

**Titre :** Modélisation de rupture fragile en dynamique par une approche à champ de phase, implémenté dans un cadre de résolution explicite

**Mot clés :** Rupture dynamique, methode varitionelle, modèle à gradient d'endommagement, approche à champs de phase, implementation numérique, schéma d'intégration explicite

**Résumé :** Malgré les avancées majeures en dynamique de la rupture, ce mécanisme reste une problématique industrielle d'actualité due à son caractère souvent imprévisible. Les méthodes numériques sont une approche de plus en plus déployées pour aider à une meilleure compréhension de ces mécanismes. Les modèles à gradient d'endommagement ont connu un intérêt croissant pour modéliser la rupture fragile quasi-statique et commence à être de plus en plus utiliser pour de la rupture dynamique. Son utilisation reste limiter à l'échelle du laboratoire. Cew modèles requièrent un raffinement de maillage non négligeable. Couplé à des méthodes de résolution implicite, les coûts de calcul à l'échelle industrielle deviennent rédhibitoire. Nous propo-

sons, dans ces travaux, une résolution des équations du modèle à partir de schéma explicite. Ce choix requiert des formulations d'endommagement dynamiques en vitesse d'endommagement et/ou en accélération d'endommagement. Ceci pose également la question de l'intérêt physique de telles formulations. Des effets non négligeable de l'ajout d'une viscosité d'endommagement et d'inertie d'endommagement ont été mis en évidence par rapport à une évolution de l'endommagement gouvernée par une équation elliptique. Ces extensions ont montré des résultats prometteurs dans le contrôle de la vitesse de l'endommagement, mais ont soulevé en parallèle quelques faiblesses notamment des épaisissements de "fissure".

**Title:** Phase field model for dynamic damage and fracture analysis through a fully explicit time integration

**Keywords:** Dynamic brittle fracture, variational approach, gradient damage model, phase field, numerical implementation, explicit time integration

**Abstract:** Dynamic fracture a complex phenomenon that remains challenging to predict, posing significant difficulties for industrial applications. Since the early 21st century, numerical approaches have become widely adopted to investigate transient fracture mechanisms. Among these, damage gradient models have gained increasing attention for modeling brittle fracture in both quasi-static and transient regimes. However, these models are predominantly restricted to academic research due to several limitations, one of the most significant being the high computational cost due to both fine mesh requirements and expensive resolution strategies. These present studies propose an alternative resolution strategy in which the model equations

are integrated using an explicit time integration scheme. This approach needs the use of time-dependent damage formulations, which may be either first- or second-order leading to parabolic or hyperbolic partial differential equation, respectively. Extending the damage formulation to rate dependent model or damage inertia also raises fundamental physical questions about their necessity. The findings of this study demonstrate the influence of incorporating damage viscosity and inertia on both the crack path and crack tip speed, compared to the behaviour predicted by a standard elliptic damage PDE. While these extensions yield promising results in capturing dynamic damage evolution, the issue of damage thickening remains a challenge to address.