR a abandonné la fabrication du pied SACH traditionnel en bois, pour s'atteler au développement d'un pied plus durable, tout d'abord en polypropylène et EVA (acétate de vinyle d'éthylène), puis en polypropylène et mousse de polyuréthane.

En 1988, le CICR a décidé, au terme d'une réflexion approfondie, de diminuer la production locale des composants afin de pouvoir se recentrer sur les soins aux patients et sur la formation du personnel à l'échelle des pays.

Objectifs des manuels

Les « guides de fabrication » du CICR sont conçus pour fournir les indications nécessaires à une production de haute qualité des appareils d'assistance.

Les principaux objectifs de ces manuels d'information sont :

- encourager et renforcer la standardisation de la technologie polypropylène du CICR;
- fournir un support de formation pour l'utilisation de cette technologie;
- promouvoir une pratique optimale.

C'est une étape supplémentaire dans la promotion des services de qualité apportés aux patients.

CICR
Division Assistance/Unité Santé
Programme de réadaptation physique

Introduction

Ce document a pour objet de présenter différentes méthodes de fabrication d'orthèse tibio-pédieuse en polypropylène selon la technique CICR.

Critères de choix entre les différents types d'orthèse

Sans rentrer dans des prescriptions détaillées, on trouvera ci-dessous des critères pouvant guider le choix du type d'orthèse :

Orthèse tibio-pédieuse flexible, style « releveur »

- Possède un effet releveur.
- Peu de contrôle médio-latéral de l'articulation sous-astragaliennne.

Orthèse tibio-pédieuse rigide

- Blocage des mouvements de la tibio-tarsienne et de la sous-astragaliennne.
- Contrôle de la sous-astragaliennne.
- Contrôle possible de l'adduction ou abduction de l'avant-pied.

Orthèse tibio-pédieuse avec articulation Tamarack™

- Contrôle médio-latéral de la sous-astragaliennne.
- Dorsi-flexion du pied libre.
- Limitation partielle ou totale de la flexion plantaire.

Orthèse tibio-pédieuse anti-talus

- Limitation des mouvements de la cheville, spécialement la flexion dorsale du pied.
- Peu de contrôle médio-latéral de la sous-astragaliennne.

Méthode de moulage et rectification

L'examen du patient ainsi que le moulage et la rectification du positif sont réalisés conformément aux normes internationales en la matière.

Pour les orthèses flexibles, ajouter 5° de flexion dorsale afin de faciliter l'action ressort de l'orthèse par pré-tension du polypropylène.



1.1 Thermoformage d'un EVA

Habituellement, une orthèse de ce type ne comporte pas de mousse EVA; cependant, cette adjonction peut être nécessaire dans certains cas. Suivre pour cela la méthode décrite au chapitre 2.1, à la page 8.

1.2 Les découpes de l'orthèse

Différentes découpes sont envisageables, mais il faut tenir compte du fait que cette orthèse a pour objet de permettre la flexion dorsale tout en évitant la flexion plantaire.

▶ Tracer comme suit les découpes de l'orthèse :

- A** Le bord supérieur horizontal se situe à 2 cm au-dessous de la tête du péroné.
- B** Au niveau de la cheville, la découpe passe à 2 cm en arrière du sommet de la malléole afin de permettre la flexion dorsale de l'orthèse.
- C** Au niveau de l'avant-pied : il faut dégager latéralement les orteils et rester en arrière des têtes des métatarsiens. Cette découpe permet au polypropylène de suivre les mouvements de la métatarso-phalangienne.



Recouvrir ensuite le positif plâtré par un jersey.

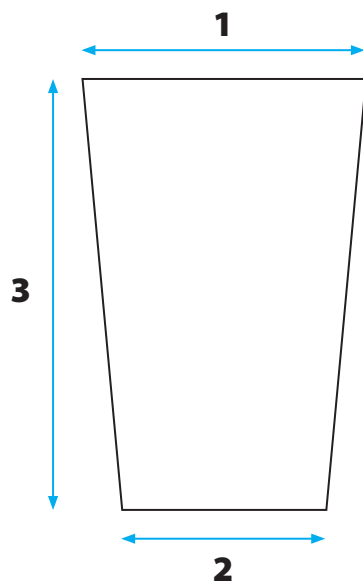
1.3 Thermoformage du polypropylène

Saupoudrer le jersey de talc.

Dimensions de la plaque de polypropylène :

- 1 Circonférence du mollet + 10 cm.
- 2 Circonférence du cou-de-pied + 10 cm.
- 3 Longueur de la jambe + pied + 10 cm. (Voir photo suivante.)

Choisir l'épaisseur (3, 4 ou 5 mm) en fonction du poids du patient.



Chauffer la plaque de polypropylène à 180° C pendant 20 à 25 minutes, selon les performances du four et l'épaisseur de la plaque.

Envelopper le positif plâtré avec le polypropylène et faire la soudure antérieurement. Assurer l'étanchéité au niveau du cône d'aspiration au moyen d'une sangle.

Faire la dépression en ouvrant la vanne.

- ▶ Couper l'excédent lorsque le polypropylène est encore chaud.



Garder l'aspiration en marche jusqu'au refroidissement du polypropylène.

1.4 Préparation de la coque polypropylène

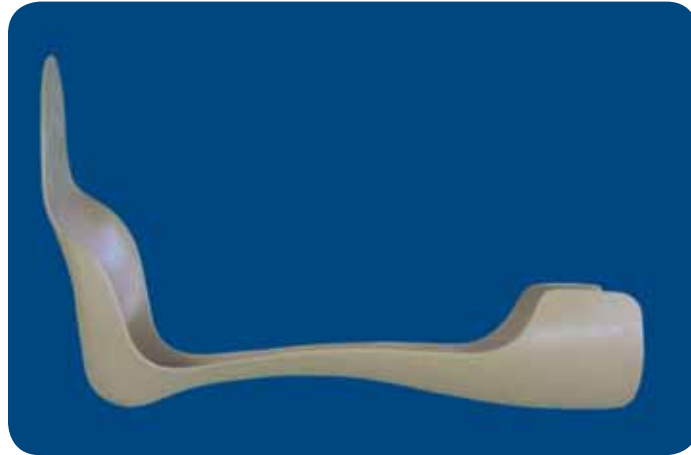
Tracer les découpes sur le polypropylène comme indiqué au chapitre 1.2, page 6.

Faire les découpes de l'orthèse à la scie oscillante.

Séparer la coque polypropylène du positif plâtré et retirer le jersey de l'intérieur de la coque.

Poncer et polir les bords de l'orthèse.

Si l'orthèse a été moulée avec une couche d'EVA, ajuster celle-ci au contour de l'orthèse.



1.5 Préparation des sangles

Pour fabriquer la sangle proximale, suivre la méthode expliquée au chapitre 2.5, page 15.

En fonction du type de chaussure portée par le patient, cette sangle n'est pas toujours nécessaire pour maintenir le pied dans l'orthèse. Pour sa fabrication, suivre la méthode expliquée au chapitre 2.6, page 14.

1.6 Essayage et finition

Procéder à l'essayage conformément aux normes internationales en la matière.

Coller partiellement l'EVA sur la coque polypropylène. Procéder aux découpes nécessaires, puis poncer et polir le polypropylène.

Couper et coller l'excédent d'EVA, puis poncer et adoucir les bords.

