

DISPOSITIFS MÉDICAUX
& PROGRÈS EN

HANDICAP MOTEUR

Sommaire

3 PRÉFACE

4 Handicap moteur : quand les dispositifs permettent de retrouver mobilité et autonomie

7 PROTHÈSES DES MEMBRES INFÉRIEURS

En route vers l'indépendance

13 PROTHÈSES DES MEMBRES SUPÉRIEURS

Une autonomie retrouvée

18 FAUTEUILS ROULANTS MANUELS ET ÉLECTRIQUES

Une assise stable pour le déplacement

23 APPAREIL DE TRANSFERT ET VERTICALISATION

Une mobilité sécurisée

26 LITS, ACCESSOIRES ET FONCTIONNALITÉS

Pour un repos apaisé

29 CANNES ET DÉAMBULATEURS

Des appuis à l'autonomie

32 EXOSQUELETTE

Ce que nous réserve le futur

33 GLOSSAIRE

Les mots techniques ou scientifiques expliqués sont accompagnés dans le texte du symbole ©

34 SOURCES ET REMERCIEMENTS

Préface

La technologie pour **faire disparaître le handicap**



Philippe CROIZON,
sportif de l'extrême

Rendre aux personnes atteintes de handicap moteur plus d'autonomie et de mobilité passe, selon les cas, tant par des aides techniques que par l'implantation de prothèses. Nous sommes ici dans l'illustration parfaite de ce qu'apporte aux patients l'alliance bénéfique de la technologie des industriels du secteur des dispositifs médicaux avec le savoir médical des professionnels de santé. Les

progrès des uns entrent en synergie et en résonance avec l'évolution des pratiques des autres. Ainsi, alors que les personnes handicapées ont longtemps été mis en marge de la société, elles sont en passe d'en devenir, pour certaines d'entre elles, l'avant-garde. Dans les pas de l'innovation et grâce à la performance et la qualité des prothèses, on parle même maintenant d'Homme augmenté. Les reportages faisant état des avancées de la recherche au sujet de l'exosquelette en sont la preuve.

L'épisode, il y a quelques années, d'athlètes valides s'opposant à la présence d'un athlète handicapé de peur d'être... désavantagés par rapport à lui est à ce titre révélateur d'un changement de regard profond qui est en train de s'opérer dans la société. Tout n'est pas résolu, loin de là, puisqu'au quotidien les personnes handicapées moteur rencontrent encore beaucoup d'obstacles, d'incompréhension et de réticences.

Mais l'innovation des industriels et les progrès de la médecine font que ces personnes peuvent retrouver des facultés qui vont au-delà de la normalité. D'autre part, l'explosion du nombre de personnes âgées en perte d'autonomie produit un effet de masse qui joue aussi sur les mentalités : les progrès réalisés pour le handicap moteur bénéficient à un nombre beaucoup plus grand de personnes et répondent à un besoin partagé par une part importante de la population.

Des aides techniques aux prothèses, la compensation du handicap moteur est dans une dynamique qui dépasse de plus en plus les catégories et les frontières sociétales. Au plus grand profit des personnes bénéficiaires. Ce livret revient sur l'ensemble des progrès qui nous permettent aujourd'hui d'espérer une vie toujours plus autonome et facilitée pour les personnes handicapées, quels que soient les obstacles qui continueront à se dresser devant elles.

On peut dire aujourd'hui avec certitude que, d'ici quelques années, le handicap moteur devrait littéralement avoir disparu grâce à la technologie qui avance à une vitesse exponentielle incroyable ! Il suffit, pour s'en convaincre, de regarder tout ce qui est fait sur l'exosquelette. Demain, un accident traumatique pourra être totalement réparé.

L'impossible n'existe pas et l'Humain nous le prouve au quotidien avec ses inventions technologiques. ■

Handicap moteur : quand les dispositifs médicaux

Pendant de nombreux siècles, les personnes invalides ou handicapées étaient mises au banc de la société. Progressivement, la recherche médicale, scientifique et industrielle s'est emparée de cette problématique pour offrir aux personnes atteintes de handicap moteur davantage d'autonomie et de mobilité. Un gain qui est allé de pair avec leur meilleure acceptation au sein de la société.

Le handicap moteur se caractérise par différentes déficiences motrices qui peuvent être cérébrales, médullaires, neuromusculaires ou même ostéo-articulaires. Il recouvre donc l'ensemble des troubles pouvant entraîner une atteinte partielle ou totale de la motricité, notamment des membres supérieurs et/ou inférieurs. Les causes du handicap moteur

sont diverses : maladie acquise, maladie génétique, malformation congénitale, traumatisme dû à un accident, au vieillissement. Par exemple, les lésions de la moelle épinière, qui vont provoquer, en fonction de leur localisation, une paralysie des membres inférieurs (paraplégie) ou des quatre membres (tétraplégie), sont principalement dues à des acci-



Skieur handicapé participant aux Jeux paralympiques en 2006

permettent de retrouver mobilité et autonomie

dents. L'infirmité motrice cérébrale (IMC), due, elle, à des lésions survenues durant la période périnatale, est définie comme un état pathologique non héréditaire comportant diverses atteintes neurologiques. Ainsi, selon l'INSEE, en 2015, en France, quelque 12 millions de personnes sont touchés par un handicap : 13,4 % ont une déficience motrice et 2 à 3 % de la population utilisent un fauteuil roulant. Ces handicaps génèrent des difficultés pour se déplacer, conserver ou changer une position, prendre et manipuler des objets, effectuer certains gestes et certaines tâches. Ces actions peuvent en partie être compensées par des dispositifs médicaux visant à rendre plus d'autonomie et de mobilité aux patients : fauteuils roulants, prothèses, cannes, déambulateurs etc.

ÉVOLUTION DANS LA PRISE EN CHARGE

Pendant longtemps, les personnes handicapées motrices sont mises au banc de la société. Au début du Moyen-Âge, des Hôtels-Dieu sont créés pour accueillir les infirmes, les pauvres et les miséreux. Et, à partir du XIV^e siècle, c'est la peur qui justifie l'exclusion des personnes handicapées, alors littéralement mises à l'écart. En 1656, Louis XIV ordonne la création à Paris de l'Hôpital Général, la Salpêtrière, destiné au « renfermement » des mendiants. Puis, en 1670, il crée l'institution des Invalides, chargée d'accueillir ses soldats invalides ou âgés. Il est éga-

lement à l'origine de la destruction des cours des Miracles[®]. Apparus au Moyen-Âge, ces espaces insalubres parisiens rassemblaient les personnes exclues de la société : mendiants, voleurs, paralysés ou encore, infirmes. C'est à la mort du souverain que le système répressif perd du terrain au profit des hygiénistes et des médecins. Le Siècle des Lumières fait alors apparaître des nouveaux courants de pensée érigés par la raison, la science et le respect de l'humanité. Les mendiants, jusqu'alors livrés à la charité publique, sont progressivement pris en charge par l'État à partir de la Révolution française. Des institutions commencent même à accueillir les personnes sourdes et aveugles. Deux dates marquent l'implication de l'État envers les plus fragiles. Tout d'abord, 1790 avec l'affirmation du principe du devoir d'assistance par la Nation, puis 1796 avec la reconnaissance du droit des pauvres et la création des bureaux de bienfaisance dans les communes. Au XX^e siècle, pendant la Première Guerre mondiale, des lois pour les mutilés de guerre sont instaurées et disposent que des emplois doivent leur être réservés. En 1918, l'Office national des mutilés et réformés de guerre, destiné à subventionner des écoles de rééducation, est institué. Ce sont les prémices de la médecine physique et de réadaptation. C'est alors que la Constitution de la IV^e République française du 27 octobre 1946 permet une grande avancée puisqu'elle pré-



Femme handicapée physique

>>> voit, dans son Préambule, que « *tout être humain qui, en raison de son âge, de son état physique ou mental, de la situation économique, se trouve dans l'incapacité de travailler a le droit d'obtenir de la collectivité des moyens convenables d'existence* ». En décembre 1975, la Déclaration des droits des personnes handicapées est adoptée par l'Organisation des Nations Unies (ONU) et, en 1989, la Charte sociale européenne du Conseil de l'Europe engage les États membres à prendre les mesures nécessaires en vue de garantir aux personnes handicapées l'exercice du droit à l'autonomie, à l'intégration sociale et à la participation à la vie de la communauté. En France, il faut attendre la loi du 12 juillet 1990 pour que la protection des personnes contre les discriminations en raison de leur état de santé ou de leur handicap soit reconnue. La loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées (aujourd'hui encore, en cours de mise en œuvre) marque également une étape importante dans la prise en charge du handicap. Et, en 2010, Jean-François Chossy, député de la Loire, est chargé, par la Secrétaire d'Etat à la Famille et à la Solidarité, d'une mission parlementaire visant à faire évoluer les mentalités et à changer le regard de la société sur les personnes handicapées, preuve que des efforts sont encore à fournir.

ÉVOLUTIONS MÉDICALES

L'intégration et l'acceptation progressive des personnes handicapées dans la société se font paral-

lèlement à l'amélioration de leur prise en charge médicale. La finalité des innovations est de leur garantir, le plus possible, le maintien de leur mobilité et de leur autonomie. Les dispositifs médicaux inventés il y a plusieurs siècles se perfectionnent, s'automatisent et s'allègent pour le plus grand confort des personnes atteintes de handicap moteur. A côté de ces innovations, les patients bénéficient des progrès de la médecine et, notamment, de la médecine physique et de réadaptation. Initiée au lendemain de la Seconde Guerre mondiale en raison des survivants lourdement handicapés mais aussi du nombre croissant d'enfants paralysés par la poliomyélite antérieure aiguë^⑥ à cause de l'absence de prévention par un vaccin, cette médecine s'approprie la question de la réadaptation des personnes ayant des limitations fonctionnelles. En 1949, le Centre national de traitement de séquelles de poliomyélite ouvre ses portes sous l'impulsion du Docteur André Grossiord qui a bâti, autour de cette activité, ce qui est devenue la spécialité médicale de rééducation et réadaptation fonctionnelles. Le Certificat d'études supérieures (CES) est quant à lui créé en 1975. Avant cela, c'est à Garches qu'est créée la première formation de kinésithérapeutes. Cette spécialité médicale s'inscrit dans un contexte pluridisciplinaire qui associe les médecins aux personnels paramédicaux spécialisés, tels que les kinésithérapeutes, les ergothérapeutes ou encore les orthophonistes et fait souvent appel à d'autres spécialistes en fonction de la pathologie. Ces professionnels veillent à ce que les personnes handica-



Salle de bain adaptée aux personnes à mobilité réduite

pées s'approprient au mieux les dispositifs médicaux conçus par les industriels afin de leur permettre de retrouver, autant que faire se peut, autonomie et mobilité tout en s'adaptant à leur physiologie et à leur environnement. Aujourd'hui, les recherches et les innovations techniques vont plus loin et conduisent les industriels à réfléchir aux technologies permettant d'évoluer vers « l'homme augmenté », expression consacrée pour désigner l'amélioration technique des performances humaines aussi bien physiques, intellectuelles qu'émotionnelles. ■

PROTHÈSES DES MEMBRES INFÉRIEURS

En route vers l'indépendance

À la suite d'une amputation, la volonté première du patient est de retrouver son autonomie rendue possible par des prothèses adaptées et à force de rééducation.

À QUOI ÇA SERT ?

