

ASSISTANCES TECHNOLOGIQUES ET CONTROLE DE L'ENVIRONNEMENT

Sommaire

- [1 Introduction](#)
- [2 Le cadre réglementaire](#)
- [3 Les grands domaines d'application des ATHT](#)
 - [3.1 Accès à l'informatique](#)
 - [3.2 Compensation de l'incapacité de communication](#)
 - [3.3 Contrôle de l'environnement](#)
 - [3.4 Compensation de l'incapacité de préhension](#)
 - [3.5 Compensation de l'incapacité de déplacement](#)
- [4 Perspectives d'avenir \(Reikensmeyer 2012\)](#)
 - [4.1 Progrès dans l'interface homme machine](#)
 - [4.2 La robotique mobile](#)
 - [4.3 Le "design for all"](#)
 - [4.4 L'acceptabilité des ATHT](#)
 - [4.5 La recherche translationnelle](#)
- [5 Aller plus loin](#)
 - [5.1 Bibliographie](#)
 - [5.2 Ce qu'il faut retenir](#)

Introduction

La compensation des déficiences motrices sévères fait régulièrement appel aux Aides Techniques de Hautes Technologies (ATHT). Ces ATHT évoluent de façon extrêmement rapide, à la faveur des avancées de l'informatique, de l'électronique et de la mécatronique dans le domaine non médical (applications grand public, applications militaires....).

Le médecin de MPR doit s'appuyer sur un réseau de professionnels susceptibles de répondre aux besoins médicaux des patients en matière d'ATHT. Dans ce domaine, les ergothérapeutes ont un rôle de tout premier ordre (Ivanoff 2006). L'avènement de « nouveaux métiers » issus des filières techniques et scientifiques complète avantageusement le binôme médecin-ergothérapeute qui reste maître de la préconisation et, le cas échéant, de la prescription de l'aide technique.

Le cadre réglementaire

La préconisation d'une ATHT entre généralement dans une démarche d'évaluation des besoins de la personne menée par l'équipe pluridisciplinaire de la Maison Départementale des Personnes Handicapées (MDPH), en appui sur des structures référentes qui sont le plus souvent des services de MPR. La prescription médicale revient au médecin mais elle est rarement nécessaire dans la mesure où très peu des ces ATHT bénéficient d'un remboursement par la caisse d'assurance maladie. Dans la plupart des cas, les dossiers de demandes de financement des ATHT reposent sur une « préconisation » élaborée par l'équipe pluridisciplinaire. Enfin, les ATHT ne sont pas concernées par le droit de prescription des kinésithérapeutes de certains dispositifs médicaux depuis le décret du 9 janvier 2006.

Le financement d'une ATHT peut se faire via la Prestation de Compensation du Handicap (PCH) de la MDPH, éventuellement complétée par le Fonds de Compensation et par la mutuelle de l'usager. Un financement par le biais d'une compagnie d'assurance est également possible en cas d'accident lorsqu'il existe un tiers responsable. D'autres financements plus anecdotiques peuvent être proposés : ANAH (Agence nationale pour l'Amélioration de l'Habitat), AGEFIPH (Fonds d'Insertion Professionnelle des Personnes Handicapées), conseils généraux... Pour les personnes de plus de 60 ans, ces financements sont assurés par l'Allocation Personnelisée à l'Autonomie (APA) du conseil général. Ces dossiers de financement sont construits par l'équipe pluridisciplinaire de la MDPH. Une fois finalisés, ils sont soumis pour validation à la Commission des Droits et de l'Autonomie de la Personne Handicapée (CDAPH) de la MDPH.

L'obtention d'un financement conditionne bien souvent la possibilité d'acquérir ces dispositifs, ce qui souligne l'importance de leur coût.

Les grands domaines d'application des ATHT

Accès à l'informatique

L'accès à l'informatique est actuellement incontournable pour permettre une réinsertion sociale et éventuellement professionnelle à une personne présentant des déficiences sévères (Jenko 2010). Accéder à un ordinateur suppose de disposer :

- d'une interface de pointage qui permet de déplacer la souris à l'écran
- d'une interface de validation qui permet de sélectionner une icône
- d'un accès au clavier pour saisir du texte.

Les dispositifs « basse vision » ne seront pas abordés dans ce chapitre.

