

Bonjour à tous,

Vous trouverez ci-dessous le programme, les résumés des présentations et l'adresse du lieu de la prochaine journée du GT1 « Assistance aux mouvements et rééducation » qui se déroulera le 6 mai 2011 à Paris sur le Campus de Jussieu :

9:45 – 10:00 Accueil

10:00 – 11:00 « La robotique d'assistance de la personne tétraplégique: une "utopie réaliste" en 2011 », C. Fattal<sup>1,4,5</sup>, Ph. Fraisse<sup>2,5</sup>, V. Leynaert<sup>1,5</sup>, C. Petit<sup>1,5</sup>, I. Laffont<sup>3,4,5</sup> (Propara<sup>1</sup>, LIRMM<sup>2</sup>, CHU/CHRU Montpellier Nîmes<sup>3</sup>, M2H<sup>4</sup>, Association Approche et CEN<sup>5</sup>)

11:00 – 12:00 « Robotique de rééducation : état de l'art et perspectives », I. Laffont<sup>1,2,4</sup>, J. Frojer<sup>1,2</sup>, J. Pelissier<sup>1,2</sup>, C. Fattal<sup>2,3,4</sup>, J. Metrot<sup>2</sup>, D. Mottet<sup>2</sup> (<sup>1</sup>CHU Montpellier et CHRU Nîmes, <sup>2</sup>M2H, <sup>3</sup>Propara, Montpellier, Association Approche et CEN<sup>4</sup>)

12:00 – 14:00 : Pause déjeuner

14:00 – 15:00 « Qui rééduquer, pourquoi et comment ? », Agnès Roby-Brami (Univ. Paris Descartes)

15:00 – 15:45 « An Actuated Orthosis to Assist Knee Joint Movements », Walid Hassani, Samer Mohammed and Yacine Amirat (Univ. Paris 12)

15:45 – 16:30 « La robotique au service de l'autonomie des personnes âgées et de leur maintien à domicile » David Daney (INRIA Sophia)

16:30 – 16:40 Discussion

16:40 – Fin de la journée

La réunion aura lieu sur le Campus de Jussieu à l'adresse suivante :

Salle 304  
Tour 65, 3ème étage, couloir 65-66  
UPMC - Campus de Jussieu  
4 place Jussieu  
75005 PARIS

Métro, lignes 7 et 10 (station Jussieu)  
Bus 89 (station Jussieu)

[http://www.upmc.fr/fr/universite/campus\\_et\\_sites/a\\_paris\\_et\\_en\\_idf/jussieu.html](http://www.upmc.fr/fr/universite/campus_et_sites/a_paris_et_en_idf/jussieu.html)

A très bientôt

Bien cordialement

Les organisateurs

Philippe Poignet, Guillaume Morel, Bernard Bayle, Tanneguy Redarce

## Résumés

**C. Fattal<sup>1,4,5</sup>, Ph. Fraisse<sup>2,5</sup>, V. Leynaert<sup>1,5</sup>, C. Petit<sup>1,5</sup>, I. Laffont<sup>3,4,5</sup>, « La robotique d'assistance de la personne tétraplégique: une "utopie réaliste" en 2011. »**

- 1. Centre Mutualiste Neurologique Propara, Montpellier**
- 2. Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (LIRMM)**
- 3. Fédération Hospitalo-Universitaire de MPR, CHRU Montpellier et CHU Nîmes**
- 4. Movement to Health (EA 2991), Euromov, Université Montpellier 1**
- 5. Association Approche et Centre Expert National en Robotique, Montpellier**

La robotique a longtemps été apparentée, dans l'imaginaire collectif, à la maudite machine industrielle manipulatrice d'outils et « mangeuse » d'emplois ou à un humanoïde sans âme aux performances décuplées.

La robotique d'assistance vient aujourd'hui effacer cette image caricaturale dans une réalité concrète puisqu'elle peut prétendre offrir à la personne handicapée des moyens de suppléance des troubles de la préhension et/ou de la locomotion.

Si l'humain restera à tout jamais le meilleur c.à.d. le plus performant des robots, il n'est pas toujours disponible, il coûte très cher et il peut être intrusif dans la vie de la personne. Le robot, qu'il soit mono tâche ou multitâches, embarqué ou sur base mobile, décliné avec de nombreuses interfaces, est demeuré longtemps confiné aux laboratoires comme vitrine technologique. Il fait aujourd'hui son entrée dans un marché encore confidentiel mais prometteur.

