



## La revue pour l'histoire du CNRS

24 | 2009

Soixante-dixième anniversaire du CNRS

---

### La recherche, ça marche !

David Guiraud

---



#### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/9115>

DOI : [10.4000/histoire-cnrs.9115](https://doi.org/10.4000/histoire-cnrs.9115)

ISSN : 1955-2408

#### Éditeur

CNRS Éditions

#### Édition imprimée

Date de publication : 5 octobre 2009

ISSN : 1298-9800

#### Référence électronique

David Guiraud, « La recherche, ça marche ! », *La revue pour l'histoire du CNRS* [En ligne], 24 | 2009, mis en ligne le 05 octobre 2009, consulté le 20 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/histoire-cnrs/9115> ; DOI : [10.4000/histoire-cnrs.9115](https://doi.org/10.4000/histoire-cnrs.9115)

---

Ce document a été généré automatiquement le 20 avril 2019.

Comité pour l'histoire du CNRS

---

# La recherche, ça marche !

David Guiraud

---

- 1 Les informations sensibles et motrices sont essentiellement transportées entre les différents organes par l'intermédiaire des neurones et de leur axone. L'information traitée par les neurones est transmise sous forme de potentiels d'action (PA). Ces PA peuvent être enregistrés ou générés à l'aide de systèmes implantés comportant une électrode en contact avec les structures neurales cibles. Selon la structure cible (nerfs périphériques, cerveau, moelle épinière, organes sensoriels) et la technologie employée, il est possible d'adresser les axones ou neurones de manière groupée ou unitaire. Côté stimulation, on joue sur la sélectivité ou la résolution spatiale pour obtenir une réponse fonctionnelle graduée. Dans le cas des neuroprothèses sensorielles – implants cochléaires ou visuels – la perception est d'autant plus précise que la neuroprothèse est capable de stimuler une zone plus petite avec une dynamique plus grande (pour une meilleure discrimination fréquentielle des sons par exemple). Dans le cas des neuroprothèses motrices, c'est la capacité à cibler un muscle parmi un groupe, ou une partie d'un muscle qui est en jeu. Mais aussi la capacité à stimuler sélectivement les fibres lentes peu fatigables plutôt que les fibres rapides très fatigables.
- 2 Le projet Demar s'intéresse principalement à la suppléance et à la rééducation fonctionnelle motrice. Il n'y a pas un site cible mais plusieurs. Lorsque plus d'une dizaine de muscles sont nécessaires pour restaurer un mouvement, une architecture centralisée autour d'un implant devient lourde à mettre en place d'un point de vue chirurgical, et les risques de casse de fils ou d'infection sont très élevés. Le développement de neuroprothèses autonomes reliées par un réseau intracorporel suppose une électronique proche de l'électrode ayant des capacités embarquées de calcul, d'acquisition ou de génération de stimuli et de communication sur un réseau. À cela, s'ajoutent des problèmes de fiabilité et de sécurité. La microélectronique et l'informatique industrielle sont également abordées au sein de Demar.
- 3 La restauration d'un mouvement ne se limite pas à la contraction artificielle des muscles. Le réglage empirique des séquences de stimulation pour chaque patient est fastidieux et conduit à des résultats médiocres. L'ordinateur peut aider, mais il faut un modèle mathématique qui décrive le fonctionnement de l'ensemble. On sait établir les modèles

géométriques et dynamiques, qui rendent compte de la structure du squelette et de la répartition des masses, mais le modèle du muscle reste approximatif et difficile à paramétrer.

- 4 Le modèle numérique utilisé se rapproche du comportement réel d'un muscle, capable de prédire la force produite en fonction du stimulus reçu. Ainsi, on sait estimer, par des méthodes numériques d'optimisation, la séquence qui produira un mouvement désiré. Cependant, ce modèle de muscle reste incomplet ; il ne tient pas compte de la fatigue qui apparaît en quelques minutes sur un muscle paralysé ce qui modifie profondément le mouvement généré.
- 5 L'étape ultime de la génération de mouvement réside dans son contrôle. Par exemple, la position debout équilibrée est instable et la moindre perturbation fait perdre cette position, si bien que l'asservissement est nécessaire. Il faut observer l'inclinaison du tronc, l'angle des genoux et des chevilles, afin d'ajuster les stimuli des muscles extenseurs ou fléchisseurs des hanches, des genoux, et des chevilles. Ce problème de contrôle est mal posé et constitue une vraie difficulté scientifique.
- 6 Enfin, le patient décide du mouvement, le ressent, et agit volontairement sur la partie non paralysée du corps. L'action volontaire du patient et le contrôleur artificiel travaillent de concert. Mais une vision globale du problème intégrant ces notions comportementales n'est pas encore à notre portée.
- 7 L'objectif quoique modeste est d'améliorer la vie de ces personnes en attendant que des solutions meilleures, notamment biologiques, voient le jour. Rien hélas ne remplacera le fauteuil roulant, plus rapide, plus sûr et moins fatigant. Mais faire quelques pas avec un déambulateur, faciliter les transferts, se lever pour accéder à un objet situé en hauteur, tous ces progrès contribuent à augmenter l'autonomie et améliorent la perception du degré de handicap.
- 8 Prototype d'unité de stimulation répartie dont l'ASIC a été entièrement conçu dans l'équipe DEMAR. Ce prototype est capable de piloter une électrode quadripolaire dont on peut maîtriser parfaitement la répartition des courants. © Inria

---

## RÉSUMÉS

Le projet Demar (Déambulation et mouvement artificiel) que dirige David Guiraud vise à améliorer le quotidien des handicapés moteurs grâce à des neuroprothèses. Cette équipe est commune aux universités de Montpellier I et II, à l'Inria et au CNRS.

## AUTEUR

### DAVID GUIRAUD

David Guiraud est directeur de recherche à l'Inria au laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (LIRMM).