Des informations complémentaires peuvent être trouvées sur certains sites très bien documentés comme le site de la « Plate Forme Nouvelles Technologies » de la Fondation Garches : <http://www.handicap.org/?Les-dossiers-PFNT>

a) Interfaces de pointage : substitution de la souris

Les dispositifs permettant de déplacer le curseur à l'écran peuvent souvent être trouvés dans le matériel grand public : trackball, pavé tactile....

Dans certains cas, le recours à du matériel spécifique est nécessaire : déplacement du curseur à l'aide d'un joystick ou pilotage à la tête grâce à un système de capteur infrarouge par exemple (Pereira 2009). Ces solutions sont efficaces mais parfois difficiles à utiliser et fatigantes. Elles

requièrent une période d'apprentissage et de paramétrage en présence d'un ergothérapeute. A noter qu'il existe sur Internet des logiciels téléchargeables gratuits, fonctionnant avec une simple Web Cam du commerce.

Le recours à des dispositifs encore plus sophistiqués est exceptionnel mais efficace: pilotage au regard adapté aux Locked In Syndrome par exemple (système Mytobii® ou équivalent).

Enfin, il est également possible de déplacer un curseur à l'écran par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs contacteurs « on-off » disposant d'une seule fonctionnalité. Ces contacteurs permettent d'accéder à un logiciel d'émulation de souris. Dans le même registre, on peut citer la solution du pointage à la voix par l'intermédiaire d'un logiciel de dictée vocale qui peut efficacement compléter une autre modalité de pointage plus rapide.



[image001.jpg](#)

Exemple d'un accès à l'ordinateur rendu possible par une simple Trackball pour un patient tétraplégique de niveau C4



[image003.jpg](#)

Exemple d'un accès à l'ordinateur avec le dispositif de pilotage au regard MYTOBII®.

*Deux caméras disposées en bas de l'écran enregistrent le déplacement des yeux
ce qui permet le contrôle du déplacement de la souris à l'écran
le clic sur l'icône sélectionné se fait par temporisation.*

b) Interfaces de validation : contacteurs

On désigne sous le terme « contacteur » un dispositif électrotechnique destiné à interrompre ou à établir le passage du courant, à partir d'une commande électrique ou pneumatique (Simpson 2010) : contacteur à pression, contacteur au souffle, contacteur musculaire.....

Là encore, dans la plupart des cas, l'usage de matériels « grand public » est possible : clic latéraux sur une souris, sur un pavé tactile ou sur une Trackball. Ces derniers peuvent parfois être légèrement adaptés pour en faciliter l'accès (mousse ou plastique thermo-formable sur les boutons des clics pour donner plus de relief ou de déport). L'utilisation de contacteurs « déportés » est souvent nécessaire. Ils sont alors reliés au périphérique de pointage via une simple prise jack.

Il existe par ailleurs des solutions « combinées » de validation; matérielles et logicielles. Ces dernières sont employées lorsque l'interface de pointage ne possède pas de branchement de contacteur déporté pour la validation des clics. Comme pour le pointage, le(s) contacteurs sont reliés à l'ordinateur via un boîtier émulateur de contacteur(s) branché sur un port USB.

Enfin, dans certains cas difficiles, le clic par « temporisation » est possible : la personne désigne une icône à l'aide de son interface de pointage et l'ordinateur sélectionne de façon automatique cette icône après une durée paramétrable d'immobilité de la souris. Cette durée est paramétrée par l'ergothérapeute en fonction des besoins de la personne.



[image005.jpg](#)

Exemple d'un contacteur à pression utilisé par des mouvements d'inclinaison de la tête.

c) Accès au clavier et saisie d'un texte : substitution du clavier

Lorsque l'accès à un clavier standard est impossible, il existe deux types de solutions logicielles :

- la dictée vocale rendue possible de façon très efficace par des logiciels du commerce (Dragon Dictate® par exemple)
- les claviers à l'écran ou claviers virtuels : beaucoup sont en libre accès, téléchargeables sur Internet. D'autres sont payants. Les plus sophistiqués sont paramétrables : organisation des touches, contraste et taille de l'affichage, mode et vitesse de défilement.... Ils offrent des fonctionnalités qui améliorent la rapidité de saisie d'un texte : touches de raccourcis, dictionnaire de prédition de mots enrichi par le vocabulaire personnel de l'utilisateur..... Certains peuvent également gérer les déplacements de la souris à l'écran.

