

La robotique d'assistance : un véritable secteur d'avenir ?

Cette synthèse propose un éclairage sur les robots d'assistance. L'intérêt pour l'autonomie des personnes handicapées est aujourd'hui particulièrement accru par le phénomène du vieillissement de la population. Ce n'est pas un hasard, si le Japon, pays où la population âgée est la plus importante à l'échelle mondiale, a développé une ambitieuse politique de recherche et de développement dans ce domaine.

La robotique d'assistance est probablement promue à un bel avenir et va engendrer des modifications sensibles dans notre rapport au handicap et au vieillissement.

Cette synthèse apporte des éléments d'information sur le marché des aides techniques et sur les perspectives de progrès. Elle présente également des robots parmi les plus aboutis en matière d'assistance aux personnes handicapées.

Sommaire

Introduction (p.2)

Sommaire détaillé (p.4)

I . Quand le vieillissement des populations stimule la prise en compte du handicap (p.6)

II. Les aides techniques à l'aube d'une nouvelle ère et de la robotisation (p.13)

III. Manus, Sam, Armen, HAL, Rex, Matilda, Twendy One, Nao et Roméo : les robots stars de la robotique d'assistance (p.27)

Eléments de conclusion et questionnements (p.45)



TRAJECTOIRES

Catherine Panassier

Trajectoires - Reflex

Février 2011

GRANDLYON

communauté urbaine

Direction de la Prospective et du Dialogue Public

20 rue du lac - BP 3103 - 69399 LYON CEDEX 03

www.millenaire3.com

Introduction

A l'exemple de Bruno Bonnell, pdg de l'entreprise lyonnaise Robopolis, certains affirment que la robotique va engendrer une révolution des modes de vie comparable à celle de l'ordinateur connecté à Internet ou du téléphone portable, et aussi importante que l'automobile en termes de création d'emplois. Il est certain que les évolutions dans ce domaine, particulièrement importantes ces vingt dernières années, vont fortement impacter les secteurs industriels, de la santé, des transports, de la sécurité, des loisirs, de l'éducation, de l'habitat ou encore de l'assistance, notamment aux personnes handicapées.

Déjà, nombre de robots sont entrés dans notre quotidien presque naturellement à l'exemple de la ligne D du métro lyonnais. Par ailleurs, la vente aux particuliers de robots nettoyeurs pour piscines, de surveillance ou d'aspirateurs domestiques ne cesse de croître.

Dans ce contexte, la robotique d'assistance est actuellement l'un des secteurs les plus investis avec de nombreuses recherches, une forte diversité des produits depuis les robots d'aide à la marche ou à la saisie, jusqu'au robot d'assistance véritable auxiliaire de vie en cours d'élaboration aujourd'hui.

L'objectif permanent est d'améliorer sans cesse l'autonomie des personnes dépendantes.

Cet enjeu prend une résonance particulière dans le contexte démographique actuel marqué par un fort vieillissement de la population.

Il n'est alors pas étonnant que le Japon dont la population de plus de 65 ans a dépassé le cap des 20% depuis 2006, soit le pays le plus mobilisé sur le développement de la recherche dans ce domaine. Entre 2000 et 2050, la population japonaise de plus de 65 ans devrait passer de 22 à 36 millions. C'est dans cet esprit que le METI (Ministère de l'Economie et du Commerce international) a lancé dès 1998 un projet national « Humanoid Robot Project », le « 21st Century Robot Challenge » en janvier 2001, puis a clairement priorisé les recherches en robotique en lien avec le vieillissement.

En France, le CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) a travaillé avec l'entreprise néerlandaise Exact Dynamics à la création d'un bras de saisie facile d'utilisation, nommé Manus et enrichi par le système visuel Aviso.



En 2007, la jeune et prometteuse société française Aldebaran Robotics a créé Nao, un robot humanoïde de 60 cm de haut, doté de capacités physiques et interactives poussées.

De manière non exhaustive, Nao parle, comprend, voit, reconnaît, évite les obstacles, se relève quand il est tombé, se connecte à Internet via wifi, garde son équilibre, attrape des objets, peut communiquer avec une télé ou une chaîne hifi...

À l'initiative de la société Aldebaran Robotics, un ensemble de petites et moyennes entreprises en robotique et informatique se sont regroupées au sein d'un réseau « Cap Robotique » dont la vocation est de fédérer les acteurs français engagés dans la robotique (hors robotique industrielle). Cap Robotique a annoncé la naissance de Roméo, un robot humanoïde d'assistance pour 2015.

Dans l'agglomération lyonnaise, depuis 2006, Bruno Bonnell dirige Robopolis, le leader français des robots de service en France, qui distribue par exemple l'aspirateur Roomba et développe des logiciels d'éducation et de loisirs comme le chien de compagnie Genibo. Actuellement, à l'Inserm, le laboratoire lyonnais spécialisé dans les cellules souches du cerveau essaie de rendre plus intelligent le petit ICub, un bébé robot humanoïde, et en mars 2011, Lyon accueille « Inno-Robo », le salon de l'innovation robotique qui fera une place importante à la robotique médicale et d'assistance à la personne.

La création, dans un avenir proche, de robots autonomes capables de se déplacer pour saisir des objets, de prothèses robotisées se substituant à une main humaine, de robots de rééducation pour faciliter les mouvements, ... et de robots d'assistance aux personnes dépendantes va considérablement améliorer l'autonomie des personnes handicapées ou dépendantes, et de fait, modifier l'approche et la réalité du handicap et du vieillissement.

Les perspectives de marchés de la robotique et notamment de la robotique de services sont colossales. Pour la Japan Robotics Association, le marché global pourrait atteindre 66,4 milliards de dollars en 2025 dont près de 50 milliards de dollars seraient consacrés à la robotique de service (robots assistants pour le grand public, robots d'aide à domicile, robotique médicale...). Aussi les principales firmes technologiques (Microsoft, IBM, Intel...) et industrielles (Honda, Toyota, Panasonic...) se positionnent dès aujourd'hui sur ce secteur et y consacrent une part importante de leur R&D.

Sommaire

Introduction

I . Quand le vieillissement des populations stimule la prise en compte du handicap

1) Handicap : de quoi parle-t-on ?

- a. Définition
- b. Handicap : une large diversité de situations

2) Des besoins qui grandissent quand les populations vieillissent

- a. Handicap et vieillissement
- b. Une prévisible carence de main-d'œuvre pour prendre en compte la dépendance

3) Le Japon en première ligne

- a. Japon : démographie
- b. La mise en place de politiques ambitieuses

II. Les aides techniques à l'aube d'une nouvelle ère et de la robotisation

1) Les aides techniques au service de l'autonomie : un secteur en plein développement

- a. Face aux multiples réalités du handicap, une large diversité de réponses
- b. Un marché en développement à l'échelle mondiale et à développer en France
- c. Incroyables progrès

2) Robotique : l'obligation d'une approche multidisciplinaire et la nécessité de l'expertise d'usage

- a. Des recherches qui dépassent le monde du handicap
- b. L'obligation d'une approche pluridisciplinaire
- c. Prise en compte de l'expertise d'usage
 - APPROCHE : une association pour promouvoir la robotique pour les personnes handicapées
 - L'AFM veut placer les usagers au cœur de l'innovation
 - L'exemple de l'hôpital Charles-Foix à Ivry-sur-Seine

- L'innovation ouverte ou comment le concept du «Living Lab» permet de placer l'utilisateur au centre du processus de création
- Lyon : le salon Handica pour l'autonomie à tous les âges

3) Cap robotique : l'espace fédérateur des acteurs français de la robotique

- a. Un réseau de compétences et de savoir-faire
- b. Cap Robotique concentre ses travaux sur le projet « Roméo »

III. Manus, Sam, Armen, HAL, Rex, Matilda, Twendy One, Nao et Roméo : les robots stars de la robotique d'assistance

1) Manus, Sam, Armen, HAL, Rex : les robots d'aide fonctionnelle

- a. Bras robotisé fixé au fauteuil ou embarqué sur une base mobile
 - De Manus à Armen en passant par Sam grâce aux programmes AVISO et ANSO
 - Jaco
- b. Un exosquelette pour à nouveau porter une masse, se lever, s'asseoir, marcher ou monter des escaliers
 - Exosquelette : définition
 - HAL, le squelette externe électro-mécanique commercialisé par Cyberdyne
 - REX l'exosquelette néozélandais

2) Au-delà de l'assistance fonctionnelle

- a. Paro, Matilda et autres robots de compagnie
- b. Twendy One : un auxiliaire de vie aux allures d'ET
- c. Roméo : un robot humanoïde destiné à devenir un véritable assistant des personnes en perte d'autonomie, capable même de leur porter secours en cas de chute

Eléments de conclusion et questionnements

I. Quand le vieillissement des populations stimule la prise en compte du handicap

1) Handicap : de quoi parle-t-on ?

a. Définition

Aux origines du mot « Handicap »

Le handicap est un désavantage. Le mot handicap vient de l'expression anglaise 'hand in cap', ce qui signifie « la main dans le chapeau ». Dans le cadre d'un troc de biens entre deux personnes, il fallait rétablir une égalité de valeur entre ce qu'on donnait et ce qu'on recevait : ainsi celui qui recevait un objet d'une valeur supérieure devait mettre dans un chapeau une somme d'argent pour rétablir l'équité.

L'expression s'est progressivement transformée en mot puis appliquée au domaine sportif (courses de chevaux notamment) au XVIIIe siècle. En hippisme, un handicap correspondait à la volonté de donner autant de chances à tous les concurrents en imposant des difficultés supplémentaire aux meilleurs.

On nomme handicap la limitation des possibilités d'interaction d'un individu avec son environnement, causée par une déficience qui provoque une incapacité, permanente ou non et qui mène à un stress et à des difficultés morales, intellectuelles, sociales ou (et) physiques.

Le handicap exprime une déficience vis-à-vis d'un environnement, que ce soit en termes d'accessibilité, d'expression, de compréhension ou d'appréhension. Il s'agit donc plus d'une notion sociale que d'une notion médicale.

Source : Wikipédia

Définition juridique du handicap - Loi du 11 février 2005 –

« **Constitue un handicap**, au sens de la présente loi, **toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicapé ou d'un trouble de santé invalidant** ».

La détermination du taux d'incapacité s'appuie sur une analyse de cinq interactions entre trois dimensions :

- **Déficiences** : toute perte de substance ou altération d'une structure ou fonction psychologique, physiologique ou anatomique. La déficience correspond à l'aspect lésionnel et équivaut dans la définition du handicap, à la notion d'altération de fonction.

- **Incapacité** : toute réduction résultant d'une déficience, partielle ou totale de la capacité d'accomplir une activité d'une façon ou dans les limites considérées comme normales pour un être humain. La capacité correspond à l'aspect fonctionnel dans toutes ses composantes physiques psychiques et équivaut, dans la définition du handicap, à la notion de limitation d'activité,

- **Désavantage** : toute limitation de la possibilité d'accomplir un rôle social...les limitations «voire la possibilité » de l'accomplissement d'un rôle social normal en rapport avec l'âge, le sexe, les facteurs sociaux et culturels. Le désavantage (et donc la situation concrète de handicap) résulte de l'interaction entre la personne porteuse de déficience et/ou d'incapacité et son environnement.

Le guide – barème comprend huit chapitres correspondant chacun à un type de déficience :

Déficience intellectuelle et difficulté de comportement.

Déficience du psychisme.

Déficience de l'audition.

Déficience du langage et de la parole.

Déficience de la vision.

Déficience viscérale générale.

Déficience de l'appareil locomoteur.

Déficience esthétique.

Les apports de la science et de la technologie à la compensation du handicap - Rapport de Mme Bérengère Poletti, Députée -OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES- Juillet 2008

b. Handicap : une large diversité de situations

2 300 000 personnes sont administrativement reconnues comme handicapées en France, dont 60 % sont atteintes de déficience motrice.

Origine des déficiences

12 % des déficiences signalées sont imputées à des accidents,
10 % à des causes "précoces" : complications de grossesse ou d'accouchement, malformations congénitales, voire maladies héréditaires.
Le vieillissement est invoqué dans 26 % des cas.

INSEE N° 742 – Octobre 2000

Il existe entre le handicap ressenti par la population, tel qu'il est évalué par les enquêtes, et la reconnaissance administrative de ce dernier, un rapport qui, pour certains handicaps, va de un à dix. Ceci explique, en partie, que les chiffres le plus souvent avancés pour évaluer le nombre de personnes handicapées en France se situent entre 3 300 000 et 5 millions de personnes. Ce nombre s'accroît, et 730 000 personnes environ déposent chaque année un dossier de reconnaissance de leur handicap auprès des COTOREP.

Les inégalités face au handicap sont très marquées selon les milieux sociaux

Cette réalité a été mise en évidence par l'enquête INSEE réalisée en 2000 auprès des personnes vivant en institutions.

Un enfant d'ouvrier a sept fois plus de risque d'entrer dans une institution pour enfants handicapés qu'un enfant de cadre ou profession libérale.

L'inégalité face au handicap est également tangible pour les personnes vivant en domicile ordinaire. Par exemple, la proportion des personnes de milieu ouvrier déclarant au moins une déficience est 1,6 fois plus élevée que chez les cadres (une fois éliminé l'effet des différences de structure par âge). Pour les moins de 20 ans, ce rapport est de un à deux.