Le Centre d'Expertise National en Robotique qui ouvre ses portes à Montpellier et l'association Approche (Association pour la promotion des nouvelles technologies au service des personnes en situation de handicap) auront pour défi de promouvoir cette robotique d'assistance dans les usages. Pour crédibiliser l'usage, il faudra inverser le mode de développement des prototypes en impliquant les futurs utilisateurs et les aidants très tôt dans le projet. Il importera d'accompagner les industriels dans leur investissement par des études de marché de qualité et d'élargir autant que possible le champ d'utilisation de tels dispositifs. Il sera enfin déterminant que les tutelles et les sociétés d'assurances se laissent convaincre par des études médico-économiques que l'articulation de la robotique d'assistance et du travail des aidants peut canaliser le surinvestissement très coûteux des aides humaines dans la vie quotidienne des personnes handicapées, offrir à l'utilisateur une marge d'indépendance fonctionnelle quand l'aidant est absent, grouper les services dans un « mariage utile » de l'informatique, de la domotique et de la robotique.

**I. Laffont<sup>1,2,4</sup>, J. Frojer<sup>1,2</sup>, J. Pelissier<sup>1,2</sup>, C. Fattal<sup>2,3,4</sup>, J. Metrot<sup>2</sup>, D. Mottet<sup>2</sup>, « Robotique de rééducation : état de l'art et perspectives ».**

<sup>1</sup>Fédération Hospitalo Universitaire de MPR, CHRU Montpellier et CHU Nîmes

<sup>2</sup>Movement to Health (EA 2991), Euromov, Université Montpellier 1

<sup>3</sup>Centre Mutualiste Neurologique Propara, Parc Euromédecine, Montpellier

<sup>4</sup>Association Approche et Centre Expert National en Robotique, Montpellier

L'utilisation de la robotique dans le champ de la rééducation a débuté dans les années 90. La principale indication est la rééducation de patients atteints d'une affection du système nerveux central : Accident Vasculaire Cérébral, Lésion Médullaire, Traumatisme Crânien, Sclérose En Plaques, séquelles de Paralyse Cérébrale....

Le principe est d'utiliser des dispositifs motorisés adaptatifs qui assistent ou corrigent le mouvement lorsque celui-ci est incomplètement ou imparfaitement réalisé par le patient. Ces dispositifs robotisés peuvent concerner la rééducation des membres supérieurs ou la rééducation des membres inférieurs. Il s'agit le plus souvent d'orthèses motorisées (exosquelettes), parfois de bras articulés motorisés (manipulandums), en particulier pour la rééducation du membre supérieur.

Les robots de rééducation ne se substituent pas à l'action des rééducateurs (kinésithérapeutes et ergothérapeutes) : ils complètent leur prise en charge, en permettant une augmentation de la quantité de rééducation, une adaptation fine à l'évolution des capacités motrices et cognitives du patient, ainsi qu'un enregistrement reproductible de sa récupération et de ses performances. L'utilisation des robots de rééducation a été validée par plusieurs études cliniques. En France, cette utilisation se heurte à la faible disponibilité de ces appareils sur le territoire et à leur coût encore trop élevé.

Le développement futur de ces outils innovants de rééducation passe par une recherche translationnelle associant cliniciens, spécialistes en sciences du mouvement humain, informaticiens, roboticiens.... La mise au point d'outils robotisés intégrant des dispositifs de modulation multimodale des afférences sensorielles et des logiciels de jeu pédagogique adaptatifs conçus en collaboration avec les cliniciens est nécessaire. Les progrès technologiques et robotiques laissent entrevoir la possibilité de développer des outils plus performants et plus accessibles. Enfin, il est indispensable que des études cliniques de grande envergure se mettent en place pour étayer la preuve du « Service Médical Rendu » de ces appareils et leur donner la place qui leur revient dans nos stratégies thérapeutiques.