Compensation de l'incapacité de communication

La limitation des capacités de communication peut être liée à un trouble de l'élocution éventuellement associé à des troubles cognitifs. La préconisation d'une aide technique de communication ne se conçoit donc qu'après un bilan complet des déficiences en cause réalisé par le médecin de MPR, en appui sur l'ergothérapeute et, le cas échéant, l'orthophoniste.

Les principales indications des outils de compensation de l'incapacité de communication sont les grandes dysarthries d'origine neurologiques (séquelles de Paralysie Cérébrale, atteintes du tronc cérébral quelle qu'en soit la cause....), ou pharyngo-laryngées. La compensation d'un trouble du langage relève rarement de ce type de solution sauf lorsque les capacités d'expression écrite sont préservées. L'existence de troubles cognitifs associés à l'atteinte de la motricité nécessite certaines adaptations qui seront évoquées plus bas.

L'accès à un ordinateur permet de compenser une grande partie des limitations d'activité dans le domaine de la communication : saisie d'un texte, accès à une messagerie électronique, accès aux réseaux sociaux sur internet.

En vie quotidienne, l'utilisation d'outils dédiés à la communication interpersonnelle directe est souvent nécessaire. Les appareils les plus régulièrement utilisés sont les « téléléthèses de communication » ou « synthèses vocales ». Il s'agit d'appareils électroniques permettant la saisie d'un texte et sa retranscription orale et/ou écrite pour permettre un échange direct avec un tiers. En fonction des déficiences de l'utilisateur, la saisie du texte peut se faire via un clavier alphabétique, un clavier phonémique ou des icônes. Certaines machines offrent la possibilité d'utiliser un véritable langage élaboré à partir des icônes du clavier (système Minspeak® par exemple) : l'agencement des icônes permet la rédaction de phrases complexes. Les synthèses vocales actuellement commercialisées offrent de grandes possibilités de paramétrage, des interfaces de pilotages très diverses (Plotkin 2010), ainsi que de multiples accélérateurs de communication (prédition de mots à partir d'un dictionnaire personnalisé évolutif, pré-enregistrement de messages). Certains appareils sont « multitâches » et permettent, à partir du même boîtier, des fonctions de synthèse vocale et de contrôle d'environnement (synthèse Vantage® par exemple).

Enfin, aucun de ces appareils n'est pris en charge par le système d'assurance maladie. La constitution d'un dossier en vue d'une demande de PCH auprès de la MDPH est nécessaire pour l'obtention d'un financement.



[image007.jpg](#) Exemple de la synthèse vocale VANTAGE®.

Cet appareil associe une synthèse vocale et un contrôle d'environnement.

L'accès aux touches peut se faire par appui direct sur le clavier ou par l'intermédiaire d'un simple contacteur en mode « défilement » [image007.jpg](#)

Contrôle de l'environnement

La domotisation de l'habitat individuel et collectif offre un confort de vie qui laisse entrevoir un développement futur important dans la population générale: cette technologie, dont la « maison intelligente » illustre la forme la plus sophistiquée, est devenue un concept grand public. Le principe est de mettre à la disposition de particuliers des effecteurs commandés à distance par l'intermédiaire d'une télécommande : appareils électroménagers, appareils audiovisuels, convecteurs électriques, éclairages, volets et portes motorisés.... La communication entre la télécommande et les différents effecteurs peut passer par le courant porteur, par une commande infrarouge ou par les ondes radio. Les solutions technologiques pour l'installation d'une domotisation chez une personne non porteuse de déficience, parce que non spécifiques, ne seront pas développées ici.

En présence de déficiences motrices sévères, la seule problématique spécifique est la mise en place d'une télécommande adaptée aux capacités motrices résiduelles. Ces télécommandes, communément appelées « téléthèses » ou « contrôles d'environnement », se sont multipliées ces dernières années. Les plus simples, déjà très onéreuses, offrent de larges fonctionnalités : nombreux menus permettant de programmer le pilotage de plusieurs effecteurs, nombreux sous-menus permettant d'accéder à plusieurs fonctions du même appareil.... Leur manipulation peut se faire par contact direct avec les touches, en mode défilement via un contacteur déporté (la machine met en surbrillance successivement chaque menu et l'utilisateur sélectionne le menu désiré par l'intermédiaire de son contacteur), par l'intermédiaire d'une commande vocale ou par joystick. Ce dernier peut d'ailleurs parfois être le joystick du fauteuil roulant électrique de l'usager. Certaines téléthèses peuvent également se commander depuis un ordinateur. L'ergonomie de ces télécommandes a acquis un niveau de maturité tel que la plupart des personnes tétraplégiques peuvent bénéficier de ce type d'équipements. Des progrès restent à accomplir dans le champ du contrôle vocal pour les patients tétraplégiques les plus hauts (fiabilité médiocre des systèmes existants) et dans les options de feedback sonore et visuel.