Les prothèses des membres inférieurs sont conçues pour permettre aux personnes amputées de marcher et de retrouver leur autonomie. Sur prescription médicale, ces dispositifs médicaux personnalisés sont livrés et adaptés uniquement par des professionnels diplômés et agréés : les orthoprothésistes. Ces derniers conçoivent l'appareillage orthopédique le mieux adapté au projet de vie du patient afin de restituer l'intégrité anatomique et de rétablir la station debout ainsi que la marche du patient.



Prothèse de
membre inférieur

COMMENT ÇA MARCHE ?

Toutes les prothèses du membre inférieur comportent :

- une emboîture[®] qui est l'interface entre le moignon et l'appareillage prothétique. Les composants varient en fonction du stade de l'amputation. Lorsque la personne vient de se faire amputer, l'emboîture est faite en plâtre car une contention autour du moignon est nécessaire. Pendant la rééducation, l'emboîture est thermoformée. C'est-à-dire en matériau plastique technique. Enfin, l'emboîture définitive, créée lorsque le moignon a atteint un volume stable, est composée de fibres de carbone ou de verre avec une résine pour durcir la fibre.
 - des pièces intermédiaires avec des éléments de liaison, comme les tubes[®] et les manchons[®], et des articulations intermédiaires comme celles du genou et de la cheville.
 - une pièce (ou effecteur terminal) assurant le contact au sol, à savoir, le pied.
- Pour toutes les prothèses, le manchon se place dans l'emboîture à l'aide d'un système de ventouse, de clips ou de genouillère - bandeau serré, dit gaine de suspension - qui s'enfile par-dessus la prothèse au niveau du genou.

PIEDS PROTHÉTIQUES

Il existe des pieds de toutes les tailles et de tous les poids pour supporter celui de la personne amputée. Les pieds peuvent être composés de différents matériaux, allant du bois au polyuréthane en >>>

>>> passant par le plastique technique ou la fibre composite.

La fonctionnalité des pieds varie en fonction des activités de la personne : « *ils sont donc adaptés à son projet de vie* », explique le Pr Jean Paysant, chef du pôle rééducation au CHRU de Nancy et Directeur médical de l'Institut régional de médecine physique et de réadaptation (IRR) de Nancy. Chez les patients peu actifs, les pieds de base vont plutôt être rigides ou avec des articulations mécaniques simples. Pour les personnes qui sont amenées à piétiner en raison de leur métier (cuisinier, coiffeur), le pied technique (parfois fendu en deux) peut se déformer sous l'effet des contraintes verticales ou frontales. Enfin, pour les patients qui requièrent un haut niveau de dynamisme dans leur marche, il existe des pieds à restitution d'énergie. On trouve aussi des pieds avec cheville qui peuvent être réglés pour offrir plus de contrôle et donc de sécurité, voire motorisés, donnant ainsi de la performance.

PROTHÈSES TIBIALES

Ces prothèses sont utilisées lorsque l'amputation se situe sous le genou. Il est nécessaire d'intégrer, entre l'emboîture et le pied, des matériaux remplaçant la partie manquante du corps, à savoir le segment jambier. Les matériaux qui le composent varient en fonction du poids des patients. Pour les personnes légères, il est en aluminium ; sinon, il sera en acier ou en titane.

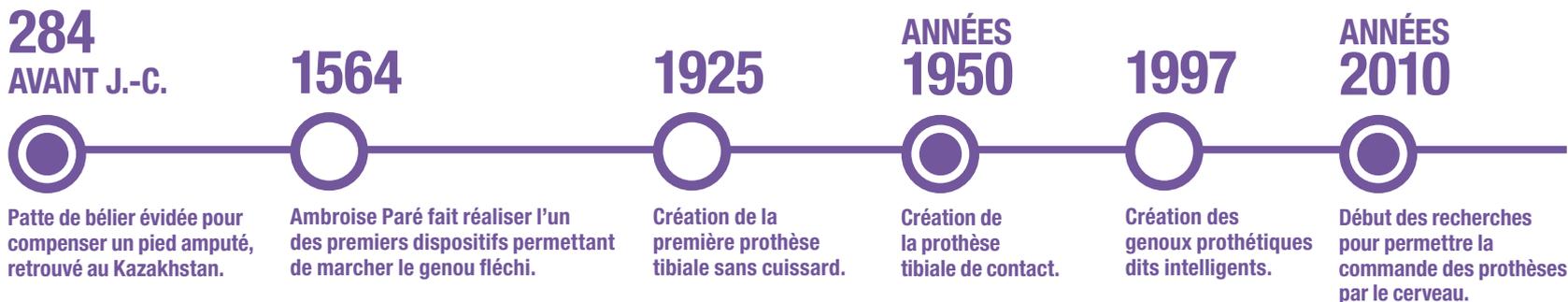
Pour le moment, les prothèses inertes ou esthétiques [®] sont rares car, en général, les patients ont toujours le besoin de marcher, ne serait-ce qu'à l'intérieur de leur domicile.

PROTHÈSES FÉMORALES

Elles sont utilisées pour les amputations où l'emboîture se fixe au niveau du segment crural, c'est-à-dire au-dessus du genou. Il faut alors reproduire les fonctions du genou via un genou prothétique. Il existe différents types de genoux – aluminium, car-



Prothèse transfémorale



80 %

des amputations sont dues à des causes pathologiques. On recense entre 100 000 et 150 000 personnes amputées du membre inférieur en France. Chaque année, on compte entre 8 300 et 9 000 nouvelles amputations.

(Source : Adepa - Invs - HAS)

bone, composite, titane, plastique – selon les fonctions qui vont être reproduites.

Le fonctionnement de la prothèse est une association de commandes et de régulations. « *La commande de la marche prothétique résulte du patient lui-même avec la cinétique[®] de son corps qui commande et déplace des segments de membres,* explique le Professeur Paysant. *Puis, les matériaux constitutifs de la prothèse réagissent et sont responsables de la régulation.* » La prothèse est composée soit d'éléments mécaniques, soit de composants plus évolués comme l'électronique, l'informatique, l'intelligence artificielle, voire de moteurs amplifiant alors la commande originelle du patient.

Les composants de la prothèse sont choisis en fonction du projet de vie et de l'activité du patient. De fait, chez les patients âgés qui ont un besoin de contrôle et de sécurité, la régulation doit porter sur la sécurité (verrous ou régulations sécuritaires). Lorsque le patient est plus actif, la régulation est

de niveau plus avancé afin que le genou se déverrouille automatiquement lorsqu'il s'assied. Enfin, quand le patient a besoin d'un dynamisme fort, pour la course ou pour monter des escaliers par exemple, la régulation devient encore plus sophistiquée avec de l'intelligence artificielle et donc, des microprocesseurs.

ARTICULATION DE HANCHE

Les prothèses pour les sujets désarticulés de hanche remplacent l'ensemble du membre inférieur. L'emboîture se fixe alors au niveau du bassin. Il existe très peu de cas en France et ils sont généralement liés à des suites de cancer.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

Le principe de la prothèse passive, ou esthétique, apparaît à l'époque égyptienne. La plus ancienne prothèse retrouvée daterait de -3000 avant J.-C. avec un orteil fait de cuir et de bois. Dans *Calliope*, Hérodote évoque Thereupon Hegesistratus d'Élée qui se serait fait faire un pied en bois après s'être volontairement coupé le pied pour se libérer de ses fers et échapper aux Spartiates. Au Kazakhstan, une patte de bélier évidée datant d'il y a environ 2300 ans a également été retrouvée. Sa fonction était de compenser le pied amputé d'une femme. L'homme s'est donc toujours employé à corriger, avec la technique disponible, le handicap dont il était victime et, plus particulièrement, l'amputation.



Pied à restitution d'énergie

Ce sont les conflits armés (qui ont engendré un nombre impressionnant d'amputés et de mutilés) conjugués aux progrès de la chirurgie et de l'industrie qui ont permis l'essor des technologies prothétiques et ont conduit à les améliorer. L'appareillage des invalides connaît d'ailleurs un grand saut qualitatif avec Ambroise Paré, éminent chirurgien du XVI^e siècle et également concepteur d'appareillages, qui fait réaliser par son ferronnier l'un des premiers dispositifs permettant de marcher le genou fléchi et comportant notamment un verrou à commande par câble. Cependant, à l'époque, ses recherches bénéficient essentiellement aux plus riches, le peuple se contentant de pilons de bois. >>>

>>> LE TOURNANT DE LA PREMIÈRE GUERRE MONDIALE

La Grande Guerre marque un tournant dans l'appareillage des amputés avec ses trois millions de blessés, tous handicaps confondus. D'ailleurs, en 1916, des services d'appareillage sont organisés par le service de santé du ministère de la Guerre puisque dès le début du conflit, le nombre d'amputés surprend les autorités et les stocks de prothèses ne suffisent pas. Dans chaque région militaire, des centres d'appareillage et de rééducation s'ajoutent au service de chirurgie orthopédique. L'équipement des blessés de guerre doit être effectué rapidement car la patrie ne veut pas donner le sentiments d'abandonner ses enfants partis à la guerre. L'enjeu est également économique car le pays ne peut supporter un nombre critique d'invalides. Les hommes blessés doivent pouvoir rapidement reprendre leur métier ou en apprendre un nouveau.

En octobre 1918, le volume d'appareillages ne faiblit pas avec plus de 300 par mois. L'armée instaure un maillage territorial et organisationnel qui va survivre longtemps après le conflit puisque ce n'est qu'au 1^{er} janvier 2010 que les centres d'appareillage gérés par le secrétariat d'État aux Anciens combattants sont dissous.

De la Première Guerre mondiale jusqu'en 1929, les matériaux utilisés dans la fabrication des prothèses sont essentiellement le cuir à mouler ou le bois pour les emboîtures et l'acier ou le hêtre pour les armatures. L'emboîture, le bas de jambe et le pied sont taillés dans le bois mais, pour les alléger, les ortho-



Prothèse de course

pédistes creusent autant que possible l'épaisseur. L'Américain Marks a l'idée d'améliorer la résistance du bois en recouvrant la surface de l'emboîture d'une mince pellicule de cuir : c'est le parcheminage. Le parchemin est un cuir spécial provenant de peau de chèvre qui se rétracte au séchage. Quant au bord supérieur de l'emboîture en bois, il est renforcé par le frettage, une corde circulaire de maintien au niveau du collet.

L'APRÈS-GUERRE

En 1925, apparaît la première prothèse tibiale sans cuissard. A l'époque, les prothèses sont toujours constituées en fer et en cuir. En 1927, le duralumin (un alliage d'aluminium, de zinc et de cuivre, résistant et

léger, utilisé est utilisé par les Anglais pour la première fois pour la fabrication d'emboîtures fémorales et de bas de jambe des prothèses tibiales. Dans les années trente, des travaux initiés sur le bois allégé, dans l'optique du gain de poids de l'emboîture, aboutissent. A la même période, David Belzidsky, amputé de la jambe gauche en 1940 et gêné par l'inconfort des bonnets de moignon réalisés en grosse laine, conçoit des bonnets en coton sans couture.

Entre 1939 et 1945, l'essor de la chimie du pétrole et de ses multiples dérivés plastiques amorce la course à la légèreté et au confort. L'avènement de la Sécurité sociale et les établissements de rééducation et d'appareillage contribuent au progrès de l'appareillage.

A partir des années cinquante, le secteur technique militaire se retire nettement de la production d'appareillages au profit du secteur privé qui s'impose alors comme un acteur majeur dans le domaine de l'innovation.

