Association
F rançaise pour L'
Appareillage

Association
Médicale de
Perfectionnement en
Appareillage de
Nancy

Journées Annuelles de Perfectionnement en Appareillage

LIMOGES

8 et 9 juin 2006
à la Faculté de Médecine - Limoges

Remerciements

Les sociétés commerciales, associations et chambres syndicales pour leur soutien

A.F.P.O.
C.S.N.P.O.
DAW s.a.
JANTON
MAYZAUD
MEDI
ORTHOCONCEPT
ORTHOEUROPE
ORTHOPEDIE MODERNE
ORTHOPLUS
ÖSSUR
OTTO BOCK
PROTEOR
SANOFI AVENTIS
SYMBIOSE ORTHO
U.F.O.P.

Le Service Appareillage de la Direction du Service Médical de Nancy
Le centre de rééducation de Gondreville

Association Française pour l'Appareillage

Agrément formation n°11.75.29655.75

Président : **Docteur Pierre BENEZET**
Email : PBENEZET@ugecampacac.com

Membres du conseil d'administration

Collège 1	Collège 2	Collège 3
Pr JM. ANDRE	M. E. ALTERMATT	M. V. BACCIALONE
Dr P. BENEZET	Mme M. GUENIN	M. JP. GAND
Dr P. BRUNEL	M. R. MASSARO	M. P. MASSON
Pr A. DELARQUE	M. A. OKOROKOFF	M. R. THIRIAT
Dr N. MARTINET	M. M. PIERRON	M. B.TOURRET-COUDERC
Dr S. LALLIARD		

Association Médicale de Perfectionnement en Appareillage de Nancy

Agrément formation n°41.54.01934.54

Président : **Dr Patrick BRUNEL**
Email prof. : patrick.brunel@c3rf-angers.asso.fr
Email perso : BRUNEL.PATRICK@wanadoo.fr

Secrétaire : Dr André ROUYER (Nancy)

Trésorière : Dr Elisabeth JOUIN (Nancy)

Membres du conseil d'administration :
Dr Dominique EVENO (Nantes)
Dr Nathalie de HESSELLE (Martinique)
Dr Rémi KLOTZ (Bordeaux)
Dr André LEJEUNE (Nantes)
Dr Noël MARTINET (Nancy)
Dr Claire TRICOT (Colmar)

DECOUVREZ…

Le programme …

Le sommaire …

Les textes des communications ….

Jeudi 8 Juin 2006 (matin)

ATELIERS DE L'AMPAN

9 h 00 - Accueil et premières inscriptions

9 h 30 - 4 ATELIERS tournants

ATELIER 1

Cas pratiques et réglementation

M. Thierry AGRAPART (Nancy) – M. Roland THIRIAT (Nancy)

Modérateur : Dr André ROUYER (Nancy)

ATELIER 2

Moulage des pieds : axes, techniques, mises au point, prise en charge

M. Philippe ALLANIC (Cholet)

Modérateur : Dr Alain GOLDCHER (Paris)

ATELIER 3

Assises personnalisées : concepts et réalisations

M. JEAN (Angers)

Modérateur : Dr Patrick BRUNEL (Angers)

ATELIER 4

Atelier ortho-prothèse

M. Alexandre OKOROKOFF (Paris)

Modérateur : Dr Dominique EVENO (St HERBLAIN)

Jeudi 8 juin 2006 (après-midi)

13 H 30 ACCUEIL DES PARTICIPANTS ET INSCRIPTIONS

14 H 00 A 16 H 15

Ouverture de la séance

Pr JC VANDROUX – Doyen de la Faculté de Médecine de Limoges
M. Ph VIGOUROUX – Directeur du CHU de Limoges
Pr. B. DESCOTTES – Président de la CME, CHU Limoges
Dr NOUAILLE – Vice-Président du Conseil Régional

Les composites et l'orthopédie, les pistes

M. Guillaume MAMY (société SICOMIN)

Les composites pré-imprégnés : notions de base

M. D. JACQUOT, Dr P. FODE (CERAH Woippy)

Caractéristiques techniques du carbone

M. J. MILLE (Handicap Conseil – Dijon)

Fabrication d'un releveur en carbone pré-imprégné

M. Vincent PAWLOWSKI, M. Anthony SECONDI, M. Bernard AMADIEU (Nancy)

Sido : cas d'utilisation

M. René GASTALDO (Dijon)

Essai de carbone pré-imprégné en grand appareillage

M. Benoît BAUMGARTEN, M. Roland THIRIAT, Dr André ROUYER (Nancy)

Atouts du carbone pré-imprégné pour les orthèses du membre inférieur

G. PAYNEAU, Philippe IZARD, JN ADDE, X. MARTIN (Protéor)

Etude de la marche avec releveur en carbone pré-imprégné

M. Anthony SECONDI, M. Vincent PAWLOWSKI, Mme M.A. HALDRIC, Dr Noël MARTINET (Nancy)

16 H 15 PAUSE

Jeudi 8 juin 2006 (après-midi suite)

16 H 45 A 18 H 30

Rééducation à la marche dynamique des amputés fémoraux avec exploitation de la phase d'appui

M. B. SAUREL, Dr MP DE ANGELIS, M. P. CHABLOZ (Grenoble)

CAO appliquée à la podo-orthèse

M. Jacques DE MEIRA (Mayzaud – Brive)

Orthèse de décharge de l'avant-pied à lame de carbone, alternative à l'hospitalisation du pied diabétique

Dr JM. AUDEBRAND

Adaptation récente des techniques d'appareillage provisoire tibial

Dr N. de HESSELLE – A. GOURMELON – R. GUITTEAUD (Le Carbet- Martinique)

Maison du handicap en Haute-Vienne

M. J.L. FAUCHER (Limoges)

Varus équin de l'hémiplégique. Botte articulée de marche avec ou sans toxine botulinique

Dr C. NGUYEN HOANG, M. JJ CHIGNON, Dr JC DAVIET, Dr C. VERDIE-KESSLER,
M. T. SOMBARDIER, Dr A.DUCREST, Dr M. MUNOZ, Pr JY SALLE (Limoges)

18 H 30 A 19 H 00 ASSEMBLEE GENERALE

- **AFA**
- **AMPAN**

19 H 30 :
Visite de la cathédrale et de la vieille ville
(gratuit)

20 H 15 : Soirée
Dîner en vieille ville – Limoges

Vendredi 9 juin 2006 (matin)

9 H 00 A 10 H 30

Rôle de la Haute Autorité de Santé et de la CEPP
Dr Catherine DENIS (St Denis)

Essais cliniques et amputation de membre inférieur
Pr DELARQUE (Marseille)

Evaluation de la marche de l'amputé de membre inférieur : quels outils pour quels objectifs ?
Pr I. RICHARD, M. E. ALTERMATT, Mme. G. MERCIER, Dr P. BRUNEL (Angers)

Essais cliniques et amputation de membre supérieur
Dr Noël MARTINET, Dr J. PAYSANT, Dr I. LOIRET, Pr JM ANDRE (Nancy)

Inscription à la LPPR : Le point de vue de l'industriel
M. Michel PIERRON (Protéor Dijon)

Inscription à la LPPR : Le point de vue de l'industriel
M. Marcel BERTHET (Nice)

