



Séminaire du 09 Juin 2021



Modélisations avancées des problèmes de contact

Etude du problème de conduction des surfaces rugueuses en contact par la méthode des éléments de frontière

Paul BEGUIN^a, Vladislav YASTREBOV^a, Cristian OVALLE-RODAS^a, Samuel FOREST^a

^a Centre des matériaux, MINES Paris, PSL University

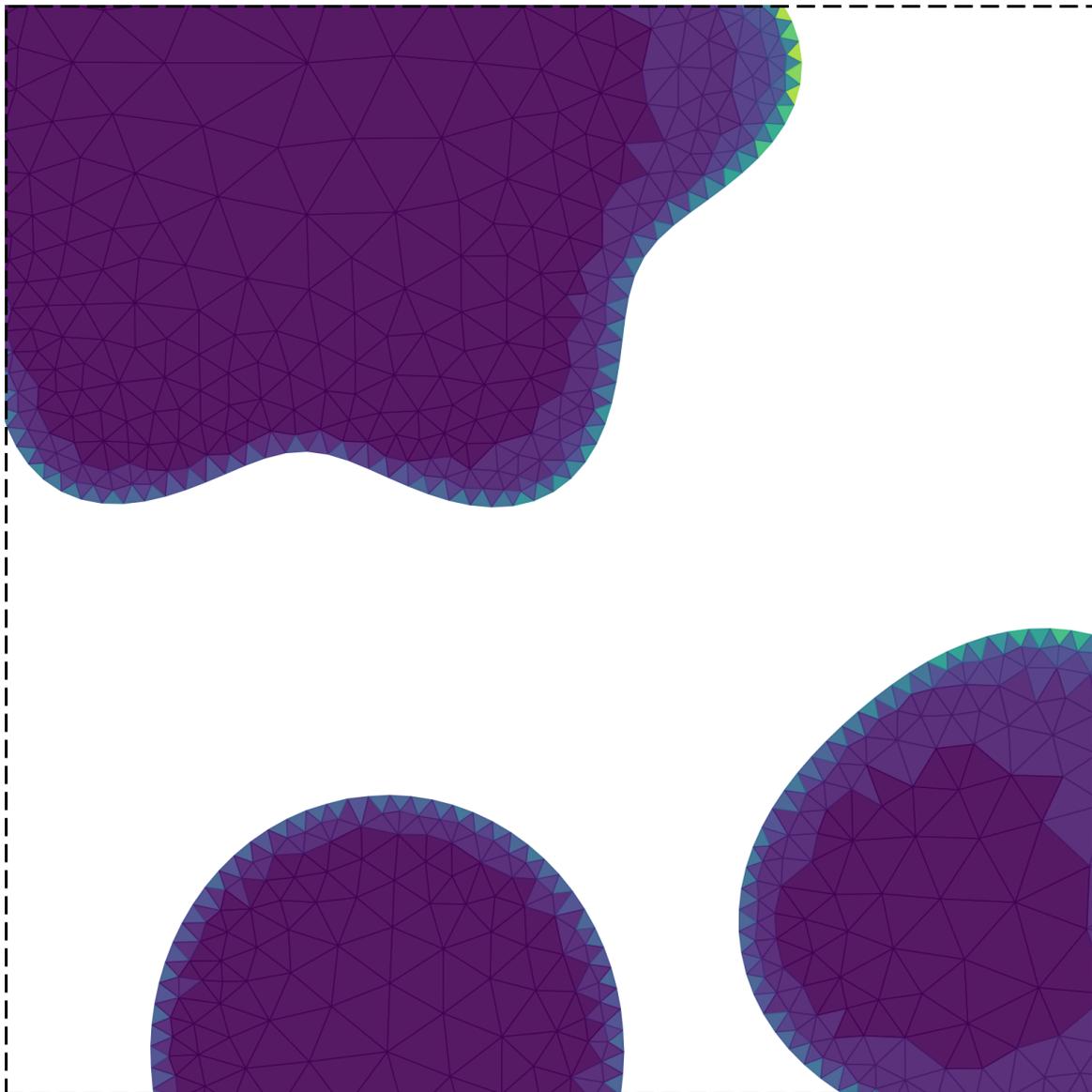
Dans la plupart des systèmes mécaniques et naturelle, l'équilibre thermomécanique n'est pas respecté. D'intense flux thermique peuvent être échangé dans ceux-ci, tandis que leur fonctionnement peuvent être très différent, allant du moteurs à combustion interne au mouvement des plaques terrestres. Ces phénomènes d'échange se retrouvent également aux interfaces de contact, et impliquent dans ce cas-là un couplage fort entre la état de contrainte et le flux thermique.