Entre 1950 et 1955, on assiste à une véritable révolution en matière d'adaptation des prothèses fémorales. L'emboîture à adhérence musculaire arrive sur le marché. Elle a la particularité d'avoir le collet en forme quadrangulaire (respectant ainsi la musculature du moignon en contraction), en un genou reproduisant les condyles et un pied caoutchouc sans articulation, le tout donnant à la personne amputée une démarche dynamique.

Dans les années soixante, se propage en Europe une révolution relative à la technique d'appareillage,

à savoir la prothèse tibiale de contact, plus simple et confortable, qui supprime les montants métalliques et les sangles. Cette découverte est liée au travail initié aux États-Unis par le Professeur Radcliff.

DE NOS JOURS

La recherche militaire a apporté de nombreuses avancées dans le domaine, notamment aux États-Unis, impliqués dans plusieurs guerres ayant eu pour conséquence un nombre important de soldats blessés et amputés. « *Souvent, les militaires américains, mais aussi français, peuvent bénéficier en premier des innovations dans le domaine* », souligne le Pr Jean Paysant. En Europe, il existe également un investissement important dans le secteur de la recherche et développement (R&D), et donc des innovations.



Prothèse de membre inférieur

Deux grands domaines de R&D ont conduit à des innovations fondamentales dans les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix. Tout d'abord dans le secteur des matériaux : la fibre de carbone issue de l'aéronautique, de la Formule 1 et de la navigation de compétition est désormais utilisée pour les prothèses en raison de sa légèreté et de sa résistance. Pour les pieds prothétiques, elle permet une très bonne restitution de l'énergie après la phase d'appui. Elle est utilisée plus particulièrement dans la conception de pieds prothétiques pour les sportifs avec des lames. Parmi les autres matériaux innovants : les résines acryliques, les composites de carbone pour les emboîtures définitives, le PETG (polyéthylène téréphtalate glycol) pour les emboîtures transparentes d'essai, les gels de silicone, les copolymères et les polyuréthanes pour les manchons. Enfin, l'acier, le titane et le carbone pour les composants prothétiques.

Le second domaine est celui des composants électroniques. A la suite des genoux mécaniques hydrauliques ou pneumatiques déjà performants, sont apparus dans les années quatre-vingt-dix les genoux prothétiques dits à microprocesseur. « *Leur objectif est de capter des informations et de réguler automatiquement la performance du genou (stabilité, dynamisme, propulsion...) en fonction du besoin quasi instantané du patient*, explique le Professeur Paysant. *Ainsi, ce dernier devient plus performant dans des environnements de sols variés (pentes, escaliers, dévers...) mais aussi en fonction de son niveau d'activité (marche lente, rapide,*

À SAVOIR

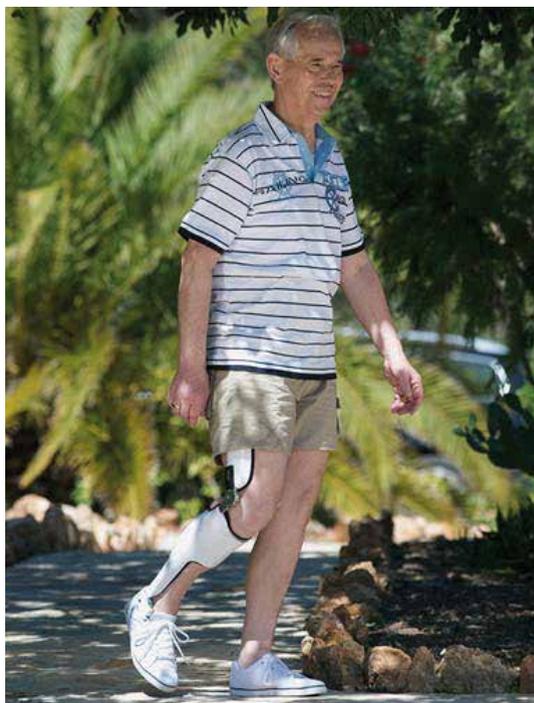
Surfeur de haut niveau, *Éric Dargent* a vu sa vie basculer lors de vacances à l'île de La Réunion, durant lesquelles il a été attaqué par un requin qui lui a sectionné la jambe gauche. Amputé au-dessus du genou (fémoral), il souhaite plus que tout reprendre la pratique du surf. Après des mois de rééducation, il réapprend à marcher avec sa prothèse et se voit équiper d'une prothèse spécifique du genou, adaptée aux contraintes du surf. Ce dispositif médical lui permet également de pratiquer le paddle, le funboard ou encore le VTT.

course...). » Le patient, grâce à l'automatisme et à l'intelligence artificielle de ces systèmes, a de moins en moins à penser et à contrôler volontairement sa prothèse, ce qui diminue sa fatigue et permet une démarche au plus près de celle d'un valide.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Les progrès réalisés pour les genoux dans les années quatre-vingt-dix à deux mille ont conduit à réfléchir au transfert de ces technologies à la cheville. Ainsi, l'électronique intégrée reproduit la fonction de la cheville par l'intermédiaire des systèmes hydrauliques, voire motorisés pour adapter l'inclinaison en fonction des pentes et des escaliers. La motorisation constitue d'ailleurs un autre saut >>>

>>> technologique. « *Le moteur a besoin d'informations pour développer un comportement intelligent pour aider le patient, souligne le Professeur Paysant. Il s'agit d'une forme d'assistance pertinente par rapport aux besoins, d'autant plus intéressante dans les situations contraignantes d'activité et d'environnement.* » Actuellement, des recherches portent notamment sur les commandes des prothèses par



Prothèse externe genou

LES PROTHÈSES SPÉCIFIQUES

Les industriels ont multiplié la recherche et les innovations pour permettre aux sportifs amputés de continuer à pratiquer leur activité et ainsi d'acquérir une grande autonomie, offrant même la possibilité de participer aux Jeux paralympiques aux meilleurs d'entre eux. Les prothèses du membre inférieur sont en effet de plus en plus performantes en raison de la maîtrise des matériaux de haute technologie (carbone, silicone, gel de polyuréthane) et des techniques d'application (distribution uniforme des pressions, coaptation). Les prothèses de sport sont donc spécifiques à la performance. C'est le cas, par exemple, pour la course avec la prothèse en forme de lame utilisée par Marlon Shirley. Cette lame de course en forme d'arc, qui se déforme et s'écrase, permet une très bonne restitution de l'énergie. Le cyclisme, pour sa part, peut être pratiqué avec une prothèse de vie quotidienne qui permet une bonne transmission de la charge sur la pédale.

le cerveau afin de se rapprocher de ce qui existe pour les membres supérieurs via le placement d'électrodes sur les muscles afin de mieux contrôler la prothèse. « *Néanmoins, ces recherches n'auront probablement pas la même portée que pour les prothèses des membres supérieurs car le mouvement du membre inférieur est plus facile et mécanique* », estime le Professeur Paysant. D'autres recherches

Dans le cas d'une amputation tibiale, l'emboîture doit conserver les amplitudes de flexion du genou nécessaires au pédalage. Et, pour une amputation fémorale, l'emboîture ne doit pas gêner la flexion de hanche tandis que le genou prothétique doit permettre une flexion suffisante pour le pédalage. Mais des prothèses sont également conçues spécifiquement pour offrir au cycliste une meilleure performance. D'ailleurs, certaines viennent se clipser directement sur la pédale. Enfin, des prothèses ont également été conçues spécifiquement pour aller dans l'eau : imputrescibles et résistantes à l'eau salée, elles sont dotées d'une emboîture conçue pour que son immersion n'engendre pas le déchaussement et n'humidifie pas le moignon. D'ailleurs, les nageurs peuvent aussi bénéficier de prothèses spécifiques inventées pour faire pivoter la cheville et remplacer le pied par une palme.

portent sur la climatisation de l'emboîture afin d'éviter la transpiration ou encore sur la conception des emboîtures directement à partir d'un scanner via l'impression 3D. « *Ce procédé de fabrication simple et nouveau permettra peut-être de mélanger différents matériaux et de produire des appareillages avec plus d'accessibilité et à un moindre coût* », considère le Pr Jean Paysant. ■

PROTHÈSES DES MEMBRES SUPÉRIEURS

Une autonomie retrouvée

De nombreuses technologies ont été inventées pour permettre aux patients amputés du membre supérieur de retrouver une plus grande autonomie. Si certaines prothèses sont purement esthétiques, d'autres sont également fonctionnelles et hautement techniques.

À QUOI ÇA SERT ?

Les prothèses du membre supérieur sont conçues pour permettre aux personnes amputées de la main, de l'avant-bras ou du bras dans son intégralité de retrouver un aspect esthétique et/ou fonctionnel. Ces dispositifs médicaux sont fabriqués sur mesure, personnalisés et adaptés aux patients par les professionnels agréés que sont les orthoprothésistes.

COMMENT ÇA MARCHE ?

Comme pour les membres inférieurs, les prothèses de membre supérieur sont fabriquées sur mesure par l'assemblage extrêmement précis de différentes parties : emboîture, effecteurs intermédiaires (coude), effecteurs terminaux (outils et mains prothétiques). Il existe différents types de prothèse de membre supérieur. >>>



>>> **Les prothèses esthétiques** ne permettent pas de bouger la main. Elles ont une visée sociale et sont réalisées de la façon la plus esthétique possible. « *La prothèse esthétique n'a aucune fonctionnalité* », confirme Benoit Baumgarten, orthoprothésiste. Certaines personnes souhaitent en effet uniquement offrir une image corporelle intacte. Les niveaux de finition peuvent varier de basique à très détaillé avec les prothèses anatomo-mimétiques qui sont la reproduction exacte de la main controlatérale réalisée au moyen d'une inversion de l'empreinte de la main valide. « *Un gant en silicone est alors réalisé et peint dans une coloration identique à l'autre main, auquel des ongles sont rajoutés, ajoute-t-il. Visuellement, l'aspect esthétique est excellent.* »

Les prothèses fonctionnelles sont divisées en deux catégories : les prothèses mécaniques et les prothèses électriques et myoélectriques.

- Les prothèses mécaniques, dites automotrices à câbles, permettent une activation du mouvement de la main (la pince). « *Elles permettent l'ouverture et la fermeture de la main ou la commande du coude par un système de câblage relié à l'épaule controlatérale* », explique le Pr Jean Paysant, chef du pôle rééducation au CHRU de Nancy et Directeur médical de l'Institut régional de médecine physique et de réadaptation (IRR) de Nancy. Il s'agit d'un mouvement que le patient doit apprendre à réaliser.

- Les prothèses électriques, dites à commande myoélectrique, fonctionnent grâce aux contractions musculaires contrôlées du patient. La commande de l'action prothétique motorisée s'effectue par la contraction musculaire du moignon par le biais d'électrodes fixées dans l'emboîture au contact de la peau. Elles sont reliées à un microprocesseur qui va convenir du signal pour effectuer une fonction. Ainsi, le patient décide, avec son cerveau, de contracter un

muscle de son moignon, sur lequel est placée une électrode qui va recueillir le signal musculaire commandant un moteur. Le moteur, actionné grâce à l'énergie fournie par une batterie rechargeable sur un courant électrique, permet trois types de mouvement en fonction du niveau d'amputation : l'ouverture et la fermeture de la main, la pronation (rotation vers le bas) et la supination (rotation vers le haut) de la main au niveau du poignet, la flexion et l'extension du coude.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

La plus ancienne main artificielle articulée avec une emboîture engainant l'avant-bras daterait de 2000 ans avant Jésus-Christ et appartiendrait à une momie égyptienne.