L'accès au téléphone est une nécessité absolue. En matière de téléphonie fixe, les téléphones « main libre » sont efficaces et peu onéreux. Certains téléphones munis d'un récepteur infrarouge peuvent également être contrôlés via un contrôle d'environnement.



[image008.jpg](#)



[image010.jpg](#)

Equipement d'une chambre d'hospitalisation pour un patient tétraplégique C5 : la téléthèse (contrôle d'environnement *Gewa®*) est pilotée en mode défilement via un simple contacteur à pression, et permet l'utilisation des principales fonctionnalités du poste de télévision.

Compensation de l'incapacité de préhension

a) La Stimulation Electrique Fonctionnelle externe (SEF externe)

La SEF externe a été proposée par de nombreuses équipes comme alternative à la chirurgie fonctionnelle des membres supérieurs chez les personnes tétraplégiques par exemple. A notre connaissance, au moins deux dispositifs de SEF externe ont bénéficié d'une tentative de validation clinique et ont été commercialisés : le Bionic Glove® et le Handmaster®. Leur principe de fonctionnement est astucieux et basé sur la connaissance des mécanismes de préhension automatique des sujets tétraplégiques C6 ou C7 (Thorsen 2006). Pour le premier, la contraction des extenseurs du poignet recueillie par électrodes de surface entraîne une stimulation électrique des fléchisseurs des doigts qui permet de renforcer l'« effet ténodèse » spontané du patient. Dans le second système, la stimulation électrique des fléchisseurs des doigts est initiée par la flexion dorsale du poignet enregistrée par un goniomètre.

Aussi ingénieux que soient ces appareils, ils n'ont pas rencontré dans la population concernée le succès attendu. Leur encombrement et leur manque de discrétion sont probablement en partie responsables de cet échec relatif.

La SEF implantée offre des perspectives d'avenir intéressantes, même si la commercialisation du Freehand System® (ou FHS), seul dispositif étant parvenu à ce stade, est interrompue depuis quelques années pour des raisons économiques (Rupp 2007). Environ 300 patients tétraplégiques dans le monde ont bénéficié de l'implantation d'un dispositif de SEF implanté.

b) La robotique de compensation

La robotique de compensation est née en France dans les années 70 de la volonté du CEA (Commissariat à L'Energie Atomique) de mettre à disposition des personnes handicapées son expérience des robots télé manipulés évoluant dans les centrales nucléaires. Le premier projet français de robotique d'assistance, Spartacus, a été mené dans les années 70/80. Il a été suivi du programme européen Master/Raid (Busnel 1999) et du programme américain Provar/Devar (Taylor 1993). Ces travaux pionniers ont permis la mise au point de stations de travail robotisées destinées à de grands tétraplégiques. Les avancées technologiques de ces 15 dernières années, notamment en électronique et en informatique grand public, ont rendu ces stations de travail presque obsolètes.

La robotique mobile (robots embarqués sur fauteuil roulant ou sur base mobile) s'est développée parallèlement un peu partout dans le monde. A notre connaissance, les seuls robots mobiles ayant atteint le stade de la commercialisation et encore commercialisés sont le robot Manus® devenu I-Arm® aux Pays Bas (Driessens 2001) et le robot Jaco® [27] au Canada. Ces robots sont pilotés par l'intermédiaire d'un joystick tri-dimensionnel utilisable par des patients gardant une commande motrice, même faible, au niveau des doigts. Ils sont également utilisables moyennant quelques aménagements par des personnes ne conservant qu'une motricité proximale au niveau de leurs membres supérieurs comme des patients tétraplégique moyens ou même par des patients tétraplégiques hauts.