Inscription à la LPPR : la prestation de l'orthoprothésiste
UFOP

Les spécifications techniques minimales : rôle du laboratoire d'essai
Dr Pascale FODE (CERAH) – T. GIRAULT – A. PAWLOWSKI

11 H 00 A 12 H 00

TABLE RONDE

CEPP

SOMMAIRE

ATELIER 1 : CAS PRATIQUES ET REGLEMENTATION
Thierry AGRAPART – Roland THIRIAT - Modérateur : Dr André ROUYER 10

ATELIER 2 : MOULAGE DES PIEDS – Axes, techniques, mises au point, prise en charge
Philippe ALLANIC - Modérateur : Dr Alain GOLDCHER 11

ATELIER 3 : ASSISES PERSONNALISEES : Concepts et réalisations
M. JEAN - Modérateur : Dr Patrick BRUNEL 12

ATELIER 4 : ATELIER ORTHO-PROTHESE
Alexandre OKOROKOFF - Modérateur : Dr Dominique EVENO 13

LES COMPOSITES ET L'ORTHOPEDIE, LES PISTES
Guillaume MAMY 14

LES COMPOSITES PRE-IMPREGNES : NOTIONS DE BASE
D. JACQUOT – Dr P. FODE 15

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU CARBONE
J. MILLE 20

FABRICATION D'UN RELEVEUR EN CARBONE PRE-IMPREGNE
Vincent PAWLOWSKI – Anthony SECONDI – Bernard AMADIEU 21

SIDO : CAS D'UTILISATION
René GASTALDO 24

ESSAI DE CARBONE PRE-IMPREGNE EN GRAND APPAREILLAGE
Benoît BAUMGARTEN – Roland THIRIAT – Dr André ROUYER 25

ATOUTS DU CARBONE PRE-IMPREGNE POUR LES ORTHESES DU MEMBRE INFERIEUR
G. PAYNEAU, Philippe IZARD, JN ADDE, X. MARTIN 29

ETUDE DE LA MARCHE AVEC RELEVEUR EN CARBONE PRE-IMPREGNE
Anthony SECONDI, Vincent PAWLOWSKI, M.A. HALDRIC, Dr Noël MARTINET 30

REEDUCATION A LA MARCHE DYNAMIQUE DES AMPUTES FEMORAUX AVEC EXPLOITATION DE LA PHASE D'APPUI
B. SAUREL – Dr MP DE ANGELIS – P. CHABLOZ 32

CAO APPLIQUEE A LA PODO-ORTHESE
Jacques DE MEIRA 33

ORTHESE DE DECHARGE DE L'AVANT-PIED A LAME DE CARBONE, ALTERNATIVE A L'HOSPITALISATION DU PIED DIABETIQUE
Dr JM AUDEBRAND 34

ADAPTATION RECENTE DES TECHNIQUES D'APPAREILLAGE PROVISOIRE TIBIAL
Dr N. de HESSELLE – A. GOURMELON – R. GUITTEAUD 35

MAISON DU HANDICAP EN HAUTE-VIENNE
J.L. FAUCHER 36

VARUS EQUIN DE L'HEMIPLEGIQUE. BOTTE ARTICULEE DE MARCHE AVEC OU SANS TOXINE BOTULINIQUE
Dr C. NGUYEN HOANG – JJ CHIGNON – Dr JC DAVIET – Dr C. VERDIE-KESSLER – T. SOMBARDIER Dr A. DUCREST – Dr M. MUNOZ – Pr JY SALLE 37

ROLE DE LA HAUTE AUTORITE DE SANTE ET DE LA CEPP
Dr Catherine DENIS 38

ESSAIS CLINIQUES ET AMPUTATION DE MEMBRE INFERIEUR
Pr DELARQUE 39

EVALUATION DE LA MARCHE DE L'AMPUTE DE MEMBRE INFERIEUR
Quels outils pour quels objectifs ?
Pr Isabelle RICHARD - E. ALTERMATT – G. MERCIER – Dr Patrick BRUNEL 40

ESSAIS CLINIQUES ET AMPUTATION DE MEMBRE INFERIEUR
Dr Noël MARTINET – Dr J. PAYSANT – Dr I. LOIRET – Pr JM ANDRE 41

INSCRIPTION A LA LPPR : Le point de vue de l'industriel
Michel PIERRON 42

INSCRIPTION A LA LPPR : Le point de vue de l'industriel
Marcel BERTHET 43

INSCRIPTION A LA LPPR : La prestation de l'orthoprothésiste
UFOP 44

LES SPECIFICATIONS TECHNIQUES MINIMALES : rôle du laboratoire d'essai
Dr Pascal FODE – T GIRAULT - A. PAWLOWSKI 45

ATELIER N° 1

CAS PRATIQUES ET REGLEMENTATION

M. Thierry AGRAPART - M. Roland THIRIAT

Modérateur : Docteur André ROUYER

Direction Régionale du Service Médical - 85 rue de Metz - 54073 NANCY (Tel : 03.83.39.19.38)

Le service régional appareillage dépendant de la direction du service médical de la sécurité sociale, région du nord-est, réceptionne toutes les ententes préalables concernant le grand appareillage et donne des avis à la demande (caisses, assurés, fournisseurs) sur l'ensemble de la LPPR (**L**iste des **P**roduits et **P**restations **R**emboursables).
Ce service est amené à traiter des dossiers particuliers.

La législation concernant le domaine de l'appareillage est en pleine évolution. A partir de quelques cas pratiques, nous évoquerons ces évolutions réglementaires en soulignant des difficultés que peuvent rencontrer les différentes catégories concernées face à la situation actuelle.

ATELIER N° 2

MOULAGE DES PIEDS

AXES, TECHNIQUES, MISES AU POINT, PRISE EN CHARGE

M. Philippe ALLANIC (Cholet)

Modérateur : Docteur Alain GOLDCHER (Paris)

ATELIER N° 3

ASSISES PERSONNALISEES : CONCEPTS ET REALISATIONS

Monsieur JEAN (Angers)

Modérateur : Docteur Patrick BRUNEL (Angers)

ATELIER N° 4

ATELIER ORTHO-PROTHESE

Alexandre OKOROKOFF (Paris)

Modérateur : Docteur Dominique EVENO (St Herblain)

LES COMPOSITES ET L'ORTHOPEDIE, LES PISTES

M. Guillaume MAMY (Société SICOMIN)

LES COMPOSITES PRE-IMPREGNES : NOTIONS DE BASE

Didier JACQUOT - Dr Pascale FODE (CERAH Woippy)

Les matériaux composites sont obtenus par l'association d'au moins deux constituants : un réseau de fibres et une matrice constituée d'une résine. L'association des fibres et d'une matrice aux propriétés mécaniques différentes donne naissance à un matériau dont le comportement peut être adapté à un usage prédéterminé.

Les fibres apportent la résistance et la rigidité, la matrice assure la liaison entre les fibres, donne la forme à la pièce réalisée et protège les fibres des agressions extérieures (eau, lumière, produits chimiques ...). La liaison entre les fibres et la matrice dépend beaucoup des conditions de fabrication.

Des charges, des additifs ou des adjuvants sont ajoutés pour modifier les propriétés, le coût ou faciliter la mise en œuvre. Les matériaux composites sont donc des matériaux hétérogènes anisotropes dont les propriétés dépendent de la direction et du mode de sollicitation.