La capacité à garder l'enfant handicapé au domicile familial est également différente : à handicap de gravité équivalente, la proportion d'enfants handicapés entrant en institutions est trois fois plus élevée chez les ouvriers et employés que chez les cadres et professions intermédiaires.

Enfin l'origine sociale joue non seulement sur la fréquence des déficiences, mais aussi sur leur concrétisation dans les autres domaines : à déficiences semblables, les difficultés dans la vie quotidienne (mesurées par les incapacités) sont plus fortes dans les milieux modestes.

INSEE N° 742 – Octobre 2000

2) Des besoins qui grandissent quand les populations vieillissent

Le vieillissement des populations s'accélère, ainsi que le nombre des personnes dépendantes. Le nombre des personnes âgées de plus de 85 ans sera multiplié par 2 d'ici à 2020, et on préfère vieillir à domicile plutôt qu'en maison de retraite. Proportionnellement, le nombre d'aidants familiaux et professionnels sera rapidement insuffisant, aussi, malgré certaines réticences culturelles, les projets de robots d'assistance sont amenés à se développer.

a. Handicap et vieillissement

L'espérance de vie moyenne a dépassé les 80 ans depuis 2004

La perspective annoncée du vieillissement de la population accroît considérablement le potentiel de recherche, d'application et de développement dans le domaine de l'assistance aux personnes handicapées.

En 2005, un Français sur cinq était âgé de 60 ans ou plus.
En 2050, c'est un Français sur trois qui aura atteint cet âge.

Dans leur rapport « Vivre ensemble plus longtemps » remis au gouvernement en juillet 2010 Virginie Gimbert et Clélia Godot du centre d'analyse stratégique (CAS, ex-commissariat au Plan), proposent de faire du vieillissement de la population française une opportunité.

Elles considèrent que « *le vieillissement est d'abord synonyme de longévité accrue pour tous et, plus encore, de longévité accrue en bonne santé* ». Selon leur étude, le pays serait marqué par deux formes de vieillissement, l'allongement de la durée de la vie et un vieillissement lié à la montée en âge des générations du baby-boom. En revanche, contrairement à l'Allemagne, la France est beaucoup moins confrontée au vieillissement par le bas, grâce à son taux de fécondité élevé.

Les auteures soulignent qu'il convient de distinguer « les séniors », soit l'ensemble des individus entre 50 et 75 ans, qui, « *encore en emploi ou à la retraite, sont bien insérés dans la vie sociale ou économique et sont en bonne santé* » ; les « personnes âgées » (plus de 75 ans) : « *c'est aux alentours de cet âge que la santé se dégrade et que des vulnérabilités apparaissent* » ; enfin les « personnes dépendantes », puis le « grand âge » (au-delà de 85 ans).

b. Une prévisible carence de main-d'œuvre pour prendre en compte la dépendance

Virginie Gimbert et Clélia Godot mettent en évidence le défi à relever pour les années à venir de « *composer avec une population active plus âgée, ce qui rendra l'enjeu du maintien de l'emploi de seniors crucial* », et de faire face « *à un problème de manque de main-d'œuvre pour prendre en charge les "deux dépendances", celles des personnes âgées et celle des enfants* ».

Le nombre de personnes dépendantes devrait atteindre un premier pic dès 2020 : 1.2 million

CAS

Sur les 12 à 13 millions d'individus qui constituent la population française des aînés, environ 10% sont allocataires de l'APA - l'allocation personnalisée d'autonomie - et à ce titre considérés comme dépendants, un peu plus de la moitié subissent ou ont subi des affections de longue durée et voient donc diminuer leur autonomie.

Alain Franco - Vivre Chez soi - Rapport remis à la Secrétaire d'État en charge des Aînés en juin 2010

La question des aides techniques n'est pas précisément abordée dans le rapport « Vivre ensemble plus longtemps ». Cependant, celui-ci évoque les conséquences importantes de la dépendance en termes économiques pour les personnes vieillissantes, mais aussi et surtout pour les familles mettant en évidence que l'aide des enfants à leurs parents dépendants renvoie en particulier à des solidarités ascendantes fortes qui induisent de nouveaux rapports intergénérationnels.

Ainsi, **la dépendance pose la question de la main d'œuvre pour assister les personnes dépendantes, mais également celle du coût de ces prestations.** Le développement des aides techniques pour soulager l'assistance professionnelle peut alors représenter un avantage économique important.

L'enjeu est majeur pour les personnes elles-mêmes, leurs familles, mais aussi pour les collectivités. Le coût de la dépendance est difficilement supportable par les pays vieillissants déjà bien endettés. La prévention et l'autonomie des personnes, notamment dans une perspective de maintien à domicile avec le moins d'aides en personnel possible, sont des axes de développement qui s'imposent.

La robotique d'assistance comme la domotique apparaissent alors comme des domaines de progrès particulièrement incontournables.

Aider les personnes âgées dépendantes à conserver leur autonomie le plus longtemps possible, et leur permettre de rester à domicile est un rôle essentiel attendu des robots.

Dans cette perspective, le Japon, qui est le pays le plus âgé du monde, s'est lancé dans une politique particulièrement ambitieuse.

3) Le Japon en première ligne

a. Japon : démographie

Alors que la population japonaise devrait connaître un déclin et passer de 126,9 à 100,6 millions d'habitants entre 2000 et 2050, la tranche d'âge des plus de 65 ans devrait elle s'accroître et passer de 22 à 36 millions.

La démographie japonaise se distingue ainsi de celle des autres pays industrialisés par l'état d'avancement du vieillissement qui est récent, rapide et particulièrement important.

L'accélération du processus de vieillissement japonais s'est traduite par la contraction de la population active dès 1999 et celle de la population totale en 2005, ce qui fait du Japon le pays le plus avancé dans ce processus commun aux pays de l'OCDE. Dans de nombreux pays, la réponse des pouvoirs publics s'est concrétisée très tôt par des politiques favorables à l'immigration et/ou par l'application de politiques natalistes dynamiques. Pour des raisons sociologiques liées à son histoire (homogénéité de la population, image négative des politiques pronatalistes), le Japon ne s'est pas engagé dans ces directions. Il a exploré les voies permettant d'amortir le choc du vieillissement, tout en s'efforçant de relever le double défi du maintien du niveau de vie et de la préservation du statut de puissance mondiale.

b. La mise en place de politiques ambitieuses

Confrontés à ce processus de vieillissement intense, les pouvoirs publics ont été contraints de rénover le système social et d'aménager l'environnement urbain. Ils ont engagé des politiques actives en faveur de l'emploi des séniors, de la prévention du vieillissement, des services et du maintien à domicile, mais aussi de l'innovation. Le programme « 21st Century Robot Challenge », lancé en 2001 à l'initiative du METI (Ministère de l'Économie et du Commerce international) constitue un bon exemple de politique unifiée de promotion des robots domestiques.

À travers les plans quinquennaux successifs du MEXT (Ministère de l'Éducation, des Sciences et de la Technologie) et la politique industrielle du METI, on a assisté à un ciblage de plus en plus précis des secteurs prioritaires de recherche, en lien notamment avec le vieillissement : santé, robotique, technologies de l'information et de la communication – TIC.

Pour combler le retard qu'il accusait dans les TIC à la fin des années 1990, le Japon a développé des politiques publiques très volontaristes d'installation d'infrastructures et de développement de l'utilisation de ces technologies dès 2001.

Aujourd'hui, il domine le marché mondial des robots industriels et domestiques, des terminaux mobiles, des marqueurs électroniques. En outre, il est devenu le leader des tests des usages publics des TIC du futur, notamment pour les applications du téléphone mobile (contrôle domotique, terminal de paiement, etc.).

De son côté, le secteur privé a cherché à anticiper le choc du vieillissement, puis à en tirer parti. Dès les années 1970, les industriels japonais ont introduit des robots dans les chaînes de production pour pallier la pénurie de main-d'œuvre et augmenter la productivité. À partir des années 1990, ils ont combiné des stratégies d'automatisation, de délocalisation de la production à faible valeur ajoutée à l'étranger et de recentrage de la production domestique sur des produits à valeur ajoutée croissante grâce à un haut niveau de dépenses de R&D (plus de 3 % du PIB).

Le secteur privé combine des stratégies de valorisation et de maintien des seniors dans l'emploi, d'optimisation du capital humain et de recours à des chercheurs étrangers. Outre ces mesures défensives, ils s'engouffrent désormais dans le créneau porteur du marché du troisième âge (nouveaux produits et services).

Le Japon investit des sommes considérables dans la recherche afin de créer des "partenaires" humanoïdes ou des "assistants" robotiques comme Saya. La Japan Robot Association (JRA), financée par le ministère de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie, affirme qu'en 2015 des robots "intelligents" seront commercialisés et qu'en 2025, pleinement intégrés à la vie quotidienne, ils représenteront un marché de 8 000 milliards de yens, environ 65 milliards d'euros.

EMPLOI • Déjà au service des Japonais - *Courrier International* 12.05.2010

Ainsi, le Japon privilégie les recherches et le développement en matière de robotique d'assistance. Sa politique consiste à accepter le déclin de sa population en privilégiant le développement de la robotique et non l'immigration. Les robots soignants, les robots de compagnie et les équipements robotisés sont destinés à répondre aux besoins d'une population vieillissante. Cette politique conduit à avoir des robots très proches des humains en leur ressemblant au maximum. Cela dans le but de palier au manque de personnels à venir. La culture nipponne permet d'introduire le robot dans une relation affective, relation plus difficile à accepter en Europe, et notamment en France.

II . Les aides techniques à l'aube d'une nouvelle ère et de la robotisation

La préoccupation permanente des personnes handicapées et de leur entourage est de réduire le désavantage, de minimiser les conséquences du handicap pour acquérir une plus grande autonomie.

La recherche et le développement dans le domaine des aides techniques se sont progressivement renforcés au fil du temps et connaissent aujourd'hui une progression particulière. En effet, ce secteur bénéficie des importants progrès en cours dans l'ensemble des domaines de l'informatique et du numérique, de l'information et de la communication, des sciences et technologies.

La robotique s'inscrit ainsi dans la continuité d'une recherche spécifique en matière d'amélioration de l'autonomie des personnes handicapées, et à l'intersection de différents champs de recherche et de développement.

Elle représente une étape fondamentale dans l'histoire des aides techniques.

1) Les aides techniques au service de l'autonomie : un secteur en plein développement

a. Face aux multiples réalités du handicap, une large diversité de réponses

Le handicap revêt une multitude de formes, mais cette diversité est traversée par une préoccupation commune et transversale, celle de l'autonomie de la personne handicapée. Ainsi, l'assistance aux personnes handicapées se caractérise aussi par une grande diversité de réponses depuis l'aide apportée par des personnels (auxiliaire de vie...), l'assistance animale (chiens pour aveugles...) et des aides techniques.

Aide technique pour personne handicapée : définition

Tout produit, instrument, équipement ou système technique utilisé par une personne handicapée, fabriqué spécialement ou existant sur le marché, destiné à prévenir, compenser, soulager ou neutraliser la déficience, l'incapacité ou le handicap.

Définition - norme internationale ISO 9999

Les aides techniques sont généralement définies comme les moyens destinés à permettre à la personne de retrouver une autonomie pour l'aider à se maintenir dans son cadre de vie, ou à compenser une partie des conséquences de son handicap. Elles présentent l'avantage d'une disponibilité totale, 24 heures sur 24.

Le marché des aides techniques représente plus de 60 000 produits différents.

Orthèses ou prothèses, déambulateurs, fauteuils roulants, tables, sièges et lits réglables, lève personnes, barre d'appui, aménagements de voiture, cannes, loupes, tourne pages, porte livre, téléphones, intercoms, ordinateurs, tableaux de communication et synthèses de parole, couverts adaptés, alarmes tactiles, sont autant d'exemples d'aides techniques qui permettent une plus grande autonomie des personnes handicapées.

Importance de la population actuellement concernée par les aides techniques en France

- 1 500 000 personnes malvoyantes
- 60 000 personnes aveugles
- 3 500 000 personnes malentendantes
- 450 000 atteintes de déficience auditive sévère ou profonde
- 1 000 000 de personnes souffrant d'un handicap mental
- 850 000 personnes souffrant d'un handicap moteur isolé
- 1 400 000 personnes atteintes d'un handicap moteur associé à d'autres déficiences.

Le rapport Charzat estime à 600 000 les personnes atteintes d'un handicap psychique.

Il ressort de l'enquête HID (handicaps – Incapacités - Dépendance) que 5,4 millions de personnes déclarent utiliser des aides techniques dont :

- 400 000 personnes en institution,
- 5 millions de personnes à domicile.
- 1,2 million de personnes déclarent être appareillées au moyen d'une prothèse

CNSA

b. Un marché en développement à l'échelle mondiale et à développer en France

Le marché des aides techniques représente un marché important et en développement à l'échelle mondiale.

Le marché mondial des aides techniques représente 19 milliards d'euros, soit 12% du marché des biens médicaux.

En France, le marché se caractérise par un très faible nombre de constructeurs et son étroitesse interdit la mise en œuvre d'une réelle concurrence. De ce fait, les prix sont très élevés, ce qui pèse lourdement sur le budget des personnes handicapées générant de grandes inégalités sociales et sur le niveau réel du remboursement.

Certaines aides sont correctement prises en charge par l'assurance maladie, à l'exemple des fauteuils roulants manuels, d'autres ne sont pas du tout remboursées (aides à la lecture assistée par ordinateur), ou de manière insignifiante par rapport à la dépense (prothèses auditives). La complexité de la prise en charge entraîne des difficultés indéniables pour les industriels, comme pour les personnes handicapées.

