

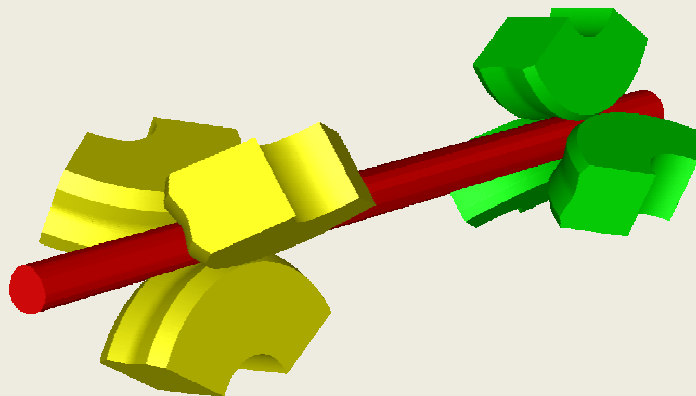
TITRE	Formulation multi-champs avec changement de repère temporel pour la simulation des procédés stationnaires
Acronyme du projet	RobForge
Modalités d'encadrement, de suivi de la formation et d'avancement des recherches du doctorant	standard CEMEF
Objectif général	Résolution directe et couplée du système multi-champs des équations de problèmes stationnaires.
Contexte	<p>La simulation numérique des procédés de mise en forme des métaux a atteint sa maturité pour un grand nombre de procédés, ce que traduit l'utilisation extensive du logiciel FORGE® - un leader mondial pour la simulation du forgeage - dans l'industrie.</p> <p>Pour certains procédés comme le laminage ou le filage, les calculs incrémentaux s'avèrent beaucoup trop longs pour une utilisation en bureau d'étude ; la simulation d'une trentaine de passes de laminage peut nécessiter plus d'un mois de calcul sur des ordinateurs hautement parallèles.</p> <p>Ce travail de thèse s'inscrit donc dans le cadre d'un projet de recherche financé par plusieurs industriels français dans l'objectif de diminuer les temps de calcul pour les procédés présentant une partie stationnaire.</p> 
Présentation détaillée avec si possible figure(s)	<p>La simulation des procédés de mise en forme où la déformation est imposée de manière très progressive nécessite de nombreuses opérations de mise en forme, qui se traduisent par de nombreux incréments de calcul lors de leur simulation numérique. Lorsque le procédé est stationnaire, il est possible de réduire grandement les temps de calcul en recherchant directement cet état stationnaire.</p> <p>Le calcul direct de cet état permet de réduire les temps de calcul par un facteur compris entre dix et vingt. La géométrie du domaine stationnaire</p>

$\Omega(\bar{x})$, donnée par une équation de stationnarité $V(\bar{x}) \cdot n(\bar{x}) = 0$ en tout point \bar{x} de la frontière libre devient alors une inconnue supplémentaire du problème. Le couplage entre le problème mécanique et la recherche du domaine stationnaire est réalisé par un algorithme de point fixe. Cette méthode a été récemment développée au sein du logiciel FORGE® pour une utilisation par un grand nombre de partenaires industriels. Toutefois, elle ne converge pas sur tous les problèmes.

Ce projet de recherche se place dans ces circonstances. Il a pour objectif de formuler rigoureusement toutes les équations du problème multi-champs et leurs termes de couplage pour une résolution directe du problème. Le développement d'une formulation multi-champs originale et adaptée à un formalisme eulérien (vitesse) constitue ainsi le principal défi de ces travaux.

Un autre verrou à l'utilisation de ce logiciel en stationnaire se présente lorsque le nombre de passes est très grand. Une méthode originale de « réduction de la longueur » du domaine d'étude dans l'intercage devrait permettre de réduire ces temps à des valeurs plus conformes aux attentes.

Enfin, le projet comprend l'étude d'autres modes d'initialisation de la méthode de point fixe et une amélioration de l'algorithme d'intégration temporelle utilisé pour les lois de comportement avec effet d'histoire, telles que la lois élasto-viscoplastique.



Exemple de mise en forme par laminage Kocks. La barre est en prise sur deux cages de laminage de manière à subir deux réductions de section successives.

Réf. bibliographiques

- Ripert, U. (2014). *Méthode itérative de recherche de l'état stationnaire des procédés de mise en forme: application au laminage* (Doctoral dissertation, Paris, ENMP)
- Ripert, U., Fourment, L., & Chenot, J. L. (2015). An upwind least square formulation for free surfaces calculation of viscoplastic steady-state metal forming problems. *Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences*, 2(1), 15.
- Arora, S., & Fourment, L. (2018, May). A nodally condensed SUPG formulation for free-surface computation of steady-state flows constrained by unilateral contact-Application to rolling. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1960, No. 1, p. 090003). AIP Publishing.

Objectifs de valorisation

Publications dans des revues scientifiques, intégration des travaux dans

des travaux de recherche du doctorant	<i>le logiciel FORGE commercialisé par Transvalor</i>
Mots-clé	Formulation Multi-champs, Formulation Mixte, Contact, Méthodes de Couplages, Intégration temporelle, Méthode des Eléments Finis, Elasto-plasticité, Laminage, Filage
<i>Type projet/ collaboration</i>	Consortium de six sociétés françaises de laminage et filage, et un éditeur de logiciel.
Profil & compétences	Mathématiques Appliquées, Méthodes Numériques, Mécanique Numérique, Mécanique, Programmation (C++ & Fortran)
Lieu	MINES ParisTech - CEMEF, Sophia-Antipolis (06), France
Equipe(s) de recherche	CSM
Encadrant / Dir. de thèse	Lionel Fourment, Pierre Montmitonnet, Katia Mocellin