1 - RAPPEL : LES COMPORTEMENTS MECANIQUES

Classiquement, on mesure au cours des essais de traction la contrainte (rapport de la force par la section) et la déformation (voir figures 1). Le point A décrit la limite d'élasticité et Rm la résistance à la traction. La pente de la partie linéaire de la courbe jusqu'au point A est le module (E) du matériau et caractérise sa rigidité.

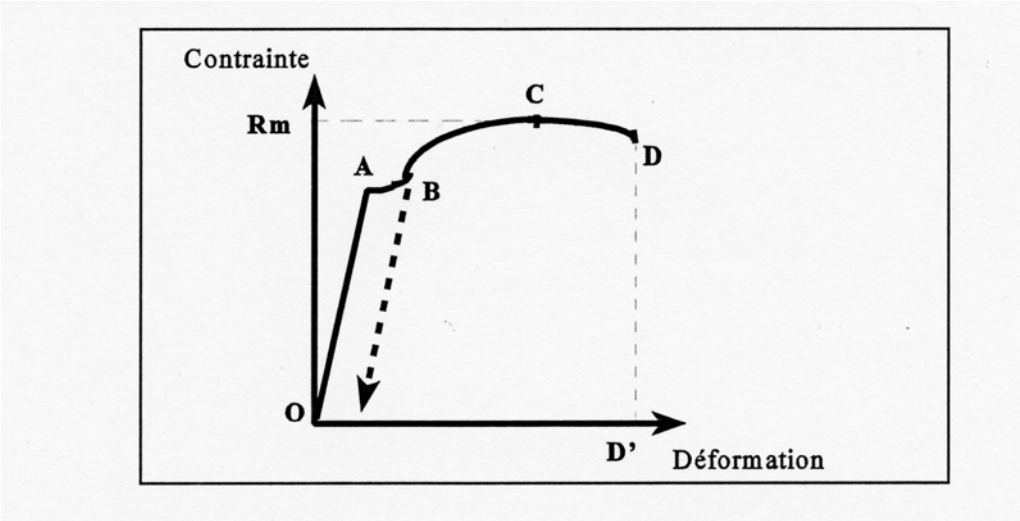


Figure 1 : courbe classique de traction

2 - LES FIBRES

Les fibres sont constituées de milliers de filaments de très faible diamètre (5 à 15 microns). Elles sont transformées et assemblées de façon à obtenir des demi-produits appelés silionne, rowing... que l'on retrouve utilisés sous forme de fibres courtes dans les mats ou les feutres ou sous forme de fibres longues dans les produits tissés.
Les fibres supportent la majorité de la contrainte en raison du module élastique bien plus élevé que celui de la matrice, résistent à des contraintes élevées, ont une plus faible déformation à la rupture que la matrice. Elles doivent bien adhérer à la matrice, avoir une bonne résistance chimique aux différentes résines constituant la matrice.

La surface des fibres est préparée chimiquement de façon à établir des ponts chimiques avec une résine spécifique : c'est l'opération d'ensimage. Cet ensimage permet aux fibres de bien glisser les unes sur les autres.

La majorité des fibres ont un comportement purement élastique avec une rupture fragile : il n'y a pas de déformation plastique. On distingue les fibres à bas module (E<5 000 Mpa), les fibres à moyen module (5 000<E<150 000 Mpa) et les fibres à haut module (E>150 000Mpa) (voir fig 2).

Pour comparer les propriétés mécaniques des fibres, on exprime le rapport de la contrainte à la rupture ou du module divisé par la masse volumique de la fibre ce qui permet d'exprimer les performances mécaniques en fonction de la légèreté du produit. Sous cette expression, les matériaux composites sont favorisés lorsque le matériau est sollicité dans le sens des fibres.

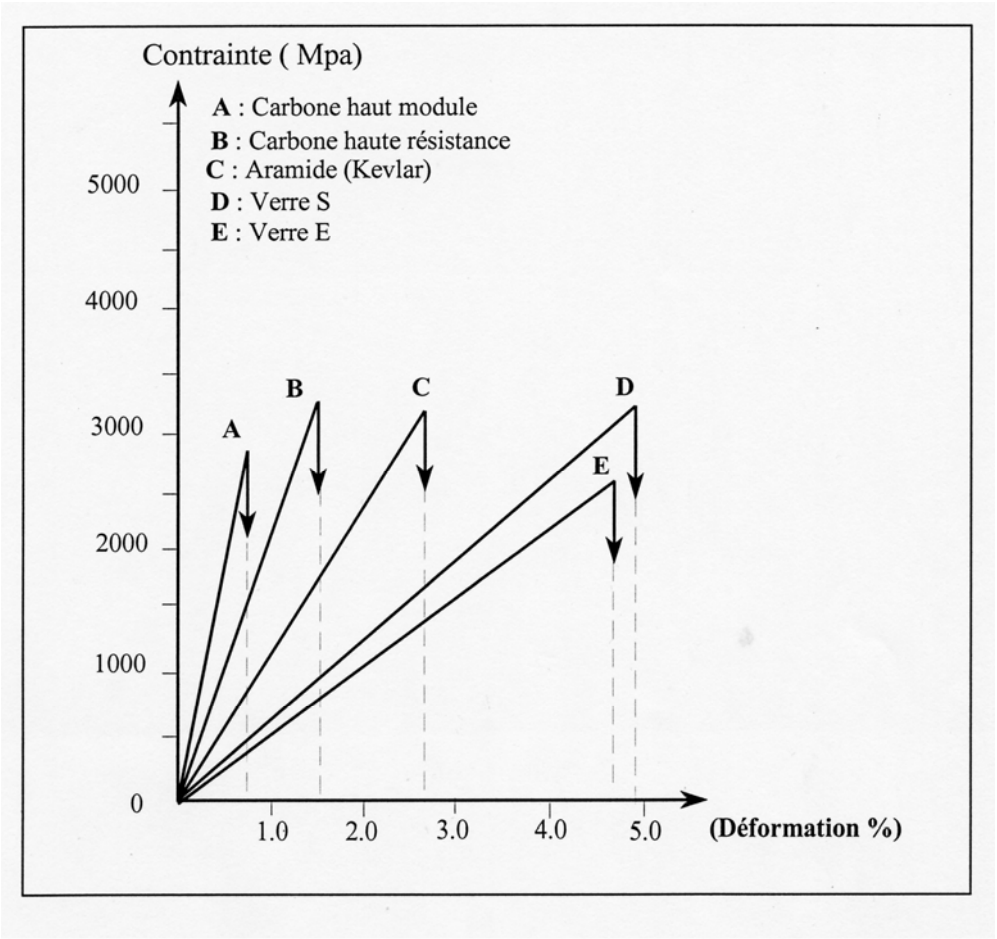


Figure 2 : Diagramme force-déformation pour les principales fibres utilisées comme renfort dans les composites

En vu d'avoir une plus grande résistance mécanique, on peut être tenté de renforcer localement un composite fibres de verre avec de la fibre de carbone mais cela n'apporte pas forcément le résultat escompté (voir figure 5). Au cours de l'effort, les fibres de carbone prennent d'abord la majorité de la charge avant de céder rapidement. En suite les fibres de verre prennent le relais mais sont moins résistantes.