2

ORTHÈSE TIBIO-PÉDIEUSE RIGIDE

2.1 Thermoformage d'EVA

Une couche d'EVA de 6 mm peut être adjointe au polypropylène. Cette couche a plusieurs fonctions :

- Améliorer le confort de l'orthèse.
- Éviter les blessures pour les patients avec perte de sensibilité.
- Pour les orthèses nocturnes.

Si une couche d'EVA est nécessaire, suivre la méthode de fabrication pour le thermoformage.

Si l'EVA n'est pas nécessaire, passer au chapitre suivant.

- ▶ Positionner le positif plâtré, le pied en direction du sol.

Couper une plaque d'EVA aux dimensions suivantes :

- Largeur = circonférence du cou-de-pied.
- Longueur = longueur du positif plâtré + le pied.
- Épaisseur : 6 mm.

Chauffer l'EVA à 120° C pendant 3 à 5 minutes.

Envelopper le positif avec l'EVA jusqu'au refroidissement complet.



- ▶ Couper l'excédent d'EVA au cutter.

Agrafer sur la face antérieure du moulage.

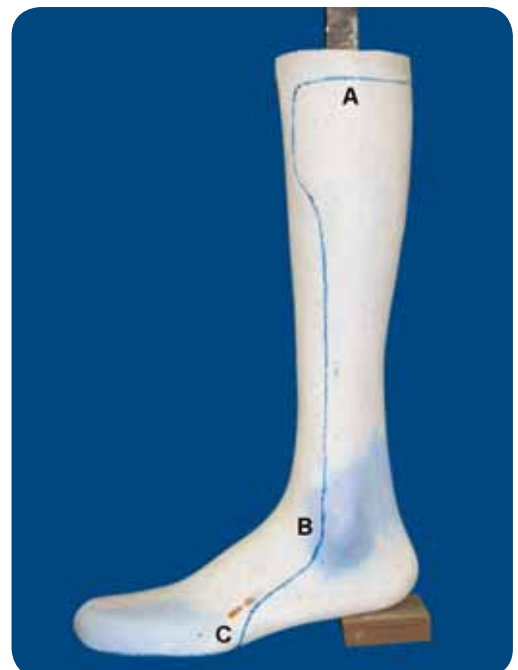


2.2 Lignes de découpe de l'orthèse

2.2.1 « Découpe standard »

- ▶ Tracer les lignes de découpe comme suit :

- A** Le bord supérieur est horizontal et se situe à 2 cm au-dessous de la tête du péroné.
- B** Au niveau de la cheville, la découpe passe 1 cm en avant du sommet de la malléole.
- C** Au niveau de l'avant-pied, dégager les orteils latéralement et rester en arrière des têtes des métatarsiens. *Cette découpe permet au polypropylène de suivre les mouvements de l'articulation métatarso-phalangienne.*



2.2.2 Découpe de l'orthèse pour corriger un avant-pied en adduction

L'avant-pied en adduction est plus connu sous le nom de « pied bot ».

▶ Tracer les lignes de découpe comme suit :

- A** Le bord supérieur est horizontal et se situe à 2 cm au-dessous de la tête du péroné.
- B** Augmenter la zone de couverture du pied au niveau de la partie moyenne du bord externe, en regard du cuboïde, *afin de répartir les pressions.*
- C** Au niveau de l'avant-pied, la découpe passe en arrière de la tête du cinquième métatarsien.



- D** Au niveau de la partie moyenne du pied, abaisser le bord interne, en regard de la malléole et du scaphoïde, *afin de faciliter le chaussage de l'orthèse.*
- E** Au niveau de l'avant-pied, prolonger le bord interne au-delà de la tête du premier métatarsien *afin de corriger l'adduction de l'avant-pied.*



2.2.3 Lignes de découpes pour un avant-pied en abduction

L'avant-pied en abduction est un cas assez fréquent chez les patients atteints de CP.

▶ Tracer les lignes de découpe comme suit :

- A** Le bord supérieur horizontal se situe à 2 cm au-dessous de la tête du péroné.
- B** Au niveau de la malléole externe, abaisser le bord externe, *pour faciliter le chaussage de l'orthèse.*
- C** Au niveau de l'avant-pied, prolonger la découpe au-delà de la tête du cinquième métatarsien, *afin de corriger l'abduction.*



- D** Au niveau de la partie moyenne du pied (en regard du scaphoïde), élever le bord interne, *afin d'augmenter le contrôle du pied.*
- E** Au niveau de l'avant-pied, la découpe s'arrête en arrière de la tête du premier métatarsien.



2.3 Renforcement de l'orthèse

Un renforcement de l'orthèse est parfois nécessaire, principalement au niveau de la cheville. Différentes méthodes sont envisageables.

2.3.1 Renforcement par double épaisseur de polypropylène

- ▶ Ajouter une seconde épaisseur au niveau de la cheville et du pied. Procéder au thermoformage en même temps que pour la plaque principale.

Caractéristiques de la deuxième plaque de polypropylène :

- Épaisseur : 3 mm.
- Largeur = circonférence de la cheville.
- Longueur = longueur du pied + 10 cm.

Au niveau du bord supérieur, la plaque de polypropylène est chanfreinée sur 3 cm.



- ▶ Chauffer les deux épaisseurs dans le four en même temps.

Procéder au thermoformage en deux temps :

- Positionner d'abord le renforcement au niveau du pied et de la cheville;
- Placer la seconde épaisseur sur le moulage immédiatement après, afin d'obtenir un soudage parfait entre les deux épaisseurs.



L'inconvénient de la double épaisseur est de diminuer la flexibilité du polypropylène au niveau des articulations métatarso-phalangiennes.

2.3.2 Renforcement par profilage du polypropylène

Le profilage du polypropylène est réalisé au moyen de bandelettes d'EVA fixées sur le positif, avant le thermoformage du PP. Cette technique améliore de manière significative la solidité du plastique.

▶ Couper des bandelettes d'EVA :

- Épaisseur : 6 mm.
- Largeur : 7 mm.
- Longueur : 15 cm.

Les deux extrémités des bandelettes d'EVA seront chanfreinées.

Recouvrir le positif plâtré d'un jersey.

Coller légèrement les bandelettes d'EVA sur le jersey.



Plus le profilage est placé antérieurement, moins la flexion dorsale de l'orthèse est aisée.

Lorsque les bandelettes d'EVA descendent trop bas au niveau de la partie moyenne du pied, le chaussage de l'orthèse dans la chaussure est difficile.

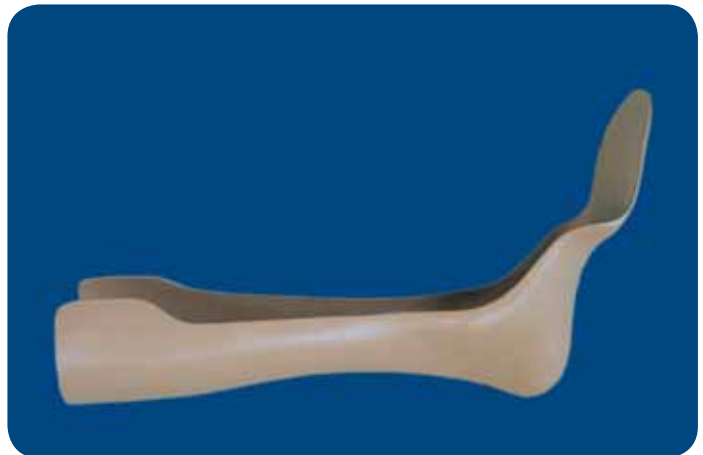
Thermoformage du polypropylène

Il est conseillé de ne pas recouvrir les bandelettes d'EVA, afin d'obtenir une meilleure aspiration.

