

UN CHERCHEUR CONTRACTUEL H/F PROJET SEMN

L'université de technologie de Compiègne recrute un chercheur contractuel pour une mission postdoctorale dans le cadre du projet de recherche SEMN (Size Effect Model for Nanocomposites) au sein du département ingénierie mécanique – laboratoire Roberval.

Le projet SEMN porte sur la prise en compte, dans des modèles numériques, de l'effet de taille dans des nanocomposites.

Lieu de travail

Compiègne

Type de contrat et date prévisionnelle de recrutement

Contrat à durée déterminée de 12 mois, début du contrat dès que possible et jusqu'au 30/09/2021 au plus tard

Expérience

Ce poste constituera une première expérience professionnelle pour un(e) candidat(e) ayant récemment obtenu un doctorat dans le domaine de la mécanique numérique.

Salaire mensuel brut

2 544 €

Volume horaire

1 607 heures/an

Contexte scientifique

Depuis les années 90 et plus récemment avec le développement des matériaux fonctionnalisés [1], de nombreux travaux de recherche ont été menés sur les nanocomposites à matrice polymère. En effet, pour de très faibles taux de renforts (moins de 5%), ces matériaux offrent de très bonnes propriétés mécaniques. Parallèlement, l'utilisation croissante, dans les industries aéronautique et automobile, de matrices thermoplastiques dans les composites ouvre la voie au développement de matériaux intelligents par le biais de l'ajout de nano-renforts (par exemple, l'ajout de nanoparticules de carbone permet d'obtenir des matériaux composites conducteurs [1]).

Du point de vue de la modélisation, la principale difficulté rencontrée dans la prédiction des propriétés, notamment mécaniques, de ces matériaux nano-renforcés est la nécessité de rendre compte de l'effet de taille observés pour de tels matériaux [3-6] : à fraction volumique de renforts fixés, les propriétés effectives du matériau dépendent de la taille des renforts. Les approches analytiques, basées sur la mécanique des milieux continus, prennent en compte ce phénomène en introduisant une contrainte surfacique à l'interface matrice/inclusion [3-5]. L'équilibre de l'interface dont le comportement est régi par une loi d'élasticité surfacique linéaire [8], est alors donné par l'équation de Young-Laplace généralisée [7]. Toutefois, ces approches analytiques ne permettent de traiter que des inclusions sphériques ou cylindriques et la prise en compte de comportements non-linéaires restent à l'heure actuelle un problème ouvert. Pour contourner ces limitations, le développement d'approches numériques spécifiques a donc émergé. Selon l'échelle considérée et l'application ciblée, les simulations de dynamique moléculaire et les stratégies basées sur la méthode des éléments finis (MEF) sont généralement considérées dans la littérature pour prendre en compte l'effet de taille observé dans les matériaux nano-renforcés. En raison de

leur coût de calcul élevé, la taille des Volumes Élémentaires Représentatifs (VER) utilisés en simulations du type dynamique moléculaire n'est pas suffisante pour estimer le comportement macroscopique de ces matériaux. C'est pourquoi ces simulations se limitent souvent aux investigations locales (par exemple, l'estimation du comportement mécanique des interfaces [9]) là où la mécanique des milieux continus n'est plus valide. L'utilisation de la méthode des éléments finis [10, 11, 12], permet, quant à elle, de reproduire à l'échelle du VER l'effet de taille observé dans les nanocomposites [2, 6] en se plaçant dans le cadre de la mécanique des milieux continus.

Dans ce contexte, une approche basée sur la méthode « Embedded Finite Element Method » (EFEM) [13], permettant de prédire le comportement mécanique des matériaux nano-renforcés, a déjà été développée par Bach, Brancherie et Cauvin [14]. Cependant, celle-ci reste, à l'heure actuelle, limitée aux comportements linéaires élastiques aussi bien pour la matrice que les inclusions et l'interface matrice/inclusion. Les nombreuses perspectives d'utilisation des nanocomposites impliquent toutefois un large spectre de sollicitations tant mécaniques qu'environnementales, rendant essentielle la prise en compte de phénomènes non linéaires aussi bien dans la matrice ou les inclusions qu'à leur interface. De plus, l'utilisation de tels matériaux pour l'intégration de fonctions complexes par le couplage de différentes physiques pose la question de la prédiction de l'évolution de ces fonctions avec la dégradation du comportement mécanique du nanocomposite. En effet, des phénomènes tels que la décohésion matrice/inclusion, la rupture et/ou les non-linéarités matérielles pourraient affecter l'efficacité des fonctions intégrées en dégradant la qualité des couplages physiques. À l'exception de quelques publications dédiées à l'estimation numérique du comportement des nanocomposites intégrant une décohésion [15] ou un endommagement à l'interface matrice/inclusion [16], les propriétés d'interface sont généralement supposées linéaires, élastiques et isotropes [2,10,11,17,18]. Le développement d'un modèle numérique prenant en compte les non-linéarités matérielles et éventuellement l'anisotropie de la matrice, des inclusions et de leur interface permettrait de mieux comprendre le comportement complexe des nanocomposites. Ce modèle permettrait également d'évaluer l'influence des différents paramètres et d'identifier les propriétés des nanocomposites. À terme, un tel outil numérique pourrait contribuer à la conception et l'optimisation de structures composées de matériaux nanorenforcés.