Ajouter une faible quantité de fibre de verre est intéressant en cas de rupture des fibres de carbone : cela évite une blessure profonde de l'utilisateur.

3 - LES MATRICES

Le rôle de la matrice est de

- maintenir toutes les fibres dans leur position,
- répartir la charge entre les fibres,
- résister aux efforts de cisaillement,
- protéger les fibres contre les agressions physiques et chimiques extérieures.
- Les matrices acceptent une plus grande déformation que les fibres.

Deux types de matrice :

Résines thermodurcissables :
- Les polyesters
- Les époxydes
- Les polyuréthannes
- Les vinylesters

Résines thermoplastiques :
- Les polypropylènes
- Les polyamides
- Les acryliques
- Les carbonates

Les résines pour les matériaux composites pré-imprégnés :

Couramment on utilise les résines thermodurcissables notamment les époxydes du type TGPAP (Triglycidyl éther du para-amino phénol)(voir figure 6). Elles ont une viscosité élevée et un poids moléculaire plutôt faible.

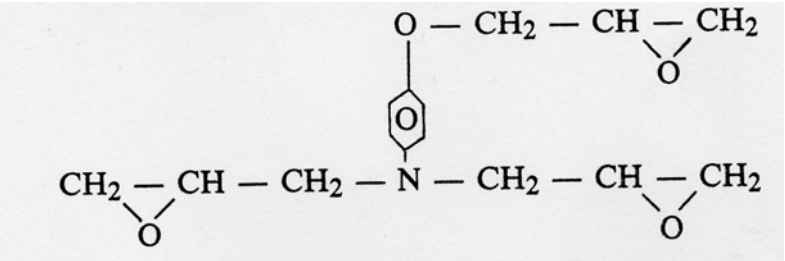


Figure 6 : Formule chimique de la résine époxyde TGPAP

Afin d'enduire uniformément un tissu de fibre de carbone, de verre ou d'aramide, soit on abaisse la viscosité par un solvant que l'on évacue, soit on abaisse la viscosité par chauffage, débute alors une pré polymérisation stoppée avant la polymérisation totale. On obtient un demi-produit sous forme de feuille spiralée. La surface est isolée par une feuille de polyéthylène. Ces produits sont appelés prépregs.

Il y a 10 ans, la stabilité des résines était de 6 mois à –18°c. Avec l'amélioration des catalyseurs, les résines actuelles peuvent être conservées un an à un an et demi à cette même température. Certains fournisseurs présentent des résines pouvant être conservées à température ambiante durant un an.

Au cours du durcissement complet, les résines présentent l'avantage de ne pas libérer de produits secondaires et évitent ainsi la formation de vide préjudiciable aux propriétés mécaniques.
Les résines les plus employées sont les époxydes, plus rarement les résines polyester ou vinylester.

Certains composites pré-imprégnés ont comme matrice un polymère thermoplastique, mais les pièces à fabriquer doivent être relativement simples.

Les caractéristiques des demi-produits sont la quantité de résine par rapport à la fibre (30 à 50%), le pourcentage de matières volatiles, le taux de fluage, le grammage et le type de tissu conditionnant l'aptitude du pré-imprégné à épouser le moule.

Il existe une autre présentation de résine pré-imprégnée dite SMC (Sheet Moulding Compound) marqué par l'absence de charge et d'agent épaississant, mais ces produits ne font pas l'objet de l'exposé.

4 - MISE EN ŒUVRE

Le matériau se présente sous forme de tissu imprégné de résine, collant au touché. Le pré-imprégné est découpé à la forme du moule isolée avec un démoulant. La feuille de polyéthylène séparant le matériau pré-imprégné est enlevée. Le matériau est appliqué et pressé manuellement sur le moule afin de faire prendre au tissu la forme du moule. Les fibres sont orientées selon le type de sollicitation de la pièce. La pégosité du pré-imprégné fait que les couches adhèrent entre elles. On peut appliquer une pression au tissu durant la polymérisation soit en comprimant avec un contre moule, soit en faisant une dépression sous un sac résistant à la température soit dans un autoclave. Les pressions varient de 0,5 à 30 bars. La réaction est amorcée par chauffage. Au cours de l'élévation en température la viscosité de la résine chute, les couches s'homogénéisent, la pression est graduellement augmentée durant la période de gélification. Le durcissement complet nécessite une cuisson entre 80°c et 150°c voir 180°c pour les résines époxydes à haute tenue en température.

5 - LES COMPOSITES

Les propriétés des composites résultant de l'association renfort/matrice sont fonction :

- des caractéristiques de la résine
- des caractéristiques des fibres
- des caractéristiques des tissus
- des proportions du renfort par rapport à la matrice
- du processus de fabrication

L'utilisation de tissus pré-imprégnés est une des techniques assurant le mieux une répartition homogène des fibres dans la matrice et l'orientation des fibres par rapport aux axes de sollicitation auxquels la pièce est soumise.

Autres propriétés des composites :

- Les matériaux composites sont très résistants à la fatigue (ce ne sont pas les composites ayant plus haut modules qui auront les meilleures tenues en fatigue)
- Il n'y a pas de déformation plastique
- Ils sont peu sensibles à la corrosion ou aux produits chimiques

4-1 Solicitation en flexion

C'est une sollicitation entre une force et un bras de levier.
Exemple d'une poutre encastrée (voir figure 7)

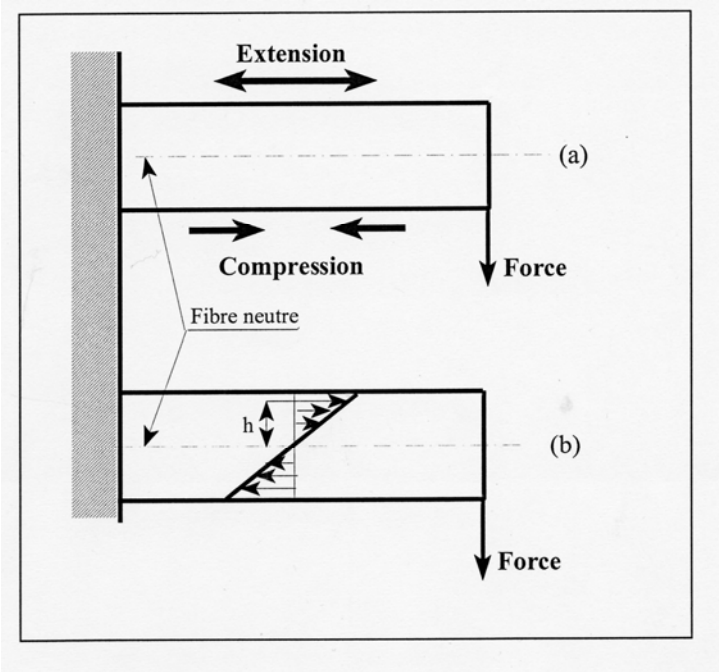


Figure 7 : sollicitation en flexion

Les déformations sont proportionnelles à la distance (h) qui les séparent de la fibre neutre. Le long de la fibre neutre, il n'y a aucun effort de traction ou de compression. Cette zone ne nécessite pas de matériaux hautes performances et peut être allégée comme la réalisation de matériaux sandwichs avec une âme en mousse ou en nid d'abeille et une peau en matériau composite. (voir figure 8)