Dans son rapport « Les apports de la science et de la technologie à la compensation du handicap » de juillet 2008, Bérangère Poletti préconise des voies pour remédier aux déficiences du Marché :

- L'information : la difficulté d'accès à l'information constitue une plainte récurrente de tous les intervenants. Deux regrets sont principalement formulés : un apport insuffisant des centres d'information et de conseils sur les aides techniques (CICAT) et une méconnaissance du rôle des ergothérapeutes.
- La normalisation : le premier impératif pour réduire les prix est d'intégrer la prise en compte du handicap dès la conception du produit.
- La location : sa généralisation permettrait une diffusion plus large des aides techniques.

c. Incroyables progrès

Des progrès considérables ont été accomplis dans le domaine de l'interface entre l'homme et la machine, qui complètent ceux enregistrés en domotique et en robotique et constituent une profonde évolution dans le monde du handicap.

La possibilité de commander un ordinateur par des mouvements de la tête, voire avec la pupille, constitue une avancée essentielle dans la compensation des handicaps les plus lourds. Dans un avenir proche, le fauteuil des personnes les plus lourdement handicapées sera vraisemblablement conçu comme une véritable « centrale » permettant de retrouver une plus grande autonomie de déplacement, mais également d'accomplir, grâce à l'installation d'un bras robotisé, un certain nombre de tâches, par exemple se saisir d'un verre et boire ou ramasser un objet.

Les technologies et services pour l'autonomie constituent un secteur économique porteur, dont l'innovation est fortement encouragée dans certains pays (Etats-Unis notamment) par la recherche académique, donnant naissance à un tissu industriel de PME très dynamiques qui réinvestissent une part importante de leur chiffre d'affaires en R&D. Si certains se spécialisent sur des niches technologiques (les robots thérapeutiques pour les Pays-Bas, les technologies de la motricité et de l'hygiène pour le Danemark, etc.), d'autres comme le Japon ou la Corée du Sud ont intégré plus largement les problématiques d'autonomie dans une approche de « conception universelle » (design for all).

En France, des initiatives telles que la création du Centre National de Référence Santé à Domicile et Autonomie ou l'action de certains pôles de compétitivité permettent le développement du secteur, dans une recherche constante d'innovation par les usages.

Alain Franco - Vivre Chez soi - Rapport à la Secrétaire d'État en charge des Aînés - Juin 2010

En effet, aujourd'hui, de nombreux progrès sont véritablement porteurs d'espoirs. Dans son rapport, Bérangère Poletti souligne les avancées dans le domaine du handicap moteur à travers les bras et jambes artificiels commandés directement par le cerveau ou les exosquelettes permettant d'améliorer considérablement la marche. Au niveau du handicap mental et cognitif, les robots en forme d'animaux permettent de compléter les thérapies comportementales mises en œuvre, ou les téléphones portables simplifiés pour les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer.

C'est probablement dans le domaine du handicap sensoriel que les espoirs sont les plus grands et les plus tangibles.

La chirurgie ophtalmologique a déjà permis de diminuer sensiblement le nombre de personnes aveugles. Néanmoins, elle est encore impuissante face à certaines maladies pour lesquelles le recours à des aides techniques demeure la seule solution. On estime qu'à un horizon de l'ordre de dix ans, une partie significative des personnes ayant perdu la vue retrouvera une certaine perception visuelle grâce à des prothèses fixées sur la rétine. Pour les maladies à l'origine de la dégénérescence maculaire, l'idée est d'essayer d'amplifier le peu de vision qui reste au patient pour lui permettre de retrouver ou de garder son autonomie avec des lunettes à amplification. Par ailleurs, les aides au déplacement, telles que les cannes blanches en intégrant des dispositifs tels que le GPS, faciliteront grandement l'insertion des malvoyants.

En ce qui concerne l'handicap auditif, les progrès de l'informatique et de la miniaturisation devraient permettre une amélioration très importante des prothèses auditives. Les nouvelles techniques de lutte contre la surdité, en particulier les implants cochléaires, permettent de supprimer la surdité profonde. Les prothèses acoustiques, grâce à l'amélioration des techniques numériques, progressent également.

Par ailleurs, la conception de ventilateurs à peine plus grands et plus lourds qu'un téléphone portable pourra aider les patients atteints de troubles respiratoires à retrouver une mobilité plus importante. À terme, les ventilateurs devraient connaître la même évolution technologique que celle des pacemakers cardiaques. D'ores et déjà, il existe des neuroprothèses pour stimuler les muscles de la respiration et ainsi « libérer » le patient de son poumon artificiel durant quelques instants.

2) Robotique : l'obligation d'une approche multidisciplinaire et la nécessité de l'expertise d'usage

a. Des recherches qui dépassent le monde du handicap

Les innovations les plus remarquables dans le domaine de l'autonomie des personnes handicapées ne sont pas spécialement issues des recherches dédiées à cette cause. En effet, les innovations techniques majeures dont ont bénéficié les personnes handicapées durant les dernières décennies ont été produites à travers des appareils dont la finalité n'était pas de réduire le handicap.

- Les logiciels de lecture d'écran pour les malvoyants ont été rendus possibles par les progrès de la synthèse de parole.
 - Les machines qui permettent de faire lire les pages d'un livre sont une combinaison des techniques de numérisation, de reconnaissance des formes et de synthèse de parole.
 - Cette dernière, couplée à l'informatique, redonne la possibilité de s'exprimer à des gens que la maladie et la déficience motrice cantonnaient autrefois dans l'isolement.
- Aucune de ces techniques n'avait été développée à l'origine pour ce genre d'application.

Les bras articulés pour les personnes handicapées motrices reposent sur les résultats de recherche en robotique, électronique, mécanique, et en intelligence artificielle.

La miniaturisation des techniques de laser permet aujourd'hui de compléter de manière très intéressante la canne blanche et de pousser un peu plus loin les limites de la perception de l'environnement.

Les implants cochléaires ont fait des progrès considérables ces dernières années, grâce à la miniaturisation électronique et aux progrès de la théorie du signal.

L'intelligence artificielle permet de concevoir des aides à la communication pour des personnes handicapées intellectuelles.

Les bouleversements liés au passage à l'ère numérique modifient considérablement les possibilités technologiques en matière d'aide à l'autonomie. Technologies dites sociales (de mise en relation) d'assistance ou de santé, faisant appel à des outils divers, tels que la visiophonie, les capteurs (chute, actimétrie), la robotique (robothérapie, dispositifs de rappels de tâche), elles peuvent transformer de façon décisive le « chez soi ». L'usage de déambulateurs intelligents (éviteurs de collision), d'un éclairage adaptable, ou d'un habitat communicant utilisant toutes les ressources de la domotique peut contribuer de façon forte à une vie harmonieuse à domicile. De même des dispositifs tels que la géo-localisation d'appareils de secours (défibrillateurs cardiaques...) peuvent faciliter le maintien dans un environnement non médicalisé.

Alain Franco - Vivre Chez soi - Rapport à la Secrétaire d'État en charge des Aînés - Juin 2010

b. L'obligation d'une approche pluridisciplinaire

Travailler dans le monde de la robotique d'assistance, c'est ainsi apprendre à mener des recherches, par nature, pluridisciplinaires.

Or la communication ne va pas toujours de soi entre les mondes de la médecine et de la mécanique, de l'informatique et de la psychologie, et parfois avec les personnes handicapées elles-mêmes.

« Lorsque nous avons voulu monter une plate-forme expérimentale de robotique au cœur de l'Hôpital Poincaré de Garches, au début des années 90, les choses ne se sont pas faites naturellement, loin s'en faut », se souvient Mounir Mokhtari.

Pour le chercheur de l'Handicom Lab, les deux mondes, médical et robotique, ne savaient tout simplement pas se parler. La place des robots dans l'hôpital était à inventer. *« Aujourd'hui, l'apport de cette plate-forme unique en France est considérable, car elle est en prise directe avec les patients et leurs besoins ».*

Travailler avec les médecins ou les rééducateurs assure aussi de prendre en compte la dimension psychologique de la robotique d'assistance : l'apprentissage est souvent long, délicat pour la personne handicapée qui doit se familiariser avec son robot. Mais une fois maîtrisé, il peut devenir un précieux compagnon.

Combiner des moyens de télésurveillance avec des robots d'assistance

Depuis 2005, l'IBISC (laboratoire d'Informatique, de Biologie Intégrative et des Systèmes Complexes) et TELECOM & Management SudParis ont noué des pistes de réflexion pour associer robotique et domotique, c'est-à-dire mutualiser les technologies capables de rendre maisons et objets "intelligents".

Pourquoi ne pas combiner, par exemple, des moyens de télésurveillance (caméras, capteurs au sol) avec des robots d'assistance ?

Non seulement l'alerte pourrait être donnée en cas de crainte pour la santé de la personne âgée, mais le robot pourrait dans ce cas être programmé pour assurer des tâches d'urgence. IBISC participe ainsi, avec une équipe de TELECOM & Management SudParis dont les travaux portent sur la télévigilance, à deux projets initiés en 2008 financés l'un par l'Agence nationale de la recherche et l'autre par l'Europe. L'objectif plus large d'aider la personne en perte d'autonomie semble avoir trouvé un écho auprès des financeurs publics. L'Handicom Lab (TELECOM & Management SudParis), a déjà exploré les pistes de la domotique, puisque Mounir Mokhtari et ses collègues ont équipé un centre de vacances pour personnes handicapées, près de Toulon dans le sud de la France, de systèmes de commandes à distance : fermer les volets, allumer la lumière, éteindre la radio,... sont quelques-unes des fonctions que les pensionnaires séjournant dans ce centre peuvent exécuter à partir de leur fauteuil roulant doté d'une petite télécommande.

Par ailleurs, le même laboratoire a entamé, en collaboration avec l'hôpital Broca à Paris, des travaux sur l'utilisation de l'outil informatique, voire robotique, pour aider les patients à lutter contre les effets de la maladie d'Alzheimer.

Handicom Lab

Il suffirait d'adapter ce type de système au mode de vie des personnes âgées : en imaginant une interface à partir d'une simple télécommande de télévision par exemple. Avec les ondes radio ou les courants porteurs en ligne, il est ensuite aisé de piloter nombre d'objets ou d'équipements de la maison, sans travaux à réaliser au domicile pour la mise en place du système.

Mounir Mokhtari-Handicom Lab

Assistant personnel ergonomique

Séquencer les mouvements du robot et les modéliser en langage informatique n'est pas tout : il faut aussi penser en termes d'ergonomie. À l'heure actuelle, l'interface homme-machine qui pilote le robot est un petit pavé numérique : les chercheurs travaillent désormais sur l'idée d'un assistant personnel avec écran couleur pour remplacer le boîtier de commandes. (PDA : Personal Digital Assistant ou assistant personnel). Doté d'un système d'exploitation propre, les PDA peuvent accueillir les applications tierces les plus diverses (calcul d'itinéraires, gestionnaire de listes de courses, jeux...). Non seulement la prise en main du robot serait plus simple et plus conviviale, mais il serait possible de préprogrammer des mouvements très fréquents (prendre un verre par exemple), et de communiquer avec l'environnement du robot. Certains PDA intègrent un téléphone, et tous sont désormais équipés de liaisons radio (Wifi ou Bluetooth) ou infrarouge qui permettent de mettre en place des commandes à distance vers les lumières, la télévision, l'ouverture des portes, etc.

Handicom Lab

c. Prise en compte de l'expertise d'usage

Le champ de la robotique d'assistance est particulièrement complexe du fait des diverses disciplines auquel il fait appel mais aussi de la diversité des situations de handicap difficiles à évaluer. Aussi, dans ce domaine, il est tout particulièrement indispensable de travailler avec les futurs usagers. L'expertise d'usage est en effet essentielle en matière de robotique d'assistance. Les recherches dans le domaine de la robotique d'assistance ne sauraient être menées par les seuls spécialistes de mécanique, d'informatique ou d'électronique (les 3 disciplines qui interviennent fortement dans le domaine de la robotique).

Travailler avec les personnes handicapées et évaluer les robots développés en laboratoire nécessite de trouver des volontaires et de pouvoir définir des modes de tests qui donneront des informations utiles aux chercheurs.

➤ **APPROCHE : une association pour promouvoir la robotique en faveur des personnes handicapées**

En France, les premières expériences de robotique d'assistance aux personnes handicapées datent des années 1975. Les premiers robots étaient issus de la technologie du CEA qui voulait exploiter son expérience des manipulateurs en milieu hostile. Deux types d'outils de robotique sont actuellement disponibles, les robots embarqués mobiles et les stations de travail robotisées fixes.

Le développement de la robotique d'assistance en France est soutenu par l'association APPROCHE (Association Pour la Promotion de la Robotique Concernant les personnes Handicapées) créée en 1992, pour initier, soutenir et assurer la promotion, la recherche et la réalisation d'aides techniques de haute technologie en faveur des personnes en perte d'autonomie, du fait d'un accident, d'une maladie ou de l'âge.

APPROCHE rassemble 14 établissements de soins de suite et de réadaptation, répartis sur toute la France, dont la Clinique du Grésivaudan de St Hilaire du Touvet en Rhône-Alpes.