Cependant, les premiers écrits sur le sujet ne datent que de 1504, avec ceux du chevalier Götz von

2000
AVANT J.-C.



Première main artificielle retrouvée sur une momie égyptienne.

1504



Le chevalier Götz von Berlichingen est appareillé avec une main de fer.

1855



Main prothétique articulée en bois du capitaine Danjou.

ANNÉES
1970



Création des prothèses myoélectriques.

ANNÉES
2000



Création des prothèses bioniques.

ANNÉES
2010



Création de la réinnervation musculaire ciblée.

10 à 15%

des personnes amputées le sont des membres supérieurs.

(source Adepa)

Berlichingen, blessé lors du siège de Landshut en Bavière et appareillé avec un main de fer dont tous les doigts étaient mobiles et les phalanges elles-mêmes articulées. La position des doigts pouvait également être réglée par la main valide et bloquée grâce à un système de bouton-verrou.

Au XVI^e siècle, dans le domaine des prothèses du membre supérieur, comme pour le membre inférieur, le chirurgien Ambroise Paré s'illustre en appareillant pour la première fois une personne amputée du bras. Le dispositif qu'il a conçu comporte un système de blocage du coude dans différentes positions. Il a également créé, pour ceux ayant moins de moyens, les mains dites d'apparat réalisées en cuir bouilli ou en surépaisseurs de papier collé. Il faut ensuite attendre la Révolution industrielle pour voir évoluer les techniques d'appareillage. Le capitaine Danjou, blessé à la main lors du siège de Sébastopol en 1855, est par exemple amputé et appareillé d'une main prothétique articulée en bois mais sans commande, produite par les établissements Robert et Collin, successeurs des établissements Charrier. Cette main avec verrou

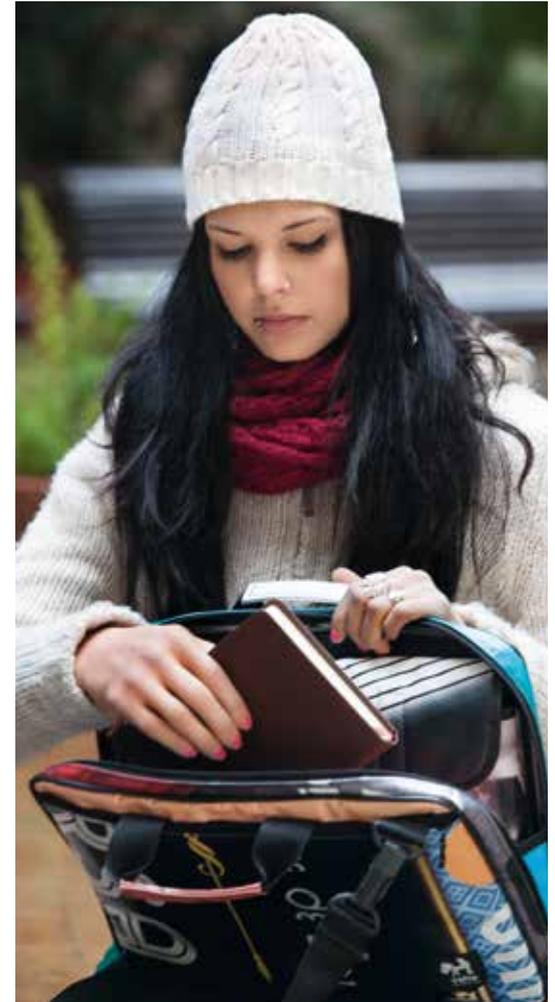
peut être remplacée par des accessoires comme des couverts ou des crochets. La Première Guerre mondiale conduit à des avancées considérables car la France doit, malgré la mobilisation, continuer à travailler et à produire pour nourrir le peuple et équiper l'Armée. Des appareillages sont ainsi conçus avec des outils qui se fixent à l'emboîture comme la pince universelle qui sert à l'ouvrier tout comme à l'agriculteur et à l'artisan.

A partir de 1955, l'ouverture des mains et des outils est commandée par une épaulière. Le cuir et l'acier sont toujours utilisés pour les avant-bras. En parallèle, les prothèses esthétiques en silicone sont mises au point au sein des établissements avec, par exemple, un gant imitant la peau.

Dans les années quatre-vingt, la révolution porte principalement sur les matériaux et les composants high-tech.

LES SAUTS TECHNOLOGIQUES

Depuis l'apparition de la prothèse myoélectrique dans les années soixante-dix, diverses évolutions la concernant peuvent être pointées du doigt notamment au niveau du moteur (puissance, poids), de la miniaturisation des technologies ou encore de la commande avec l'évolution des électrodes. « *La commande myoélectrique a progressé dans la sensibilité du déclenchement en fonction du seuil de la contraction du muscle*, rapporte le Professeur Paysant. *La création des commandes proportionnelles en fonction de l'intensité de la contraction musculaire entraîne un degré de variation de* >>>



Prothèse de main

>>> *l'ouverture et de la fermeture de la main.* » L'usage de cette innovation requiert une importante rééducation du patient.

Pour ce qui est des prothèses myoélectriques, l'arrivée de la technologie bionique[®] constitue le deuxième saut technologique et même un véritable bouleversement car l'objectif est de faciliter la commande. « *Il s'agit d'intégrer des processus biologiques naturels dans des dispositifs technologiques,* explique le Professeur Paysant. *On cherche à copier et à reproduire le système de régulation existant au sein de notre neurophysiologie, de l'intégrer aux technologies afin de libérer le patient au maximum des efforts nécessités par le contrôle conscient.* » Si l'on prend l'exemple d'une personne qui souhaite se servir à boire, elle va devoir tendre son coude, tourner sa main et l'ouvrir. « *Avec la technologie bionique[®], il est possible de reproduire de façon facilitée, au sein même de la prothèse, la commande des trois moteurs car nous savons que tel muscle fonctionne avec tel muscle dans l'organisation temporelle de tel mouvement* », rapporte le Professeur Paysant. Des programmes sont donc intégrés dans la prothèse, via des cartes informatiques régulant le moteur. « *On copie la nature dans la conception du mouvement et dans sa régulation afin de l'insérer dans la prothèse,* ajoute-t-il. *Ces programmes moteurs s'associent, avec intelligence et sans conflit, avec la commande naturelle du patient. Les prothèses bioniques sont encore rares mais constituent une innovation importante.* »

Autre évolution récente dans ce domaine : les mains



Prothèse de bras

polydigitales (ou polyarticulaires) qui permettent d'intégrer des moteurs au sein même des doigts prothétiques. Le développement du polydigital est lié au développement de la technologie bionique car il est impossible de faire commander naturellement par le patient tous les moteurs. Il est donc nécessaire d'intégrer des programmes de commande dans la prothèse, ce que permet la bionique.

LES DISPOSITIFS MÉDICAUX À VENIR

Le troisième saut technologique à venir portera sur la commande de la prothèse. « *Le patient, même avec une prothèse bionique qui lui facilite la vie, doit toujours penser son mouvement et contracter séquentiellement les muscles du moignon,* indique le Professeur Paysant. *La grande évolution attendue portera sur la commande directe de la prothèse au*

niveau de la myoélectrode, sans l'intermédiaire de la transcription de la commande. » L'évolution portera donc sur l'absence de codage.

Le TMR (pour Targeted Muscle Reinnervation ou réinnervation musculaire ciblée) intervient dans ce domaine : « *Les TMR font partie des technologies d'avenir* », explique Benoît Baumgarten. Les chercheurs sont aujourd'hui persuadés que, sur le plan chirurgical, il est possible de greffer ce qui reste des nerfs du membre amputé sur d'autres muscles qui ne leur correspondent pas initialement. Face à chaque muscle, est rattachée une myoélectrode. Ainsi, lorsqu'une personne voudra par exemple se servir à boire, elle le commandera à son cerveau qui enverra l'ordre au nerf de manière transparente, sans avoir à y penser. Les moteurs rattachés aux muscles, eux-mêmes reliés au nerf, réagissent donc à la pensée. « *La personne n'aura donc plus à construire son mouvement, ni à contracter son muscle volontairement*, précise le Professeur Paysant. *Cela sera naturel, par la pensée.* » La deuxième technologie du même ordre est la BCI (pour Brain Computer Interface ou Interface neuronale directe). Cette technique consiste à recueillir, à la surface du cerveau et par le biais d'électrodes, le signal électro-encéphalographique (EEG). De fait, lorsque le patient conçoit une action, le signal EEG est recueilli par des électrodes cérébrales, signal qui commande alors la prothèse. Cette technologie, qui existe dans d'autres domaines médicaux, en est encore au stade de prototype pour les prothèses du membre supérieur.

ET LA CONDUITE ?

Une amputation peut avoir des conséquences sur l'indépendance du patient notamment sa capacité à conduire un véhicule. Même si l'obtention du permis de conduire est réglementée, il est cependant tout à fait possible pour la personne amputée de retrouver une mobilité.

Si la personne ne possède pas encore son permis de conduire au moment du constat de son handicap, elle doit remplir un dossier auprès de la commission médicale du permis de conduire de sa préfecture qui la convoquera à une visite médicale gratuite laquelle déterminera son aptitude et les aménagements nécessaires (ou non) de son véhicule pour pallier le handicap : embrayage automatique, changement de vitesse automatique, système de freinage. Elle devra

également passer les épreuves habituelles, à savoir le code et la conduite. Si la personne amputée possède déjà son permis de conduire au moment du constat de son handicap, elle doit obligatoirement procéder à une régularisation de son permis auprès de cette même commission médicale. Si le handicap nécessite des aménagements spécifiques du véhicule, la personne doit contacter une auto-école spécialisée afin d'apprendre à utiliser les différents aménagements et à changer ses habitudes et réflexes.

Concernant le permis moto, en cas d'amputation des membres inférieurs, des aménagements sont envisageables.

Enfin, « *certaines personnes amputées gardent dans leur cerveau l'image de leur membre, appelé le membre fantôme, et leur capacité de le commander*, rappelle le Professeur Paysant. *Nous sommes engagés dans un projet de recherche fondamentale et technologique, dans l'objectif d'une commande de type physiologique par le membre fantôme, sans nécessité de commande consciente et séquentielle des muscles du moignon.*» ■

FAUTEUILS ROULANTS MANUELS ET ÉLECTRIQUES

Une assise stable pour le déplacement

Qu'ils soient manuels ou électriques, les fauteuils roulants permettent aux personnes en situation de handicap de bénéficier d'une plus grande autonomie dans leurs déplacements. Sans cesse en évolution, ils tendent à devenir plus légers avec de multiples fonctionnalités.

À QUOI ÇA SERT ?

Un fauteuil roulant, également dénommé Véhicule pour personnes handicapées (VPH), est un dispositif médical qui permet aux personnes à mobilité réduite de retrouver une certaine autonomie. Le fauteuil roulant peut être mû directement par l'utilisateur ou par un tiers.

COMMENT ÇA MARCHE ?

Le fauteuil roulant est constitué d'un châssis, de trois roues au minimum et de systèmes de soutien du corps, d'immobilisation et de conduite. Il existe deux grandes catégories de fauteuils roulants : les fauteuils manuels et les fauteuils électriques. « *C'est la perte de la marche, partielle ou totale, définitive ou provisoire, liée à un handicap moteur, ainsi que l'environnement qui vont conditionner le choix d'un fauteuil électrique ou manuel* », assure le Dr Pascale Fodé, médecin rééducateur, Directrice du Centre d'études et de recherche sur l'appareillage des han-

dicapés (CERAH). Le VPH est personnalisé suivant la morphologie de son utilisateur : largeur du bassin, hauteur et profondeur d'assise.