Pour le thermoformage, suivre la méthode mentionnée au chapitre 1.3, page 6, tout en tenant compte des conseils mentionnés au chapitre 2.3, page 12, en cas de double épaisseur.

2.4 Préparation de la coque en polypropylène

- ▶ Tracer les lignes de découpe sur le polypropylène en suivant les instructions du chapitre 2.2, page 9.
- Couper l'orthèse à l'aide d'une scie oscillante le long du tracé.
- Enlever la coque plastique du positif plâtré.
- Enlever le jersey de l'intérieur de l'orthèse.
- Poncer et adoucir les bords.
- Si l'orthèse a été moulée avec un EVA, il sera ajusté au contour de l'orthèse.



2.5 Sangle proximale

Utiliser soit une sangle de 40 mm, soit une sangle velcro prête à l'emploi.

- ▶ La sangle est fixée sur le polypropylène à 1,5 cm du bord supérieur par un rivet tubulaire

Le passant ne doit pas être en contact avec la jambe du patient.



- ▶ Ajuster la longueur de la sangle une fois le passant fixé.

Avant de fixer la sangle sur le bord externe, s'assurer qu'elle est parfaitement horizontale.

Garnir la face interne de la sangle d'une plaquette d'EVA de 3 mm.



2.6 Sangle distale

Deux options sont possibles :

- la sangle sur la partie jambière
- la sangle au niveau du cou-de-pied.

La deuxième solution présente l'avantage de maintenir efficacement en position le calcanéum dans l'orthèse. Largeur de la sangle : 25 mm.

- ▶ Fixer la sangle sur le polypropylène au moyen d'un rivet tubulaire, 4 cm au-dessus des malléoles.

Le passant ne doit pas être en contact avec la jambe du patient.



- ▶ Avant de fixer la sangle sur le bord externe, s'assurer qu'elle est parfaitement horizontale.

Garnir la face interne de la sangle d'une plaquette d'EVA de 3 mm.



2.7 Sangle au niveau du cou-de-pied

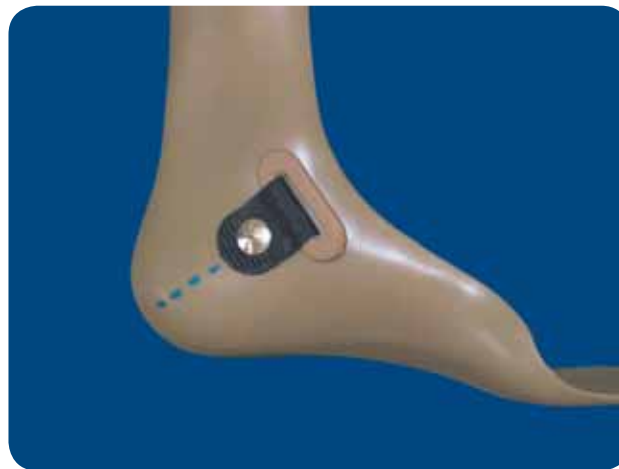
Utiliser une sangle avec velcro de 25 mm.

En fonction de la pathologie du pied et de sa position (pied en position neutre ou en valgus/varus), la position de la sangle est différente :

2.7.1 Pied en position neutre

- ▶ Fixer le passant au moyen d'un rivet tubulaire sur une ligne à 45° partant du sommet du calcanéum vers le cou-de-pied. (Cette ligne médiane est formée par l'angle jambe/pied.)

Le passant ne doit pas être en contact avec la jambe du patient.



- ▶ Ajuster la longueur de la sangle une fois le passant fixé.

La sangle inclinée à 45° est fixée par un rivet tubulaire.

Garnir la face interne de la sangle d'une plaquette d'EVA de 3 mm.



2.7.2 Pied en varus / valgus

La sangle passe par une fente faite dans le polypropylène.

- ▶ La position de la fente dépend de la correction à apporter :
 - en externe pour une correction de varus.
 - en interne pour une correction de valgus.

La fente doit être à 40 mm du bord, sur une ligne tracée à 45° partant du sommet du calcanéum.

Largeur de la fente : 30 mm.



► Réalisation de la fente

- Percer plusieurs trous à l'aide d'une mèche de 4 mm sur une ligne de la largeur de la sangle.



- Après le perçage, relier les trous en coupant l'excédent à l'aide d'un cutter.

Adoucir ensuite les bords à l'aide d'une lime.



► Positionner le passant comme suit :

- sur le côté interne pour corriger le varus.
- sur le côté externe pour corriger le valgus.

Fixer le passant au moyen d'un rivet tubulaire sur une ligne à 45° partant du sommet du calcaneum vers le cou-de-pied (cette ligne médiane est formé par l'angle jambe / pied).

Le passant ne doit pas être en contact avec la jambe du patient.



► Mesure de la sangle : introduire la sangle d'un côté dans le passant, et de l'autre dans la fente précédemment réalisée.

Fixer la sangle par un rivet tubulaire du côté de la fente.

Garnir la face interne de la sangle, au contact du patient, d'une plaquette d'EVA de 3 mm



2.8 Essayage et finition

Lors de l'essayage, auquel on procédera conformément aux normes internationales, coller partiellement l'EVA sur la coque en polypropylène.

Apporter les modifications nécessaires sur la coque en polypropylène, puis poncer et lisser la coque.

Découpe de l'EVA : couper l'excédent, puis coller l'EVA; enfin, poncer et adoucir les bords.

3

ORTHÈSE TIBIO-PÉDIEUSE AVEC ARTICULATION TAMARACK™

3.1 Thermoformage de l'EVA

Se référer à la méthode décrite au chapitre 2.1, page 8, ou passer directement au chapitre suivant si une couche d'EVA n'est pas nécessaire.

3.2 Découpes de l'orthèse

Suivre la méthode mentionnée au chapitre 2.2.1, page 9.

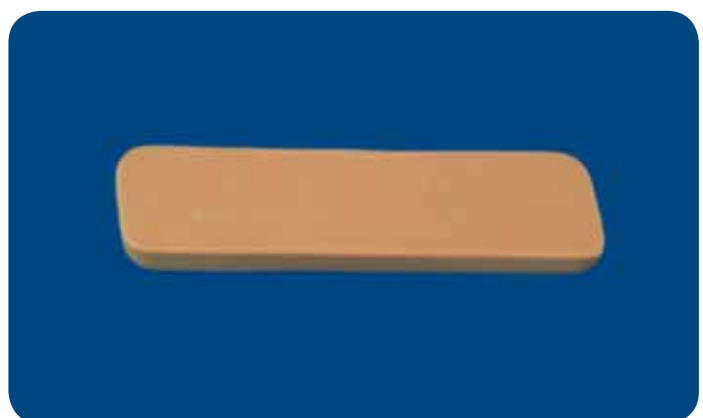
3.3 Plaque de renforcement

Un renforcement postérieur est nécessaire lorsque l'orthèse doit contrôler la flexion plantaire.

Si le contrôle de la flexion plantaire n'est pas nécessaire, passer au chapitre suivant.

Un renforcement en polypropylène positionné sur le tendon d'Achille sera moulé en même temps que la coque principale.