Ces établissements mènent une réflexion autour des nouvelles technologies : robotique d'assistance ou de rééducation, domotique, technologies de l'information et de la communication, communication améliorée et alternative...

L'expertise d'APPROCHE porte sur :

- La réalisation de cahiers des charges réunissant à la fois les besoins réels des personnes handicapées sur des produits ciblés (bras télémanipulateurs, bras robotique manipulateur monté sur une base mobile...) et l'avis des professionnels de santé pour des projets liés au milieu du soins (robot de rééducation du membre supérieur...).
- La recommandation de fonctionnalités des aides techniques en fonction des besoins des personnes en situations de handicap.
- L'évaluation, clinique et technique, des projets auprès des personnes en perte d'autonomie en milieu écologique (en appartement thérapeutique ou sur le lieu de vie).

En Rhône-Alpes, le Docteur Anne Prince de la clinique du Grésivaudan en Isère est membre du réseau Approche depuis plus de quinze ans. Convaincue de la nécessité d'une collaboration entre les scientifiques et ceux qui vivent leur handicap au quotidien, elle a participé à des expérimentations d'usages notamment dans le cadre du projet du bras articulé Manus. *« Il est essentiel que la vision scientifique se confronte à la réalité. »* Aujourd'hui, avec grands regrets, mais par manque de temps et de moyens, elle a dû arrêter cette collaboration active avec le réseau Approche dont elle suit cependant toujours les travaux. *« L'intérêt de telles démarches est de les multiplier car c'est dans la mise en commun des connaissances que l'on peut progresser. »*

Dans le même esprit de collaborations entre scientifiques et patients, la clinique du Grésivaudan a participé au projet de prévention des escarres du tétraplégique conduit par Yohan Payan Directeur de Recherche CNRS, TIMC-IMAG, Université de Grenoble. *« L'autonomie de la personne handicapée passe aussi par la préservation des corps. »* Les capteurs de la nappe sur laquelle la personne handicapée est assise sont reliés à une matrice qui indique à la personne les risques d'escarre et le côté sur lequel elle doit bouger son assise. *« Nous avons pu transmettre aux chercheurs notre connaissance des patients et de la problématique, ainsi que notre expérience de testeurs ».*

➤ **L'AFM veut placer les usagers au cœur de l'innovation**

Les chercheurs du laboratoire d'Informatique, de Biologie Intégrative et des Systèmes Complexes (IBISC) ont fait appel à l'AFM (Association Française contre les Myopathies) et à son réseau d'adhérents pour mettre ARPH, un robot autonome d'assistance aux personnes handicapées, à l'épreuve dans les mains d'une dizaine d'utilisateurs. Pour les chercheurs, comme pour les futurs utilisateurs ces partenariats sont précieux.

De même, Olivier Meulle, technicien à TELECOM & Management Sud Paris, qui vit lui-même en fauteuil roulant équipé du bras articulé Manus sur lequel travaille l'équipe de l'Handicom Lab, transmet ses conseils et ses évaluations permanentes pour permettre de progresser. Leurs travaux portent sur l'interaction homme-machine et l'usage des aides technologiques pour améliorer la qualité de vie des personnes dépendantes, essentiellement, les personnes handicapées et âgées.

Je teste les petites améliorations que nous apportons au robot, j'ai mis en place une grille d'évaluation des commandes pour que nous puissions analyser leur usage, le contexte dans lequel telle ou telle action était réalisée. Parce que je l'utilise au quotidien, je fais aussi des suggestions qui aident à améliorer le système : je n'arrivais pas, il y a encore quelques mois, à insérer une disquette ou un CD dans le lecteur de l'ordinateur avec le bras. À force d'essais, j'ai eu l'idée de faire fabriquer une sorte de crochet dont se saisirait le robot pour attraper les Cds, et d'améliorer l'adhérence de la pince grâce à du velcro.

Olivier Meulle, technicien à TELECOM & Management Sud Paris

L'Association contre les Myopathies dispose d'une « cellule innovation » dans le domaine des aides techniques. Sa stratégie est claire : pour proposer des aides techniques adaptées, elle part des besoins des utilisateurs – les personnes en situation de handicap – et joue le rôle d'interface entre ces derniers, les chercheurs, les différents spécialistes et les industriels. Avec le souci permanent de réduire le coût final du produit.

A ce jour, l'AFM a arrêté tout programme autour du Manus. Cependant l'association vient de lancer une expertise autour de la compensation du membre supérieur afin de mieux déterminer les besoins réels au quotidien. Cette étude porte notamment sur les besoins concrets en matière de robotique. Actuellement en cours de réalisation, l'étude devrait être présentée sur le site de l'AFM en mai 2011 : www.afm-telethon.fr/

➤ L'exemple de l'hôpital Charles-Foix à Ivry-sur-Seine

Gérontechnologies : réseau de compétences et plateforme d'évaluation

Le réseau de compétences en gérontechnologie et la plateforme d'évaluation de l'hôpital Charles-Foix ont été présentés mardi, à l'occasion d'une conférence de presse par Benjamin Zimmer, chargé de mission à Aresa, étudiant à l'école Centrale Paris et Aude Poulain, coordinatrice générale du projet à Médialis (PME secteur de la santé).

Le pôle "allongement de la vie" de l'hôpital Charles-Foix (Ivry-sur-Seine) comprend cinq projets parmi lesquels, le réseau de compétences en gérontechnologie. Son objectif est de décloisonner les mondes scientifiques, médicaux et industriels, a expliqué Benjamin Zimmer.

Face à l'augmentation significative du nombre de personnes âgées, les systèmes mis en place pour cette population doivent évoluer. Le système "hospitalo-centrique" qui existe depuis plusieurs années est basé sur une concentration des services au sein de l'établissement. Il s'agit aujourd'hui, afin de répondre au mieux à cette évolution, de passer à un système "domestico-centrique" où des gérontechnologies vont être mises en place, ce qui va permettre d'obtenir un suivi des paramètres physiologiques, ainsi que des paramètres des habitudes de vie des personnes âgées, a indiqué Benjamin Zimmer.

Ce réseau de compétences en gérontechnologie fait travailler trois collègues d'experts, scientifiques, médicaux et techniques, avec pour objectif, l'accompagnement au changement des porteurs de projets, depuis la création jusqu'au lancement du produit sur le marché. Les projets développés doivent répondre aux besoins des personnes âgées en situation de perte d'autonomie et contribuer à l'amélioration de leur confort en santé, que ce soit à l'hôpital, en établissement spécialisé comme à domicile.

L'enjeu est de décloisonner toutes les compétences afin de créer et développer du savoir, dans un cadre de pluridisciplinarité et de langage commun, a déclaré Benjamin Zimmer.

Soutenu par l'AP-HP (Assistance Publique-Hôpitaux de Paris), l'hôpital Charles-Foix et l'UPMC (Université Pierre et Marie Curie), le réseau compte des membres des centres de compétences techniques et scientifiques (écoles d'ingénieur, universités...), des professionnels de santé (gériatres, gérontologues, ergothérapeutes...), des associations de malades (fondation nationale de gérontologie, France Alzheimer, France Parkinson...), ainsi que des experts économiques et juridiques (Médialis...).

Une évaluation des gérontechnologies est menée par Médialis, grâce à la signature d'un partenariat avec l'AP-HP. L'idée est de mettre au point des protocoles d'évaluation spécifiques ("expert," "utilisateur" et "recherche"), de recruter des cohortes composées de volontaires, de déployer le protocole d'évaluation et de suivre l'expérimentation sur le terrain, pour la prise en charge des personnes âgées. Cette expertise gérontechnologique consiste à diffuser des connaissances en matière de nouvelles technologies pour compléter la prise en charge de la personne âgée, a rapporté Aude Poulain. L'un des buts étant de sensibiliser les différents acteurs de la santé aux apports de ces nouvelles technologies. Médialis n'a pas de position technique au niveau de l'évaluation mais un positionnement au niveau de l'usage, a-t-elle souligné.

Les objectifs sont de vérifier l'adaptation entre la technologie et la population cible, de préciser à l'industriel le profil "type" de l'utilisateur et de mesurer l'amélioration des services rendus aux utilisateurs, a précisé Aude Poulain.

L'évaluation se déroule en 4 phases distinctes. La première concerne la mise en œuvre d'une réunion de cadrage, afin d'étudier quels sont les besoins et attentes des acteurs concernés et pour déterminer quelles sont les fonctionnalités et caractéristiques de la technologie. Vient ensuite l'étape de définition du protocole "ad hoc", le type d'évaluation étant alors choisi. La troisième étape est relative à l'évaluation à proprement parler, les technologies étant alors déployées en test. Enfin, démarre la quatrième phase de rédaction du rapport final. L'évaluation d'un projet technologique comprend plusieurs dimensions, portant essentiellement sur l'aspect ergonomique, notamment la caractérisation de l'usage de la technologie, ainsi que la mesure de son acceptabilité et de sa faisabilité, tant par la personne âgée que par son aidant, a signalé Aude Poulain.

En 2008, la première évaluation d'une technologie innovante a été réalisée: il s'agit de "Mem-X", un aide-mémoire vocal pour pallier les fréquentes pertes de mémoire.

Médialis

La société Médialis a été fondée en février 2005 par Michaël Carré et Erwann Gravot, entrepreneurs passionnés par le secteur médico-social. Disposant d'une longue expérience associative des besoins des personnes âgées et en perte d'autonomie, ils ont souhaité créer une structure au savoir faire inédit, qui se distinguerait par son caractère innovant et éthique. Labellisée Jeune Entreprise Innovante, Médialis s'est d'emblée positionnée comme **expert des nouvelles technologies de l'information et de la communication au service des professionnels du secteur médico-social** (informatique, technologies pour l'autonomie et accessibilité).

Les fondateurs ont été soutenus dans leur démarche par diverses plateformes d'experts et associations : OSEO ANVAR, AGORANOV, Scientipole Initiatives, le CLUB 92, le cabinet d'avocats ORRICK ou encore Centrale Santé.

www.medialis.info

➤ **L'innovation ouverte ou comment le concept du «Living Lab» permet de placer l'utilisateur au centre du processus de création**

Le concept du « Living Lab » ou « Laboratoire vivant » n'est pas tout à fait nouveau puisqu'il succède en partie à la notion de « clusters » des années 80. Encore actifs aujourd'hui, les clusters ou pôles de compétences (France) regroupent des entreprises, des centres de recherche et de formation. Ils gravitent autour d'un même secteur industriel en partageant une vision, des stratégies et moyens en vue d'améliorer les actions individuelles et de se démarquer de la concurrence sur les marchés mondiaux. Le Laboratoire vivant diffère quelque peu, puisqu'il représente « un système pour construire la future économie dans lequel, l'innovation et la recherche orientées sur l'usage de l'utilisateur dans des conditions réelles, sont des techniques normales de cocréation pour les nouveaux produits, services et structures sociales ». En fait, c'est William J. Mitchell, professeur au MIT, qui en a modernisé le concept au cours des années 90. Pour ce faire, il a placé les technologies de l'information au cœur des processus à titre d'outils, mais aussi à titre d'objets puisque les nouvelles applications des technologies peuvent être enrichies par la créativité et la diversité de talents que le laboratoire aura regroupé.

Il s'agit de favoriser l'innovation ouverte, partager les réseaux et impliquer les utilisateurs dès le début de la conception.

La certification Living Lab est accordée par l'Europe après examen des candidatures par la Commission européenne qui ne leur attribue pas de soutien financier, mais leur donne une importante crédibilité en Europe. En 2010, on comptait 212 Living Labs labellisés.

Les quatre activités principales d'un Living Lab :

- Cocréation : réalisée conjointement par les usagers et les producteurs.
- Exploration : découverte des usages émergents, des comportements, des nouveaux marchés.
- Expérimentation : tester des usages dans des communautés d'utilisateurs.
- Évaluation : validation des concepts, des produits et des services.

> *Proposé par la Cité du design et Saint-Etienne Métropole, le projet « Design Creative City Living Lab » intègre désormais le réseau européen des Living Labs qui fédèrent les expériences de travail associant les usagers : l'ENOLL.*

➤ **Lyon : le salon Handica pour l'autonomie à tous les âges**

A Lyon, le Salon Handica a pour vocation de présenter des produits, services et innovations concernant tous les domaines du handicap. Lieu incontournable de réflexions et d'échanges, notamment autour de colloques et de tables rondes, il permet la rencontre entre sociétés, associations, établissements et visiteurs. Avec plus de 280 exposants sur 15 000 m² d'exposition et 20 000 visiteurs, Handica 2011 est le salon de référence où convergent les acteurs du handicap et de la dépendance pour une meilleure autonomie des personnes, à domicile et/ou en institution.

> *Le salon Handica 2011 aura lieu les 8, 9 et 10 juin 2011 à Lyon, Eurexpo.*

C'est à l'occasion d'Handica 2009 que Limousin Expansion, membre fondateur d'Autonom'Lab, a présenté le Living-Lab Limousin dont l'objectif est de croiser des attentes sociales avec des opportunités de développement économique, d'expérimenter avec les usagers de nouvelles solutions technologiques dans le domaine de l'amélioration de l'autonomie des personnes, plus particulièrement en direction des personnes âgées ou handicapées. Autonom'lab peut être assimilé à un laboratoire des usages sur le modèle européen des Living Labs. Il vise à créer une nouvelle approche de la recherche et de l'innovation. Le Living Lab du Limousin rassemble des chefs d'entreprise, des chercheurs, des institutions publiques et des « usagers », qui s'engagent à concevoir, évaluer et expérimenter un projet (produit ou service).