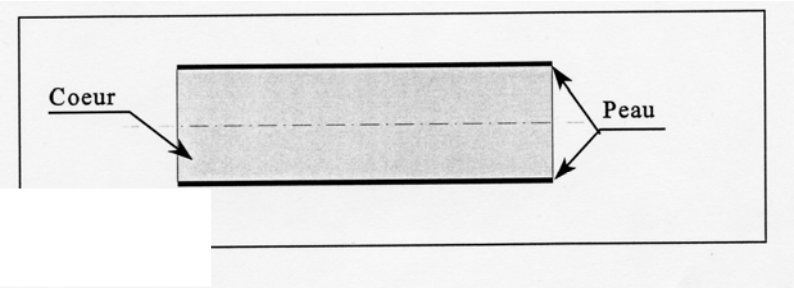


Figure 8 : matériaux sandwich

COMPARAISONS DE CARACTERISTIQUES DE PIECES EN COMPOSITE CARBONE ENTRE LES PROCEDES DE STRATIFICATION ET DE MISE EN ŒUVRE DE TISSUS PRE-IMPREGNES

J. MILLE (Protéor Handicap Technologie – Dijon)
6, rue de la Redoute – ZAE Cap Nord – 21850 SAINT APPOLINAIRE

INTRODUCTION

L'utilisation de composites pré-imprégnés est plus contraignante, en mise en œuvre et en stockage des matières premières, que la stratification. Cependant cette technique permet d'obtenir des performances avantageuses, que nous allons argumenter.

METHODE

Des éprouvettes sont réalisées dans les 2 techniques :

- avec différents empilages de couches de composites,
- avec différentes natures de résines de stratification et différentes températures de transition vitreuse,
- par différents opérateurs.

Les éprouvettes seront :

- mesurées en épaisseur,
- pesées,
- testées en flexion 3 points.

RÉSULTATS

Les épaisseurs et les dispersions sont réduites.
La capacité de déformation et la résistance à la rupture sont augmentées.

CONCLUSION

Par exemple, dans l'application d'orthèses sur mesure la technique des pré-imprégnés permet :

- d'améliorer l'esthétique, le chaussage, le poids par la maîtrise des épaisseurs,
- d'obtenir des capacités de déformations et « d'effet ressort » pour certaines conceptions d'orthèses,
- d'améliorer la fiabilité des produits.

FABRICATION D'UN RELEVEUR EN CARBONE PRE-IMPREGNE

M. Vincent PAWLOWSKI, M. Anthony SECONDI, M. Bernard AMADIEU (Nancy)

Il y a deux ans, n'ayant aucune donnée, nous avons choisi une méthode d'imprégnation manuelle pour la réalisation du carbone pré-imprégné, ce procédé nous permettait d'utiliser tous les types de renforts. Cela nous a permis de nous familiariser avec les différents tissages et grammages de fibres.

L'intérêt pour le composite, et plus particulièrement avec un renfort carbone, a commencé avec l'élaboration de lame pour les amputations d'avant-pied. Les contraintes au niveau de cette lame étaient telles, qu'il a fallut parfaire les techniques d'imprégnations.

Un soutien technique par une équipe de professionnels du composite, et une méthode empirique suivie d'essais cliniques ont permis d'aboutir à des pièces fiables.

Les travaux sur les lames ont naturellement aboutit aux releveurs carbones.

Deux paramètres ont dû être pris en compte : la morphologie de la jambe et le stratifié qui doit se déformer sur une surface plane pour que les propriétés mécaniques soient optimales. Il en découle une manière de retoucher le positif respectant ces deux impératifs.

Les résultats techniques ont été probants rapidement, pour laisser place à une partie d'autant plus difficile : la pondération des renforts carbone en fonction du patient. Choisir le bon « flex » du stratifié, c'est trouver le juste milieu entre la rigidité et la capacité qu'a la fibre de carbone à se déformer. Cela pourra rappeler aux prothésistes le choix du module d'un pied à restitution d'énergie ; sauf que cette fois-ci le module doit être réfléchit et réalisé par l'orthoprothésiste.

L'utilisation d'une matrice thermodurcissable époxyde ne permet aucune retouche. Des connaissances sur le pied sont nécessaires car la rigidité du carbone peu devenir très contraignante.

MATERIEL UTILISE

Il faut porter une attention particulière à ce que tous les tissus périphériques soient choisis en fonction de la température de travail.

Après la rectification du positif, il faut isoler le plâtre de la résine. Une multitude de bâche est utilisable, mais avec un sac PVA, il faut étuver le positif.

Les différentes fibres de carbone pré-imprégné sont découpées d'après le gabarit du positif. Le carbone pré-imprégné est semblable à une feuille de cire ce qui facilite la mise en place.

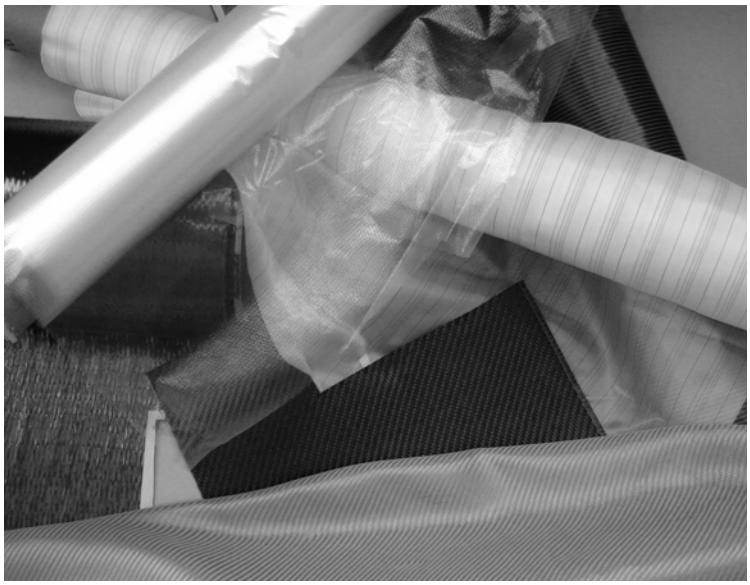
Pour éviter une migration trop importante de résine, nous utilisons un film séparateur micro perforé. Il est placé avant le tissu d'arrachage. De plus, il offre un meilleur niveau de finition au releveur.

Une autre bâche est mise en place pour mettre le tout sous vide. Le releveur est prêt pour entamer son cycle de cuisson.

La résine utilisée laisse une grande marge de manœuvre. Le temps de cuisson est proportionnel à la température du four. Nous avons l'habitude de fonctionner avec des cycles d'une heure pour une température de cent vingt degrés. Le cycle peut être réduit à quinze minutes pour une température de cent quarante degrés. Il faudra néanmoins prendre en considération l'inertie de monter en température du positif suivant la matière utilisée.

En théorie, la technique paraît fastidieuse ; mais une fois le protocole maîtrisé, il devient aisé pour l'orthoprothésiste qui a l'habitude de travailler avec le vide.

