



**Offer #2025-09223**

## **PhD Position F/M Conception de stent patient-spécifiques par optimisation de forme**

**Contract type :** Fixed-term contract

**Level of qualifications required :** Graduate degree or equivalent

**Fonction :** PhD Position

### **Context**

#### **Encadrants**

- Michel Duprez, Chargé de Recherche Inria rattaché à Icube (Strasbourg)  
michel.duprez@inria.fr  
<https://michelduprez.f>
- Stéphane Cotin, Directeur de recherche Inria rattaché à Icube (Strasbourg)  
stephane.cotin@inria.fr  
<https://mimesis.inria.fr/members/stephane-cotin/>
- Yannick Privat, Professeur d'université à l'école des Mines (Nancy)  
[yannick.privat@univ-lorraine.fr](mailto:yannick.privat@univ-lorraine.fr)  
<https://yannick-privat.perso.math.cnrs.fr/>

**Contexte biomédical :** Les maladies cardiovasculaires qui perturbent l'irrigation sanguine du cœur, du cerveau, des bras et des jambes, représentent la principale cause de décès dans le monde. Ce nombre élevé de décès motive la conception de procédures peu invasives et explique le succès des procédures de traitement par cathéter guidé par l'image, telles que l'angioplastie par ballon et l'insertion de stents. Cependant, le risque de complications postopératoires et de chirurgies de suivi dues à des réactions pathologiques des tissus, telles que la resténose, est relativement élevé. C'est ce qui motive les méthodes informatiques en tant qu'outil pour améliorer la compréhension des causes sous-jacentes et pour la conception assistée par ordinateur de nouveaux dispositifs endovasculaires afin de prévenir les complications postopératoires à l'avenir. En raison notamment de leur géométrie complexe et des déformations importantes qu'ils subissent lors de leur insertion, la simulation efficace de la structure des endoprothèses et de leur interaction avec leur environnement est encore nécessaire et constitue toujours un défi.

L'athérosclérose se caractérise par le dépôt d'une plaque essentiellement composée de lipides (on parle d'athérome) sur la paroi des artères. Cette plaque ne se dépose pas de manière uniforme dans l'artère. La conception de stents qui tiennent compte de cette non-uniformité ainsi que de la géométrie de l'artère peuvent permettre de

diminuer les risques de complication suite à la pose de celui-ci. Des études ont déjà été menées dans cette direction [Watson-Webster et al 2017, Canic-Grubisic et al 2022, Gundert-Marsden 2012].

**Déplacements :** les frais de déplacements seront pris en charge dans la limite du barème en vigueur.

## Assignment

### Missions :

L'objectif de la thèse sera de concevoir la forme optimale de ballon sur ordinateur (puis à grande échelle) permettant un déploiement adapté du stent. Dans le cadre de ce doctorat, avec l'aide de ces encadrants, les différentes étapes du projet de l'étudiant.e seront :

- Modéliser la dynamique de l'artère, la dynamique du ballon ainsi que leur interaction.
- Implémenter à l'aide la librairie python FEniCS un schéma éléments finis correspondants. Nous utiliserons un schéma numérique éléments finis avec interface du type [Cotin-Duprez et al 2023].
- Modéliser le problème d'optimisation de forme et calculer la dérivée de forme correspondante. Nous utiliserons ici une approche par levelset [Allaire-Gournay et al 2005].
- Implémenter l'algorithme de descente de gradient afin de déterminer la forme optimale des ballons.
- Implémenter le schéma sur le logiciel SOFA.
- Concevoir un ballon à grande échelle pour tester la conception sur ordinateur.

### Pour une meilleure connaissance du sujet de recherche proposé :

[1] G. Allaire, F. d. Gournay, F. Jouve, and A.-M. Toader. Structural optimization using topological and shape sensitivity via a level set method. *Control and cybernetics*, 34(1):59–80, 2005.

[2] J. Bonet, A. J. Gil, and R. D. Wood. *Nonlinear solid mechanics for finite element analysis: dynamics*. Cambridge University Press, 2021.

[3] S. ?ani?, L. Grubiši?, D. Lacmanovi?, M. Ljulj, and J. Tamba?a. Optimal design of vascular stents using a network of 1d slender curved rods. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 394:114853, 2022.

[4] S. Cotin, M. Duprez, V. Lleras, A. Lozinski, and K. Vuillemot. ?-fem: An efficient simulation tool using simple meshes for problems in structure mechanics and heat transfer. *Partition of Unity Methods*, pages 191–216, 2023.

