

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Le **19-12-2017**

A **10h**

Amphi Amphithéâtre F1

Ecole des Mines de Saint-Étienne

158 Cours Fauriel

42023 Saint-Etienne

Soutiendra en vue de l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne dans la spécialité : SCIENCES ET GENIE DES MATERIAUX

Joris

VERMUNT

Une thèse ayant pour sujet :

Étude de la fragmentation dynamique d'enveloppes métalliques accélérées

MEMBRES DU JURY :

Président

(Le président est désigné le jour de la soutenance)

Rapporteurs :

Perrin	Gilles	PROFESSEUR	AREVA
Molinari Fédérale de Lausanne	Jean-François	PROFESSEUR	École Polytechnique

Examineurs :

Needleman	Alan	Examineur	Texas A&M University
Marigo	Jean-Jacques	Examineur	Ecole Polytechnique
Nême	Alain	Examineur	ENSTA Bretagne
Lafontaine	Eric	Examineur	DGA/MRIS
Klöcker Saint-Étienne Damamme	Helmut	Directeur	École des MINES de
	Gilles	Co-Directeur	CEA/GRAMAT

Thèse préparée dans le centre SMS à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Travail co-encadré par : KLOCKER Helmut
DAMAMME Gilles

Destinataires : DRI, Accueil, SCIDEM, Centre,
D.CORTIAL « Le Progrès », 24 rue de la robotique – 42000 Saint-Etienne

Direction Recherche et Innovation

158, Cours Fauriel

CS62362 - 42023 Saint-Etienne cedex 2 - Tél : 04 77 49 97 10

Page 1 - 1

Résumé :

Les études de la fragmentation dynamique d'enveloppes métalliques sont importantes dans le domaine militaire, aérospatial, automobile ou encore nucléaire. Pour la Défense, ces études permettent d'estimer des zones de sécurité autour des corps de bombes. On ne s'intéresse pas dans ces travaux aux études balistiques ou à la définition statistique des zones de sécurité. On cherche à analyser les phénomènes physiques influençant la fragmentation.

L'objectif est de prévoir les dispersions massiques et spatiales des éclats générés par la fragmentation d'une enveloppe métallique en expansion inertielle très rapide. Les travaux sont basés sur l'approche dynamique et probabiliste de Mott. Dans cette thèse, on étudie les cas d'une barre et d'un tore. On distingue trois phénomènes physiques primordiaux :

- Le premier phénomène consiste à étudier une loi statistique de localisations de déformation. Mott a proposé plusieurs modèles, mais aucun ne tient compte des hétérogénéités initiales du matériau. Nous avons identifié cette loi pour une nuance d'acier 35NCD16 et réalisés une étude paramétrique dont les résultats permettent de mieux comprendre la formation de ces localisations.
- On modélise ensuite l'endommagement des sites de localisations de déformation. Nous avons introduit dans nos modèles une loi d'endommagement innovante qui ne tient pas compte du chemin de propagation des fissures. Cette dernière nous permet de modéliser une zone de relâchement de contraintes.
- Le dernier phénomène étudié est l'interaction entre les ondes successivement générées. Nous avons ainsi pu obtenir la dispersion massique des éclats à partir d'un modèle physique pour un tore unidimensionnel en expansion.

Abstract:

Analyzing dynamic fragmentation of metallic shells is imperative for aerospace, nuclear and defense applications. The defense administration has to guarantee safety zones around warheads from ballistic studies and experiments. The fragment size distribution, one major input to the ballistic models, is modelled in present PhD. The main physical phenomena controlling bomb fragmentations are and analyzed.

The study focuses on modeling a high explosive warhead fragmentation. The fragments mass and spatial distributions are required. Our approach is based on the dynamic and probabilistic studies of Mott. High dynamic unidimensional bar and torus fragmentations are analyzed.

Three interdependent physical phenomena control fragmentation: nucleation of macroscopic defects, damage growth leading to local failures while a unloading Mott wave propagates and finally the interaction of Mott's wave.

- Mott considered a statistical law describing macroscopic defect nucleation as a function of the strain. Modelling strain localization at the scale of the real material heterogeneities, justifies theoretically Mott's assumption and enhances its predictions.

- Once a defect nucleates, Mott simplified this situation to be instantaneous through thickness failure, stress dropping locally to zero followed by an unloading wave starting at the crack. No further damage nucleation occurs in the unloaded parts. To improve Mott's initial model, Grady introduced a non-zero stress at the damaged section, highlighting the relation between local damage development and the Mott wave speed. But, Grady's extension only deals with analytical developments for power-law damage potentials. Our framework, based on positive energy dissipation associated with damage, leads naturally to non-zero stress, and its associated kinematic variable, at the damaged section. The wave front delay, due to damage development, predicted by Grady, has been revised and ameliorated.
- Finally, Mott's stress release waves' interactions are analyzed to obtain the fragments mass distribution. Several thousand ring fragmentations are simulated numerically and the corresponding fragment size distributions analyzed. Reliable fragment size distributions are predicted.

Joris Vermunt