Mission

La personne recrutée assure des travaux de recherche pour le projet SEMN. Ces travaux portent sur le développement, dans le cadre de la mécanique des milieux continus, d'une stratégie numérique basée sur la méthode EFEM et prenant en compte les potentielles non-linéarités matériaux.

Activités principales

- Assurer l'extension et la validation des outils déjà existants au contexte des non-linéarités matériaux et de la décohésion matrice/inclusion
- Assurer la mise en œuvre numérique de la méthode développée
- Assurer l'étude de sensibilité des paramètres des lois de comportement matériau
- Valider des développements par confrontation avec des résultats analytiques
- Rédiger des rapports d'avancement
- Participer aux différentes réunions avec les partenaires du projet
- Présenter les résultats du projet.

Compétences

Connaissances

- Mécanique des milieux continus, mécanique non-linéaire
- Méthode des éléments finis
- Langages de programmation
- Méthodologie de conduite de projet
- Techniques d'expression écrite et orale
- Techniques de présentation orale et écrite

- Langue anglaise : B2 à C1 (cadre européen commun de référence pour les langues)

Compétences opérationnelles

- Maîtriser plusieurs langages de programmation
- Programmer
- Piloter un projet
- Rédiger des rapports, des publications et des documents de synthèse, en langue anglaise
- Travailler en équipe

Compétences comportementales

- Capacité de conceptualisation
- Capacité d'adaptation
- Sens de l'organisation
- Capacité d'initiative
- Qualité d'écoute
- Aisance relationnelle

Diplôme, formation et habilitation

- Diplôme : doctorat
- Domaine de formation : mécanique numérique.

Environnement et contexte de travail

L'activité s'exerce au département ingénierie mécanique, laboratoire Roberval, au sein de l'équipe mécanique numérique.

La personne recrutée rend compte aux responsables du projet SEMN, entretient un dialogue régulier avec ceux-ci et une collaboration étroite avec l'ensemble des interlocuteurs concernés. Des déplacements sont à prévoir dans le cadre du projet.

Contacts scientifiques

Ludovic Cauvin, MCF, UTC, laboratoire Roberval

ludovic.cauvin@utc.fr

Delphine Brancherie, PU, UTC, laboratoire Roberval

delphine.brancherie@utc.fr

Djimédo Kondo PU, Sorbonne Université, institut Jean le Rond d'Alembert

djimedo.kondo@sorbonne-universite.fr

Candidature

Un CV et une lettre de candidature, format pdf, sont à déposer à l'adresse suivante :

<https://candidature.utc.fr/chercheur>

Pour tout renseignement complémentaire :

Emilie Deliancourt : Tél. 03 44 23 79 69 – Lydie Rodriguez : Tél. 03 44 23 52 81

Direction des ressources humaines – pôle recrutement - UTC/DRH/PR/2020

www.utc.fr – rubrique : recrutement

Références bibliographiques et notes

- [1] K. Hamdi, Z. Aboura, W. Harizi, K. Khellil. Journal of Composite Materials 52 (11) (2017), pp 1495-1503.
- [2] L. Cauvin, D. Kondo, M. Brieu, N. Bhatnagar. Polymer Testing, 29(2):245-250, 2010.
- [3] P. Sharma, S. Ganti. Transactions-American society of mechanical engineers journal of applied mechanics, 71(5):663-671, 2004.
- [4] S. Brisard, L. Dormieux, D. Kondo. Computational Materials Science, 48(3):589-596, 2010.
- [5] S. Brisard, L. Dormieux, D. Kondo. Computational Materials Science, 50(2):403-410, 2010.
- [6] A.S. Blivi, F. Benhui, J. Bai, D. Kondo, F. Bedoui. Polymer Testing 56 (2016) 337-343.
- [7] Y.Z. Povstenko. Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 41(9):1499-1514, 1993.
- [8] M.E. Gurtin, A. I. Murdoch. Archive for Rational Mechanics and Analysis, 57(4):291-323, Dec 1975.
- [9] V. B. Shenoy. Phys. Rev. B, 71:094104, Mar 2005.
- [10] W. Gao, S. Yu, G. Huang. Nanotechnology, 17(4):1118, 2006.
- [11] J. Yvonnet, H. Le Quang, Q.C. He. Computational Mechanics, 42(1):119-131, 2008.
- [12] D.P. Bach, D. Brancherie, L. Cauvin. Finite Elements in Analysis & Design. 165 (2019) 41-51.
- [13] D. Brancherie, A. Ibrahimbegovic. Engineering Computations, 26: 100–127, 2009.
- [14] D.P. Bach, D. Brancherie, L. Cauvin. YIC2019 ECCOMAS Young Investigators Conference 2019.
- [15] M. Farsad, F.J. Vernerey, H.S. Park. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 84(12):1466-1489, 2010.
- [16] A. Esmaeili, P. Steinmann, A. Javili. Computational Mechanics, 59(3):361-383, Mar 2017.
- [17] L. Cauvin, D. Kondo, M. Brieu, N. Bhatnagar. Mater. Sci. Eng., 527 (2010), pp. 1102-1108.
- [18] P. Gelineau, M. Stepień, S. Weigand, L. Cauvin, F. Bédoui. Mech. Mater., 89 (2015), pp. 12-22.