[5] A. Ern and J.-L. Guermond. *Theory and practice of finite elements*, volume 159 of *Applied Mathematical Sciences*. Springer-Verlag, New York, 2004.

[6] T. J. Gundert, A. L. Marsden, W. Yang, D. S. Marks, and J. F. LaDisa Jr. Identification of hemodynamically optimal coronary stent designs based on vessel caliber. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 59(7):1992–2002, 2012.

[7] A. Henrot and M. Pierre. *Variation et optimisation de formes: une analyse géométrique*, volume 48. Springer Science & Business Media, 2006.

[8] T. Watson, M. W. Webster, J. A. Ormiston, P. N. Ruygrok, and J. T. Stewart. Long and short of optimal stent design. *Open Heart*, 4(2):e000680, 2017

## Main activities

### Principales d'activités :

- Modélisation mathématique
- Analyse mathématique
- Optimisation de forme
- Calcul scientifique
- Analyse de données

## Skills

Nous recherchons un candidat motivé et compétent possédant les qualifications suivantes :

### Exigences :

- Master en mathématiques appliquées
- Solides connaissances en méthode des éléments finis et en simulation biomécanique.
- Solides connaissances en analyse numérique et en techniques d'optimisation.
- Maîtrise de la programmation scientifique (par exemple, Python, C++).
- Compétences en communication pour le travail en équipe.

### Souhaitable :

- Connaissance médicale et biomédicale des stents.
- Connaissance des techniques d'apprentissage automatique.
- Expérience dans la recherche collaborative ou les projets de santé interdisciplinaires.

## Benefits package

- Subsidized meals
- Partial reimbursement of public transport costs
- Leave: 7 weeks of annual leave + 10 extra days off due to RTT (statutory reduction in working hours) + possibility of exceptional leave (sick children, moving home, etc.)
- Possibility of teleworking (after 6 months of employment) and flexible organization of working hours
- Professional equipment available (videoconferencing, loan of computer equipment, etc.)
- Social, cultural and sports events and activities
- Access to vocational training
- Social security coverage

## Remuneration

2200 € gross/month

## General Information

- **Theme/Domain** : Computational Neuroscience and Medicine  
Biologie et santé, Sciences de la vie et de la terre (BAP A)
- **Town/city** : Strasbourg (near the hospital campus)
- **Inria Center** : [Centre Inria de l'Université de Lorraine](#)
- **Starting date** : 2025-10-01
- **Duration of contract** : 3 years
- **Deadline to apply** : 2025-08-25

## Contacts

- **Inria Team** : [MIMESIS](#)
- **PhD Supervisor** :  
Cotin Stephane / [Stephane.Cotin@inria.fr](mailto:Stephane.Cotin@inria.fr)

## About Inria

Inria is the French national research institute dedicated to digital science and technology. It employs 2,600 people. Its 200 agile project teams, generally run jointly with academic partners, include more than 3,500 scientists and engineers working to meet the challenges of digital technology, often at the interface with other disciplines. The Institute also employs numerous talents in over forty different professions. 900 research support staff contribute to the preparation and development of scientific and entrepreneurial projects that have a worldwide impact.

## The keys to success

### Profil d'étudiante ou étudiant recherché

Nous recherchons des candidats motivés, intéressés par les aspects fondamentaux et d'analyse mathématique et en dernière année :

- d'école d'ingénieurs, Normale supérieure
- ou de master 2 de mathématiques fondamentales ou appliquée

### Débouchés possibles

Recherche publique (CNRS, université, Inria,...) ou privée (recherche et développement).

**Warning** : you must enter your e-mail address in order to save your application to Inria. Applications must be submitted online on the Inria website. Processing of applications sent from other channels is not guaranteed.

## **Instruction to apply**

### **Defence Security :**

This position is likely to be situated in a restricted area (ZRR), as defined in Decree No. 2011-1425 relating to the protection of national scientific and technical potential (PPST). Authorisation to enter an area is granted by the director of the unit, following a favourable Ministerial decision, as defined in the decree of 3 July 2012 relating to the PPST. An unfavourable Ministerial decision in respect of a position situated in a ZRR would result in the cancellation of the appointment.

### **Recruitment Policy :**

As part of its diversity policy, all Inria positions are accessible to people with disabilities.