3) Cap robotique : l'espace fédérateur des acteurs français de la robotique



« Il y aura des robots partout dans un futur proche : pour l'aide aux personnes âgées, l'assistance domestique, la surveillance des personnes et des biens... » Bruno Maisonnier

a. Un réseau de compétences et de savoir-faire

Créé en décembre 2008 au sein du pôle de compétitivité Cap Digital en Région Parisienne, sous l'impulsion de Bruno Maisonnier président fondateur de la société Aldebaran Robotics, Cap Robotique est un regroupement d'acteurs de la robotique française ouvert à toute entreprise ou laboratoire pouvant apporter son savoir. Des centres tels que le CEA LIST (Commissariat à l'Energie Atomique : Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies) ou le CNRS LAAS (Centre National de la Recherche Scientifique : Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes) ont déjà rejoint la liste des membres comprenant des start-up innovantes à l'instar de Gostai (langage Urbi), Spir.Ops (Intelligence Artificielle), Violet (lapins Nabaztag) ou encore Voxler (interactions vocales).

Pour Bruno Maisonnier et les membres de Cap Robotique, la robotique représente un fantastique champ d'innovations et de développement, fortement créateur d'emplois dans lequel la France a une carte à jouer car elle abrite d'excellentes compétences reconnues au niveau mondial. Néanmoins, pour le moment, faute de capitalisation autour d'acteurs émergents, ce sont d'autres pays qui bénéficient des savoir-faire français et en tirent profit pour leurs avancées technologiques. Bruno Maisonnier s'appuie sur une réalité : la France est au 3e rang mondial en termes de publications scientifiques et inspire même des maîtres nippons du domaine.

« La France détient tous les atouts pour se positionner parmi les leaders de cette nouvelle industrie. Cap Robotique, par son aspect fédérateur, se propose d'en être le fer de lance ».

Bruno Maisonnier

L'objectif de Cap Robotique est donc de mobiliser et de mutualiser les compétences et l'expérience françaises.

« La demande ne cesse de croître, les évolutions technologiques sont de plus en plus rapides alors même que nous avons déjà accumulé du retard par rapport à certains de nos compétiteurs comme le Japon, la Corée et les Etats-Unis ; la robotique est pour eux un enjeu stratégique face auquel ils ont d'ores et déjà su mobiliser d'importantes ressources financières. »

Bruno Maisonnier

En valorisant et en apportant une lisibilité aux compétences françaises dans le domaine de la robotique, Cap robotique favorise une prise de conscience, notamment des pouvoirs publics et du grand public, sur le potentiel de développement de ce secteur d'activité et son importance. On peut penser que cette démarche favorisera les investissements et le soutien à cette filière prometteuse.

b. Cap Robotique concentre ses travaux sur le projet « Roméo »



Nao. Cap Robotique bénéficie déjà du succès de « Nao », un petit robot de 58 centimètres. Il ne pèse que 5 kilos, mais parle, écoute, sent la présence humaine et communique.

Deux ans après sa création, la société Aldebaran Robotics en a commercialisé plus de mille exemplaires dans près de 300 universités dans le monde. Nao est devenu un emblème français de la "robotique humanoïde", un compagnon du futur, déjà expérimenté auprès des enfants autistes. La première version de Nao coûte de 1 000 à 12 000 euros selon la gamme.

Aujourd'hui, c'est « Roméo », dont un prototype devrait être réalisé au cours de l'année 2011, un robot humanoïde toujours destiné à l'assistance à la personne mais qui sera encore plus performant qui fédère les partenaires de Cap Robotique : un projet prometteur soutenu par la région Ile de France. A travers le projet « Roméo », Cap Robotique compte s'imposer sur le marché de l'aide à la personne (évalué à 50 milliards en 2015) et prouver les savoirs faire français.

III. Manus, Sam, Armen, HAL, Rex, Matilda, Twendy One, Nao et Roméo : les robots stars de la robotique d'assistance

1) Manus, Sam, Armen, HAL, Rex : les robots d'aide fonctionnelle

a. Bras robotisé fixé au fauteuil ou embarqué sur une base mobile

➤ De Manus à Armen en passant par Sam grâce aux programmes AVISO et ANSO

Pour une personne tétraplégique, la vie quotidienne constitue un véritable défi, du déplacement à la saisie d'objets. Si les fauteuils roulants électriques remplissent assez bien la fonction de mobilité, les dispositifs permettant de rétablir la fonction de manipulation sont rares et encore plus rarement utilisés. Cependant, c'est probablement dans ce domaine que les recherches sont particulièrement intenses.



« Handy » fut l'un des premiers bras robotisé embarqué sur une base mobile. Destiné à des tâches de nutrition et d'hygiène pour des grands IMC (infirmes moteurs cérébraux), il est disponible uniquement en Grande-Bretagne.



Depuis 1988, le robot **Manus** (ou ARM Unit Manus) est le bras manipulateur le plus utilisé dans le monde. Initialement conçu pour des patients myopathes, il est développé en France par l'AFM (Association Française contre les Myopathies), fabriqué et commercialisé par Exact Dynamics en Hollande.

Le prix d'un fauteuil motorisé doté d'un bras robotisé Manus s'élève à 60 000 euros

Il s'agit d'un bras articulé à six degrés de liberté équipé d'une pince motorisée à son extrémité. Il est fixé sur le fauteuil roulant électrique de la personne et fonctionne grâce à la batterie du fauteuil. Il pèse un peu moins de 20 kilogrammes et a une envergure, une fois déplié, de 80 centimètres. Il est capable de porter 1 kg à 1,5 kg en bout de pince.

Le pilotage du bras robotisé dans n'importe quel environnement s'effectue grâce au joystick fixé sur l'accoudoir du fauteuil ou d'un clavier 16 touches. Ces deux

interfaces sont adaptées à des patients qui gardent une motricité des doigts comme les patients myopathes. Elles sont d'utilisation plus difficile pour les patients tétraplégiques. En effet, le robot, ignorant la position des objets à saisir, doit être guidé par l'utilisateur pour tous les gestes de saisie. Compte-tenu du nombre élevé d'articulations du robot et du nombre limité de mouvements autorisés par le joystick (droite-gauche et avant-arrière), une formation de plusieurs heures est requise pour maîtriser cette interface homme-machine.

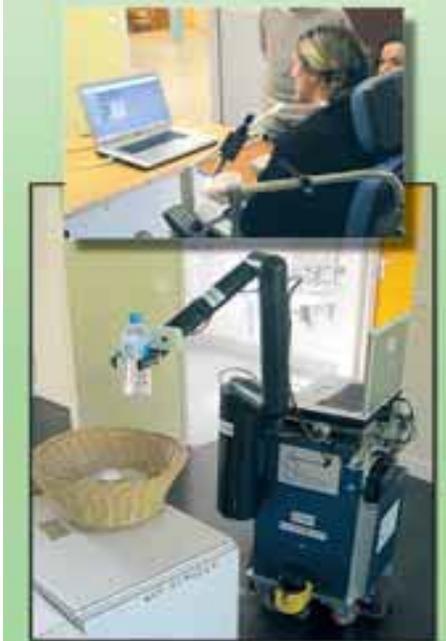
En partenariat avec Exact Dynamics, le CEA List (Commissariat à l'Energie Atomique) qui développe une plate-forme robotique d'assistance à la saisie et à la manipulation d'objets pour les personnes handicapées, dans le cadre du projet européen ITEA-ANSO (Autonomic networks for SOHO users), et du projet national AVISO, a alors imaginé le bras de saisie robotisé **Aviso**.

Le principe était de doter le robot d'un système de vision simplifiant le pilotage de la machine par l'homme. Deux caméras reliées à un ordinateur ont été installées sur la pince du robot pour présenter les images des objets à la personne handicapée sur un petit écran fixé au fauteuil. A l'aide de son joystick, la personne peut ainsi désigner sur l'écran l'objet dont elle souhaite disposer et le robot déclenche automatiquement la séquence d'actions nécessaires à la saisie. Si l'objet n'apparaît pas dans le champ de la caméra, des flèches incrustées dans l'image permettent d'orienter le bras dans la bonne direction afin que l'objet soit cadré par celle-ci. Cette nouvelle façon de piloter le robot a été rendue possible par la conception de logiciels de traitement d'image et d'automatique spécifiques issus des recherches menées au CEA List.

L'étape suivante, dans le cadre du projet européen ANSO, a consisté à créer, **Sam**, un robot capable de se mouvoir tout seul en intégrant le système Aviso non pas sur le fauteuil mais sur une base mobile qui peut aller chercher un objet à distance (verre, porte, interrupteurs, CD...).

Fiche technique de Sam conçu par le laboratoire List (CEA) :

- Monté sur une plate-forme mobile
- Deux caméras vidéo
- Deux télémètres laser
- Un bras équipé de pinces
- Des capteurs ultrasons anticollision.



La personne désigne d'abord sur son écran une pièce où se trouve sa cible. L'information est envoyée par liaison Wi Fi à Sam qui se dirige vers le lieu puis y filme son environnement à destination. Une fois que l'utilisateur a repéré à l'écran un verre, une bouteille d'eau ou une canette, il trace un cadre autour et clique dessus. Le robot utilise alors ses deux caméras stéréoscopiques pour saisir l'objet avant de le rapporter. La pince dispose d'un capteur optique pour confirmer sa prise et d'un capteur de pression pour éviter toute casse.

Testé dans différents centres affiliés à l'association APPROCHE, et malgré encore de nombreuses améliorations à apporter, Sam a montré des signes de fonctionnement encourageants.

Les concepteurs pensent notamment développer un nouveau bras français, plus précis que l'actuel bras néerlandais Manus.

L'industrialisation de Sam n'interviendra pas avant plusieurs années. « Sa spécialisation actuelle sur quelques tâches peut intéresser un établissement collectif comme une maison de retraite avec assez d'utilisateurs. Mais pas un particulier », reconnaît Rodolphe Gelin du List au CEA. Il faudra de fortes économies d'échelle pour atteindre un prix de 30.000 euros, celui d'un gros fauteuil.

ARMEN - Fiche projet

Objectif :

Conception d'un robot d'assistance très simple d'utilisation procurant des fonctions évoluées pour aider au maintien à domicile des personnes en situation de perte d'autonomie de tous âges.

Base mobile équipée d'un bras manipulateur et d'un système d'analyse du comportement émotionnel de la personne.

Dates :

2010-2013

Partenaires :

Approche, CEA-List, CNRS/ LIMSI, Robosoft, Voxler, Lasmea

Sites évaluateurs :

à déterminer

Le projet ARMEN s'inscrit dans la continuité du projet de robot SAM (AVISO / ANSO).

L'objectif de ce projet, développé par le CEA-List (Commissariat à l'Energie Atomique), est de concevoir un assistant robotique équipé d'un système de navigation autonome de localisation et d'évitement d'obstacles.

Grâce à ses capteurs, le système devra être capable d'éviter les obstacles en tenant compte du volume occupé par le robot et des équipements qu'il transporte.

Piloté par l'intermédiaire d'une interface intuitive, le robot devra pouvoir se déplacer dans un environnement domestique connu, reconnaître et saisir un objet et le ramener à l'endroit désiré (auprès de la personne, sur une table...).

Le comportement émotionnel de la personne pourra être analysé pour permettre le monitoring ou la stimulation.

Le robot devra être suffisamment simple d'utilisation pour permettre à une personne, non spécialiste de la robotique ou de l'informatique, d'adapter et de configurer le robot ainsi que de créer des scénari d'usage adaptés à chaque utilisateur.

Le dispositif ARMEN fera l'objet d'évaluations dans 3 des établissements adhérents à APPROCHE.

Ce projet bénéficie d'un financement ANR (Programme TECSAN 2009) et du soutien de la CNSA.

ARPH, un robot autonome d'assistance aux personnes handicapées

La complexité des développements informatiques réside dans le fait que le robot ne connaît pas à l'avance l'environnement dans lequel il va évoluer : embarqué sur le fauteuil roulant, il doit s'adapter aux besoins de la personne handicapée dans la rue, chez elle, n'importe où, et effectuer tous types d'actions, qu'il s'agisse de tenir une fourchette ou de ramasser un livre par terre.

Mounir Mokthari - Handicom Lab

Pour réaliser des gestes à distance, les chercheurs du laboratoire d'Informatique, de Biologie Intégrative et des Systèmes Complexes (IBISC) de l'Université d'Evry, à quelques pas de TELECOM & Management SudParis, ont donné naissance à ARPH, un robot autonome d'assistance aux personnes handicapées.

Équipé du bras Manus développé par Exact Dynamics, ce petit robot cylindrique monté sur trois roues dispose d'une caméra, de capteurs à ultrasons et embarque toute son intelligence dans le PC qu'il renferme : ARPH est ainsi capable de se repérer seul dans son environnement, de s'y déplacer en évitant les obstacles, de reconnaître certains objets et de les saisir.

"Il ne s'agit pas de faire à la place de la personne handicapée, mais de l'aider à compenser une déficience fonctionnelle", précise Etienne Colle, directeur du laboratoire IBISC, impliqué dans ces recherches depuis leurs débuts, en 1995.

Le robot communique avec son pilote par le biais d'ondes radio hautes fréquences : la personne handicapée dispose devant elle d'un écran lui indiquant ce que voit le robot, où il se trouve, et de commandes lui permettant de le guider, tout en laissant ou non certains degrés de liberté à ARPH (pour éviter les obstacles notamment).