Il faut savoir que pour les pièces dotées de propriétés mécaniques supérieures, il est nécessaire d'effectuer des opérations d'empaquetages entre chaque couche de carbone. Cela consiste à mettre la pièce sous vide, puis au four avec une température qui maintien la résine époxyde à son palier de viscosité sans entamer le processus de catalyse. Cette technique est souvent utilisée pour réaliser des lames carbones soumises à de grandes contraintes et simplifie une mise en sandwich d'éventuelles articulations.



OPTIMISATION DES QUALITES DU CARBONE

Dans des les mêmes conditions et en utilisant des produits identiques à la fabrication des releveurs en carbone pré-imprégné un essai a été réalisé avec un carbone bidirectionnel 45/45° de 440 g/m-².

Grâce à la technique d'empaquetage on arrive à un taux d'imprégnation des fibres de 32%. Cela explique les résultats mécaniques remarquables. Par contre, le stratifié a un aspect de finition moyen s'expliquant par une quantité de résine minimale. Nous préférons utiliser un vernis de finition plutôt qu'augmenter le taux de résine. Le vernis polyuréthane haut de gamme, qui possède une élasticité élevée n'influant pas sur les caractéristiques mécaniques.

SIDO : CAS D'UTILISATION

René GASTALDO (Protéor Dijon)

La meilleure connaissance de l'évolution « naturelle » des enfants polyhandicapés et IMOC nous a amené depuis quelques années à repenser nos corset-sièges pour essayer d'accompagner, de faire évoluer ces enfants sur les plans fonctionnels, thérapeutiques et sociaux.

L'apport des composites carbone/verre a ouvert des possibilités de recherche et de développement sur de nouveaux dispositifs.

Grâce à leurs possibilités de déformations, de rémanence et d'élasticité, ces matériaux ont autorisé de nouvelles solutions technologiques.

Le dossier mobile SIDO est constitué d'une lame en composite de carbone et inscrit à la LPP depuis quelques mois.

Il offre aux enfants cérébrolésés, installés dans leur corset-siège, de nouvelles possibilités de mouvements dans l'espace et d'amortissement, impossibles à obtenir dans un corset-siège de type monobloc.

L'objet de la communication est de présenter les avantages de ce nouveau dispositif lié à la mise en application de composites dans sa lame flexible, et de montrer à travers quelques cas d'utilisation tout l'intérêt qu'il peut apporter aux patients.

ESSAI DE CARBONE PRE-IMPREGNE EN GRAND APPAREILLAGE

Benoît BAUMGARTEN et ses collaborateurs*

Roland THIRIAT** - Dr André ROUYER**

MOTS CLEFS
carbone pré-imprégné / rigidité / souplesse / flexibilité / dynamisme / essais en grand appareillage.

INTRODUCTION:

Deux ateliers d'orthoprothèse de la région de Nancy se sont équipés en matériel et matières premières pour utiliser le carbone pré-imprégné dans la fabrication du grand appareillage. Dans le même temps, un centre de rééducation pour enfants I.M.C. a sollicité le Centre d'Appareillage pour permettre la réalisation de releveurs carbone dans la reprise de la marche après injection de toxines ou dans le contexte d'intervention chirurgicale multi-étagée.

La société Technic'-Ortho teste actuellement la mise en œuvre de ces matériaux. Le Centre d'Appareillage s'est associé à cette démarche afin de mieux connaître les principes et les étapes de la fabrication, de cette technique de plus en plus demandée par les centres de rééducation. Au-delà de la connaissance du produit et de sa mise en œuvre, une approche de l'estimation du coût est envisagée. Enfin des essais pour d'autres appareils que les releveurs seront présentés en prenant en compte un meilleur service rendu.

METHODE DE L'ETUDE

La première étape a été de définir des finalités susceptibles de correspondre aux propriétés de ce produit désormais accessible aux orthoprothésistes :

- flexibilité/dynamisme,
- et/ou rigidité/gain de poids,

La deuxième étape a été de choisir des appareils à fabriquer dans différents chapitres du titre VII de la LPPR afin de multiplier les expériences.

La troisième étape aborde l'aspect du coût de cette technique.

Cette présentation se limite à faire partager une expérience à partir d'appareils réalisés pendant un semestre, et n'a pas la prétention de se placer au rang d'une évaluation.

LES APPAREILS RÉALISÉS

- Orthèses de membre supérieur : exemples d'une hélicoïdale et d'un poignet.

appareil d'essai

disposition des fibres

- Orthèses de membre inférieur : exemples d'une utilisation en releveurs et en OI 39.

OI59

OI 39

- Prothèse de membre inférieur : exemple de rigidification sur une fémorale.

installation au four autoclave

- Orthopédie du tronc : exemples d'une utilisation en corset anti-cyphose et en corset-siège.

Second essai thermoformé avec test des zones de renfort choisies.

COMMENTAIRES

Notre expérience aujourd'hui ne nous autorise pas à porter un jugement scientifique. Cependant certaines remarques sont possibles :

- **Concernant la technique:**

Les points positifs à valoriser dans l'utilisation de ce carbone sont :

. le gain de poids par rapport à une stratification traditionnelle ou un thermoformage,

. l'apport de résistance ou de flexibilité sur des zones choisies (nous avons peu de recul sur la solidité à long terme).

Ce procédé est plus onéreux:

Il nécessite un investissement : four à dépression, matériaux, le temps de fabrication est allongé par l'obligation d'un essai thermoformé, la sous-traitance reste onéreuse.

Le carbone pré-imprégné est encore onéreux.

Les retouches et les réparations sont impossibles, en cas de mauvaise adaptation à la livraison, il faut refaire l'appareil intégralement.

La fabrication impose une rigueur de fabrication :

Moulage + réalisation d'appareil d'essai + déterminer les zones de contrainte (flexibilité/torsion/rigidité) + modification du positif + installation des fibres (verre, carbone uni- et bi-directionnel) + cuisson en autoclave.

- **Concernant le patient :**

Le choix du patient s'est fait en respectant notre méthode, sans écarter les matériaux habituels et en accord avec le prescripteur.

- **Concernant la prise en charge :**

L'orthèse OI59 en carbone pré-imprégné est acceptée sous la référence OI59S20, comme dans d'autres régions.

Pour l'instant les podo-orthésistes n'ont accès qu'à la référence OI59Z01. Cette profession n'a probablement pas la possibilité de développer cette technique, pour des appareils isolés.

Un forfait de prise en charge pour ce type de carbone pourrait être instauré dans chaque chapitre du titre VII comme il existe un financement de la confection carbone dans les prothèses de membre inférieur, pour les appareils pour lesquels un meilleur service rendu serait apporté au patient.

CONCLUSION

Ce carbone va sans aucun doute apporter une évolution dans la confection du grand appareillage. Le surcoût occasionné devrait s'accompagner d'une tarification spécifique. Des conditions de prise en charge devraient être précisées. Le professionnel devra de son côté s'engager à respecter une garantie de l'appareiL.

* Société TECHNIC'ORTHO - Zone artisanale du Haut-Serroir - 54690 LAY-St-CHRISTOPHE (Tel : 03.83.32.97.29)
** Direction Régionale du Service Médical - 85 rue de Metz - 54073 NANCY (Tel : 03.83.39.19.38)

ATOUTS DU CARBONE PRE-IMPREGNE POUR LES ORTHESES DU MEMBRE INFERIEUR

G. PAYNEAU - P. IZARD – J.N. ADDE – X. MARTIN (PROTEOR)

La réalisation d'appareillage orthopédique nécessite le plus souvent de faire appel aux techniques les plus innovantes pour améliorer la qualité de vie des personnes handicapées.

