

Sujet de stage 2023 – CEMEF

TITRE	Modélisation de la lubrification en laminage de tôles : améliorations algorithmiques.
Mots-clés	Laminage, Tribologie, Régime de lubrification mixte, programmation
Objectif général	Contribuer à la compréhension de la lubrification et à la prédiction du frottement en laminage des alliages légers, en réalisant un travail complet de modélisation : maîtrise des phénomènes physiques et résolution numérique avancée.
Contexte	Le laminage à froid des alliages légers est fortement tributaire du frottement, donc de la lubrification. Partant de ce constat, un modèle couplé de frottement lubrifié du laminage à froid de tôles a été construit dans les années 1990s. Le stage proposé s'intègre dans un projet plus large, qui prendra la forme d'un travail de thèse en collaboration avec d'autres industriels, et qui consiste à enrichir ce modèle sur le plan physique. L'objectif du stage proprement dit est axé sur le logiciel existant : il nécessite de comprendre les phénomènes physiques modélisés et d'améliorer la programmation pour donner plus de robustesse et de rapidité, en vue d'évolutions ultérieures.
Présentation détaillée,	<p>Le modèle existant couple plusieurs phénomènes physiques [1] :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La déformation élastoplastique de la bande 2. La déformation microplastique de la rugosité 3. La formation et l'évolution du film lubrifiant 4. La déformation élastique du cylindre (2D plan) 5. La thermique couplée bande-cylindre (2D) <p>Le modèle fait donc appel à un large panel de phénomènes physiques (mécanique non-linéaire des solides, mécanique des fluides, thermique, etc...) qui sont intimement liés les uns aux autres.</p> <p>Ainsi, une fois les phénomènes compris et maîtrisés, un couplage numérique efficace entre les différentes physiques est clé pour avoir un logiciel performant.</p> <p>Dans le logiciel actuel, ces couplages se traduisent par des boucles itératives imbriquées. La figure 1 donne un aperçu rapide du schéma global de résolution. Certaines équations sont des équations différentielles (ODE) « raides », c'est-à-dire très sensibles aux paramètres et aux conditions aux limites. Le processus de convergence est donc lent, et incertain dans les cas les plus sévères de gradients de contraintes, de température...</p>

Le travail à faire durant ce stage est un travail ambitieux qui a une double nature : d'un côté, la compréhension des phénomènes multiphysiques et leur remise en cause ou leur enrichissement si nécessaire ; d'un autre côté, l'amélioration des méthodes numériques de résolution, par exemple l'efficacité des méthodes d'intégration, ou l'enchaînement des résolutions entre les différentes régions du domaine d'intégration.

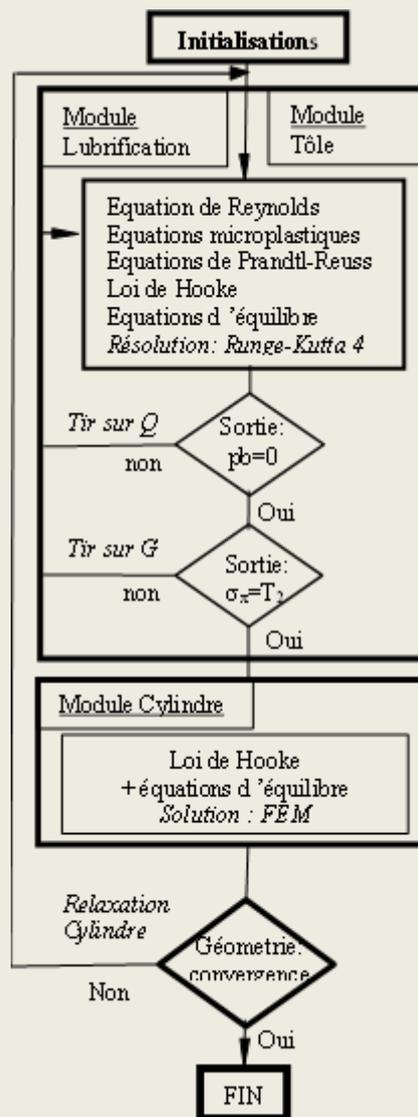


Figure 1 : organigramme du modèle montrant les diverses boucles imbriquées.
 Q = débit de lubrifiant (équation de Reynolds) ;
 G = glissement en avant (vitesse de sortie de la bande).

Références
bibliographiques

[1] N. Marsault : Modélisation du régime de lubrification mixte en laminage à froid. Thèse de Doctorat en Sciences et Génie de Matériaux, Ecole des Mines de Paris (1998).

	[2] D. Boemer: Numerical modeling of friction in lubricated cold rolling. Thèse de Doctorat en Sciences de l'Ingénieur, Université de Liège, Belgique, 2020
Rémunération	> 600 € / mois + aides (logement, cantine)
Type projet/ collaboration	Le stage est financé par Constellium C-TEC (Centre de Recherche) et concerne les alliages légers et la façon dont ils sont laminés. Mais les travaux font partie d'une action plus large et sont susceptibles d'être utilisés dans un ensemble de 3 thèses pour 3 entreprises partenaires.
Profil & compétences	Connaissances en physique, en matériaux et en méthodes numériques. Goût pour la programmation. Le logiciel est écrit en Fortran 90. Rigueur et capacité à s'investir pleinement dans un sujet. Goût pour le travail en équipe; communication orale et écrite. Maîtrise de la langue anglaise (niveau B2 minimum)
Lieu	Constellium C-TEC - Constellium Technology Center Parc Economique Centr'Alp, Voreppe, Isère (38) www.constellium.com Ecole des Mines de Paris, CEMEF, Sophia Antipolis, Alpes-Maritimes (06) https://www.cemef.minesparis.psl.eu/
Equipe(s) de recherche	Constellium C-TEC : MAP (Modélisation, Applications, Prototypage) MINES Paris-CEMEF : PSF (Procédés, Surfaces, Fonctionnalités)
Encadrants	Alexandre Barthelemy, Ingénieur R&D 04 76 57 80 31 - alexandre.barthelemy@constellium.com Pierre Montmitonnet, Directeur de Recherches CNRS 04 93 95 74 14 – pierre.montmitonnet@minesparis.psl.eu Imène Lahouij, Chargée de Recherche MINES Paris 04 93 95 75 86 – imene.lahouij@minesparis.psl.eu

Pour postuler : Le dépôt de votre candidature se fait en ligne uniquement en remplissant le formulaire CEMEF en ligne sur : <https://applyfor.cemef.mines-paristech.fr/internship/>