Il nous faut trouver le bon mode de coopération homme-machine. Le robot s'inspire du comportement humain, par exemple en analysant son environnement en fonction de ce qu'il voit avec la caméra, et dispose d'une certaine autonomie ; mais l'homme doit aussi intégrer le robot et son fonctionnement dans son rapport aux objets extérieurs, ne serait-ce que pour apprendre à saisir les objets grâce à ARPH. À nous de trouver le juste milieu : nous travaillons en ce sens avec l'aide d'associations d'utilisateurs futurs de ces robots, telles que l'AFM.

Etienne Colle, directeur du laboratoire IBISC

➤ Jaco

Jaco, le bras robotisé québécois a reçu le Trophée de l'innovation du salon Autonomic Paris 2010 (Autonomic'innov) dans la catégorie « vie quotidienne ».



photos : robotshop.com

Jaco, le bras robotisé arrive en France

Jaco est un bras robotisé à trois doigts conçu pour aider les personnes à mobilité réduite dans leurs activités quotidiennes. Il permet d'atteindre des objets (charge maximale de 1.5 kg) situés à 90 cm de distance. Il est capable de saisir une paille pour la mettre dans un verre, de prendre un œuf sans le casser, de se gratter la tête, d'appuyer sur un bouton ou d'attraper un pop corn pour le mettre à la bouche de son manipulateur.

Domestiqué par un enfant de 7 ans

Jaco est un acolyte discipliné qui se domestique avec aisance. Il est destiné à toutes les personnes présentant des atteintes des membres supérieurs (myopathe, SLA - maladie de Charcot...), sans pour autant exiger une excellente motricité fine puisque certaines adaptations permettent de le commander au bras, au menton, à la tête et même au souffle (sauf pour manger). La dextérité demandée est identique à celle nécessaire à la manipulation d'un fauteuil électrique. Preuve en est la démonstration brillante d'un jeune de 7 ans, myopathe, qui prend possession du joystick et s'approprie ce bras en quelques secondes. « Il était particulièrement agile, convient Luc le Pape qui assure la diffusion du produit en France. Il faut en moyenne une demi-journée pour se familiariser avec son utilisation. »

Démontable en quelques secondes

Jaco est réalisé en fibre de carbone et pèse 5kg. Il s'avère résistant aux intempéries. Il se fixe sur le bras de n'importe quel fauteuil électrique. Le joystick du fauteuil peut d'ailleurs être couplé avec celui du bras, avec la possibilité de passer de l'un à l'autre avec un menu déroulant (le produit est également interfaçable avec la plupart des outils domotiques qui assurent le contrôle de l'environnement). Le système se démonte aussi en quelques secondes et peut donc être déplacé auprès d'un lit, assurant une relative autonomie au cours de la nuit, par exemple lorsqu'en été l'utilisateur a besoin de se servir à boire ou d'enlever une couverture.

Jaco ne serait-il néanmoins qu'un gadget ?

« Non, évidemment, le bénéfice en terme d'autonomie est total. Nous avons créé un partenariat très fort avec l'AFM (Association française contre les myopathies) qui nous a encouragés et largement ouvert ses portes. A terme, ce bras articulé devient très intime avec l'utilisateur, un prolongement de lui-même. »

26 000 euros !

Jaco a reçu le Trophée de l'innovation du salon Autonomic Paris 2010 (Autonomic'innov) dans la catégorie « vie quotidienne ». Le hic, c'est évidemment le prix ! On prétend qu'il consomme moins d'énergie qu'une ampoule ordinaire lorsqu'il est utilisé sur un fauteuil roulant motorisé. Maigre consolation car, pour « adopter » Jaco, il faut tout de même déboursier entre 26 et 28 000 euros ! « Pour l'instant, il n'est pas remboursé par la Sécurité sociale, regrette Luc Le Pape. Mais nous souhaitons créer le buzz pour espérer sa prise en charge au même titre qu'une prothèse. Notre ambition, c'est également de mettre en place un réseau de professionnels très spécialisés en robotique d'assistance, probablement d'ici un an. »

b. Un exosquelette pour à nouveau porter une masse, se lever, s'asseoir, marcher ou monter des escaliers

➤ Exosquelette : définition

Un exosquelette motorisé ou combinaison robotique est un dispositif mécatronique à base fixe ou mobile, composé d'une structure mécanique à plusieurs degrés de liberté, d'un système d'actionnement (électrique, hydraulique ou pneumatique) utilisant une source d'énergie embarquée ou déportée, et de cartes électroniques de puissance et de commande, que revêt un individu, à la manière d'un vêtement robotisé ou d'une prothèse externe (ou encore d'une cyberthèse), pour lui permettre de démultiplier ses capacités physiques (amplification), de simuler un retour d'effort dans un environnement virtuel (immersion), de rééduquer son système musculosquelettique (réhabilitation), de contrôler à distance des systèmes robotiques (téléopération) et éventuellement de le protéger de son environnement (à la manière d'une carapace ou d'un gilet par balle).

L'inconvénient majeur des systèmes à base fixe est la limitation de l'espace de travail. L'avantage réside dans leurs motorisations déportées. L'inconvénient des systèmes mobiles est la faible autonomie énergétique, mais qui est compensée par l'augmentation de leurs espaces de travail et donc de leurs degrés de mobilité. Certains systèmes à base fixe ou mobile compensent leur friction interne et la gravité qu'ils génèrent, évitant ainsi aux utilisateurs de ressentir l'inertie et le poids de l'exosquelette qu'ils portent sur eux (on parle alors de qualité et de transparence de l'interface exosquelettique).

Les exosquelettes motorisés sont encore à des stades préliminaires de conceptions (exemple le xos), de développements et de tests dans de nombreux centres de recherche publics ou privés notamment pour améliorer leur autonomie. Cependant certains seront prochainement commercialisés et d'autres le sont déjà comme **REX** de la société REX Bionics et **HAL** de la société Cyberdyne.

Leurs applications prévues couvrent principalement les domaines militaires (manutention de charges lourdes) et médicaux (diagnostic et aide technique pour les handicapés moteurs, les personnes âgées ou accidentés).

Certains travaux concernent également des applications professionnelles comme la manipulation et l'assistance sur les lignes de production (guidage des gestes et des outils pour améliorer la production et réduire les troubles musculosquelettiques (TMS)) ou encore la téléopération multi-échelles de machines (notamment dans les environnements spatiaux, nucléaires, chirurgicaux, marins, souterrains ou encore microscopique ou très lointain) et la conception avec retour haptique en environnement virtuel (bureau d'études, méthodes et design marketing).

D'autres concernent des applications pratiques comme l'aide aux jardiniers (PAS, Professeur Shigeki Toyama de l'Université d'Agriculture et Technologie de Tokyo), ou ludiques en tant que joystick amélioré (XIO, Forcetek) ou à retour d'effort pour les jeux vidéos.

Dans le domaine militaire, on parle d'armure de combat robotisée ou du soldat du futur (DARPA) pour désigner les exosquelettes motorisés qui permettent d'amplifier et de protéger les soldats sur les champs de bataille. Dans le domaine médical, on utilise parfois les termes d'orthèses robotisées ou de cyberthèses (cité par l'EPFL, par la Fondation Suisse pour les Cyberthèses ou la société Swortec SA) pour désigner les exosquelettes motorisés utilisés dans le cadre de la kinésithérapie ou de la physiothérapie et qui permettent la rééducation motrice par stimulation neurofonctionnelle.

Source : Wikipédia

➤ **HAL, le squelette externe électro-mécanique commercialisé par Cyberdyne**



Le fondateur, le professeur Yoshiyuki Sankai, de la société japonaise *Cyberdyne* (référence au film *Terminator*), une spin-off de l'université de Tsukuba au Japon, a développé HAL « *Hybrid Assistive Limb* », un exosquelette motorisé destiné exclusivement à aider les personnes ayant des difficultés à se mouvoir : personnes âgées ou handicapés moteurs.

L'exosquelette Hal est disponible à la location (1000 €/mois) au Japon depuis 2009 et bientôt à la vente au prix de 12000 €.

<http://www.cyberdyne.jp/english/>

Une succursale a été ouverte aux Pays-bas et un centre de recherche Cybernetics co-financé par DAIWA House a été récemment ouvert au Japon.

HAL (Hybrid Assistive Limb – membre de soutien hybride) est un squelette externe électro-mécanique.

Il permet à des personnes paraplégiques de marcher à nouveau assure le professeur Yoshiyuki Sankai, fondateur de Cyberdyne.

Il assiste les mouvements et permet de soulever de lourdes charges.

Comment fonctionne l'exosquelette ?

Il est contrôlé par des capteurs bioélectriques reliés à la peau. Ces derniers captent les signaux transmis pas le cerveau. Alimentée par une batterie, la combinaison HAL, qui entoure le dos, suit les jambes et les bras, est bardée de capteurs.

Ce robot révolutionnaire fonctionne grâce à un ordinateur et des piles qui activent des articulations motorisées aux genoux et aux hanches. Des faibles signaux électriques sont envoyés par l'utilisateur à ses muscles. Le très léger courant électrique qui résulte de la transmission de cet ordre au muscle est repéré par les capteurs de l'exosquelette placés le long des muscles. Ces impulsions provoquent un mouvement des membres plus conséquent.

L'exosquelette se met alors en mouvement, grâce à des micromoteurs, afin de prendre en charge le travail musculaire requis pour porter une masse, se lever, s'asseoir, marcher ou monter des escaliers.

A quoi peut bien servir cet exosquelette HAL ?

Cet assistant robotique a initialement été pensé pour renforcer le degré de mobilité des personnes âgées ou soulager les efforts des personnels de soins obligés de soulever des patients.

HAL permet à ses utilisateurs de porter des charges 10 fois plus lourdes qu'à l'ordinaire. Une personne peut aussi marcher beaucoup plus vite et cela sans fournir d'efforts importants. HAL offre une puissance musculaire qui permet par exemple à un humain de porter une masse de 70 kilogrammes sur un seul bras.

« Développer des robots qui n'auraient pas de vocation sociale ne serait que le prolongement d'un passe-temps. Ce que je conçois doit être bénéfique à la population », insiste le scientifique, très critique vis-à-vis des exploits techniques de laboratoire qui n'ont aucun débouché pratique à l'extérieur.

Des exosquelettes dans les hôpitaux et maisons de repos

Quelques 50 hôpitaux et maisons de repos au Japon utilisent déjà une version de HAL pour les jambes, un appareillage loué environ 150.000 yens (1.350 euros) par mois. Le coût reste encore important, mais tout comme le secteur d'informatique, les prix deviendront accessibles avec le temps. De plus au Japon, avec une population qui sera composée de plus d'un tiers de retraités en 2050, les besoins risquent d'être importants. Des établissements de Suède et Danemark prévoient également de tester cet équipement.

La variante intégrale (quatre membres) sera proposée l'an prochain et la vente aux particuliers est envisagée aux alentours de 2015.

Un partenariat possible avec Bouygues pour une utilisation sur des chantiers

M. Sankai étudie en outre actuellement avec le groupe de construction français Bouygues comment HAL pourrait être utilisé sur les chantiers pour réduire la pénibilité des ouvriers, notamment lors du transport de charges. *« Nous explorons des usages sortant du cadre de la santé et des soins »,* précise le professeur.

Les services de secours sont aussi des candidats potentiels à l'usage de cette innovation, estime M. Sankai.

<http://www.kelrobot.fr/2010/12/19/exosquelette-robotique-pour-donner-force-et-courage-aux-humains/>

➤ REX l'exosquelette néozélandais



<http://www.tuxboard.com/photos/2010/07/robot-Rex-pour-faire-marcher-personnes-handicapees.jpg>

Rex Bionics, une entreprise fondée par Richard Little and Robert Irving en 2007, conçoit un exosquelette pour les membres inférieurs à destination des personnes parapalégiques mesurant entre 1,50 m et 1,95 m et pesant moins de 100 Kg.

Caractéristiques du prototype : masse = 38 Kg, environ deux heures d'autonomie, quatre degrés de liberté (deux par membres), contrôle par joysticks.

Rex est commercialisé en Nouvelle Zélande au prix de 85 000 € et sera disponible dans les autres pays à partir de 2011.

En France, la société Wotan Systems a été créée en 2004 pour développer des exosquelettes de compensation du handicap. Ses premiers projets concernaient les membres supérieurs avec un exosquelette pour le bras droit dénommé Probex et notamment Probex201 intégré à un fauteuil roulant. Cette société a cependant été liquidée en 2009 pour insuffisance d'actifs.

2) Au-delà de l'assistance fonctionnelle

a. Paro, Matilda et autres robots de compagnie

Les chercheurs en sont convaincus : la robotique d'assistance pourrait aider à pallier d'autres déficiences que les pertes d'autonomie fonctionnelle.

Diverses expérimentations sont actuellement conduites pour mesurer l'impact des robots de compagnie sur des personnes atteintes de handicaps, et notamment de la maladie d'Alzheimer ou l'autisme.

De nombreux chercheurs pensent en effet que l'utilisation de techniques de réalité virtuelle permettrait d'aider à la rééducation de certains troubles psychiatriques de la perception de l'espace. De même, le développement de robots, prenant la forme d'animaux, permet de compléter des thérapies comportementales mises en œuvre, voire de favoriser l'apprentissage des couleurs ou l'acquisition du nombre chez des enfants ayant des troubles graves des fonctions cognitives. Aussi différents laboratoires travaillent dans cette direction, et explorent notamment l'expressivité émotionnelle et les capacités de communication des robots à vocation thérapeutique.