A l'échelle microscopique, les surfaces de contact étant rugueuses, l'aire de contact réelle n'est pas uniforme, ce qui a pour conséquence d'importante non-linéarités. Ces aires de contact concentrent les échanges de flux par conduction ; tandis qu'à l'échelle d'une tache le flux transmis n'est pas non plus uniforme. Le flux macroscopique transmis dépendra ainsi de la répartition des points de contact mais encore de leur formes, et d'une manière plus générale du chargement, l'état de surface, et le comportement mécanique des pièces en contact[1].

Pour l'étude de ce problème, nous nous sommes d'abord intéressé à celui de la conduction d'une tache seule en forme de fleur multi-pétales en régime stationnaire. La caractérisation de conductivité de ces taches nous a permis ensuite d'étendre nos calcul à des clusters de ces taches et comparer nos résultats de simulation pour ce problème avec ceux donnés par la résistance de constriction développé par *Greenwood* [2].

La résolution de ce problème a été fait par une méthode des éléments de frontière (BEM). Cette méthode, très bien adaptée à la modélisation de problème pour des milieux infinis, présente toutefois certaines difficultés par rapport aux éléments finis, notamment en terme de complexité de resolution des système d'équation à matrice pleine. L'utilisation de *matrice hiérarchique* [3], implémentée par nos soins, permet de contourner ce problème en rendant le solveur BEM bien plus performant que celui des éléments finis .

Cette étude vise à faire un lien entre les paramètres de rugosité, comportement du matériaux, chargement et la conductivité thermique. et ainsi aboutir à une compréhension globale des phénomènes d'échange thermo-mécanique de contact.



[1] Yastrebov, V. A., Anciaux, G., & Molinari, J. F. (2017). The role of the roughness spectral breadth in elastic contact of rough surfaces. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 107, 469-493

[2] Greenwood, J. A. (1966). Constriction resistance and the real area of contact. *British Journal of Applied Physics*, 17(12), 1621

[3] Bebendorf, M. (2000). Approximation of boundary element matrices. *Numerische Mathematik*, 86(4), 565-589.

Réduction d'ordre de modèle pour les problèmes de contact traités par multiplicateurs de Lagrange.

Simon LE BERRE^a, David RYCKELYNCK^a, Isabelle RAMIÈRE^b

^aCentre des matériaux, MINES Paris, PSL University

^bCEA Cadarache

Mot clés : Hyper-réduction, contact, multiplicateurs de Lagrange, conditionnement, clustering.

Nous présentons une méthode de réduction d'ordre de modèle (ROM) pour les problèmes de contact traités par la méthode des multiplicateurs de Lagrange. Nous utilisons une approche par hyper-réduction avec domaine d'intégration réduit (RID). Ainsi la réduction de la solution duale se fait par la restriction de la base éléments finis (EF) duale au RID. Nous mettons en évidence un lien entre le conditionnement de la matrice de rigidité de contact projetée et la précision des solutions duales. En utilisant cette relation, nous proposons deux stratégies d'enrichissement de la base primale réduite POD permettant de respecter la condition de solvabilité du problème réduit et d'améliorer la précision de la méthode.

