



Contrat postdoctoral (H/F) - 12 mois (CDD)

Sujet : Méthodes inverses pour l'estimation de flux de refroidissement lors de trempe – applications aux géométries et matériaux traités

Lieu : Nancy, principalement au laboratoire LEMTA (site ENSEM, Brabois), avec des périodes de travail à l'IJL (site ARTEM).

Type de contrat : CDD.

Durée du contrat : 12 mois, à temps plein.

Date de début : janvier 2020 – mars 2020.

Salaire : 36 600€ brut annuel

Niveau d'expérience : Titulaire d'un doctorat en mécanique, énergétique ou chimie des matériaux.

Contexte : L'IRT M2P s'intéresse à la trempe (par aspersion d'eau) de différents produits métalliques (nuances d'acier, alliages de titane...), de manière à proposer des fenêtres d'amélioration aux industries métallurgiques. La plupart des expériences mises en place à l'IRT M2P utilisent des thermocouples proches de la surface sur laquelle le refroidissement s'opère. À partir des mesures de l'évolution de température lors de la trempe, l'IRT M2P souhaiterait estimer l'évolution du flux de chaleur extrait, ou – en d'autres termes – l'évolution des coefficients de transfert thermique. Ce type de détermination requiert une « Méthode inverse » [1,2,3] dont le codage est envisagé lors de ce projet. Le travail à réaliser se déroulera en deux phases.

1^{ère} phase (6 mois) : **Développement d'une méthode inverse** tenant compte de la variabilité des propriétés thermophysiques des produits. En s'inspirant des travaux déjà réalisés par le LEMTA [1,2], le post-doctorant codera (dans un environnement Matlab ou Python) une méthode inverse 2D pour une géométrie cylindrique. Il testera cette méthode inverse en utilisant des champs de température issus de simulations numériques (éléments finis).

En parallèle, l'influence de la présence d'une couche d'oxyde sur l'erreur d'estimation du flux sera également étudiée. En effet, les oxydes étant par nature isolants, ils influenceront nettement l'estimation (cependant, l'influence sur les conditions de déclenchement de l'ébullition ne sera pas étudiée ici).

2^{ème} phase (6 mois) : **Analyse de l'effet des transformations de phases – couplage entre la thermométallurgie et la méthode inverse.**

Des transformations de phases exothermiques apparaissent lors de la trempe des métaux (aciers, alliages de titane, ...) considérés dans ce projet, et se traduisent par une recalescence. Celles-ci influencent le champ thermique et introduisent un biais dans l'estimation des flux si elles ne sont pas prises en compte dans la méthode inverse. Une autre conséquence de ces transformations de phases est que les propriétés thermophysiques dépendent non seulement de la température mais aussi des cinétiques de transformations. De plus, ces propriétés sont généralement déterminées pour des refroidissements lents et ne sont en général pas mesurables pour des transformations de phases à basse température bainitique et martensitique (sauf dans le cas d'aciers avec une trempabilité élevée). Le post-doctorant effectuera une étude numérique paramétrique pour estimer l'influence des termes sources en fonction des transformations de phases attendues et déterminer les erreurs d'estimations des flux extraits. Si les erreurs d'estimations

sont inacceptables en fonction des termes sources, il faudra introduire ces termes sources dans le modèle inverse [3] et le valider.

Durant cette 2^e phase, le post-doctorant passera du temps à l'Institut Jean Lamour de Nancy qui dispose de l'expertise en transformations de phases.

Ces deux phases donneront lieu à un livrable contractuel.

Compétences recherchées

- Titulaire d'un doctorat en mécanique, énergétique (avec des connaissances dans le domaine des matériaux) OU d'un doctorat en science/ingénierie des matériaux, métallurgie (ayant des connaissances en transfert de chaleur)
- Méthodes inverses, éléments finis
- Transferts thermiques, transformations de phases solide-solide (métallurgie)
- Langages : Matlab, Python,
- Qualité rédactionnelle en anglais et français
- Travail en équipe

Avantages pour le candidat :

- Le post-doctorant sera rémunéré par l'IRT M2P pendant un an. Le contrat commencera entre janvier et mars 2020 selon la disponibilité de la personne recrutée.
- Travail en environnement académique, laboratoires UMR CNRS. Liens forts avec le partenaire industriel (IRT M2P). Interactions avec la R&D de plusieurs groupes industriels internationaux.
- Possibilité de publications.

Les candidatures sont à envoyer à :

Michel GRADECK, professeur à l'université de Lorraine

LEMTA UMR CNRS 7563 Université de Lorraine

2 avenue de la forêt de Haye - BP 90161

54505 Vandoeuvre les Nancy

Email : michel.gradeck@univ-lorraine.fr

Références :

[1] F. Volle, D. Maillat, M. Gradeck, A. Kouachi, M. Lebouché, "Practical application of inverse heat conduction for wall condition estimation on a rotating cylinder", Int. J. Heat Mass Transf., Vol. 52, Jan 2009, pp. 210-221,

[DOI:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.05.025](https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.05.025)

[2] M. Gradeck, J.A. Ouattara, B. Rémy, D. Maillat, "Solution of an inverse problem in the Hankel space – infrared thermography applied to a transient cooling flux estimation", Exp. Therm. Fluid Sci., Vol. 36, Jan 2012, pp. 56-64,

[DOI:10.1016/j.expthermflusci.2011.08.003](https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2011.08.003)

[3] P. Archambault, S. Denis, A. Azim: "Inverse Resolution of the Heat Transfer Equation with Internal Heat Source: Application to the Quenching of steels with Phase Transformations", J. Mater. Eng. Perform., Vol. 6, Apr 1997, pp. 240-246,

[DOI:10.1007/s11665-997-0020-5](https://doi.org/10.1007/s11665-997-0020-5)