



**Offre n°2025-09223**

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

**Type de contrat :** Fixed-term contract

**Niveau de diplôme exigé :** Graduate degree or equivalent

**Fonction :** PhD Position

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

#### **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.

## Mission confiée

### 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

# Principales activités

## Principales d'activités :

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

# Compétences

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.

# Avantages

- 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

# Rémunération

2200 € gross/month

## Informations générales

- **Thème/Domaine** : Computational Neuroscience and Medicine  
Biologie et santé, Sciences de la vie et de la terre (BAP A)
- **Ville** : Strasbourg (near the hospital campus)
- **Centre Inria** : [Centre Inria de l'Université de Lorraine](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2025-10-01
- **Durée de contrat** : 3 years
- **Date limite pour postuler** : 2025-08-25

## Contacts

- **Équipe Inria** : [MIMESIS](#)
- **Directeur de thèse** :  
Cotin Stephane / [Stephane.Cotin@inria.fr](mailto:Stephane.Cotin@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.

## L'essentiel pour réussir

### 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).

**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.