[image014.jpg](#)



[image012.jpg](#)

Robotique de préhension embarquée sur le fauteuil roulant de la personne : exemple du robot Jaco®

Compensation de l'incapacité de déplacement

Les progrès technologiques récents dans ce domaine ont été nombreux et concernent à la fois les techniques de SEF externes, l'appareillage (orthèses et prothèses, cf chapitre spécifique), les fauteuils roulants (cf chapitre spécifique) et les aménagements automobiles. L'essentiel de ces dispositifs étant abordés dans un autre chapitre de ces ouvrages, seuls quelques points essentiels seront évoqués ici.

a) Le fauteuil roulant

Les progrès dans le domaine du Fauteuil Roulant Manuel (FRM) ont été importants ces vingt dernières années : allégement des matériaux, multiplication des réglages possibles améliorant de façon très sensible la maniabilité des fauteuils modernes.... Sur les terrains plus difficiles et sur les longues distances, l'avènement des fauteuils roulants manuels avec assistance électrique à la propulsion (système E-Motion® par exemple) permet d'équiper des sujets présentant une déficience des membres supérieurs qui, sans ces dispositifs, auraient été contraints d'utiliser un fauteuil roulant électrique (Karmarkar 2008).

Il est indiscutable que les progrès les plus importants auxquels nous avons assisté ces dix dernières années concernent les Fauteuils Roulants Electriques (FRE). La gamme de FRE disponibles s'est considérablement enrichie, permettant d'offrir à chaque patient un large choix de fauteuils d'intérieur, d'extérieur ou mixtes. Les progrès concernent la partie mécanique des fauteuils, notamment les châssis et les roues qui offrent un plus grand confort avec le développement progressif des suspensions. Ils offrent également une maniabilité plus importante, notamment avec les modèles à roues motrices centrales. Les adaptations de l'assise sont particulièrement appréciées: assise, dossier et éventuellement repose jambes inclinables électriquement, élévateur électrique facilitant la convivialité des discussions ou les transferts.

Les évolutions les plus marquantes concernent l'électronique de commande du fauteuil :

- mise au point de multiples interfaces de pilotage : joystick standard, iso joystick ou joystick isométrique, commande occipitale, et plus rarement mini joystick ou pilotage par scanner/défilement.....
- développement de boîtiers de commande hautement paramétrables permettant d'ajuster au mieux les caractéristiques de la commande à l'utilisateur
- commercialisation de boîtiers de commande intégrant plusieurs effecteurs sous la même interface de pilotage et permettant ainsi de simplifier l'équipement des patients: commande du fauteuil, déplacement de la souris de l'ordinateur, contrôle d'environnement, contrôle d'un bras robotisé....

Enfin, la mise sur le marché de fauteuils roulant électriques disposant de fonctionnalités originales permet de répondre à certaines demandes spécifiques : fauteuils « tout terrain », fauteuils équipés d'une fonction « monte escalier » (Fauteuil Topchair® par exemple) (Laffont 2008)...

b) La SEF externe

Les dispositifs de SEF ont été proposés pour restaurer des capacités de marches à des personnes présentant une atteinte paralytique des membres inférieurs. Les contraintes gravitaires auxquelles sont soumis les membres inférieurs rendent ces solutions beaucoup moins efficientes qu'aux membres supérieurs.

En matière de SEF implantée, aucun dispositif réellement utilisable n'est actuellement disponible à notre connaissance.

En matière de SEF externe, des dispositifs de stimulation du nerf péronier pour faciliter la marche de l'hémiplégique sont commercialisés depuis très longtemps et efficaces (système Walkaid® par exemple). Les quelques dispositifs de SEF externe mis au point pour les personnes paraplégiques ont été rapidement abandonnés car peu fonctionnels (comme le système Parastep® par exemple). Des systèmes hybrides associant exosquelette de marche et SEF sont à l'étude mais aucun n'a à notre connaissance dépassé le stade de prototype.

c) Les équipements automobiles

La reprise de la conduite automobile après accident ou maladie sévère nécessite certaines démarches réglementaires. La première de ces démarches est le passage devant la Commission Médicale du permis de conduire de la Préfecture. Cette commission statue sur les capacités de la personne à reprendre la conduite en s'appuyant sur les textes réglementaires stipulant les contre indications à la conduite et en s'appuyant parfois également sur des évaluations en situation ou sur simulateur de conduite. Pour certaines personnes, l'autorisation de reprendre la conduite est assujettie à l'installation d'équipements spécifiques dans le véhicule. Dans certains cas, une régularisation du permis de conduire peut s'avérer nécessaire : la personne devra alors repasser devant un inspecteur du permis de conduire.