LES FAUTEUILS MANUELS

Les fauteuils manuels se distinguent par leur usage. « *Les fauteuils pliants classiques, les plus vendus, répondent à la majorité des besoins mais ne sont pas toujours adaptés à une utilisation très intensive à l'inverse des fauteuils pliants haut de gamme* », explique Bruno Guillon, masseur-kinésithérapeute conseil au Centre d'essai des fauteuils roulants de la Fondation Garches.

Plusieurs éléments varient d'un fauteuil à un autre :

- le châssis (rigide ou pliant) ;
- les dimensions (standard ou presque sur mesure) ;
- l'assise, le dossier, les accoudoirs et le repose-pieds (ajustables ou non) ;
- la personnalisation avec les choix d'accessoires ou d'options : freins, mains courantes, roues (diamètre, démontage rapide, carrossage [®], revêtement) ;
- le mode de propulsion du fauteuil.

L'ensemble de ces composantes va jouer sur le

525



Création de l'ancêtre du fauteuil roulant en Chine.

1595



Création de la chaise du goutteux pour le Roi d'Espagne.

1650



Création d'un tricycle permettant à l'utilisateur de se mouvoir seul.

1933



Création, par Everest et Jennings, du premier fauteuil pliable.



Fauteuil roulant conçu pour le handisport.

**ANNÉES
1950**



Mise au point, au Canada, du premier fauteuil électrique.

1970



Premier modèle de fauteuil roulant pour activité sportive.

1973



Importation du premier fauteuil électrique en France.

**ANNÉES
2000**



Développement de la connectivité et des assistances électriques à la propulsion.

POUR LES ENFANTS

Des produits spécifiques pour les enfants ont été développés comme des poussettes qui s'adaptent à leur handicap. Et pour améliorer le maintien de l'enfant, il existe de multiples solutions : appui-tête, cales latérales, ceinture d'abduction[®], rallonge de dossier, sangle de sécurité. Pour les fauteuils roulants, « *les médecins demandent que l'enfant soit à hauteur des yeux des autres enfants de leur âge* », explique Thierry Girault. Des efforts sont également faits concernant les couleurs et le poids.

poids du fauteuil tout comme les matériaux : acier, aluminium ou carbone.

Il est possible d'ajouter aux fauteuils manuels des motorisations et des assistances électriques à la propulsion. « *Cela permet, entre autres, une transition entre le fauteuil manuel et le fauteuil électrique* », précise Thierry Girault, expert technique au CERAH.

LES FAUTEUILS ÉLECTRIQUES

Pour certaines pathologies (tétraplégie, insuffisance respiratoire chronique, sclérose en plaque avancée, myopathie), le patient n'a pas d'autre choix que d'avoir recours aux fauteuils électriques. Ils sont composés des mêmes matériaux que les fauteuils manuels mais sont équipés d'un moteur et d'une manette permettant leur conduite. Il existe également des commandes spéciales : manette au menton, au pied, mini-manette, commande >>>

>>> occipitale ou par contacteurs. La grandeur des roues, la puissance du moteur et celle des batteries jouent sur le poids des fauteuils et déterminent aussi l'usage intérieur et/ou extérieur.

La plupart des fauteuils électriques sont entièrement programmables en fonction des besoins de l'utilisateur. Certains disposent d'une fonction lift (ou ascenseur) afin de surélever la personne de 30 à 50 cm. D'autres permettent également une verticalisation du patient avec une station debout.

Les fauteuils électriques sont essentiellement à propulsion des roues arrière. Mais il existe des fauteuils

avec des roues avant motrices ou à traction. Aujourd'hui, des fauteuils à six roues sont désormais accessibles sur le marché et se développent de plus en plus en raison de leur plus grande maniabilité et adhérence.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

C'est dans la Chine du I^{er} siècle après J.-C. que l'on trouve les prémices du fauteuil roulant. Mais les premières améliorations du dispositif sont constatées bien plus tard, à la fin du XVI^e siècle, lorsque le « véhicule » est conçu pour recevoir des accessoires ou se transformer en lit et chaise d'aisance. C'est le cas pour la chaise de Goutteux fabriquée vers 1595 par un certain J. Lhermitte pour le Roi d'Espagne, Philippe II, atteint d'une goutte douloureuse, avec un dossier et un repose-pieds inclinable. Plus tard, « en 1686, une fistule oblige Louis XIV à se déplacer sur ce qu'il appelait sa roulette », raconte Bruno Guillon. *Mais à cette époque, les fauteuils doivent être poussés.* » Néanmoins, en 1650, un horloger allemand paraplégique, Faifler, s'était déjà fabriqué une sorte de tricycle actionné par des manivelles entraînant la roue avant au moyen d'un engrenage. La personne handicapée devient autonome pour ses déplacements.

L'ARRIVÉE DE LA PROPULSION

En 1733, apparaît un fauteuil propulsé par un mécanisme prenant appui sur les rayons des roues et qui,

LE SCOOTER ÉLECTRIQUE

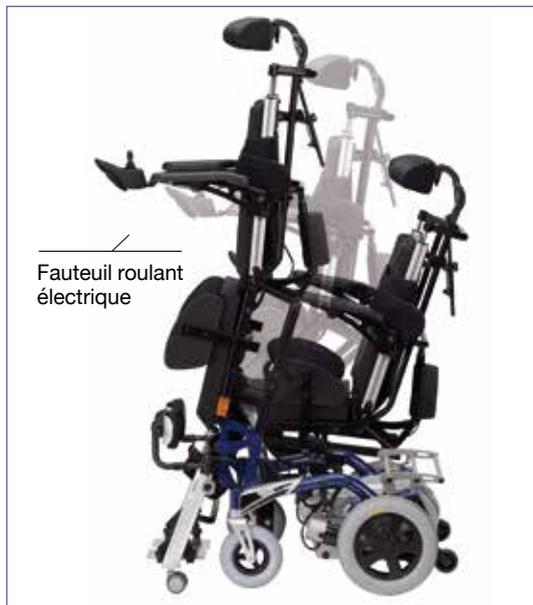
Le scooter est un véhicule léger, monoplace, caréné, à petites roues, à cadre ouvert et à plancher permettant de poser les pieds. L'utilisateur est assis sur un siège doté d'un dossier et d'accoudoirs, le tout étant réglable en élévation pour s'adapter à l'utilisateur. Il peut être équipé de trois ou quatre roues. « *Son avantage est sa simplicité de conduite* », souligne Bruno Guillon.

plus tard, évolue vers une propulsion qui agit par poussées des mains directement sur des roues de grand diamètre. C'est l'Anglais J. Dawson, qui est considéré comme le premier à avoir fait commerce des fauteuils roulants en 1798, en le proposant aux estivants d'une plage à la mode. En 1811, les progrès de la mécanique sont à l'origine d'un siège d'intérieur à propulsion par manivelles et des roues

2 à 3%

**de la population française utilisent un fauteuil roulant.
L'âge moyen de ces utilisateurs est de 70 ans.**

(Source : « Les chiffres clés du handicap 2014 – Ministère des Affaires sociales et de la Santé »)



Fauteuil roulant électrique



crantées, un dossier inclinable et des repose-pieds orientables, résultat de l'alliance de trois matériaux : le bois, le cuir et l'acier. À la fin du XIX^e siècle, le développement de la bicyclette profite au fauteuil. Les roues sont améliorées (rayons d'acier, pneumatique etc.). L'automobile est aussi une avancée décisive qui conduit à la mise au point de systèmes de pliage du fauteuil pour le rendre facilement transportable.

En 1933, l'Américain Everest, paraplégique, conçoit avec un ami ingénieur, Jennings, un fauteuil révolutionnaire : peu encombrant, il se faufile partout et

peut se plier pour être chargé en voiture. Cela n'existait pas avant. Ce fauteuil apparaît sur le marché français en 1950.

Puis, dans les années soixante-dix, « *les recherches menées dans le cadre de l'activité sportive permettent une évolution du fauteuil roulant* », souligne Bruno Guillon. L'apparition sur le marché de matériaux tels que les polyamides, les résines, les composites ou le titane, conjuguée à l'amélioration des procédés de fabrication et au développement du handisport, accélèrent l'innovation. Les fauteuils deviennent plus légers, maniables et résistants.

>>>

LES DISPOSITIFS POUR LE SPORT ET LES LOISIRS

La pratique du sport, que ce soit en amateur ou à haut niveau (notamment pour participer aux Jeux paralympiques) requiert des fauteuils roulants adaptés. « *En fonction du sport, par exemple pour le tennis ou pour le basketball, le carrossage des roues arrière permet une plus grande maniabilité et stabilité, ce qui, dans la vie de tous les jours, empêche de passer les portes* », explique Thierry Girault, expert technique au Cerah Woippy. La taille des roues diffère des fauteuils manuels classiques et le châssis est rigide, également pour une meilleure maniabilité et rapidité. Les fauteuils sont donc adaptés aux règles du jeu. Pour une activité sportive moins intense, il existe également des dispositifs adaptés comme le tricycle thérapeutique équipé d'accessoires permettant une adaptabilité à différents handicaps. « *Des fauteuils ont été spécialement conçus pour aller à la chasse* », précise Thierry Girault. C'est également le cas pour la pêche ou pour la pratique de certains sports. Par exemple, des fauteuils permettent de jouer au foot grâce à un pare-chocs situé à l'avant pour pousser le ballon.

>>> LES FAUTEUILS ROULANTS ÉLECTRIQUES

Ces dix dernières années, de grandes évolutions ont eu lieu dans le domaine des dispositifs d'aide à la propulsion permettant de motoriser les fauteuils manuels et de retarder ainsi le passage au fauteuil électrique, symbole de handicap lourd pour la personne. Néanmoins, ces dispositifs n'interfèrent que sur la propulsion du fauteuil et non sur l'inclinaison du dossier ou sur l'assise. Lorsque cette inclinaison devient indispensable, l'utilisateur doit alors s'orienter vers le fauteuil électrique.



Le tout premier a été mis au point au Canada dans les années cinquante. Marcel Thorel, de l'Association française contre les myopathies (AFM), a joué un rôle primordial dans l'importation des premiers fauteuils électriques en France en 1973, en les rapportant de Grande-Bretagne dans le coffre de sa voiture. Il affirmait aux agents des douanes qu'il s'agissait de chaises électriques. Et ce, jusqu'à la création de son entreprise d'importation. Mais il a fallu attendre 1977 pour que ces dispositifs soient pris en charge par l'Assurance maladie. L'évolution des fauteuils électriques a fait un bond avec le développement des nouvelles technologies. Les fauteuils équipés d'un élévateur électrique et les fauteuils verticalisateurs sont aujourd'hui largement diffusés. D'autres pistes de recherche sont expérimentées dans le domaine de la connectivité. Ainsi existe-t-il des systèmes bluetooth pour connecter le fauteuil à un Smartphone, ce qui permet alors de téléphoner, de se connecter à Internet, d'ouvrir des portes ou encore d'allumer la télévision. D'autres fauteuils ont été développés afin de permettre à une personne de les piloter en temps réel par la pensée. Plus largement, les travaux se poursuivent afin de rendre les fauteuils toujours plus légers et d'améliorer encore leur maniabilité. Il existe également un fauteuil doté d'une chenille permettant de monter les escaliers ou un autre doté de quatre roues motrices pour aller dans les chemins et dans les bois, un grand succès chez les viticulteurs qui, malgré un handicap, peuvent retourner dans les vignes. ■

POUR PLUS DE CONFORT

Malgré des progrès dans les réglages des fauteuils roulants, de nombreuses personnes se retrouvent très mal installées, en particulier celles souffrant de maladies neuromusculaires, les paralysés cérébraux, les patients sclérosés en plaques (SEP) mais aussi certains tétraplégiques et paraplégiques. Outre les corset-sièges - appareillage sur mesure après prise d'empreintes - souvent mal supportés par les patients adultes, des solutions intermédiaires ont été proposées comme des adaptations de mousse personnalisées ou des systèmes de coussins. Des travaux ont également été menés sur le positionnement, une technique qui a pour but de personnaliser complètement l'installation du patient en fonction de ses besoins et de son mode de vie (niveau d'autonomie, besoin de maintien, type de transfert).

