

Résumé

Le travail de thèse de doctorat porte sur une étude complète du comportement dynamique de trois aciers de blindage soumis à des impacts balistiques. Dans un premier temps, afin de comprendre les phénomènes mis en jeu pendant la perforation de cibles fines, des essais de caractérisation du comportement thermo viscoplastique et de rupture ont été réalisés. Les paramètres des lois de comportement et des critères de rupture ont été identifiés pour alimenter un modèle numérique simulant l'essai de perforation. La réponse des cibles impactées par des projectiles coniques a ensuite été évaluée à l'aide d'essais de perforation. Grâce à cette étude, il est possible de valider l'implémentation des lois et des critères réalisée dans des codes de calcul. Un dispositif de mesure des efforts d'impact et de perforation a donc été développé au cours de la thèse. Il a été montré que la mesure des efforts ainsi obtenue n'est pas intrinsèque au matériau impacté mais qu'elle dépend de la réponse globale du dispositif support-cible. Les résultats numériques issus de l'analyse par la méthode des éléments finis (MEF) ont été comparés aux résultats expérimentaux. Il a été observé un bon accord en terme de courbes balistiques, de modes de rupture, d'efforts dynamiques et de bilan énergétique. La modélisation numérique montre que seule une description précise du comportement mécanique des matériaux et de la rupture permet d'avoir une bonne représentation des performances balistiques des aciers étudiés. Une attention toute particulière a été portée sur l'influence de la tri-axialité des contraintes locales initiée par la forme de l'impactant, de la vitesse de déformation et de la température sur le seuil de déformation à la rupture. En perspective, les résultats issus de cette étude pourront servir dans l'analyse de la réponse des aciers de blindage sous chargements par explosif.

Abstract

The main aim of this PhD thesis is to develop a comprehensive study of the dynamic behavior of three armor steels subjected to ballistic impact. In order to have better understanding of the phenomena which take place during the thin targets perforation process, characterization experiments allowing to describe of the thermo-viscoplastic behavior and fracture were carried out. The identification of the constitutive relations and the failure criteria parameters allow to establish a numerical model simulating the perforation test. The ballistic response of armor steels subjected to the impact of conical projectiles was then assessed using perforation testing. This experimental investigation aims at endorsing the implementation of the behavior and fracture models in the calculation software. An experimental set-up for perforation forces measurements was specially developed during the thesis. It has been found that this dynamic force measurement is not intrinsic to the target material. It is rather dependent on the structural response of the used set-up support-target during impact and perforation. The numerical results from the Finite Elements Analysis (FEA) were compared to the experimental data and good agreement was found in terms of ballistic curves, failure patterns, impact forces and energy balance. Numerical investigations show that only an accurate description of the mechanical behavior and the fracture allows a good prediction of the ballistic performances of armor steels. Close attention was paid to the influence of local stress triaxiality induced by the projectile nose shape, strain rate and temperature on the strain to fracture threshold. In the future, these investigations can be used in the behavior analysis of armor steels subjected to blast loading.