La mise en œuvre des carbones pré-imprégnés et la technique d'imprégnation contact nous permettent de faire évoluer des techniques d'appareillage parfois anciennes, d'obtenir des performances avantageuses et répondre ainsi à l'équation « service attendu /service rendu ».

Ces deux techniques proviennent de l'industrie des composites (aviation, aérospatial…).

- La technique du pré-imprégné consiste à utiliser des fibres (carbone, verre…) tissées entre elles de différentes manières suivant les qualités mécaniques que l'on souhaite obtenir, imprégnée de résine époxy. Ensuite la polymérisation s'effectue par étuvage sous dépression.
- La technique de l'imprégnation contact consiste à mettre en place les fibres et ensuite les imprégner d'une résine. Celle-ci complète la technique du carbone pré-imprégné dans la mesure où elle permet de traiter des formes plus complexes.

La combinaison des deux méthodes, compte tenu de la flexibilité et la mémoire des matériaux, vont nous permettre d'optimiser l'appareillage.

Nous avons présenté l'expérience et le recul que nous pouvons avoir sur l'utilisation de ces techniques grâce à l'étude de cas. Les patients traités ont des différentes pathologies (I.M.C., séquelles d'hémiplégie, de poliomyélite, de traumatisme…).

L'objectif de notre profession est de satisfaire nos patients et de leur apporter la meilleure aide possible. Les propriétés mécaniques du carbone, à travers les deux techniques décrites ci-dessus nous autorisent à de nouveaux objectifs :

- Optimiser la résistance, la fiabilité et le poids des appareils.
- Réaliser des pièces déformables avec de grandes propriétés d'élasticité en rapport avec l'activité et le poids du patient.
- Améliorer l'esthétisme et le confort.

L'utilisation de ces techniques demande une grande rigueur dans la conception de l'appareillage car le matériau carbone est difficile à retoucher voire impossible. Cependant, son apport est indéniable dans l'évolution de notre profession.

ETUDE DE LA MARCHE AVEC RELEVEUR EN CARBONE PRE-IMPREGNE

A. SECONDI, V. PAWLOWSKI, M.A. HALDRIC, Dr N. MARTINET (IRR Nancy)

Nos premières recherches sur la fabrication de releveurs en carbone pré-imprégnés ont débuté il y a un an et demi au sein du service appareillage de l' IRR Nancy. La mise au point d'un processus de fabrication aboutissant à une attelle fiable a pris environ six mois. Depuis 16 patients ont été appareillés avec ce type de releveur.

Pour comprendre et quantifier les effets du releveur en carbone pré imprégné une étude clinique s'est avérée nécessaire. L'étude sur base sur un interrogatoire ciblé des patients, sur l'étude de la marche dans un laboratoire du mouvement et sur un test de marche de 6 minutes. Nous avons pris pour référence la marche sans appareil et la marche avec un releveur jousto/finlandais.

L'étude est réalisée sur 16 patients présentant une pathologie des muscles releveurs du pied d'étiologie diverse :

- 5 Charcot Marie Tooth (1 femme et 4 hommes)
- 6 Hémiplégiques (6 hommes)
- 2 Traumatique avec section du SPE (2 hommes)
- 1 Sclérose en plaque (1 homme)
- 1 Strümpell-Lorrain (1 femme)
- 1 Myopathie d' Erb (1 homme).

Les patients atteints de la maladie de Charcot Marie Tooth, de la myopathie d'Erb et du Strümpell-Lorrain sont appareillés en bilatéral. Au totale 23 releveurs carbones ont été fabriqués et portés.

Les résultats de l'interrogatoire ciblé nous ont permis de fixer un axe de recherche. Sur les 16 patients, 4 (2 femmes et 2 hommes) ne portent leurs releveurs qu'occasionnellement ou pas du tout.

On retrouve chez ces patients les mêmes ressentis :

- le releveur leur crée trop de contraintes dans la vie de tous les jours (esthétique, station assise prolongée, conduite automobile)
- la sensation d'être contraint par l'appareil à marcher vite entraînant une fatigue plus importante.

Les 12 autres patients portent leur attelle tous les jours et apprécient :

- le confort (la partie plantaire du releveur est travaillée comme une orthèse plantaire, son épaisseur ne dépasse pas 4mm ce qui laisse de la place dans la chaussure)
- la stabilité (les patients se sentent maintenus par l'attelle sans entrave à leurs mouvements, le releveur leur procure une bonne assise au sol)
- la sensation d'être propulsés
- l'adaptation du releveur aux changements de cadence de marche.

Cette étude permet d'établir une corrélation entre les sensations des patients et les résultats de mesures. Nous essayerons ainsi de montrer l'intérêt du releveur en carbone pré imprégné, ses points fort, ses faiblesses, et dans quels cas le prescrire.

REEDUCATION A LA MARCHE DYNAMIQUE DES AMPUTES FEMORAUX AVEC EXPLOITATION DE LA PHASE D'APPUI

B. SAUREL* - MP DE ANGELIS* - P. CHABLOZ* (Grenoble)

L'évolution des techniques nous offre un grand choix de genoux prothétiques performants.
Tous les genoux permettent, grâce à la régulation de la phase pendulaire, avec ou sans microprocesseur, d'obtenir une marche harmonieuse en terrain plat. Les difficultés apparaissent dans les escaliers, les pentes et les terrains accidentés. La montée des escaliers et des fortes pentes reste exceptionnelle en alterné avec un genou prothétique.

Parallèlement à la régulation de la phase pendulaire, quelques genoux proposent, en plus, un contrôle progressif de la phase d'appui (3 R80, type SNS, ULTIMATE, et C-LEG). Ce contrôle progressif permet après une rééducation appropriée en centre de rééducation fonctionnelle d'appréhender en sécurité la descente des escaliers et des pentes en pas alternatifs. Cette amélioration fonctionnelle aide à retrouver une marche active en tout terrain et en montagne.

Le choix d'un genou à régulation de la phase d'appui ne peut se faire en effet, qu'après évaluation et essai par équipe spécialisée.
Le patient doit connaître parfaitement le principe du genou qu'il va utiliser. Il apprendra ensuite, à le maîtriser par des exercices spécifiques, dynamiques, de plus en plus élaborés.
L'association d'une emboîture confortable (ischion intégré, interface siliconée), d'un genou performant bien maîtrisé, nous paraît être la clé d'un retour à l'activité sportive.

Depuis quelques années tous les jeunes amputés hospitalisés dans notre centre bénéficient dès la première prothèse provisoire de ce type de prothèse. L'apprentissage de la marche appareillée se fait d'emblée avec ce matériel. L'établissement organise parallèlement des séjours, pour les patients qui le désirent, même s'ils sont appareillés depuis longtemps, afin de maîtriser ce type de genoux et d'améliorer leur performance.