Enfin, sans personnalisation particulière, le fauteuil coquille - fauteuil de repos - facilite lui aussi le maintien et le confort des personnes ayant des difficultés à se maintenir seules en position assise.

APPAREILS DE TRANSFERT ET DE VERTICALISATION

Une mobilité sécurisée

Les appareils de transfert et de verticalisation aident au maintien ou au déplacement d'une personne d'un appareil à un autre ou d'une pièce à une autre. Ils permettent une mobilité de ceux qui peuvent difficilement ou pas du tout se mouvoir.

À QUOI ÇA SERT ?

Les appareils de transfert et de verticalisation sont des aides techniques qui permettent la mobilisation de patients temporairement ou définitivement invalides. Les équipements de verticalisation sont généralement réservés aux personnes atteintes de pathologies chroniques empêchant la verticalisation autonome du patient, dans un cadre stable et sécurisé. Généralement, ces appareils sont utilisés pour permettre la station debout des personnes qui ne peuvent l'assurer seules ou sans aide mais qui demeurent aptes à se servir de leurs membres supérieurs et/ou inférieurs. Les équipements, dont la fonction principale est le soulèvement et/ou le transfert de la personne, facilitent la mobilisation



Lève-personnes et sangles



Verticalisateur

d'un patient qui ne peut se mettre debout en raison d'une incapacité temporaire ou définitive. Ces appareils assurent le transfert par soulèvement de la personne et donnent, par des moyens mécaniques ou électriques, la possibilité à un seul aidant de transférer la personne dans un logement, entre un siège, un lit ou une installation sanitaire. >>>

COMMENT ÇA MARCHE ?

Les équipements d'aide à la mobilité disponibles sur le marché des aides techniques proposent de multiples fonctionnalités telles que la verticalisation, le transfert ou encore le soulèvement de la personne. Le choix du type de dispositif est fonction du besoin de la personne – pathologie ou état, niveau de restriction de sa mobilité, activité, indication, contre-indication – et de son environnement humain, matériel et parfois financier. Ces aides techniques sont accessibles dans toutes les structures d'ac-



Verticalisateur

cueil de personnes en perte de mobilité et peuvent l'être également au domicile. L'utilisation doit être conditionnée par une formation systématique des utilisateurs.

ÉQUIPEMENTS DE VERTICALISATION

Le maintien du patient en position verticale nécessite l'aide d'un fauteuil verticalisateur. En fonction des besoins, le recours à une série d'appuis mécaniques ajustables, de sangles ou de cales, est nécessaire. Ces équipements permettent le maintien prolongé de la verticalisation dans un objectif thérapeutique. L'utilisation de ces aides techniques revêt un intérêt majeur dans la lutte contre les troubles-musculo-squelettiques des professionnels médicaux ou sociaux, contraints à des efforts physiques très fréquents pour assurer la manutention des patients et des personnes handicapées motrices.

ÉQUIPEMENTS DONT LA FONCTION PRINCIPALE EST LE SOULÈVEMENT ET/OU LE TRANSFERT DE LA PERSONNE

Il existe tout d'abord deux types de lève-personnes. Tout d'abord, les lève-personnes mobiles qui assurent un soulèvement total de la personne sans appui sur ses membres inférieurs et un déplacement en position assise, semi-assise ou semi-allongée, le corps étant soutenu par une sangle, un système de sangles ou un autre système adapté (type siège ou hamac). Ils sont munis de roues et peuvent être déplacés ou avancés librement sur le sol.



Lève-personne sur rail plafonnier

Les lève-personnes fixes permettent, eux, de soulever, de transférer ou de déplacer une personne dans un espace prédéfini. Ils peuvent être fixés au mur, au plafond ou au sol ou bien être montés sur d'autres appareils associés ou encore, être simplement posés.

D'autres équipements comme les releveurs mobiles assurent un soulèvement de la personne de la position assise à une position verticale avec une mise en charge sur ses membres inférieurs. Leur fonction est le transfert de la personne en position debout et non le maintien prolongé en position verticale. Le soulèvement de la personne est assuré par un système électrique ou mécanique. Quant au poids de la personne, il est en partie soutenu par un repose-

pieds ou un équipement semblable et au moins par une sangle d'aide à la verticalisation. Les releveurs-mobiles comportent également un appui tibial bilatéral. Ils sont munis de roues et peuvent donc être déplacés ou avancés librement sur le sol.

Il existe différentes tailles de sangle en fonction de la personne et de l'appareil utilisé. Certaines, standard, permettent un maintien du corps et des épaules. D'autres proposent un support des jambes rembourré tandis que certaines sont adaptées aux personnes lourdes alors que la sangle hamac propose, elle, un soutien pour les personnes à faible tonus ou obèses.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

La création et l'évolution des appareils de transfert et de verticalisation sont liées à celles de la médecine physique et de réadaptation. Ces outils ont progressivement été développés pour aider et accompagner le patient dans sa prise en charge, améliorer son confort et favoriser son autonomie en fonction de sa mobilité. Par exemple, ces dernières années, on observe une tendance forte à l'installation de lève-personnes sur rails (plafonniers) dans des structures médico-sociales ou au domicile de personnes handicapées motrices sévères. Ces systèmes permettent de lever et transférer les personnes sans le moindre effort et en toute sécurité. Ils ont l'avantage de proposer une solution personnalisée, une grande capacité de levage et l'absence d'encombrement au sol. ■

LES ACCESSOIRES DE TRANSFERT

Il existe plusieurs types d'accessoires qui participent au transfert de la personne en manque d'autonomie en fonction de son degré de dépendance.

Les coussins d'assise pivotants sont, par exemple, idéaux pour les transferts en voiture. En position d'assise, ils permettent de pivoter facilement : la personne peut ainsi passer aisément du fauteuil à la voiture.

Le disque de transfert – un disque tournant placé au sol – rend possible le pivot des pieds lors d'un changement de siège ou d'un transfert lit-fauteuil. Il convient aux personnes qui peuvent être en appui sur leurs pieds et qui vont alors pivoter en prenant appui sur une chaise ou un autre objet lourd à proximité. Les planches de transfert sont utilisées pour le transfert assis entre deux points de même hauteur : elles servent en quelque sorte de passerelle. Pour les patients allongés, il existe des draps de transfert permettant de changer leur position en toute sécurité sans se lever ni générer de frottement avec la peau. Ces draps existent avec des poignées afin de faciliter la prise en main.

Enfin, il existe des accessoires spécifiques de transfert pour le bain ou la douche dont

l'accès doit être facilité afin d'éviter tout risque de chute. Par exemple, la chaise de douche avec un banc de transfert facilite le transfert du fauteuil vers la baignoire en permettant à la personne de s'y glisser. Des chaises de douche mobiles facilitent le transfert d'une personne afin de procéder à sa toilette. Des barres relevables, des sièges de bain pivotant ou des disques de transfert pour élévateur de bain ont, quant à eux, pour fonction de rendre aisé le passage du fauteuil à l'élévateur ou encore à la chaise de toilette percée. À noter que de nombreuses descriptions parlent de l'usage des chaises percées à la Cour de Louis XIV. La chaise (ou fauteuil) percée d'un trou dans lequel est encastré un pot de chambre est destinée aux malades invalides ou incontinents.

LITS, ACCESSOIRES ET FONCTIONNALITÉS

Pour un repos apaisé

Que ce soit au domicile ou dans un établissement de soins, les lits médicaux ont évolué pour une sécurisation optimisée et un meilleur confort des utilisateurs.

À QUOI ÇA SERT ?

Un lit médicalisé permet à une personne malade, handicapée ou âgée en position allongée de rentrer ou de sortir de son lit en toute sécurité. Ces lits permettent aussi aux auxiliaires de vie ou aux aidants de procéder à la toilette et aux soins en fournissant moins d'efforts, dans de bonnes conditions de stabilité, de confort et de sécurité. Ils sont également destinés à favoriser le diagnostic, la surveillance, la prévention, le traitement, l'atténuation des effets d'une maladie ou la compensation d'une blessure ou encore d'un handicap.

COMMENT ÇA MARCHE ?

Un lit médicalisé se compose d'un sommier en trois parties : une partie en tête de lit qui peut se redresser, et dont le degré d'inclinaison est variable. Cette fonc-



Lit

tion est majoritairement électrique et est activée par la télécommande ; une partie centrale fixe et une partie en pied de lit pourvue d'un relève-cuisses et d'un relève-jambes à choisir selon les besoins du patient, lesquels fonctionnent manuellement ou électriquement. La hauteur du sommier est elle aussi généralement variable et se règle électriquement grâce à une télécommande, ce qui contribue à faciliter les transferts et à prévenir certains troubles musculo-squelettiques des soignants et aidants. Les sommiers peuvent être composés de lattes métalliques, en alliage de plastique ou en bois. Ils sont disponibles en plusieurs tailles en fonction des souhaits des utilisateurs, de leur corpulence et de leurs besoins. La plupart des lits médicalisés sont mobiles et montés sur des roulettes mécaniques ou à assistance électrique. Il existe cependant des modèles de lits médicalisés avec des pieds. D'autres possèdent des roues intégrées dans les pieds du lit susceptibles d'être activées en appuyant sur un bouton. Les lits peuvent être agrémentés d'accessoires : tiges porte-sérum, tablettes pousse-seringue, cadres de traction orthopédiques, potences pour aider le patient à se soulever, barrières pour réduire les risques de chute ou encore appuis-dos pour plus de confort.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

L'apparition du lit médical est très récente dans l'Histoire et étroitement liée à la place de l'ergonomie des soins et à la réalisation d'actes médicaux auprès de patients et de personnes en perte d'auto-

118 459

Selon les sources, le volume de lits vendus en France se situerait entre 118 459 et 153 000 unités tous segments confondus.

(Source : Marché des lits et des matelas médicaux en France, MSI, juin 2014)



Lit médical

nomie, notamment en situation de déficience motrice. Ces lits se sont progressivement distingués des lits domestiques en raison de fonctionnalités évolutives pour répondre aux besoins.

LE XIX^e SIÈCLE : L'ORIGINE

Après la Révolution et jusqu'au milieu du XIX^e siècle, le lit est un élément de mobilier intime et fonctionnel. A cette époque apparaissent des structures en fonte ou en métal, ainsi que des matelas de coton destinés à réduire les risques relatifs aux insectes nuisibles. L'ancêtre du lit médical actuel est né au milieu du XIX^e siècle dans la foulée du développement de pratiques d'observation et d'enseignement au lit du malade. La guerre de 1870 génère un important progrès humanitaire dû à la neutralisation des blessés, des lieux et des acteurs de soins (« *Les ambulances civiles pendant la Guerre franco-prussienne 19 juillet 1870 – 28 janvier 1871* », e-mémoire de l'Académie nationale de chirurgie, 2007). Des fonctionnalités continuent à se développer et la prise en charge traumatique et orthopédique motive la conception de solutions



Lit médicalisé

mécaniques notamment intégrées ou accessoirisées comme les dossiers de malades constitués de bois ou de métal, garnis de toile forte ou de toile métallique et articulés par une crémaillère nickelée. Des systèmes de traction mettant en extension continue le membre inférieur utilisent la structure du lit comme support de la poulie guidant la corde qui relie le sac de grenaille de plomb ou de sable. Au cours de la Grande Guerre, des innovations majeures sont >>>

MILIEU DU
XIX^e SIÈCLE



Naissance
du lit médical.