**Agnès Roby-Brami, « Qui rééduquer, pourquoi et comment ? » Laboratoire Neurophysique et Physiologie, Université Paris Descartes, UMR 8119, 45 rue des Saints Pères, 75 006 Paris.**

L'essor des nouvelles techniques de rééducation depuis une quinzaine d'années a été impulsé par la reconnaissance d'une plasticité post lésionnelle au niveau spinal (les travaux de Rossignol et Barbeau dans les années 80) et au niveau cortical (les travaux de Nudo depuis les années 90) et surtout la démonstration que la plasticité neuronale est modelée par l'usage (« use dependant »). La robotique de rééducation s'est développée pour permettre une rééducation plus précoce et plus intense de la marche puis de la motricité du membre supérieur. L'évaluation de ces techniques est maintenant disponible. Les résultats cliniques apparaissent fonction de la « quantité » de rééducation et sont au moins aussi bons que la rééducation « humaine ». Pour aller plus loin, il semble maintenant important de s'attacher à l'aspect qualitatif de la rééducation robotique pour tirer tous les avantages d'analyse et de précision autorisés par l'interaction avec un robot. Cela impose de mieux comprendre le processus de la récupération pour se baser sur des hypothèses physiopathologiques précises. Par exemple, l'équipe de Hogan et Krebs du MIT se base sur l'idée que la récupération est liée à une amélioration de la coordination temporelle (fusion de sub-mouvements) ce qui conduit à rééduquer séparément les différentes articulations. A l'inverse, nos travaux en collaboration avec l'équipe de G. Morel (ISIR) sont fondés sur l'idée qu'il est important de rééduquer directement la coordination, ce qui plaide pour une structure robotique de type

orthèse. D'un autre côté, les travaux sur l'apprentissage à un champ de force conduisent à discuter la stratégie de contrôle de l'interaction homme-robot. Faut-il viser à reproduire le « bon » mouvement ou exagérer les erreurs dans la perspective que le patient va tirer parti du post-effet (Patton et al.). De plus, sur quelles bases quantifiées ajuster la thérapie aux déficiences et à la structure corporelle propre de chaque patient ? Toutes ces questions sont ouvertes et vont requérir une recherche coordonnée entre la robotique, la modélisation du contrôle moteur humain, la physiopathologie et la clinique pour pouvoir préciser les indications de la robotique (« qui rééduquer ? ») ses objectifs précis (« pourquoi rééduquer ? ») et ses méthodes (« comment rééduquer ? »).

**Walid Hassani, Samer Mohammed and Yacine Amirat, Univ. Paris 12, « An Actuated Orthosis to Assist Knee Joint Movements. »**

Recent technological advances made necessary the use of the robots in close interaction with the human. Currently, the focus of attention is on scenarios dedicated to assist and to help dependent/elderly persons within the so-called Wearable Robots. In our case, we will particularly focus on studying the assistance of the knee joint through an actuated orthosis. This joint has a great importance in maintaining the human stability during locomotion. A new prototype of the knee joint is presented. Its mechanical structure is designed as a compromise between miniaturization, compactness, comfort and portability. The orthosis is actuated by a brushless-dc motor and equipped by sensors (strain gauge, encoder). Moreover, body-worn sensors such as EMG, electro-goniometer, and inertial sensors are used to ensure a smooth interaction between the wearer and the orthosis. System dynamics modeling and identification of the knee-orthosis system are shown. A controller-centered strategy is implemented and shown robustness against external perturbations. Finally, some preliminary results of controlling the orthosis based on the human intentions are presented.

**David Daney, INRIA Sophia, « La robotique au service de l'autonomie des personnes âgées et de leur maintien à domicile ».**

Neuf équipes de l'INRIA se sont rassemblées au sein d'une infrastructure afin de coordonner leurs efforts de recherche autour du thème de l'autonomie des personnes âgées et de leur maintien à domicile. Des sujets scientifiques ont été sélectionnés pour leur impact potentiel sur la population, pour l'aspect novateur du service qu'ils proposent et pour les intérêts scientifiques des solutions envisagées. À partir des compétences et des objectifs des équipes impliquées, nous avons défini quatre thèmes directeurs pour les applications, en veillant à leur pertinence et à leur homogénéité : 1. l'évaluation de l'état de fragilité des personnes 2. la mobilité des personnes 3. la rééducation, le transfert et l'assistance à la marche 4. la liaison et l'interaction sociale. Le premier thème évaluation de l'état de fragilité des personnes a pour objet de déceler certains signes d'une perte d'autonomie pour essayer de prolonger son maintien à domicile. Le second thème répond au problème de déplacement des personnes en proposant de développer un déambulateur, un chariot de courses et une chaise roulante automatisée. Le troisième thème aborde les problèmes concernant la fonction de transfert. Finalement, le quatrième thème vise à renforcer la cohésion sociale.