Dans le cas d'un espace paramétrique présentant de fortes variations de la surface de contact, menant à de fortes erreurs relatives, nous proposons une stratégie de clustering sur l'espace paramétrique ayant pour but d'améliorer la précision des solutions tout en conservant la dimension des bases réduites. Cette stratégie de clustering conduit à traiter le problème non-linéaire de manière linéaire par morceaux sur l'espace paramétrique en construisant des modèles réduits locaux.

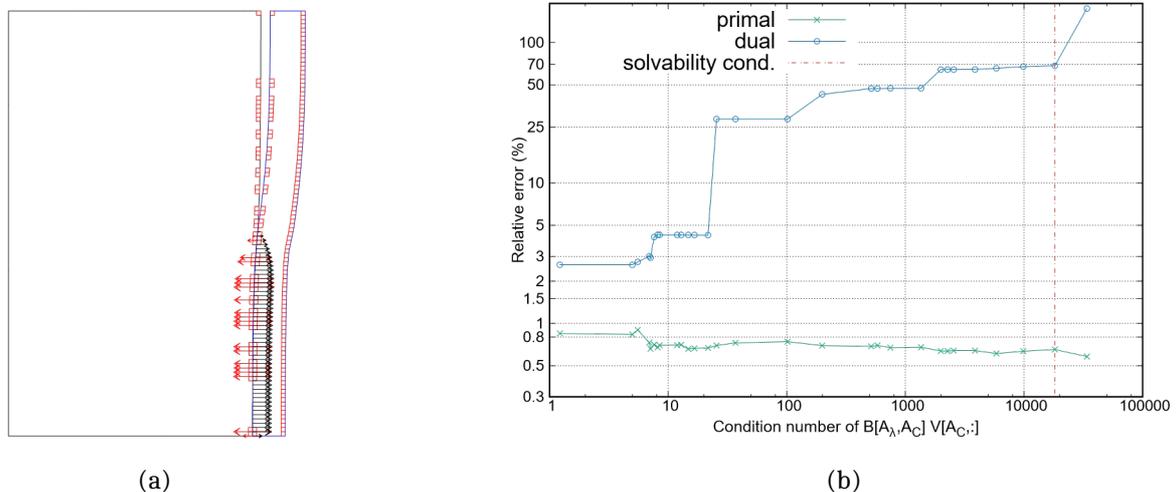


Figure 1 – (a) Exemple d'un cas test traité par notre méthode de ROM. En noir : les forces de contact EF. En rouge : les forces de contact du problème réduit. (b) Evolution des erreurs relatives en fonction du conditionnement de la matrice de rigidité de contact projetée.

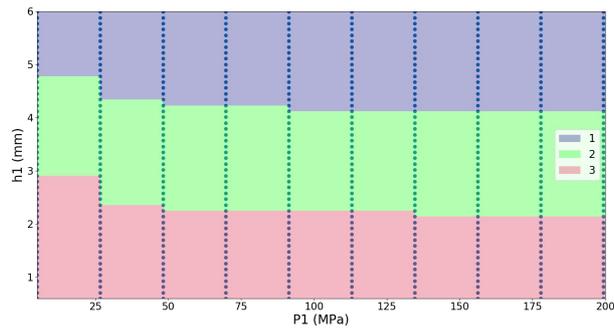


Figure 2 – Exemple de clustering sur un espace paramétrique à deux paramètres.



Vous pouvez nous contacter :

- Par courrier postal :

Centre des Matériaux Pierre-Marie Fourt
Mines ParisTech
CNRS UMR 7633, BP 87 91003 Evry, France

- Par téléphone : +33 (0)1 60 76 30 00
- Par fax : +33 (0)1 60 76 31 50
- Par courrier électronique : semteam@mat.mines-paristech.fr
- Site web : <http://www.mat.mines-paristech.fr>

Equipe séminaire :

Maryse GILLE
Daniella LOPES PINTO
Abhishek PALCHOUDHARY
Nicolas PISTENON