Lorsque des aménagements sont nécessaires, ils peuvent être proposés par les constructeurs automobiles ou par des équipementiers. Le choix de ces équipements se fait à partir de conseils prodigués par des ergothérapeutes ou des équipes pluri-disciplinaires (MDPH, établissements de MPR).

Les progrès technologiques réalisés ces dernières années par les constructeurs facilitent l'adaptation du poste de conduite à des patients présentant des déficiences motrices. La « voiture intelligente » a fait irruption dans notre quotidien et ses facilités bénéficient très largement à

nos patients : assistance à la conduite, mise en route automatique des éclairages ou des essuies glaces, boites automatiques...

Les équipements « tout au volant » sont maintenant disponibles sur la plupart des gammes de véhicules automobiles : cercle accélérateur au volant, manettes de frein ou d'accélération. Ils permettent à des personnes présentant une déficience importante des deux membres inférieurs de reprendre la conduite. La manipulation du volant peut être facilitée par une direction « sus-assistée », par une boule (hémiplégiques) ou une fourche (tétraplégiques moyens). Certaines fonctions « annexes » du véhicule peuvent être contrôlées via un boîtier à touche positionné sur le volant ou par commande vocale.

Certains équipements spécifiques comme les dispositifs pour conduite embarquée (conduire dans son fauteuil roulant) ont également vu le jour et ont simplifié l'accessibilité au poste de conduite en évitant les transferts pour les patients en fauteuil. Enfin, l'amélioration de dispositifs très sophistiqués comme le « mini manche » (conduite de la voiture au joystick) permet actuellement de redonner des possibilités de conduite à des personnes tétraplégiques de niveau C5 ou à de grands myopathes.

Perspectives d'avenir (Reikensmeyer 2012)

Progrès dans l'interface homme machine

L'interface homme machine est la clé de l'adaptabilité d'un dispositif d'assistance à une personne tétraplégique, quelle que soit la déficience en cause. Les travaux expérimentaux en cours laissent entrevoir de nombreuses perspectives pour ces patients. On peut espérer que les avancées des ces technologies dans le grand public (équipements domestiques, équipements de loisir, jeux vidéo...) vont bénéficier aux patients présentant des déficiences sensori-motrices ou cognitives sévères. Les améliorations prévisibles portent sur la nature des signaux utilisés : pression, mouvement, signaux électromyographiques ou électriques, voix.... Elles portent également sur l'« intelligence » de l'interface, ses capacités à interagir avec l'utilisateur, ainsi que sur son caractère de plus en plus intuitif. Enfin, son intégration harmonieuse dans l'environnement de la personne est une nécessité absolue sur laquelle les constructeurs doivent s'interroger.

De façon plus spécifique, le développement des interfaces cérébrales laisse entrevoir des perspectives d'avenir prometteuses (Donoghue 2007). Le principe est d'utiliser un signal cérébral pour contrôler, par exemple, un curseur à l'écran. Les signaux recueillis sont des signaux électro-encéphalographiques le plus souvent. Il existe deux types d'électrodes permettant de capturer un signal cérébral : les électrodes implantées (Simeral 2011) et les électrodes de surface. De nombreuses équipes travaillent sur ce sujet en recherche fondamentale (techniques de recueil et de traitement du signal) ou en recherche animale. Les applications sur l'homme sont déjà efficientes. Les applications des interfaces cérébrales sont nombreuses puisqu'à partir du moment où un sujet est capable de déplacer un curseur à l'écran en deux, voire en trois dimensions, il est capable de piloter un grand nombre d'effecteurs. En informatique, il est possible d'accéder à toutes les fonctions d'un ordinateur, de déplacer un avatar à l'écran en environnement virtuel... Plus surprenant encore, des expériences d'utilisation de prothèses robotisées, de pilotage de fauteuil roulant électrique, de pilotage de robots autonomes ou semi autonomes ont été rapportées dans la littérature.