1928



Création du lit
fracture.

ANNÉES
1960



Principe d'activation électromécanique
des fonctions du lit.

ANNÉES
1980



Naissance des lits
électromécaniques.

ANNÉES
2010



Intégration des objets connectés
au lit des patients.

>>> introduites en matière de prise en charge des fractures : attelles d'immobilisation initiale et dispositifs de traction-suspension. En 1928, un industriel introduit le lit fracture, qui utilise un système de sangles en toile pour soutenir le patient lorsque le matelas est abaissé afin de changer les draps ou les bassins.

NAISSANCE DES LITS ÉLECTRIQUES

Après la Seconde Guerre mondiale, le design évolue avec des fonctions ergonomiques intégrées et la motorisation dans le but de compenser les pertes d'autonomie et d'améliorer le confort au lit. Au début des années soixante, Eugène Le Couviour imagine son premier lit médicalisé. Le succès est tel que l'entreprise se spécialise alors dans la fabrication de matériel hospitalier. Le principe d'activation électromécanique des fonctions du lit au moyen d'une

commande suspendue se développe. Ce système active la hauteur variable et les plicatures du sommier. A partir des années quatre-vingt, les gammes de lit se distinguent par leurs fonctionnalités spécifiques en fonction de leur destination : soins intensifs, soins aigus, réanimation, long séjour, hospitalisation à domicile, lits pédiatriques, lits bariatriques. Des fonctions nouvelles apparaissent, grâce à des solutions issues de la recherche en cinématique. Des systèmes électromécaniques voient le jour et permettent la création de systèmes à hauteur variable, à simple ou double croisillons en Y, avec et sans base, à parallélogramme. Les cinématiques permettent de lutter contre les conséquences du syndrome d'immobilisation dont les escarres (voir le livret consacré à « *l'aide à la prévention des escarres* »), de rendre de l'autonomie ou de verticaliser le patient.

LE MARCHÉ À VENIR

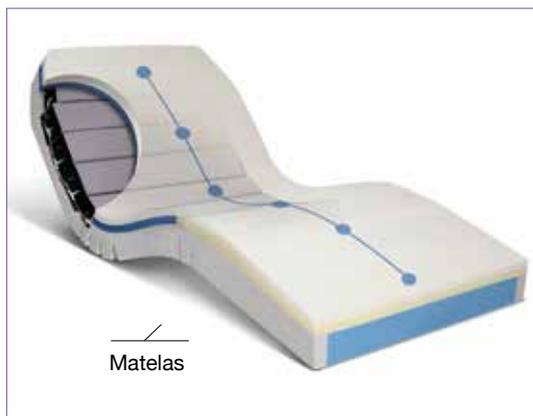
Les fabricants ont développé des fonctionnalités évolutives afin de répondre au besoin médical et paramédical du patient – angulations différentes du sommier, hauteur variable, allongement du sommier, réglage mécanique et électrique, angulations présélectionnées, d'améliorer son rétablissement et de faciliter le travail des personnels soignants. De nouvelles technologies sont à l'étude ou ont été mises sur le marché pour répondre plus spécifiquement à la perte d'autonomie des personnes âgées. L'enjeu, pour les fabricants, est de proposer des solutions améliorant la prise en charge des per-

À SAVOIR

LES MATELAS

Le matelas des lits médicalisés peut être de confort ou présenter des caractéristiques médicales. Il doit être adapté au besoin médical, aux fonctionnalités du lit et à la réalisation des actes médicaux et paramédicaux. Les Supports d'aide à la prévention et au traitement des escarres (SAPTE) sont l'usage le plus fréquent quel que soit l'environnement d'application. D'autres matelas thérapeutiques permettent également de traiter les complications pulmonaires ou les grands brûlés.

sonnes alitées en fonction de leur niveau de déficiences définitives ou transitoires. D'ailleurs, le principe du lit descendant bas est devenu un standard comme le devient la position fauteuil lorsque l'état le permet. A partir des années deux mille, avec le déploiement du numérique et de la e-santé, le lit médical intègre ou peut recevoir des systèmes permettant l'amélioration de la prévention et du suivi des patients grâce à l'exploitation des données collectées (paramètres physiologiques, mouvements, activité, habitudes de vie) à partir d'objets connectables (appareils de surveillance, balance, traqueurs d'activités). La domotique dédiée à la santé et au bien-être (capteurs anti-chute, caméras, gestion des alertes) se développe également avec le même objectif. ■



CANNES ET DÉAMBULATEURS

Des appuis à l'autonomie

Les aides à la marche que sont les cannes et les déambulateurs permettent aux personnes manquant d'équilibre de se sécuriser avec un appui ponctuel ou permanent tout en maintenant une certaine autonomie.

À QUOI ÇA SERT ?

Les cannes et les déambulateurs sont des aides techniques pour sécuriser et faciliter les déplacements des personnes âgées et/ou en situation de handicap. Les utilisateurs, gênés dans leur mobilité par un manque d'équilibre à la suite d'une opération, après une chute ou en raison de leur vieillissement, peuvent ainsi trouver un appui pour se déplacer. Ces dispositifs permettent de reconquérir une indépendance à la marche et une autonomie. Ils aident également au franchissement d'obstacles.

COMMENT ÇA MARCHE ?

La canne existe dans différents modèles. Elle peut être simple, pliable ou rétractable, réglable, tripode ou quadripode pour encore plus de stabilité au sol et dotée d'un embout antidérapant. Elle peut également se décliner en canne-siège qui se déplie afin de former un siège à trois pieds en cas de fatigue lors d'un déplacement.



Cannes

MAI
1915



Dépôt du brevet d'invention de la canne anglaise ou béquille.

XIX^e SIÈCLE



Invention du déambulateur.

XX^e SIÈCLE



Invention de la canne blanche.

DÉBUT DES ANNÉES
1980



Apparition du rollator ou déambulateur à roulettes.



>>> **La béquille**, ou canne anglaise, se place au niveau des bras et des épaules pour soulager la charge des jambes lors de la marche ou en station debout. Elle peut être utilisée par paire. Dans sa forme la plus élémentaire, la béquille est constituée d'un bâton façonné pour relier les épaules aux aisselles et le sol. Le modèle le plus évolué est composé de deux cannes anglaises : plus courtes, plus

légères et ajustables, elles sont maintenues et dirigées uniquement par les avant-bras.

Le déambulateur est un accessoire doté d'un cadre métallique pourvu de poignées et d'embouts antidérapants sur les pieds, qui se place devant la personne pour l'aider à se déplacer. Il est réglable en hauteur pour s'adapter au mieux à la taille de la

personne. Doté de quatre appuis au sol, il est plus stable et permet un soutien plus solide que celui offert par la canne.

Il existe deux types de déambulateur : les déambulateurs cadres de marche et ceux à roulettes ou *rollator* qui permettent de réduire les efforts. Ceux à deux roues vont davantage être utilisés en intérieur. Ceux à trois ou quatre roues, généralement pliants,

sont plus maniables grâce à leurs roues directionnelles et leurs freins sur les roues arrière.

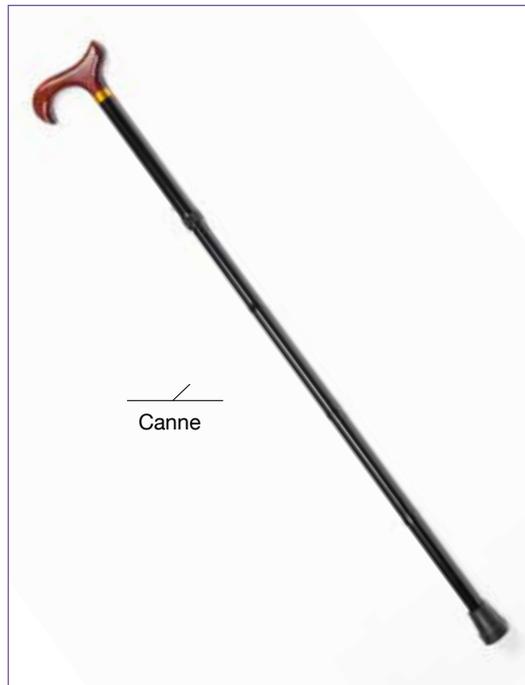
Le déambulateur est souvent muni d'une assise pour se reposer en cas de besoin. Des accessoires peuvent s'y adapter comme des paniers, des plateaux ou encore des appuis antébrachiaux[®]. Il en existe aussi pour les enfants en situation de handicap qui apprennent à marcher. Ils sont munis de roues à système autobloquant pour éviter au déambulateur de partir en arrière.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

Dès qu'ils ont adopté la station debout, les hommes ont naturellement cherché à conserver cette posture. Il leur a donc fallu trouver des béquilles et des aides pour remplacer leurs membres vieillissants, amputés, blessés ou déformés.

Cannes : l'acception du mot canne au sens de « bâton léger sur lequel on s'appuie pour marcher » n'est pas attestée avant le XVI^e siècle puis au sens de « bâton de promenade » au XVII^e siècle. La canne connaît d'innombrables déclinaisons de forme, d'usage, voire de dénomination. La canne anglaise, malgré son nom, a été inventée par un ingénieur français, Émile Schlick, à Nancy, sous le nom de canne-soutien. Il a demandé un brevet d'invention en mai 1915, à l'Office national de la propriété industrielle, pour une canne-soutien à appui fixe ou flexible de l'avant-bras.

Déambulateurs : ils auraient fait leur apparition dans les années quarante dans les pays anglo-saxons. Mais la Suédoise Aina Wifalk, handicapée suite à une poliomyélite, aurait contribué à leur évolution à la fin des années soixante-dix. Depuis le début des années quatre-vingt-dix, cet auxiliaire de la marche s'est répandu et a évolué pour devenir plus léger et plus maniable grâce à un éventuel système de pliage et des freins avec ou sans câble. ■



LA CANNE POUR PERSONNE AVEUGLE

La canne blanche sert à détecter les obstacles dans l'environnement et à informer les passants que son utilisateur est atteint d'une déficience visuelle. Cet instrument a vu le jour au XX^e siècle. Elle aurait été inventée en 1930 par Guilly d'Herbemont, une jeune Parisienne aveugle qui a suggéré de fournir des cannes blanches aux aveugles de la région parisienne, en s'inspirant des bâtons des agents de police réglant la circulation. Une autre version prétend que son inventeur est James Briggs, un artiste britannique ayant perdu la vue en 1921 qui utilisa une canne blanche pour indiquer aux passants qu'il était aveugle. Après la Seconde Guerre mondiale, le D^r Richard Hoover développa la canne longue et la méthode de déplacement. La canne blanche a évolué, certaines étant désormais électroniques et anticipant, par des vibrations, la perception des obstacles.

