



**Offre n°2025-08613**

## **Doctorant F/H Robot-based identification of upper-limb muscle parameters in humans**

**Type de contrat :** CDD

**Niveau de diplôme exigé :** Bac + 5 ou équivalent

**Fonction :** Doctorant

**Niveau d'expérience souhaité :** De 3 à 5 ans

### **A propos du centre ou de la direction fonctionnelle**

Inria est un institut national de recherche dédié au numérique qui promeut l'excellence scientifique et le transfert. Inria emploie 2400 collaborateurs et collaboratrices avec une organisation en équipes-projets de recherche, en général communes avec ses partenaires académiques.

Cette agilité permet à ses scientifiques, issus des meilleures universités mondiales, de relever les défis des sciences informatiques et mathématiques, que ce soit à travers la pluridisciplinarité ou avec des partenaires industriels.

Précurseur de la création d'entreprises Deep Tech, Inria a aussi accompagné la création de plus de 150 start-up issues de ses équipes de recherche. Inria répond ainsi efficacement aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

### **Contexte et atouts du poste**

**The researcher will be part of the CAMIN team at INRIA.**

## The position will be funded by INRIA under the ANR B-IRD project.

The aim of this project is to develop new methods for upper-limb muscle parameters identification, using robotics platforms. The ambition is to tackle this still open issue using an innovative experimental setup and dedicated estimation and control algorithms developed in a unified framework.

The development of accurate and personalized musculoskeletal (MSK) models is essential for changing paradigms of rehabilitation and interactions involving assistive devices. Body segment inertial parameters and joint centers of rotation are important parameters, the identification of which has been vastly studied. One of the main remaining challenges is to identify the muscular part of these models parameters [1, 2].

In this project, we want to address muscle parameters identification thanks to a unique setup combining the computation of precise parameter-exciting trajectories [3, 4] and the use of robots as position and force sensors, in contact with the patient's body. Their precise kinematics and embedded force sensors make them perfect experimental platforms to quantify body motions and adapt the model's parameters based on their measurements.

We plan to develop a formulation that will combine, in a single real-time optimization problem, the estimation of the user-specific MSK parameters and the computation of the future exciting movements of the upper limb, in order to guarantee a good observability of the parameters of interest. Implemented as a combination of a sliding window estimator [5] and a nonlinear model predictive control algorithm [6], the relevance of this approach lies in the exploitation of the fact that the same dynamical system is controlled and estimated at the same time [7]. This unified formulation will ensure the sensitivity of the variables to be estimated with respect to the control variables.

Once the MSK model has been personalized and calibrated to the subject, it can be used in conjunction with a robotic device such as an exoskeleton to assist upper limb motion [8, 9] or a cobot to provide physical therapy [10].

[1] G. Valente, L. Pitto, D. Testi, A. Seth, S. L. Delp, R. Stagni, M. Viceconti, and F. Taddei, "Are subject-specific musculoskeletal models robust to the uncertainties in parameter identification?" *PLoS One*, vol. 9, no. 11, p. e112625, 2014.

[2] Ackland, D. C., Lin, Y. C., & Pandy, M. G. (2012). Sensitivity of model predictions of muscle function to changes in moment arms and muscle-tendon properties: a Monte-Carlo analysis. *Journal of biomechanics*, 45(8), 1463-1471.

[3] J. Jovic, F. Philipp, A. Escande, K. Ayusawa, E. Yoshida, A. Kheddar, and G. Venture, "Identification of dynamics of humanoids: Systematic exciting motion generation," in 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2015, pp. 2173-2179

- [4] A. D. Wilson, J. A. Schultz, and T. D. Murphey, "Trajectory optimization for well-conditioned parameter estimation," *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 12, no. 1, pp. 28–36, 2014.
- [5] Ceglia, A., Bailly, F., & Begon, M. (2023). Moving horizon estimation of human kinematics and muscle forces. *IEEE Robotics and Automation Letters*.
- [6] M. Neunert, C. De Crousaz, F. Furrer, M. Kamel, F. Farshidian, R. Siegwart, and J. Buchli, "Fast nonlinear model predictive control for unified trajectory optimization and tracking," in *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. IEEE, 2016, pp. 1398–1404.
- [7] M. Mukadam, J. Dong, F. Dellaert, and B. Boots, "Steap: simultaneous trajectory estimation and planning," *Autonomous Robots*, vol. 43, pp. 415–434, 2019.
- [8] Escarabajal, R. J., París, E., Petri?, T., Valera, Á., Mata, V., & Babi?, J. (2023, December). Assistive Upper-Limb Control using a Novel Measure of Human Muscular Manipulability based on Force Envelopes. In *2023 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)* (pp. 1-8). IEEE.
- [9] Quesada, L., Verdel, D., Bruneau, O., Berret, B., Amorim, M. A., & Vignais, N. (2024). EMG-to-torque models for exoskeleton assistance: a framework for the evaluation of in situ calibration. *bioRxiv*, 2024-01.
- [10] Prendergast, J. M., Balvert, S., Driessen, T., Seth, A., & Peternel, L. (2021). Biomechanics aware collaborative robot system for delivery of safe physical therapy in shoulder rehabilitation. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 6(4), 7177-7184.

## Mission confiée

### Collaboration :

La personne recrutée sera en lien avec d'autres équipes INRIA pour les expérimentations robotiques.

Elle travaillera de manière rapprochée avec un chercheur postdoctorant travaillant dans l'équipe sur ces thématiques.

## Principales activités

### Principales activités :

- Revue de littérature sur la calibration des modèles musculaires
- Formalisation d'un cadre théorique unifiant l'estimation des paramètres musculaires et le contrôle du robot

- Analyse du workspace combiné humain-robot (polytope de force + validité modèle), singularités et validité du modèle
- Communication des trajectoires d'excitation au participant (travail sur la visualisation des consignes)
- Participation aux expérimentations sur sujet valides
- Dissémination des résultats (publications et communications scientifiques)

## Avantages

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Congés: 7 semaines de congés annuels + 10 jours de RTT (base temps plein) + possibilité d'autorisations d'absence exceptionnelle (ex : enfants malades, déménagement)
- Possibilité de télétravail (quelques jours par semaines) et aménagement du temps de travail
- Équipements professionnels à disposition (visioconférence, prêts de matériels informatiques, etc.)
- Prestations sociales, culturelles et sportives (Association de gestion des œuvres sociales d'Inria)
- Accès à la formation professionnelle
- Participation mutuelle (sous conditions)

## Rémunération

Salaire :

1ere année de doctorat : 2200 €

2eme et 3eme année : 2300 €

## Informations générales

- **Thème/Domaine** : Modélisation et commande pour le vivant  
Biologie et santé, Sciences de la vie et de la terre (BAP A)
- **Ville** : Montpellier
- **Centre Inria** : [Centre Inria d'Université Côte d'Azur](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2024-10-01
- **Durée de contrat** : 3 ans

- **Date limite pour postuler** : 2025-07-31

## Contacts

- **Équipe Inria** : [CAMIN](#)
- **Directeur de thèse** :  
Bailly François / [francois.bailly@inria.fr](mailto:francois.bailly@inria.fr)

## A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

**Attention:** Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

## Consignes pour postuler

### **Sécurité défense :**

Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST). L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

### **Politique de recrutement :**

Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.