L'IBISC travaille en ce sens en collaboration avec des associations de parents d'autistes, des médecins, neurologues, psychiatres. Leur idée : utiliser de petits robots autonomes pour faciliter la communication entre les enfants autistes et leur environnement extérieur. Des essais ont pu être menés en 2005 auprès d'une petite dizaine d'enfants, dont les thérapeutes ont observé les réactions lorsque l'on plaçait les robots devant eux et que les chercheurs les téléopéraient avec des conclusions intéressantes.

Kismet, ICat, Emuu, Sparky, Hubo, Pino, ou encore le bébé phoque Paro sont autant de robots dont l'évolution devrait progresser vers une plus grande capacité thérapeutique.



Un modèle de Hubo avec le masque d'Albert Einstein

Paro, le robot bébé phoque aux vertus thérapeutiques

Les premiers prototypes de Paro, développés par Takanori Shibata, de la société AIST, datent de 2001, mais ce projet de robot thérapeutique a démarré dès 1993.



Ce bébé phoque aux grands yeux tendres a été conçu pour apporter un soutien émotionnel aux patients. Il est recouvert d'une fourrure blanche synthétique, hypoallergénique, antibactérienne et très peu salissante. Son squelette métallique contient des centaines de capteurs tactiles reliés à un petit ordinateur, le tout protégé par un bouclier électromagnétique afin de ne pas dérégler le pacemaker éventuel d'une personne malade. De plus, il comporte un logiciel d'apprentissage et d'autres capteurs - lumière, son, position et température - qui lui permettent d'interagir de plus en plus finement avec son utilisateur.

Ainsi, lorsqu'une personne touche Paro, il s'anime : il bouge la tête, la queue, cligne des yeux, les ferme quand on le caresse et émet des petits bruits semblables à ceux d'un véritable bébé phoque. Paro se blottit contre l'utilisateur, lui réclame de la "nourriture" (une recharge de sa batterie via une prise-tétine) ; il est également capable de mémoriser le nom qu'on lui donne, il apprécie les remerciements et les félicitations. Il peut aussi exprimer différentes émotions : la surprise, le bonheur ou même la colère.

Auparavant, les Japonais avaient expérimenté d'autres robots animaux, chiens (Aibo) ou chats. Mais même s'ils s'avéraient attachants, les utilisateurs finissaient toujours par les comparer à de vrais animaux domestiques, ce qui est forcément décevant. Avec Paro, cet écueil est levé (personne ou presque ne sait comment se comporte au quotidien un bébé phoque...).



Les bénéfiques thérapeutiques de l'interaction d'un patient avec un animal ont déjà été prouvés scientifiquement : diminution de l'anxiété, de la tension artérielle, de la douleur, et même amélioration du taux de survie après un incident cardiaque !

Et, afin d'en savoir plus, des robots Paro ont été confiés à plusieurs hôpitaux et centres longs séjours, au Japon, mais aussi aux Etats-Unis, en Suède, au Danemark et en Italie. Les effets de son utilisation sur 5 semaines ont été évalués via des échelles, des questionnaires et même le dosage urinaire d'hormones du stress. Résultat : l'humeur des patients âgés s'est améliorée, les interactions sociales augmentent, le niveau de stress baisse (y compris sur le plan hormonal), ainsi que le stress du personnel soignant (les patients ont moins besoin d'être surveillés lorsqu'ils "interagissent" avec Paro). Les symptômes dépressifs éventuels ont également diminué, les visages s'adoucissent, voire s'illuminent, comme ont pu le constater les reporters du New York Times.

Paro a aussi redonné le sourire et la parole à des enfants abattus par une hospitalisation de plus de 6 mois. Il semble enfin améliorer, dans certains cas, le comportement de personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer.

Paro est donc un petit robot thérapeutique qui a déjà fait ses preuves, via plusieurs études scientifiques publiées. Environ 1 500 Paros ont déjà été vendus dans le monde (au prix unitaire de 4 500 dollars), majoritairement au Japon pour le moment. En France, il est actuellement testé à l'hôpital Broca, à Paris, en service de gériatrie.

Matilda, le robot australien de compagnie



Matilda, fruit de longues recherches, est capable de se déplacer en évitant les obstacles et s'installe seule sur son socle de recharge lorsque ses batteries sont trop faibles, mais surtout, elle interprète les expressions du visage, pose des questions, tente de comprendre les réponses. Ses logiciels repèrent en effet la gaïté, la tristesse ou la colère de la personne assistée. Elle peut alors réagir, faire une plaisanterie, dire quelque chose de gentil ou même s'approcher pour un câlin. Elle peut également délivrer des messages laissés pour une personne en allant à sa rencontre lorsqu'il la reconnaît et lui délivrer ainsi le message à entendre. Ces fonctions sont particulièrement intéressantes non seulement dans la vie de tous les jours, mais également pour les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer.

Son créateur, Rajiv Khosla, de l'université La Trobe (Melbourne - Australie), s'est adjoint l'aide de l'université de Kyoto (Japon). Le robot lui-même est un modèle fabriqué depuis plusieurs années par la firme nipponne Nec. En mars 2009, l'université australienne a créé avec cette société un centre de recherche, le Reccsi (Research Centre for Computers, Communication and Social Innovation), destiné à mettre au point des robots capables de communiquer avec les humains, notamment en simulant des émotions.

En langage scientifique, il s'agit d'exploiter la communication « non-verbale », intégrant l'expression du visage, l'intonation de la voix et les gestes.

Plus pragmatique, elle peut aussi rappeler l'heure des médicaments, se connecter à Internet, ou appeler des proches par téléphone et permet aussi de faire des jeux de type quizz, énigmes etc.

CompanionAble, un grand projet européen en faveur du maintien à domicile des personnes âgées

CompanionAble

Le projet CompanionAble a débuté en janvier 2008 pour aboutir quatre ans plus tard. Son but est d'aider les personnes âgées semi dépendantes à vivre de façon relativement autonome chez elles grâce à un ensemble composé d'un smart home et d'une plate forme mobile robotisée.

L'Université de Reading (UK) est le pôle organisateur, elle est spécialisée dans l'ingénierie de systèmes cybernétiques et électroniques. L'intérêt d'un projet aussi important est de pouvoir bénéficier du savoir faire et des techniques les plus avancées des différents pays européens. CompanionAble est supporté par un financement de l'Union Européenne de 7,8 millions d'euros.

Les différents acteurs du projet

Les organisateurs du projet peuvent ainsi compter sur 16 collaborateurs répartis dans toute l'Europe, chacun d'entre eux apporte ses compétences spécifiques dans le cadre de la multi-disciplinarité nécessaire pour mener à bien le projet.

On retrouve donc des partenaires allemands avec la Technische Universitaet Ilmenau pour la neuro-informatique et la robotique cognitive, la société Metralabs pour l'implémentation de scénarios dans le robot.

L'Autriche contribue au projet au travers de l'Austrian Institute of Technology (technologies de smart home), mais aussi de la société AKG acoustics (spécialiste des microphones), et du centre CURE travaillant sur l'utilisabilité (interface, design) et l'éthique du projet.

Le centre Stichting Smart home représente les Pays-Bas, il apporte son expérience dans le domaine du smart home et permet d'effectuer des tests.

L'IN-HAM est un groupe Belge spécialiste des technologies d'aide aux déficiences des personnes âgées.

La France est le pays le plus présent dans ce projet avec l'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris et le laboratoire IBISC de l'Université d'Evry-Val d'Essonne (interaction homme/machine), l'Institut Telecom et l'ESIGETEL (informatique et télécommunication), la société Legrand (systèmes électriques et smart home), et la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris.

Enfin l'Espagne a une place importante puisque la Fundacion Robotiker (technologies d'information et communication), l'Université de La Corogne (gérontologie/gériatrie) et la Fundacion Instituto Gerontologico Matia sont partie prenante sur ce projet.

Les fonctions du robot et le public auquel il est destiné



C'est aux personnes semi-dépendantes, souffrant de troubles cognitifs que cette installation est destinée.

Le robot est muni d'un écran et de tout un système de communication qui permet à la personne de contacter ses proches et ainsi de lutter contre l'isolement.

Il peut également effectuer des relevés de données physiologiques. Ces dernières peuvent être envoyées à l'équipe soignante ou dans une moindre mesure être directement traitées par le robot. Un programme de stimulation sera également intégré avec pour objectif de ralentir le déclin des facultés cognitives. Le "smart home" a pour fonction d'améliorer le confort et la sécurité en détectant les dangers éventuels parfois dûs à des oublis de la part de la personne. Il se compose de plusieurs capteurs qui permettent de détecter les mouvements ou l'absence suspecte d'activité.

Ce dispositif est également capable d'allumer la lumière lorsqu'une personne entre dans une pièce, d'ajuster la température du domicile, mais aussi de prévenir en cas de fuite de gaz, si un feu se déclare, ou encore s'il a été oublié d'éteindre une plaque de cuisson dans la cuisine.

Enfin, il faut noter la présence de caméras, de microphones, ainsi que de capteurs de pressions sur les fauteuils et sous le matelas qui permettent de détecter et vérifier une chute éventuelle de la personne.

Le smart home et le robot sont en relation constante : si une chute est détectée par les capteurs du smart home, les données sont transmises au robot qui peut aller demander à la personne si elle souhaite de l'aide ou envoyer directement une alerte.

Cet outil peut paraître intrusif, notamment du fait de la présence de caméras et de microphones. Cependant dans la mesure où ces outils répondent à un besoin de la personne qui a été pleinement informée de leur utilisation et que celle-ci souhaite en bénéficier, aucune atteinte n'est faite à sa liberté et au respect de sa vie privée.

L'actualité des gérontechnologies et des technologies pour l'autonomie - 11 décembre 2009
<http://www.gerontechnologie.net/companionable-un-grand-projet-europeen>

b. Twendy One : un auxiliaire de vie aux allures d'ET

Twendy One et Roméo sont deux robots, l'un japonais, l'autre français, qui vont transformer la vie des personnes handicapées. Actuellement encore en cours d'élaboration, ces robots d'assistance marquent un pas décisif dans l'aide à la personne en perte d'autonomie.

Dans les années futures, ils pourront permettre à la fois de favoriser le maintien à domicile et de pallier à la pénurie et au coût de la main d'œuvre nécessaire pour assister les personnes dépendantes.



Twendy One est né au Japon des travaux du professeur Shigeki Sugano, chef du département de génie mécanique moderne à l'Université de Waseda. Sa conception a nécessité 10 ans de travail. Aujourd'hui, Twendy One est capable de répondre à une communication verbale et peut aider un handicapé à se lever et à s'asseoir dans son fauteuil roulant, porter une personne ou des objets jusqu'à 35 kg. Sa main à quatre doigts est extrêmement précise pour tenir, saisir et porter différents objets de formes différentes. Il est capable de saisir une paille le plus délicatement possible et de la déposer dans un verre, ainsi que de sortir le ketchup du frigidaire ou encore les toasts du grill pains, et de les poser sur un plateau qu'il pourra apporter à la personne handicapée.



Il utilise des caméras stéréo CCD pour la vision, possède un système de haut-parleurs et de reconnaissance vocale, ainsi que des capteurs sur la tête capables de sentir le toucher humain.

Il est doté de 47 degrés de liberté dans les bras, jambes, cou et le corps. Selon Shigeki Sugano, "Twendy est le robot symbiotique le plus avancé du monde". Twendy one est recouvert entièrement d'une peau molle en silicone. Il mesure 1.47 m et pèse 111 kg.

Bien que son laboratoire soit modeste et son équipe de 15 scientifiques relativement réduite, il bénéficie pour ses travaux du financement de plus de 30 sociétés. La mise au point du symbiote représente environ 10 millions de dollars. Une somme dérisoire, selon Shigeki Sugano.

« Si le robot est commercialisé, sa production en série rapportera bien davantage. Les robots de compagnie vont constituer la prochaine vague industrielle, après l'automobile et l'informatique. Ce n'est pas seulement le Japon qui est confronté au vieillissement de sa population, mais tout le monde développé. »

Twendy One devrait être commercialisé vers 2015. D'ici là, quelques petits défauts du robot devront être réglés notamment son poids trop élevé, sa lenteur, son autonomie qui n'est que d'un quart d'heure.

Vidéo Twendy One : http://www.youtube.com/watch?v=Uoq_r2dUf8g&feature=player_embedded

c. Roméo : un robot humanoïde destiné à devenir un véritable assistant des personnes en perte d'autonomie, capable même de leur porter secours en cas de chute



Romeo est un projet labellisé par le pôle de compétitivité Cap Digital, porté par Cap Robotique, et financé par la Région Ile-de-France, la Direction Générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCIS) et la Ville de Paris. D'un budget de 10M€, il est subventionné à hauteur de 4,9M€.

Il vise à développer un robot humanoïde destiné à devenir un véritable assistant des personnes en perte d'autonomie.

Pour cela, il doit être capable d'intervenir sur les objets du quotidien (ouvrir et fermer une porte, manipuler un verre, une bouteille, un trousseau de clés...).

Mais il devra également aider une personne à se déplacer à domicile et même lui porter secours en cas de chute.