- ▶ Caractéristiques du renforcement en polypropylène :
 - Épaisseur : 5 mm.
 - Largeur : 2 cm.
 - Longueur : 7 cm.



- ▶ Chauffer les deux épaisseurs (plaques et renforcement) dans le four en même temps.

Procéder au thermoformage en deux temps :

- Positionner d'abord la plaquette de renforcement au niveau du tendon d'Achille.
- Placer la seconde épaisseur sur le moulage immédiatement après, afin d'avoir un soudage parfait entre les deux épaisseurs.



3.4 Mise en place de l'articulation Tamarack™

Repérer l'axe de la cheville sur le positif :

- Côté externe : au sommet de la malléole.
- Côté interne : en arrière du sommet de la malléole.
- Il faut vérifier que l'articulation se trouve au même niveau.

- ▶ Utiliser les gabarits fournis par le fabricant pour créer un logement adapté à l'articulation.

Les gabarits sont cloués verticalement, le centre de ces derniers se trouvant au niveau de l'axe articulaire de la cheville.



Placer un jersey bas nylon sur le positif plâtré.

3.5 Thermoformage du polypropylène

Se référer à la méthode décrite au chapitre 1.3, page 6.

Si un renforcement est nécessaire, voir le chapitre 3.3, page 18.

3.6 Préparation de la coque en polypropylène

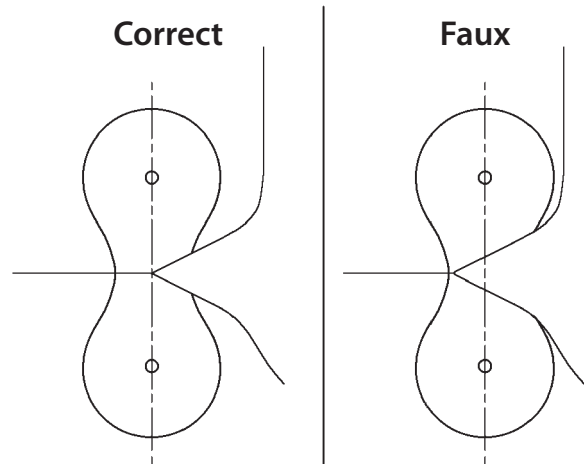
Tracer les découpes sur le polypropylène selon les explications du chapitre 2.2.1, page 9.

Rappel : ne pas séparer maintenant la partie pédieuse de la partie jambière, mais couper l'orthèse dans son ensemble.

Enlever la coque plastique du positif plâtré.

Enlever les gabarits de l'articulation et le jersey de l'intérieur de l'orthèse.

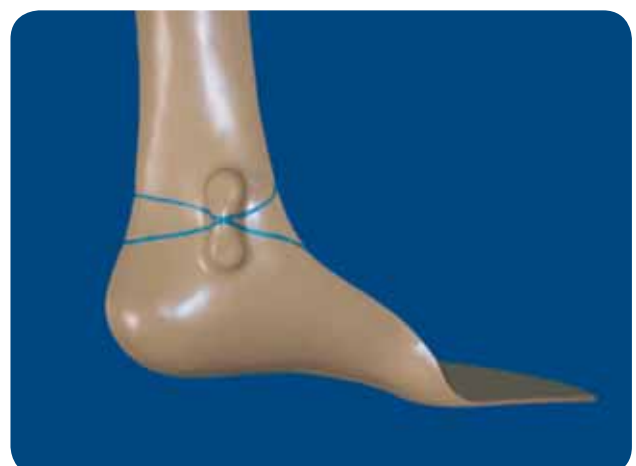
- ▶ Comment séparer la partie jambière de la partie pédieuse :
 - Marquer les deux points de fixation créés par les fossettes au niveau du gabarit durant la dépression et les relier par une ligne médiane.
 - Tracer un « V » en avant de la ligne médiane. La découpe en « V » ne doit pas la dépasser.



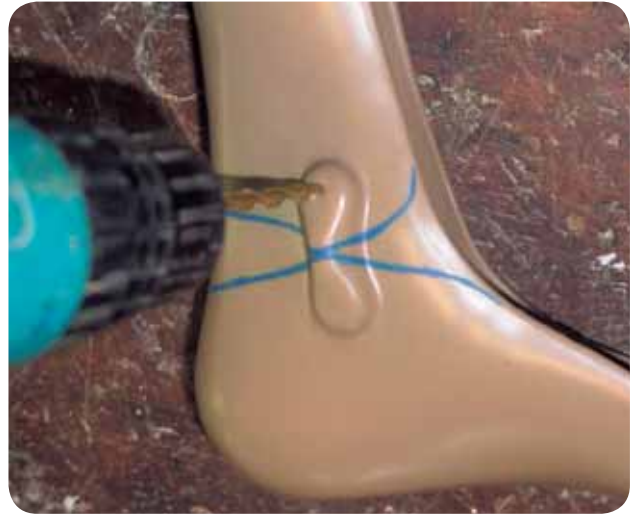
- ▶ Pour un releveur contrôlant la flexion plantaire, tracer une ligne postérieure horizontale, perpendiculaire à l'axe reliant les points de fixation des articulations internes et externes.



- ▶ Pour une orthèse avec flexion plantaire libre, tracer un « V » en arrière de la ligne médiane. La découpe en « V » ne doit pas dépasser la ligne médiane reliant les deux points de fixation de l'articulation.

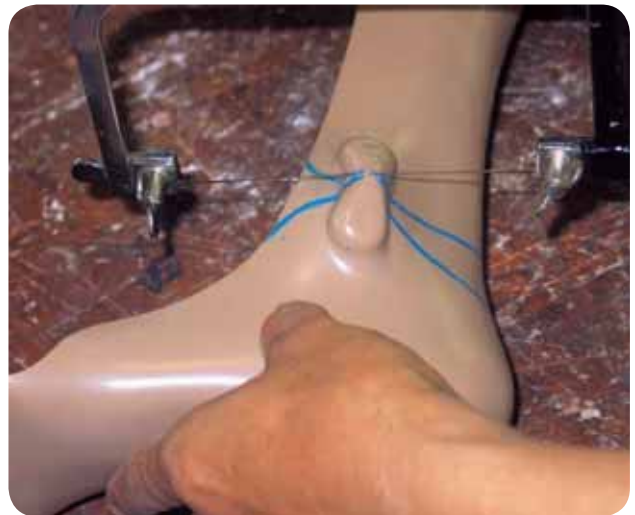


- ▶ Percer des trous à l'emplacement des fossettes créées par la dépression au niveau du gabarit de l'articulation.
 - 5 mm pour l'articulation grande taille.
 - 4,5 mm pour l'articulation petite taille.



- ▶ Pour séparer la partie jambière de la partie pédieuse, il est conseillé d'employer une lame fine.

Il est préférable de ne pas utiliser une scie oscillante, la ligne de coupe étant trop large et les bords irréguliers.



Pour adoucir les bords de l'orthèse, utiliser soit l'outil à ébavurer, soit un morceau de verre. Il est déconseillé de poncer les bords à la machine à cet endroit, car les découpes risqueraient d'être modifiées. Cette modification des découpes pourrait influencer sur le contrôle de la flexion et sur l'accrochage de l'articulation.

- ▶ Mettre en place l'articulation Tamarack™ à l'aide des vis spécifiques fournies par le fabricant.

