

Méthode de gestion du contact pour l'analyse mécanique des assemblages mécaniques

F. Kheris¹, A. Rassinoux¹, B. Hagège¹

¹ Laboratoire Roberval, Université de Technologie de Compiègne, France, {fatah.kheris,alain.rassinoux}@utc.fr

Résumé — Les travaux que nous proposons concernent le développement d'une technique de remaillage local tridimensionnel permettant la mise en coïncidence des nœuds des surfaces en contact pour améliorer l'efficacité et la robustesse des procédures de contact multi-corps dans le cadre de la simulation numérique des procédés d'assemblage mécanique par éléments finis. Les surfaces de contact sont ensuite représentées par approximation diffuse.

Mots clés — contact, remaillage, méthodes sans maillage

Les problèmes de contact sont numériquement difficiles à résoudre. La formulation d'un problème de contact nécessite l'écriture des conditions de Hertz-Signorini-Moreau sur les interfaces de contact (condition de non pénétration, efforts répulsifs entre les deux surfaces) menant à des inéquations non-linéaires [4, 5]. En outre, les conditions aux limites du contact ne sont pas connues à l'avance et dépendent de la solution des équations d'équilibre de la structure. Les méthodes de couplage des inéquations du contact avec les équations d'équilibre sont largement connues. Bon nombre d'entre elles sont issues de la théorie de l'optimisation [2, 4, 5] à l'instar de la méthode de pénalisation ou de la méthode des multiplicateurs de Lagrange, qui sont les méthodes les plus couramment utilisées dans les codes de calcul éléments finis, chacune de ces méthodes possédant ses propres avantages et inconvénients.

Les conditions de contact font intervenir une entité physique appelée jeu (gap). Pour définir le jeu, il est indispensable de faire un appariement entre les points appartenant aux faces des deux solides potentiellement en contact. L'appariement le plus couramment utilisé est celui dit maître esclave qui en dimension 3 relie nœuds en contact potentiel et facettes. L'approche maître-esclave n'est pas exempte d'inconvénients, l'attribution des rôles joués par les solides maître ou esclave n'a pas de sens physique et bien que des règles d'affectation de rôle à tel ou tel solide ont déjà été apportées par la littérature [1], le choix des rôles requiert bien souvent l'intervention d'un opérateur humain.

C'est dans ce cadre que s'inscrivent les lignes directrices de notre étude où nous rendons compatibles les interfaces de contact (contact nœud à nœud), par création de la surface diffuse obtenue à l'aide des nœuds appartenant aux surfaces de contact (cela sous-entend une meilleure délimitation de la surface de contact et donc une meilleure détection de celle-ci) : création des nœuds au niveau de l'interface de contact et remaillage local en 2D puis propagation du remaillage en 3D.

Ces travaux sont motivés entre autre par les travaux de J. H. Kim et al. [7] qui présentent une approche de calcul basée sur le développement d'éléments d'interface à nœud variable se montrant efficace en comparaison aux résultats obtenus par les algorithmes maître esclave notamment dans le cadre d'un patch test de contact proposé par Papadopoulos et Taylor en 1991 [3, 7] mettant en évidence le bien fondé d'une approche nœud à nœud par rapport à un maillage non conforme à l'interface.

Les étapes pour parvenir à la création d'un modèle nœud à nœud sont les suivantes :

- On détecte la zone de contact (recherche globale et locale) : on obtient des zones maillées avec des maillages incompatibles en vis-à-vis ;
- La frontière de l'intersection est située sur une bande d'éléments qui délimite la zone de contact et qu'il convient de remailler en utilisant un espace de projection convenablement choisi ;
- On remaille localement chaque surface avec des nœuds disposés en vis-à-vis ;
- On détruit les éléments volumiques reliés aux éléments surfaciques modifiés ;
- La cavité constituée par les éléments volumiques modifiés est remaillée.