* B. Saurel : masseur-Kinésithérapeute, CMC « Les Petites Roches » - CHU Grenoble

* MP De Angelis, médecin de Médecine Physique et Réadaptation CMC « Les Petites Roches » - CHU Grenoble

* P. Chabloz, Ortho-prothésiste, 32 rue de la Liberté, 38600 Fontaine (Grenoble)

CAO APPLIQUEE À LA PODO-ORTHÈSE

M. Jacques DE MEIRA (MAYZAUD – Brive)

La CAO appliquée à la podo-orthèse (logiciel LECTRA) : fabrication et modification de formes en CAO, adaptation d'une forme sur une empreinte client, mise à plat (relevé de forme en 2D), patronage CAO EN 2D et 3D".

ORTHESE DE DECHARGE DE L'AVANT-PIED A LAME DE CARBONE, ALTERNATIVE A L'HOSPITALISATION DU PIED DIABETIQUE

Dr JM. AUDEBRAND

(MPR – Centre Hospitalier du Mans)

Obtenir une décharge absolue contrôlée fiable dans le temps avec une tolérance sans faille ne semble plus une espérance mythique dans ce cadre. Cette orthèse permet de définir un délai prévisible de cicatrisation si le membre présente une vascularisation contrôlée.

La place de cette orthèse de décharge devient le premier temps thérapeutique; elle définit la méthodologie du suivi des protagonistes de santé essentiellement hors hospitalisation avec une coordination hospitalière resserrée. Elle initie le combat des bonnes pratiques du chaussage , crée l'adhésion du patient et de son entourage généré par le succès maîtrisé de la cicatrisation.

La nouvelle polarité qu'assure une décharge du pied, sans contrainte d'hospitalisation entraîne des changements comportementaux des soignants et de l'intéressé.

Le concept simplifié de la décharge appréhendée et dédramatisée, la réalisation technique précise par un professionnel d'ortho-prothèse mais aussi un suivi par une équipe ambulatoire polyvalente concrétise la réussite de la prise en charge. Les principes développées par cette orthèse à lame de carbone sont manifestement la tolérance cutanée, le respect de l'écologie du patient, l'accès au soin de plaie, la résistance du matériel dans la durée, le respect de la marche. Si les anticoagulants ne sont indiqués, il demeure utile de s'attacher à vouloir réduire les œdèmes des membres inférieures pour stabiliser les volumes en prévision du chaussage et corriger l'inégalité de longueur pour la déambulation .

ADAPTATION RECENTE DES TECHNIQUES D'APPAREILLAGE PROVISOIRE TIBIAL : NOTRE EXPERIENCE AU CENTRE HOSPITALIER DU CARBET

Docteur N. de HESSELLE* – A. GOURMELON* – R. GUITTEAUD*
(CH Le Carbet – Martinique)

Partant du constat de la nécessité de remettre debout rapidement l'amputé âgé et d'un délai trop long pour la réalisation d'une pp en scotch cast, délai encore augmenté lors du passage à la prothèse définitive par la commande du manchon, nous avons mis au point la réalisation d'une pp en polyéthylène.

Après 1 première semaine de modelage du moignon par manchon silicone, il est choisi le manchon pour la pp réalisée après moulage en quelques heures grâce à une plaque de polyéthylène et du sous vide. Cette technique permet une remise debout et reprise de la marche rapide, un plus grand confort, une diminution de la durée de cicatrisation, une amélioration de la qualité de la peau, une diminution de la durée moyenne de séjour.

Docteur N. de HESSELLE* – MPR
GOURMELON* – Kinésithérapeute
R. GUITTEAUD* – Orthoprothésiste

J.L. FAUCHER (Limoges)

VARUS EQUIN DE L'HEMIPLEGIQUE. BOTTE ARTICULEE DE MARCHE AVEC OU SANS TOXINE BOTULINIQUE

Dr C. NGUYEN HOANG, JJ CHIGNON, Dr JC DAVIET, Dr C. VERDIE-KESSLER,
M. T. SOMBARDIER, Dr A. DUCREST, Dr M. MUNOZ, Pr JY SALLE (Limoges)

ROLES DE LA HAUTE AUTORITE DE SANTE ET DE LA CEPP

Dr Catherine DENIS (St Denis)

ESSAIS CLINIQUES ET AMPUTATION DE MEMBRE INFERIEUR

Pr DELARQUE (Marseille)

EVALUATION DE LA MARCHE DE L'AMPUTE DE MEMBRE INFERIEUR

QUELS OUTILS POUR QUELS OBJECTIFS ?

Pr I. RICHARD, E. ALTERMATT, G. MERCIER, Dr P. BRUNEL (Angers)

ESSAIS CLINIQUES ET AMPUTATION DE MEMBRE SUPERIEUR

Dr N. MARTINET, Dr J. PAYSANT, Dr I. LOIRET, Pr. JM ANDRE (Nancy)

Institut Régional de médecine physique et de Réadaptation de Nancy
35 rue Lionnois - 54000 Nancy - noel.martinet@wanadoo.fr

L'évaluation des amputés appareillés du membre supérieur est difficile, en raison de la diversité tant des activités manuelles que des environnements dans lesquels elles sont réalisées ; l'absence d'outil spécifique validé d'évaluation clinique en témoigne.

L'évaluation des amputés de membre supérieur comporte trois domaines principaux :

- **L'appareillage par ses spécifications** techniques (qualité, solidité, fiabilité, sécurité, esthétique, modularité) et normatives (EU, ISO) **et ses services** satellites (réseau de distribution, maintenance, réparation, conseil, modalités de prise en charge). L'avis du consommateur et de multiples professionnels est nécessaire : prescripteur, industriel, orthoprothésiste, rééducateur, distributeur.

- **Le patient dans ses dimensions lésionnelles, physiques et psychologiques** : douleur, satisfaction, acceptation psychologique, qualité de vie.

- **La fonction de préhension appréciée en termes de capacités mais aussi d'usage** : prise mono ou bimanuelle, avec ou sans prothèse, durant les activités de vie quotidienne, les activités de loisir ou professionnelles, en fonction de l'environnement et du projet de vie.

Dans le cadre de l'inscription à la LPPR d'un composant prothétique nouveau, l'évaluation devra être globale, devant principalement mettre en évidence le rapport bénéfice/risque et le service rendu, et ce, comparativement à d'éventuels dispositifs existants.

INSCRIPTION A LA LPPR : LE POINT DE VUE DE L'INDUSTRIEL

Michel PIERRON (Protéor Dijon)

INSCRIPTION A LA LPPR : LE POINT DE VUE DE L'INDUSTRIEL

Marcel BERTHET (Nice)

UFOP

LES SPECIFICATIONS TECHNIQUES MINIMALES

ROLE DU LABORATOIRE D'ESSAIS

Dr Pascale FODE* - T. GIRAULT* - A. PAWLOWSKI* (CERAH)

Les aides techniques lorsqu'elles sont des dispositifs médicaux entrent dans le cadre du processus d'évaluation pour l'obtention du marquage CE et pour certaines, dans celui d'une vérification de leur conformité aux spécifications techniques minimales exigibles par un laboratoire compétent et indépendant, pour leurs inscriptions sur la liste des produits et prestations remboursables (LPPR).

Les notions abordées et les tests décrits dans les spécifications techniques minimales sont alors directement liées au service attendu du dispositif médical.

* Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Appareillage des Handicapés (CERAH)
BP 719 – Bellevue - 57147 WOIPPY Cedex
tel : 03 87 51 30 30 - E-mail : pascale.fode@defense.gouv.fr