En fonction de l'épaisseur du polypropylène, il est parfois nécessaire d'ajuster la longueur des vis, afin qu'elles ne dépassent pas à l'intérieur de l'orthèse.



3.7 Préparation des sangles

Sangle proximale: suivre la méthode décrite au chapitre 2.5, page 14.

Sangle distale : suivre la méthode décrite au chapitre 2.6, page 15.

Cette sangle n'est pas toujours nécessaire.

3.8 Essayage et finition

Coller partiellement l'EVA sur la coque en polypropylène.

Procéder à l'essayage conformément aux standards P&O en la matière.

Faire les découpes nécessaires, puis poncer et polir le polypropylène.

Couper et coller l'excédent d'EVA, puis poncer et adoucir les bords.

Sécuriser les vis de l'articulation à l'aide de colle frein filet (Loctite).

4

ORTHÈSE ANTI-TALUS (COQUE ANTÉRIEURE)

4.1 Thermoformage de l'EVA

L'orthèse peut être réalisée avec une plaque d'EVA de 6 mm; ceci répond à plusieurs objectifs :

- Améliorer le confort.
- Prévenir les blessures pour les patients avec perte de sensibilité.

Pour faciliter le chaussage, il faudra éviter de recouvrir l'avant-pied avec de l'EVA (augmentation de volume de l'orthèse).

Pour l'orthèse avec EVA, suivre la méthode décrite ci-dessous.

Si l'orthèse est réalisée sans EVA, passer directement au chapitre suivant.

- ▶ Thermoformage de l'EVA :
 - Mettre le positif plâtré avec le pied au zénith.
- ▶ Coupe d'une plaque d'EVA :
 - Largeur = circonférence du mollet.
 - Longueur = longueur de la jambe.
 - Épaisseur : 6 mm.

Chauffer l'EVA à 120° C pendant 3 à 5 minutes (selon le type de four).

Envelopper le positif plâtré avec l'EVA et le maintenir en position jusqu'au refroidissement complet.



- ▶ Couper l'excédent d'EVA à l'aide d'un cutter.

Poncer le bord inférieur à zéro.

Agrafer l'EVA au niveau de la face postérieure du moulage.



4.2 Les découpes de l'orthèse

- ▶ Tracer les lignes de découpe comme suit :

- A** Tracer le bord horizontalement à 2 cm au-dessous du tubercule tibial.
- B** Latéralement, le bord passe à 1 cm en arrière de la ligne médiane antéropostérieure.
- C** Au niveau de la malléole, la découpe passe par le sommet de la malléole pour faciliter le chaussage.
- D** Au niveau de l'avant-pied, les orteils sont dégagés sur le dessus et le côté, la découpe latérale s'arrêtant en arrière des têtes des métatarsiens. *Cela permet au polypropylène de suivre les mouvements des articulations métatarso-phalangiennes.*



4.3 Renforcement de l'orthèse

Le profilage du polypropylène par collage de bandes d'EVA sur le positif (avant thermoformage du PP) améliorera de manière significative la solidité du plastique.

▶ Couper deux bandelettes d'EVA :

- Épaisseur : 6 mm.
- Largeur : 10 mm.
- Longueur : 20 cm.

Les bandelettes seront parées à zéro en leurs deux extrémités.

Coller les bandelettes sur le positif plâtré 1 cm en avant de l'axe médian.

Veiller à ce que les bandelettes ne descendent pas trop bas afin de ne pas empêcher le chaussage.



4.4 Thermoformage du polypropylène

La méthode ci-dessous permet d'obtenir une épaisseur constante de polypropylène sur le pourtour de l'orthèse.

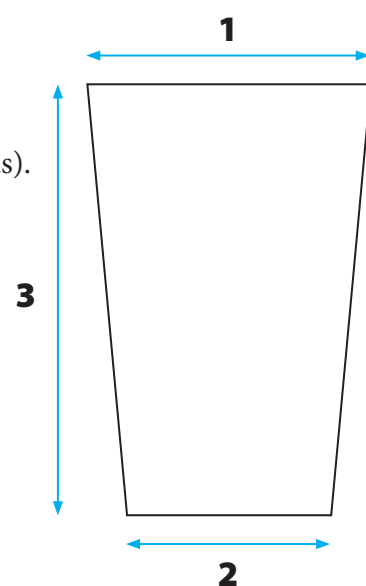
La soudure n'est pas positionnée antérieurement, car l'étirement du polypropylène lors du thermoformage le rendrait trop fin. Pour que le profilage soit plus efficace, il est préférable de ne pas recouvrir le moule d'un jersey.

Saupoudrer le positif plâtré de talc.

Dimensions de la plaque de polypropylène :

- 1** Circonférence du mollet + 10 cm
- 2** Circonférence du cou-de-pied + 10 cm
- 3** Longueur du pied et de la jambe + 10 cm (voir la photo ci-dessous).

Choisir l'épaisseur en fonction du poids du patient.



Chauffer la plaque de polypropylène à 180° C pendant 20 à 25 minutes, selon les performances du four et l'épaisseur de la plaque.

Procéder à l'enveloppement, tout en plaçant le joint de soudure postérieurement au niveau de la jambe et sous le pied.

Assurer l'étanchéité au niveau du cône d'aspiration au moyen d'une sangle.

Faire la dépression en ouvrant la vanne.

- ▶ Couper l'excédent de polypropylène lorsqu'il est encore chaud à l'aide d'une paire de ciseaux ou d'un cutter.



Garder l'aspiration en marche jusqu'au refroidissement complet.

4.5 Préparation de la coque polypropylène

Tracer les lignes de découpe sur le polypropylène comme expliqué au chapitre 4.2, page 23.

Couper l'orthèse à l'aide d'une scie oscillante en suivant le tracé.

Enlever la coque plastique du positif plâtré.

Enlever le jersey à l'intérieur de l'orthèse.

Poncer et adoucir les bords de l'orthèse.

Si l'orthèse a été moulée avec un EVA, retranscrire les découpes et enlever l'excédent.

► Préparation des sangles :

- Pour la sangle proximale, suivre la méthode décrite au chapitre 2.5, page 14.
- En fonction de la pathologie et de la chaussure, on peut ajouter une sangle distale. Suivre la méthode décrite au chapitre 2.6, page 15.



4.6 Essayage

Si l'orthèse comporte un garnissage d'EVA, il sera collé partiellement.

Procéder à l'essayage conformément aux normes internationales.

- Un évasement du polypropylène au niveau de la partie postérieure du talon est parfois nécessaire. Cela facilite le chaussage et évite un contact douloureux.



4.7 Finition

Procéder à l'essayage conformément aux normes internationales.

Coller partiellement l'EVA sur la coque en polypropylène. Faire les découpes nécessaires, puis poncer et polir le polypropylène.

Couper et coller l'excédent d'EVA, puis poncer et adoucir les bords.

5.1 La conception

Basé sur l'expérience acquise par le CICR au sein de ses projets de réhabilitation physique dans le monde vis-à-vis de la technologie du polypropylène, le type d'articulation de cheville décrit ici est conçu et proposé comme standard CICR.

Articulation de cheville libre (ACL) – articulation en aluminium utilisée dans la fabrication de tout type d'orthèses tibio et cruro-pédieuses (« AFO » et « KAFO ») pour lesquelles l'articulation de cheville doit avoir une certaine mobilité. Elle est aussi recommandée pour des patients très actifs ou très corpulents ainsi que pour des utilisations intenses (par exemple pour correction de déformations avec contractures, Pied Valgus, Pied Calcaneus, etc.) comme alternative à une articulation de cheville flexible, type « Tamarak™ ».