EXOSQUELETTE

Ce que nous réserve le futur

Si l'exosquelette, qui repose sur des technologies d'une grande modernité, n'en est qu'à ses balbutiements, il représente bel et bien l'avenir en matière de compensation du handicap. L'objectif ? Permettre une verticalisation active du patient et augmenter son bien-être.

COMMENT ÇA MARCHE ?

Depuis environ cinq ans, une nouvelle technologie se développe sur le marché : un robot, qui se place autour des jambes et du bassin d'une personne atteinte de paraplégie basse ou d'une incapacité des membres inférieurs, et qui a vocation à lui redonner de l'autonomie en lui permettant de se lever, de marcher, de se tourner, de s'asseoir et de franchir des obstacles.

L'exosquelette est composé de trois parties :

- Un calculateur doté de logiciels et d'algorithmes sophistiqués qui recréent la marche humaine. Il reçoit les informations de capteurs portés par l'utilisateur via un gilet et définit où il veut aller. L'utilisateur va avancer le buste pour avancer, se redresser pour s'arrêter et tourner les épaules pour tourner.
- La partie mécatronique qui interprète les commandes des calculateurs pour les transmettre aux moteurs.
- La partie mécanique avec la structure du robot et les moteurs qui font fonctionner les articulations.

LE DÉVELOPPEMENT

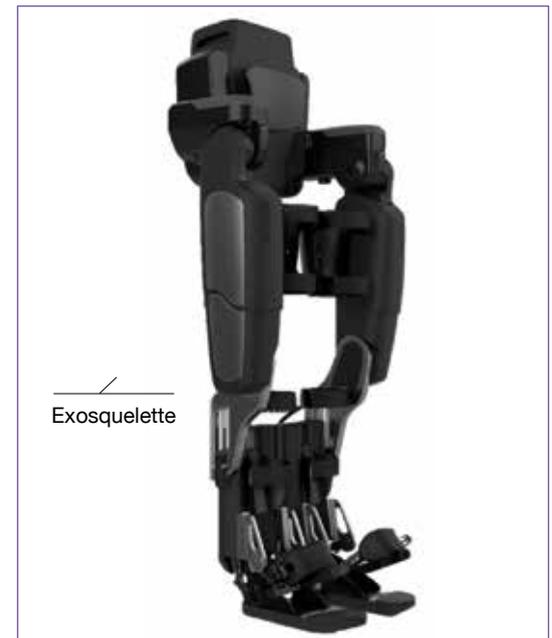
A l'heure actuelle, des industriels japonais, américains et israéliens ont développé des exosquelettes avec quatre moteurs. Ils ne sont cependant pas stables et ne peuvent pas être utilisés sans béquille. Une version intégrant des technologies plus avancées est néanmoins à l'étude. Elle dispose d'une architecture et d'une robotique dynamiques plus développées, l'exosquelette comprenant douze moteurs permettant l'utilisation de douze articulations qui recréent une marche humaine sans béquille. D'ici la fin de l'année, des essais cliniques vont débiter, pour faire tester le dispositif à des patients dans les centres de soins.

POUR QUELLES FINS ?

L'objectif de l'exosquelette est de permettre la verticalisation active du patient plutôt que la verticalisation passive, ce qui peut avoir un impact important

sur son bien-être. De plus, il pourrait favoriser une rééducation en utilisant la force résiduelle des patients et en l'amplifiant.

Enfin, des études devraient porter sur l'impact de l'exosquelette sur l'état cardiovasculaire des patients, la digestion, les problèmes de dos et la densité osseuse des patients. Le dispositif devrait, à long terme, évoluer pour s'adapter aux personnes atteintes de troubles neuromusculaires, à d'autres types de para-, hémi- ou tétraplégies et, enfin, aux personnes âgées dépendantes en fauteuil. ■



GLOSSAIRE

Abduction

Mouvement qui consiste à écarter un membre ou un segment de membre de l'axe du corps.

Appui antébranchial

Appui qui se positionne sur l'avant-bras.

Bionique

Confrontation, scientifiquement conduite, entre les inventions humaines et les processus biologiques (détection, locomotion, orientation) en vue d'offrir aux ingénieurs des modèles dont l'imitation peut être utile et, à l'inverse, de mieux interpréter le fonctionnement de certains organes et fonctions par comparaison avec des inventions humaines.

Carrossage

Correspond, sur les fauteuils roulants, à un écart des roues arrière plus important en bas qu'en haut.

Cinétique

Concerne tout ce qui se rapporte ou qui est dû au mouvement.

Cour des Miracles

Sous l'Ancien Régime, quartier des truands et des voleurs.

Emboîture

Partie de la prothèse qui est fabriquée sur mesure pour le patient. C'est la partie qui permet d'insérer le moignon à l'intérieur pour maintenir la prothèse au membre du patient. La taille de l'emboîture doit être exactement celle du moignon du patient pour l'accrochage et le confort.

Manchon

Bonnet ou chaussette qui s'enfile sur le moignon entre la peau et l'emboîture. Il sert à créer un bon maintien de la prothèse et à empêcher les échauffements et les irritations que les frottements pourraient provoquer sur le moignon et la peau en marchant. Il existe plusieurs matériaux souples utilisables au contact de la peau : le copolymère, le silicone ou encore le polyuréthane.

Poliomyélite antérieure aiguë

Maladie virale aiguë due à un entérovirus, le poliovirus, qui détruit les neurones moteurs de la corne antérieure de la moelle épinière et les noyaux moteurs des nerfs crâniens, provoquant une paralysie des muscles innervés par ces neurones.

Prothèse esthétique (ou inerte)

Dispositif dont le but est de restituer l'aspect d'un membre manquant à l'identique.

Tube ou adaptateur tubulaire

Sorte de tige en carbone ou en alliage léger qui joint l'emboîture au pied. C'est une pièce détachée modulable car l'on peut changer le pied, si nécessaire.

SOURCES

Principales sources ayant contribué à la rédaction de ce document.

INTRODUCTION

<http://www.aaihp.fr/Histoire/AndreGrossiord.pdf>
<http://www.ccah.fr/former/formations/les-differents-types-de-handicap>
<http://www.fondshs.fr/vie-quotidienne/accessibilite/conduite-et-handicap>
<http://www.hopital.fr/Le-dico-medical/Les-specialites-medicales/Medecine-physique-et-de-readaptation#sthash.nPL6HagU.dpuf>

CHAPITRE SUR LES FAUTEUILS ROULANTS

> Sites Internet

<http://cerahtec.invalides.fr/cfor/cerahfor2/cours/biblio/histo.htm>
<http://cerahtec.invalides.fr/cfor/cerahfor2/cours/atelier/integral.pdf>
http://www.croixrouge.ca/crc/documentsfr/What-We-Do/Health/help_wheelchair_f.pdf
<http://www.ergotechniquesetconseils.fr/spip.php?rubrique54>
http://www.jp.guihard.net/IMG/pdf/Recours_fauteuil_V-Peron.pdf
Les chiffres clés du handicap 2014, ministère des Affaires sociales et de la santé. Enquête nationale à destination des aidants, Association française des aidants, BVA/Novartis, INSEE « Le handicap se conjugue au pluriel », DARES, CNAF.

CHAPITRE SUR LES PROTHÈSES DU MEMBRE INFÉRIEUR

> Sites Internet

<http://www.chabloz-orthopedie.com/fr/orthopedie/Sport/5>
http://cerahtec.invalides.fr/doc/actes14-06-12/G-Pascale_FODE.pdf
<http://orthopedie.proteor.fr/famille,31-protheses-membre-inferieur.php>
<http://tpelucieemilyclement.e-monsite.com/pages/la-prothese-tibiale/la-prothese.html>
<http://tpe-protheses-jda.e-monsite.com/pages/historique/historique.html>

> Ouvrage

Philippe Fourny, Homo Erectus, Le combat d'une profession, Ed. Cherche Midi, 174 pages.

CHAPITRE SUR LES PROTHÈSES DU MEMBRE SUPÉRIEUR

> Sites Internet

<http://www.adepa.fr/reeducation/niveaux-damputation/membre-superieur/>
<http://www.adepa.fr/vos-droits/conduite/>
http://www.handroit.com/permis_conduire.htm

> Ouvrage

Philippe Fourny, Homo Erectus, Le combat d'une profession, Ed. Cherche Midi, 174 pages.

CHAPITRE SUR LES LITS, ACCESSOIRES ET FONCTIONNALITÉS

<http://www.lit-medicalise-conseils.com/index.php?id=quest-ce-quun-lit-medicalise>
<http://www.zimmerfrance.fr/fr-FR/corporate/our-history.jsp>

CHAPITRE SUR LES APPAREILS DE TRANSFERT ET DE VERTICALISATION

http://www.antalvite.fr/pdf/les_aides_techniques.pdf
http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/chaise_perc%C3%A9/11868#q4jCZFYIHym0oEp2.99

CHAPITRE SUR LES CANNES

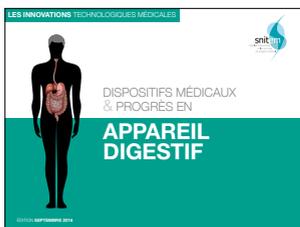
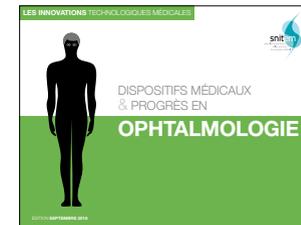
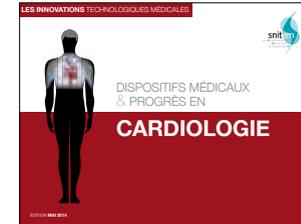
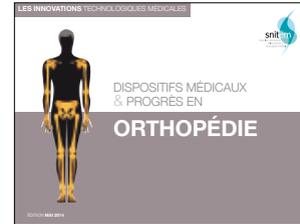
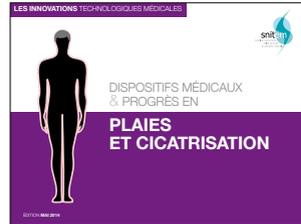
<http://www.deambulateurs.com/index.php?id=quest-ce-quun-deambulateur>
<http://www.em-consulte.com/en/article/750390>
http://www.handicoupe.com/Prothese/p_hist.htm
<http://www.pasolo.com/mobilite/cannes-bequilles.html>

REMERCIEMENTS

Benoit Baumgarten, orthoprothésiste, Technic'ortho • **Philippe Croizon**, sportif extrême • **Jean-Louis Constanza**, Wandercraft • **Alain Didier**, Otto Bock France • **Philippe Espinasse**, Winnicare • **D^r Pascale Fodé**, médecin rééducateur, directrice du Centre d'études et de recherche sur l'appareillage des handicapés (CERAH). • **Thierry Girault**, expert technique au Cerah Woippy • **Bruno Guillon**, masseur-kinésithérapeute, Garches • **Jacky Mille**, Proteor • **Frédéric Monnier**, Vermeiren • **Régis Opfermann**, Invacare • **Pr Jean Paysant**, chef du Pôle rééducation au CHRU de Nancy et Directeur médical de l'Institut régional de médecine physique et de réadaptation (IRR) de Nancy.

Dans la même collection

Documents téléchargeables sur le site du Snitem www.snitem.fr





Quand l'épopée de l'innovation des dispositifs médicaux se confond avec l'extraordinaire histoire du handicap moteur.

SNITEM

Maison de la Mécanique
39, rue Louis Blanc
CS30080
92038 La Défense Cedex

Tél. : 01 47 17 63 88
Fax : 01 47 17 63 89

www.snitem.fr
info@snitem.fr

 @snitem