Il est évident que ces outils sont expérimentaux et ne peuvent pas encore être proposés en routine aux patients présentant des déficiences motrices sévères. Il est probable que leur diffusion dans le grand public à travers les jeux vidéo et les multiples appareils électroniques qui jonchent notre quotidien permettra leur commercialisation rapide à un coût acceptable, une fois que les derniers obstacles technologiques auront été franchis.

La robotique mobile

Les robots d'assistance trouvent des applications de plus en plus nombreuses dans le domaine industriel, militaire ou grand public. La terminologie de « robotique d'assistance » prête elle même à confusion puisque sont regroupés sous le même nom des outils aussi divers que les engins destinés à la conquête spatiale, les bras mécanisés qui opèrent à la place des hommes en environnement hostile (centrales nucléaires) ou dans l'industrie (tâches mécaniques répétitives ou non), les robots humanoïdes qui hantent notre imagination et peuplent les œuvres cinématographiques.....

En ce qui concerne les personnes tétraplégiques, l'avenir est probablement aux « robots multifonction » indépendants du fauteuil de la personne. Ces dispositifs, pilotés à distance par l'intermédiaire d'un micro-ordinateur portable et embarqués sur une base mobile, seront capables d'évoluer de façon autonome en environnement connu ou inconnu. Les fonctions de préhension, de contrôle de l'environnement et de communication via Internet seront intégrées dans le même appareil. Le système sera totalement débrayable, intuitif et adaptatif. La communication avec l'environnement sera possible par l'intermédiaire de capteurs multimodaux qui commencent déjà à équiper certains fauteuils et certains robots industriels ou militaires : gyroscopes, capteurs visuels, capteurs et émetteurs à ultrasons, capteurs de pression.... La mise à disposition se fera soit par l'intermédiaire d'un prêt longue durée assumé par la collectivité, soit après acquisition.

Le "design for all"

Le "design for all" ou « conception pour tous » est un concept fondamental en matière d'ATHT. L'idée est de concevoir des produits grand public pensés accessibles en amont et donc utilisables par tous, afin de diminuer le coût global de ces technologies et d'élargir leur marché aux personnes en perte d'autonomie.

L'acceptabilité des ATHT

La question de l'acceptabilité des ATHT est une question cruciale. L'assistance technologique, parce qu'elle est omniprésente dans notre quotidien, ne peut résumer à elle seule les stratégies de compensation à mettre en œuvre pour une personne présentant une déficience quelle que soit son origine (Brochard 2007). La prise en compte de la problématique médicale sousjacente a une grande importance, au même titre que la prise en compte des besoins de la personne, de son projet de vie et de son environnement personnel, familial et éventuellement professionnel.

La recherche translationnelle

La structuration de la recherche sur les aides techniques est nécessaire pour permettre la mise au point de dispositifs innovants et utiles pour ces patients. Cette recherche est nécessairement multidisciplinaire et doit intégrer

- des cliniciens (parmi lesquels les médecins de MPR et les rééducateurs ont une place essentielle)
- des chercheurs issus des sciences de l'ingénieur (informatique, électronique, robotique....)
- des chercheurs issus des sciences du vivant (neurosciences et contrôle moteur, apprentissage....)
- et des industriels.

Elle doit intégrer dans ses réflexions les associations de patients.

Aller plus loin



[Aller plus loin](#)

Les informations sur les ATHT évoluent de façon très rapide.

Les sites Web sur lesquels vous pourrez trouver ces données sont nombreux et de niveaux différents. Ils sont souvent édités par des revendeurs de matériels ou des fabricants. Leur neutralité dans l'énumération des matériels disponible est très variable.

Les sites non commerciaux sont également nombreux. Parmi ceux-ci, on peut citer :

- le réseau des FENCICAT
- les Centres d'Expertise Nationaux de la CNSA
- les sites associatif, notamment celui de l'APF et celui de l'AFM.