L'ACL est composée de montants courts latéraux qui sont les pièces principales en aluminium, d'un jeu de paliers (« bushing ») intérieurs filetés et extérieurs non filetés en laiton et de vis de serrage pour la fixation à la coque de pied.

Le **parallélisme** est automatiquement assuré par l'utilisation de la **tige d'ajustement intégrant les paliers de serrage**, qui représente ainsi l'axe mécanique de cheville.



L'assortiment de base (5 paires + tige d'ajustement des paliers de serrage) pour tailles adulte et enfant est produit par CR Equipements SA et est inclus dans la liste standard du programme de réhabilitation physique du CICR.

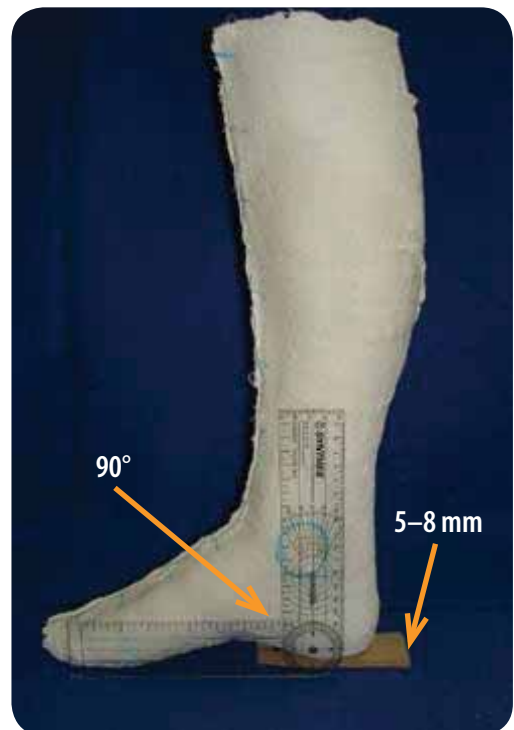
5.2 Moulage et rectification

L'évaluation du patient, la prise de moulage et la rectification du modèle positif se font selon les standards de la profession et nous ne décrivons ici que les aspects spécifiques aux orthèses tibio-pédieuses « AFO » avec ACL.

Pour les AFO articulés utilisant l'ACL, le moulage plâtré doit être pris avec le pied en position neutre. Pour un angle de 90°, nous recommandons de placer une mousse EVA de 5-8mm d'épaisseur sous le talon afin de pré-positionner la coque du pied et d'assurer ainsi une meilleure adaptation pour utiliser l'orthèse avec une chaussure standard.

Plusieurs méthodes existent pour définir l'**axe mécanique de cheville**. Ici nous décrivons une des méthodes qui offre le résultat le plus efficace pour ce type d'articulation similaire à celle utilisée pour la fabrication d'un étrier.

Le **point de référence principal** pour déterminer l'axe mécanique de cheville est l'apex de la **tubérosité de la malléole externe** et la **base inférieure de la tubérosité de la malléole interne**. Ces deux points doivent être marqués sur le patient lors de la prise de moulage.

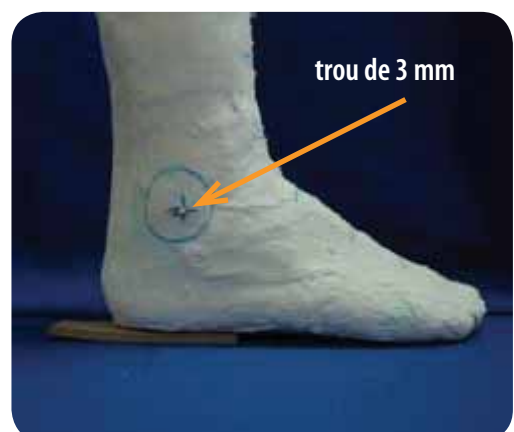


Retirer le moulage du patient et vérifier que vos marques ont bien été transférées sur le modèle négatif.

Percer un trou de 3mm de diamètre sur la **tubérosité de la malléole externe**.

Attention :

Utiliser un poinçon pour percer le trou. L'utilisation d'une perceuse risquerait d'endommager le plâtre humide !



Préparer une tige d'acier de Ø3mm, L=200mm (une tige d'électrode à souder peut être utilisée), s'assurer que la tige est parfaitement droite et affûter un des deux bouts.

Placer le modèle négatif sur l'établi, à la verticale (avec la même talonnette sous le talon), contrôler la verticalité avec un fil à plomb et maintenir dans cette position.

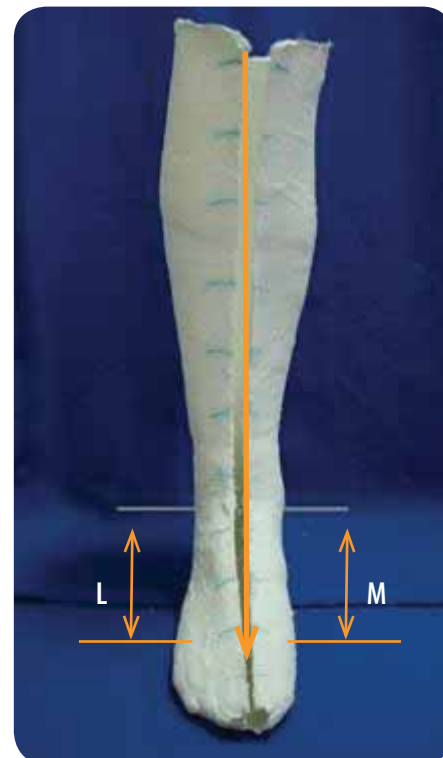
Insérer la tige d'acier dans le trou de 3mm de diamètre sur la tubérosité de la malléole externe et percer ainsi le plâtre au niveau de la base de la tubérosité de la malléole interne. La tige est strictement à l'horizontale (parallèle au plan de l'établi).

Vérifier l'horizontalité : la distance entre la tige et le plan de l'établi doit être la même du côté médial et du côté latéral.

$$L=M$$

Attention :

*Pour corriger la position de l'axe, modifier le **côté médial uniquement !***



Dans le plan transversal, l'axe de cheville suit généralement la rotation naturelle du pied (5° à 7° de rotation externe).

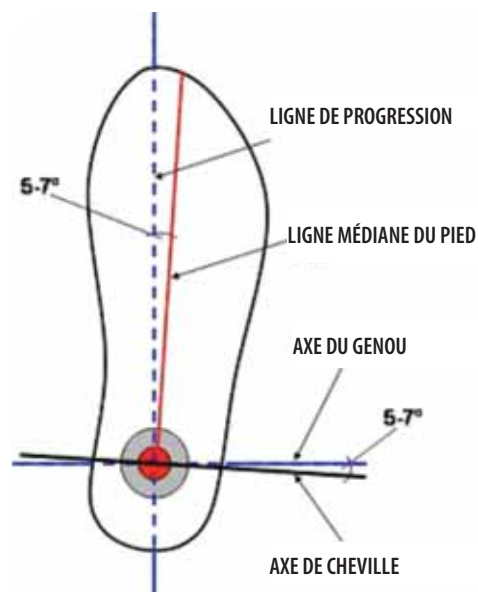
Contrôle de l'angle de rotation :

Dessiner la ligne de progression et l'axe du genou (à 90°) sur une feuille placée sur l'établi et placer le modèle négatif comme avant pour avoir une bonne vue de dessus. Contrôler visuellement l'axe de cheville (la tige en acier) et la ligne de l'axe du genou.

$$\text{Angle} = 5-7^\circ$$

Attention :

*Pour corriger la position de l'axe **ne bouger que le côté médial !***



Après avoir corrigé la position de l'axe, renforcer le modèle négatif autour de la tige métallique avec 4 ou 5 couches de bandes plâtrées.