Toute surface est généralement localement développable au voisinage de la zone de contact, mais la difficulté de l'algorithme réside dans le choix de l'espace de projection dans lequel on remaille la surface,

comme dans le cas du frettage par exemple.

Dans un second lieu, on propose une reconstruction de la géométrie des surfaces de contact à l'aide de techniques d'approximation diffuse basée sur la construction de surfaces minima associée à un raffinement local des zones de contact.

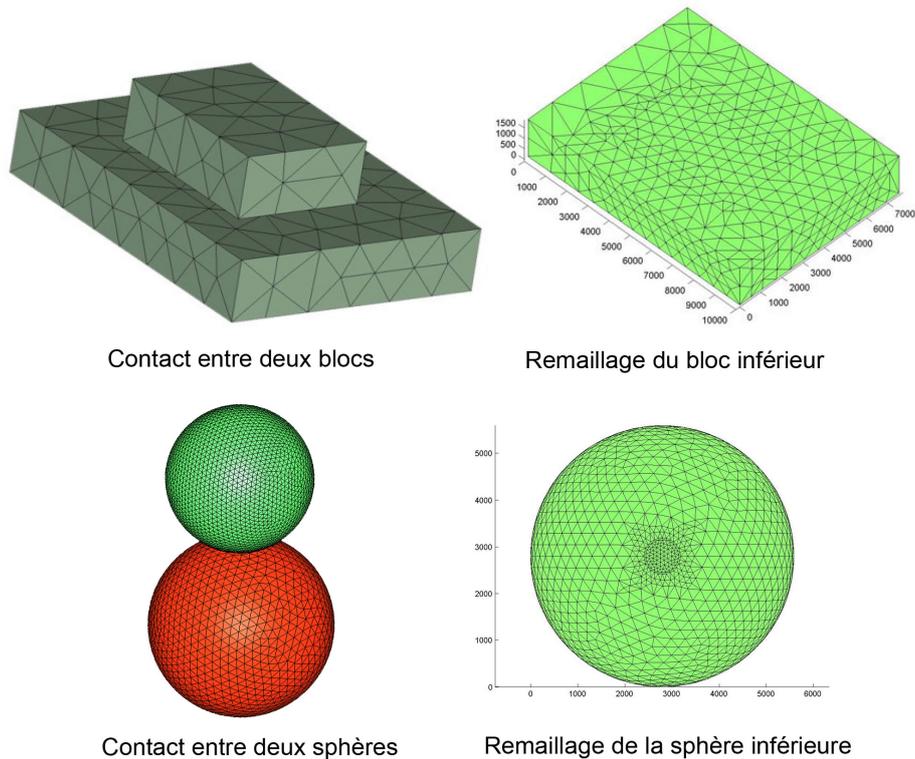


FIGURE 1 – Exemples de remaillage

Références

- [1] A. M. Habraken, S. Cescotto, *Contact between deformable solids : the fully coupled approach*, Math. Comput. Modelling., 153-169, 1998.
- [2] D. Chamoret, A. Rassineux, J. M. Bergheau. *Régularisation du contact par une méthode meshless*, La méthode des éléments finis, Lavoisier, 271-307, 2006.
- [3] M. A. Crisfield. *Non-linear finite element analysis of solid and structures volume 2 : Advanced topics*, Wiley, 2003.
- [4] N. Kikuchi, J. T. Oden. *Contact Problems in Elasticity : A Study of Variational Inequalities and Finite Element Methods*, Siam, 1988.
- [5] P. Wriggers. *Computational contact mechanics*, Springer, 2006.
- [6] V. Padmanabhan, T. A. Laursen. *A framework for development of surface smoothing procedures in large deformation frictional contact analysis*, Finite Elements in analysis and design, Elsevier, 173-198, 2001.
- [7] J. H. Kim, J. H. Lim, J. H. Lee, S. Im. *A new computational approach to contact mechanics using variable-node finite elements*, IJNME, Wiley, 1966-1988, 2008.