Bibliographie

1. **Brochard S, Pedelucq JP, Cormerais A, Thiebaut M, Rémy-Néris O** (2007) Satisfaction with technological equipment in individuals with tetraplegia following spinal cord injury. Ann Readapt Med Phys.; 50(2): 78-84
2. **Busnel M, Cammoun R, Coulon-Lauture F, Detriche JM, Le Claire G, Lesigne B** (1999) The robotized workstation "MASTER" for users with tetraplegia: description and evaluation. J Rehabil Res Dev ; 36(3): 217-229
3. **Donoghue JP, Nurmikko A, Black M, Hochberg LR**. Assistive technology and robotic control using motor cortex ensemble-based neural interface systems in humans with tetraplegia.
4. **Driessens BJ, Evers HG, Van Woerden JA** (2001) MANUS—a wheelchair-mounted rehabilitation robot. Proc Inst Mech Eng [H] ; 215(3): 285-90 J Physiol. 2007 Mar 15;579(Pt 3):603-11.
5. **Jenko M, Matjacic Z, Vidmar G, Bester J, Pogacnikh M, Zupan A**.A method for selection of appropriate assistive technology for computer access. Int J Rehabil Res. 2010 Dec;33(4):298-305.
6. **Karmarkar A, Cooper RA, Liu H, Connor S, Puhlman J.** (2008) Evaluation of pushrim-activated power-assisted wheelchairs using ANSI/RESNA standards. Arch Phys Med Rehabil; 89: 1191-1198
7. **Laffont I, Guillon B, Pouillot S, Even Schneider A, Boyer F, Ruquet M, AegeaterP, Dizien O, Lofaso F.** (2008) Evaluation of a Stair-Climbing Power Wheelchair in 25 Patients with Tetraplegia. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation; 89(10):1958-64.
8. **Pereira CA, Bolliger Neto R, Reynaldo AC, Luzo MC, Oliveira RP**. Development and evaluation of a head-controlled human-computer interface with mouse-like functions for physically disabled users. Clinics (Sao Paulo). 2009;64(10):975-81.
9. **Plotkin A, Sela L, Weissbrod A, Kahana R, Haviv L, Yeshurun Y, Soroker N, Sobel N**. Sniffing enables communication and environmental control for the severely disabled. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010 Aug 10;107(32):14413-8.
10. **Reinkensmeyer DJ, Bonato P, Boninger ML, Chan L, Cowan RE, Fregly BJ, Rodgers MM** Major trends in mobility technology research and development: Overview of the results of the NSF-WTEC European study. J Neuroeng Rehabil. 2012 Apr 20;9(1):22.
11. **Rupp R, Gerner HJ** (2007) Neuroprosthetics of the upper extremity--clinical application in spinal cord injury and challenges for the future. Acta Neurochir Suppl. ;97(Pt 1): 419-26
12. **Simeral JD, Kim SP, Black MJ, Donoghue JP, Hochberg LR**. Neural control of cursor trajectory and click by a human with tetraplegia 1000 days after implant of an intracortical microelectrode array. J Neural Eng. 2011 Apr;8(2):025027. Epub 2011 Mar 24.
13. **Simpson T, Gauthier M, Prochazka A**. Evaluation of tooth-click triggering and speech recognition in assistive technology for computer access. Neurorehabil Neural Repair. 2010 Feb;24(2):188-94. Epub 2009 Aug 13.
14. **Taylor B, Cupo ME, Sheredos SJ** (1993) Workstation robotics: a pilot study of a Desktop Vocational Assistant Robot. Am J Occup Ther ; 47(11): 1009-13Thorsen RA, Occhi E, Boccardi S, Ferrarin M. (2006) Functional electrical stimulation reinforced tenodesis effect controlled by myoelectric activity from wrist extensors. J Rehabil Res Dev. ; 43(2): 247-56
15. **Thorsen RA, Occhi E, Boccardi S, Ferrarin M.** (2006) Functional electrical stimulation reinforced tenodesis effect controlled by myoelectric activity from wrist extensors. J Rehabil Res Dev. ; 43(2): 247-56

Ce qu'il faut retenir

Aides Technologiques de Haute technologie (ATHT)

■ Les acteurs :

L'ergothérapeute et le médecin de MPR
Le patient et son entourage (aidants)

■ La réglementation :

Place centrale de la Maison Départementale des Personnes handicapées (MDPH) pour la préconisation et les recherches de financements complémentaires indispensables pour les dispositifs onéreux non pris en charge par l'assurance maladie

■ Les domaines d'application :

Incapacité de communication, incapacité de préhension, incapacité de déplacement

■ La veille technologique

Elle est indispensable pour avoir accès à une information éclairée sur ce domaine en évolution rapide permanente.

Le médecin de MPR doit s'appuyer sur un réseau de professionnels (ergothérapeutes, nouveaux métiers de la réadaptation, revendeurs, industriels....) pour éclairer ses préconisations.