Au-delà de ses capacités physiques, Romeo doit offrir une interface homme-machine accessible au plus grand nombre : la voix et les gestes doivent être les principaux moyens de communication avec le robot qui devra être capable de comprendre ce qu'on lui dit, d'entretenir un court dialogue et même de percevoir les intentions et les émotions de son interlocuteur pour en déduire les actions qu'il doit mettre en œuvre.

La robotique française au service des personnes dépendantes

LesEchos.fr

Article de Frank Niedercorn – 28 Avril 2010

Avec le projet Romeo, la robotique française veut mettre au point une machine capable d'assister une personne âgée ou dépendante. Principal défi : être capable d'aider un humain à se relever en cas de chute.



Le projet Romeo est doté d'un budget de 10 millions d'euros et est de loin le plus avancé de France.

Des robots, pour quoi faire ?

Comme le Japon et d'autres pays, la France a identifié l'aide aux personnes âgées ou dépendantes comme l'un des principaux marchés futurs de la robotique.

Labellisé par le pôle de compétitivité Cap Digital, le projet Romeo est doté d'un budget de 10 millions d'euros dont la moitié de subventions provenant de la région Ile-de-France, de la Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (DGCIS) et de la ville de Paris. C'est, de très loin, le projet de robotique le plus avancé en France.

Intervention sous conditions

Pour remplir son rôle d'assistant, Romeo devra évidemment être capable d'intervenir sur les objets du quotidien (ouvrir et fermer une porte, manipuler un verre, une bouteille, un trousseau de clés...). Les chercheurs et industriels sont toutefois plus ambitieux et veulent que cette machine humanoïde, qui mesurera un mètre quarante, puisse également aider une personne à se déplacer à domicile et même lui porter secours en cas de chute.

Pour porter secours, Romeo devra non seulement identifier une personne étendue sur le sol et détecter qu'elle a fait une chute, mais aussi pouvoir s'en approcher sans la blesser et avoir suffisamment de force pour la relever. S'il est extrêmement compliqué d'un point de vue technique, cet objectif pose aussi des problèmes d'une autre nature.

Ainsi, dans la droite ligne des interrogations formulées il y a soixante ans par l'écrivain de science-fiction Isaac Asimov, il faudra s'attaquer à la question de la responsabilité du robot. En d'autres termes, peut-il décider d'agir seul ? Les chercheurs, qui ont déjà identifié cet obstacle, envisagent de n'autoriser Romeo à intervenir qu'à la seule condition que l'humain le lui ait demandé. Ce qui suppose évidemment que Romeo soit doté d'une interface homme-machine bien plus performante que le plus avancé des robots actuels : être capable de comprendre ce qu'on lui dit, mais aussi d'avoir un court dialogue avec son propriétaire, et même de percevoir ses intentions et ses émotions.

Un premier **prototype en 2011**

Ce qui constitue le plus gros projet, au moins en termes de budget, en France, est mené par Aldebaran, une entreprise parisienne, qui a déjà vendu à des laboratoires de recherche et autres universités quelque 500 exemplaires de son petit robot Nao depuis novembre 2008.

Mais bien d'autres structures sont associées au projet comme l'Inria et plusieurs laboratoires reconnus : LAAS (commande de l'humanoïde), le LIMSI (reconnaissance des émotions), LIST (actionnement, reconnaissance d'objets), LISV (conception mécanique), LPPA (commande bio-inspirée), Spirops (intelligence artificielle), Telecom Paris Tech (système audio)... et enfin les sociétés Voxler (interaction vocale) et Acapela (synthèse et reconnaissance vocale). Un premier prototype de Romeo doit voir le jour l'an prochain. Il sera alors évalué par des patients handicapés de l'Institut de la Vision. L'objectif suivant sera alors de développer **un produit pour 2015**.

« Si nous parvenons à atteindre l'objectif de relever une personne à terre, Romeo sera capable de réaliser bien d'autres choses pour faciliter la vie des personnes qui ont besoin d'assistance. »

Bastien Parent, vice-président d'Aldebaran Robotics

Bardé de puces et de capteurs, équipé de caméras, il pourra par exemple garder ses yeux électroniques grands ouverts en permanence, notamment la nuit quand surviennent 80 % des imprévus. Romeo pourra suivre la personne, la relever en cas de chute et bien évidemment prévenir les secours ou une infirmière.

Éléments de conclusion et questionnements

La robotique est encore accrochée aux images de sciences fiction et peut, notamment dans la pensée européenne et contrairement à la culture nipponne, générée des aprioris et des craintes.

Le développement de la robotique nous entrainerait-il vers une déshumanisation de la société ou représente-t-il réellement un progrès pour l'humanité ?

Compte tenu de l'état d'avancement des recherches et des projets à travers le monde, nous sommes encore très loin de la création de robots aux capacités de décision et d'expression équivalentes à celle de l'homme. Les robots d'ores et déjà en service, ou qui le seront dans les prochaines années, sont totalement dirigés par des équipes humaines. Le sens donné aux recherches est d'assister ou de décharger l'homme dans des missions ou tâches qui lui sont difficiles, rébarbatives, voire dangereuses.

La robotique d'assistance doit permettre avant tout de réduire la dépendance des personnes handicapées et de pallier au coût et à la carence de main d'œuvre prévisible dans le secteur de l'aide à la personne.

A l'évidence, les robots d'assistance vont se développer et favoriser une plus grande autonomie des personnes handicapées. Que ce soit pour les gestes du quotidien, de saisie ou de déplacement, de la lecture à l'expression ; pour la surveillance et le secours (système alerte et de relève en cas de chute) ; ou pour lutter contre l'isolement et stimuler des comportements (robots de compagnie pour personnes autistes), l'aide technique robotisée est porteuse d'importants espoirs et prometteuse en termes de progrès.

Elle représente un espoir fantastique pour les personnes atteintes d'handicaps fonctionnels qui pourront à nouveau marcher, saisir un objet, lire ou s'exprimer, mais aussi pour celles atteintes de troubles psychiques ou mentaux qui pourront bénéficier de stimulations réparatrices ou tout du moins d'apaisement par des possibilités de mieux-être.

Les personnes handicapées et leur entourage devront se familiariser avec ces nouvelles aides qui nécessiteront un véritable apprentissage, mais qui, une fois maîtrisées deviendront probablement très vite indispensables.

Aujourd'hui, me passer du bras robotisé intégré à mon fauteuil serait pour ainsi dire impossible.

Olivier Meulle

Compte tenu de l'état d'avancement de diffusion et d'expérimentation des robots d'assistance, il est difficile aujourd'hui d'étudier les usages et les réactions face à ces nouvelles interfaces homme/machine. Cependant les premières évaluations conduites par l'association Approche ou l'AFM sont encourageantes et semblent en attente d'une concrétisation rapide des recherches en cours.

On imagine aisément le sentiment éprouvé par une personne en fauteuil depuis des années pouvant à nouveau marcher grâce à un exosquelette, comme celui d'une personne découvrant enfin la possibilité de se servir elle-même un verre à boire grâce à son robot d'assistance ou le bras motorisé qui l'accompagne.

L'aventurier et athlète japonais Seiji Uchida, 48 ans, qui a perdu l'usage de ses jambes lors d'un accident de voiture il y a 27 ans, prévoit de gravir la pente qui mène à l'abbaye du Mont Saint-Michel durant l'été 2011, en revêtant l'exosquelette HAL qui lui donnera les forces nécessaires.

« Si je mène à bien ce projet, je prouverais que les personnes à mobilité réduite peuvent très bien se rendre sur des sites historiques, même si ceux-ci ne sont pas dotés d'équipements spéciaux comme des ascenseurs ou rampes d'accès »

Déclaration de M. Uchida à l'AFP

Ces possibilités de mobilité et de moindre dépendance acquises par l'introduction de la robotique dans le quotidien des personnes handicapées se traduisent en termes d'intégration et s'accompagnent d'un plus faible sentiment de mise à l'écart. Elles apportent également à l'entourage des personnes handicapées un soulagement dans la prise en charge.

Ces nouvelles aides impacteront le travail des personnels d'accompagnement et notamment des auxiliaires de vie. Ils pourront en effet déléguer aux robots certaines tâches (notamment de contrôle ou ménagères) et bénéficier d'une moindre pénibilité pour d'autres, par exemple pour le lever des personnes handicapées.

Les personnels soignants pourront, par exemple, être déchargés de la donne des médicaments et s'aider de robots dans leur pratique de soin que ce soit pour de la rééducation, de la prévention ou lors de traitement de troubles psychiques.

Certes, les machines ne seront pas infaillibles, mais l'homme ne l'est pas non plus. Nécessairement se pose la question de l'aspect légal des robots. Aujourd'hui un robot a le même statut qu'un animal, et c'est donc son propriétaire qui en est responsable. Un robot programmé par son propriétaire pour avoir un certain comportement est, juridiquement, comme un animal dressé pour avoir un comportement analogue. En tant que sujet de la responsabilité civile ou pénale, le robot n'existe évidemment pas. Une machine n'est pas l'auteur d'un acte juridique, si elle " agit " avec des conséquences dommageables, le responsable ne peut être que le constructeur ou le gardien de l'objet.

Les questions légales se compliquent lorsqu'il s'agit de robots, qui outre le fait d'être mobiles et programmés, sont autonomes, c'est-à-dire pourvus d'une intelligence et capables de prendre des décisions.

Qui alors doit être responsable : le créateur, l'utilisateur, ou le robot lui-même ?
Qu'est-ce qui définit l'intelligence chez un robot ?
Comment la loi doit-elle évoluer ?

Autant de questions qui commencent à se poser et sur lesquelles des réflexions sont conduites, notamment par Ryan Calo, chercheur à l'Ecole Légale de Stanford, qui s'est spécialisé sur la place de la robotique dans la loi.

Les Trois lois de la robotique, d'Isaac Asimov, exposées pour la première fois dans sa nouvelle *Cercle Vicieux (Runaround, 1942)* sont également une belle base de réflexion :

- Un robot ne peut porter atteinte à un être humain, ni, restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger.
- Un robot doit obéir aux ordres que lui donne un être humain, sauf si de tels ordres entrent en conflit avec la première loi.
- Un robot doit protéger son existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la seconde loi.

Outre le domaine législatif, le développement des aides techniques robotisées posera nécessairement la question de la prise en charge de ces aides par la collectivité. Un fauteuil motorisé muni du bras robotisé Manus coûte aujourd'hui plus de 60 000 euros. Sam, le bras robotisé fixé sur une base mobile, est loin d'atteindre les 30 000 euros, coût qu'il semble raisonnable de prévoir dans quelques années quand celui-ci se démocratisera. Aujourd'hui, il est réservé, de fait, aux établissements collectifs et pas aux particuliers. Et Jaco, le bras québécois qui a reçu le trophée de l'innovation du salon Automomic de Paris en 2010, coûte entre 26 et 28 000 euros. Il est difficile aujourd'hui de mesurer la plus value économique de tels produits encore très peu diffusés. Cependant, il est certain que la question de leur prise en charge reste entière et conditionne aussi leur généralisation.

Si le développement de la robotique permet de réels progrès dans la réduction de la dépendance des personnes handicapées et dans l'exercice des métiers d'accompagnement ou de soin, et s'il représente un véritable potentiel sur le plan économique et en termes d'emplois, il pose aussi des questions d'ordres juridiques, financières, sociologiques, notamment à travers les nouvelles relations homme/machine ainsi induites, et politiques pour lesquelles il est difficile aujourd'hui d'apporter des analyses, mais qui représentent un terrain de recherche et d'expérimentation tout à fait passionnant pour les années à venir.

Ressources

Des robots au service du handicap – juin 2009

Banque des savoirs. Conseil général de l'Essonne

www.savoirs.essonne.fr/dossiers/les-technologies/robotique/des-robots-au-service-du-handicap/

Vivre chez soi - Juin 2010

Rapport de la mission « Vivre chez soi » présenté à Madame Nora BERRA Secrétaire d'État en charge des Aînés, par Alain Franco, Professeur de médecine à Nice et Président du Centre National de Référence – Santé à Domicile et Autonomie

Les apports de la science et de la technologie à la compensation du handicap - juillet 2008

Rapport présenté par Mme Bérengère Poletti, Députée, à l'Assemblée nationale et au Sénat

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Le handicap se conjugue au pluriel – Octobre 2000

Pierre Mormiche, division des Enquêtes et études démographiques, Insee et le Groupe de Projet HID - INSEE, N° 742

Vivre ensemble plus longtemps - Juillet 2010

Centre d'analyses stratégiques Travaux coordonnés par Virginie Gimbert et Clélia Godot

Note de Veille n°77 - Octobre 2007

Centre d'analyse stratégique

exosquelette-robotique-pour-donner-force-et-courage-aux-humains –

Décembre 2010

www.kelrobot.fr

Cap Digital présente officiellement Cap robotique – Mai 2009

Denis Poillerat - *LeMondeInformatique* - Edition du 22/05/2009 -

Cap Robotique

www.caprobotique.com

L'actualité des gérontechnologies et des technologies pour l'autonomie -

11 décembre 2009

www.gerontechnologie.net/companionable-un-grand-projet-europeen

ARPH, un robot autonome d'assistance aux personnes handicapées

www.ibisc.univ-evry.fr/Equipes/HANDS/arph/arphpremierepage

Paro, le robot bébé phoque aux vertus thérapeutiques – 14 décembre 2010

Article de Jean-Philippe Rivière – www.news.doctissimo.fr