Retirer du modèle négatif la tige d'acier de Ø3mm et agrandir soigneusement les deux trous avec un poinçon jusqu'à environ Ø6mm.

Placer un tube plié en forme de « L » dans le modèle négatif. Enduire de graisse et ensuite insérer la **tige d'ajustement des paliers de serrage** dans le modèle négatif.

Fermer la partie antérieure du modèle négatif avec des bandes plâtrées, puis remplir le modèle de plâtre liquide conformément à la pratique habituelle.

Lorsque le modèle positif est durci, retirer précautionneusement le modèle négatif, en partant des bords latéraux, comme montré sur la photo.



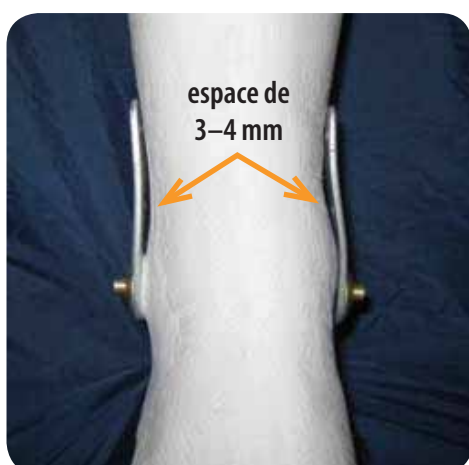
Modifier le modèle positif selon la pratique habituelle.

Tracer les lignes de découpe pour avoir une meilleure vision du résultat final.

Nettoyer les parties filetées de la tige d'ajustement des paliers de serrage, les enrober d'un peu de graisse et assembler les articulations avec leurs paliers de serrage.

Donner la forme du modèle plâtré aux corps d'articulations en les galbant avec les griffes à dégauchir. Éviter les angles vifs lors du galbage – courbes souples uniquement ! Il n'est pas nécessaire de suivre exactement le galbe du modèle; un espace de 3 à 4 millimètres est toléré.

Fixer les articulations au modèle positif avec de petits clous après avoir défini leur position exacte.



Chanfreiner les bords des articulations, comme indiqué sur la photo – pas d'angles vifs !

Placer les corps d'articulation sur les paliers de serrage internes, assembler les paliers de serrage externes, et ensuite assembler les corps d'articulation sur le modèle positif avec de petits clous après avoir défini leur position correcte.

Remplir l'espace entre les articulations et le modèle positif avec du plâtre de Paris, égaliser et polir avec du treillis.



Si nécessaire, couper les extrémités de la tige qui dépassent et ébavurer à la lime.

Fixer le modèle positif dans le cône d'enveloppement et poursuivre selon les procédures habituelles pour la préparation à l'enveloppement du polypropylène.

Préparer un **coussinet pour le tendon d'Achille** : utiliser une pièce de mousse EVA de 80x20x6mm, chanfreiner les bords et coller sur le nylon avec de la colle contact.

Après thermoformage du polypropylène, cette partie servira de **butée de limitation de la flexion plantaire (butée anti-équin)**. En même temps, le coussinet empêchera tout contact entre le tendon d'Achille et les bords de l'orthèse à ce niveau.

La même technique mais en remplaçant l'EVA par du PP peut être utilisée pour **renforcer** la butée de flexion plantaire.

Tirer un bas nylon par dessus le modèle positif. Attention aux angles vifs des paliers de serrage afin de ne pas endommager le bas nylon.



Thermoformer le polypropylène selon la pratique habituelle.

L'épaisseur du PP (3, 4, 5 mm) est choisie selon la fonction escomptée de l'AFO, et aussi en fonction du poids du patient.

Dessiner et couper le contour de l'orthèse. Casser et retirer prudemment le plâtre. Faire particulièrement attention à la région des articulations et de la tige d'ajustement des paliers de serrage afin de ne rien endommager.



Poncer prudemment le polypropylène recouvrant les paliers de serrage jusqu'au niveau des paliers, comme montré sur la photo de droite. Ces surfaces doivent être plates et parallèles.

Le trou qui est formé suite à cette opération servira à retirer la tige d'ajustement des paliers de serrage et à assembler la coque de pied avec les boulons.



Nettoyer le pas de vis et faire tourner la tige d'ajustement des paliers de serrage jusqu'à ce qu'elle sorte par un des trous et que l'articulation du côté opposé soit libérée.



Retirer de la coque les corps d'articulation ainsi que la tige d'ajustement des paliers de serrage.

Démanteler la tige d'ajustement des paliers de serrage, la nettoyer et la conserver pour une utilisation ultérieure.



Bien nettoyer tout reste de plâtre sur la coque, les articulations et le coussinet du tendon d'Achille.

Coller le coussinet à son emplacement avec de la colle contact après avoir gratté la surface intérieure du PP au papier de verre pour une bonne adhésion.

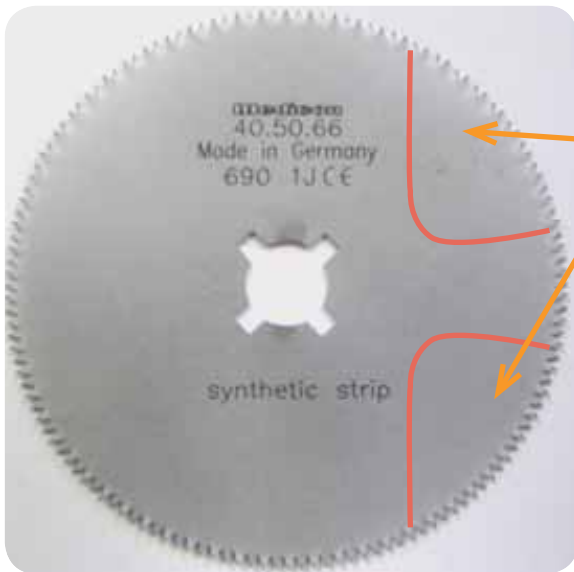


Replacer les articulations; assembler à la coque de pied en utilisant les boulons et positionner correctement pour marquer les trous qui serviront à fixer les rivets.

Pour cette opération, il est possible de marquer les emplacements des trous de façon précise en utilisant le côté courbé d'une pointe à tracer préalablement chauffée et insérée dans la coque pour y faire un « pré trou », comme montré sur la photo.



Préparer une lame de scie oscillante, tel que montré sur la photo ci-dessous. Ceci donnera une découpe précise et de qualité sur les courbes compliquées.



Dessiner les lignes sur une lame standard de scie oscillante comme montré sur la photo de gauche.

Meuler prudemment cette partie de la lame.

Attention :

Lorsque l'on découpe du polypropylène avec cette lame, ne pas trop forcer sur la lame au risque de la casser !

Tracer la ligne de séparation entre les parties coque de pied et de jambe, couper soigneusement puis poncer les découpes des deux coques.

