

IMPLÉMENTATION NON INTRUSIVE DE LA FORMULATION NONLOCALE EIKONALE 1D

Florian Marconi ^a, Emmanuel Baranger ^a, Rodrigue Desmorat ^a

^a Laboratoire de Mécanique et de technologie, [marconi ; baranger ; desmorat]@lmt.ens-cachan.fr

Mots-clés : localisation, régularisation, non-intrusif, pilotage en dissipation

Résumé

En raison du caractère mal posé des problèmes utilisant des modèles d'endommagement locaux avec adoucissement, la taille de la zone de localisation dans laquelle l'endommagement apparaît n'est pas fixe. On observe de fait, lors de l'implémentation numérique de tels modèles dans des codes éléments finis classiques, une localisation dans un seul élément. Cela se traduit par une forte dépendance vis à vis du maillage, et une convergence des calculs vers une solution à énergie de fissuration nulle lorsque la taille de maille tend vers zéro.

Pour palier ces inconvénients, des méthodes de régularisation dites nonlocales ont été proposées dans la littérature, permettant notamment de converger vers une solution physiquement acceptable en dissipant une énergie finie non nulle. L'idée initiale de ce type d'approche, proposée dans [1], était de fixer une énergie dissipée non nulle et indépendante de la taille de maille. Pour cela les auteurs ont eu l'idée de remplacer la variable gouvernant l'évolution de l'endommagement par son équivalent nonlocal, obtenu via une moyenne spatiale pondérée sur une zone de largeur finie, introduisant ainsi une longueur caractéristique.

Cependant ces approches nécessitent de prendre un certain nombre de précautions, comme indiqué dans [2], notamment sur le choix de la variable nonlocale qui peut induire des comportements post-pics non physiques avec en particulier une contrainte finale non nulle dans le cas d'un endommagement nonlocal. Il est également primordial de s'assurer que la réponse élastique n'est pas affectée par le traitement nonlocal ce qui pourrait arriver lorsque ce dernier est appliqué au tenseur des déformations. Ces approches présentent en outre l'inconvénient de ne pas permettre de représenter précisément une fissure dans la mesure où les interactions ne disparaissent pas à travers une "pseudo fissure" (zone $D = 1$).

Une nouvelle méthode de régularisation nonlocale a été proposée dans [3] où la mesure de distance est remplacée par un temps de vol. L'intérêt de cette approche réside dans le fait que, à travers la dépendance de la vitesse de propagation des ondes vis à vis de l'endommagement, le traitement nonlocal évolue avec l'endommagement et qu'elle s'applique naturellement à l'endommagement isotrope et anisotrope.

Ainsi, cette approche permet de répartir l'énergie dissipée sur une zone de largeur fixe et d'avoir des résultats indépendant du maillage tout en supprimant toute interaction au niveau d'une fissure, lorsque $D = 1$.

Une formulation alternative ayant les mêmes propriétés a également été établie en remplaçant les temps de vol par des distances calculées dans un espace courbé par l'endommagement, et c'est elle qui nous intéresse ici.

Une première implémentation non intrusive de cette formulation nonlocale eikonale a été menée en utilisant le module de thermomécanique du logiciel de calcul Abaqus ainsi qu'une stratégie de pilotage en dissipation. Les premiers résultats issus de cette implémentation sont encourageants et seront présentés ici.

Références

- [1] G. Pijaudier-Cabot and Z. P. Bazant. Nonlocal Damage Theory. *Journal of Engineering Mechanics*, 113 (1987).
- [2] Jirasek. Nonlocal models for damage and fracture, comparison of approaches. *International Journal of Solids and Structures*, 35 (1998) 4133-4145.
- [3] R. Desmorat and F. Gatuingt and M. Jirasek. Nonlocal models with damage-dependent interactions motivated by internal time. *Engineering Fracture Mechanics*, 142 (2015) 255-275.