Assembler les articulations de façon temporaire avec des boulons M3, des rondelles et des écrous, puis assembler la coque de pied avec les paliers de serrage en laiton.

Préparer la sangle de fixation et l'attacher à la partie proximo-latérale de l'orthèse à l'aide d'un rivet tubulaire large. À la place de la **boucle médiale**, il est possible de découper dans la partie proximo-médiale de l'orthèse une **ouverture (fente)** de largeur égale à la sangle.

Essayer l'AFO sur le patient selon la pratique habituelle. Observer la marche, vérifier les contours, les défauts de marche, ainsi que l'amplitude de mouvements de la cheville avec l'orthèse.



Flexion plantaire

L'amplitude de mouvements initiale pour la flexion plantaire est limitée par le contour postérieur de l'orthèse – l'espace est d'environ 1-2 mm après la découpe initiale. Si nécessaire, il est possible d'**augmenter la flexion plantaire** en ponçant les bords de la butée anti-équin, comme montré ci-dessous.

Il est à noter que cette opération est **délicate et irréversible**. Dès lors, les changements doivent être faits progressivement, en vérifiant à chaque fois sur le patient pour éviter des erreurs.



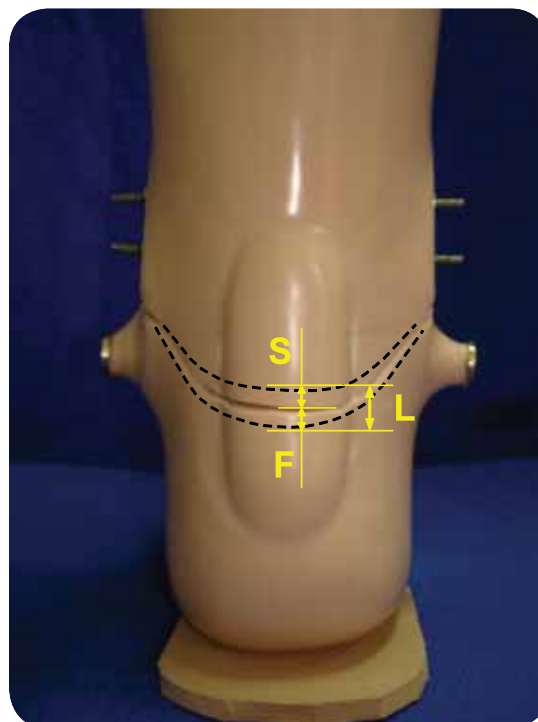
Estimer la quantité totale de « L » à enlever. La moitié de cette quantité sera enlevée sur la partie jambe (« S ») et l'autre moitié sur la partie pied (« F »)

$$L=S+F \text{ et } S=F$$

Tracer d'abord les lignes et ensuite démanteler la coque de pied et les articulations.

Poncer précautionneusement les deux parties de la butée anti-équin et adoucir les angles vifs.

Assembler la coque de pied et contrôler à nouveau l'amplitude de mouvements sur le patient.



Flexion dorsale

La plupart du temps la dorsi-flexion n'est pas limitée et une butée n'est donc pas nécessaire et le contour antérieur de l'orthèse est tracé en conséquence.

Néanmoins, si nécessaire les **parties antérieures** des coques de jambe et de pied (voir photo ci-dessous) peuvent servir de **butée de limitation de la dorsi-flexion**.

Comme pour la flexion plantaire, l'amplitude de mouvements pour la flexion plantaire est limitée par le contour antérieur de l'orthèse – l'espace est d'environ 1–2 mm après la découpe initiale.



Utiliser la même méthode que celle expliquée pour le réglage de la flexion plantaire : poncer petit à petit et vérifier l'orthèse sur le patient jusqu'à obtention du résultat désiré.



Une fois que l'amplitude de mouvements souhaitée est obtenue, assembler à nouveau tous les composants.

Remplacer une par une les vis provisoires M3 par des rivets en cuivre de Ø3mm ou Ø4mm selon le poids et la taille du patient.



Si nécessaire, ajouter de la mousse EVA sous la semelle du pied pour une meilleure adaptation à une chaussure standard.

Égaliser le contour, les ouvertures, etc. selon la procédure habituelle.

Afin d'éviter le desserrage des boulons, appliquer de la colle « Loctite » ou les pointer de l'intérieur avec un pointeau.



L'orthèse est prête à être délivrée.

Liste des composants et matériaux nécessaires à la fabrication

Code CICR	Description	Unité de mesure	Quantité
Pour moulage positif et négatif :			
ODROSTOCOT60	Jersey tubulaire, 60 cm	Cm	70
Selon taille : • MDREBANDP10 • MDREBANDP12 • MDREBANDP15	Bandes plâtrées 10, 12 or 15 cm x 3 m	Pièce	3
OTOPLASPW40	POP	Poudre	Selon patient
Pour thermoformage de l'EVA et du PP			
• OPLAEVAFERA06 • OPLAEVAFLIV06 • OPLAEVAFKIN06	EVA 6 mm Couleur chocolat, olive, beige	Plaque	Si nécessaire, choix de la couleur et de l'épaisseur selon patient
Aucun	Jersey nylon	Pièce	1
• OPLAPOLYCHOC03 • OPLAPOLYCHOC04 • OPLAPOLYCHOC05 • OPLAPOLYLIV03 • OPLAPOLYLIV04 • OPLAPOLYLIV05 • OPLAPOLYSKIN03 • OPLAPOLYSKIN04 • OPLAPOLYSKIN05	Polypropylène Couleur chocolat, olive ou beige en 3, 4 ou 5 mm d'épaisseur	Plaque	Choix de la couleur et de l'épaisseur selon patient
Articulation pour TAMARACK™ :			
Selon taille : • OCPOSOOTTAL • OCPOSOOTTAS	Grande taille (740L) Petite taille (740S)	Pièce	Choix de l'articulation selon le patient. 1
OCPOFOOTOKLAA	Articulation libre de cheville, adulte 5 paires+ tige filetée HSS		
OCPOFOOTOKLAC	Articulation libre de cheville, enfant 5 paires+ tige filetée HSS		
EHDWGLUEL243	Colle Loctite n.243, frein filet, Bouteille 50 ml	Goutte	4
Pour sangle distale / supérieure :			
OSBOSTRVP440	Sangle velcro avec passant, 400 mm x 40 mm	Pièce	1
OHDWRIVET131	Rivet tubulaire, 13 mm x 12 mm	Pièce	2
<i>ou</i>			
OSBOVSB030	Sangle polyester noire 40 mm	Cm	25
Aucune	Sangle velcro 40 mm	Cm	20
Aucune	Passant 40 mm x 100 pièces	Pièce	1
OHDWRIVET131	Rivet tubulaire, 13 mm x 12 mm	Pièce	2
Pour les orthèses avec sangle à l'intérieur :			
OSBOSTRVP325	Sangle velcro avec passant, 300 x 25 mm	Pièce	1
OHDWRIVET131	Rivet tubulaire, 13 mm x 12 mm	Pièce	2
<i>ou</i>			
OSBOVSB024	Sangle 25 mm	Cm	20
Aucune	Sangle velcro, 25 mm	Cm	15
OSBOVSB035	Rivet 25 mm x 100 pièces	Pièce	1
OHDWRIVET131	Rivet tubulaire, 13 mm x 12 mm	Pièce	2