



**HAL**  
open science

# Thermoplastiques renforcés en fibres de verre courtes : comportement cyclique, fatigue et durée de vie

Antoine Launay

► **To cite this version:**

Antoine Launay. Thermoplastiques renforcés en fibres de verre courtes : comportement cyclique, fatigue et durée de vie. Mécanique [physics.med-ph]. Ecole Polytechnique X, 2011. Français. pastel-00653601

**HAL Id: pastel-00653601**

**<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00653601>**

Submitted on 19 Dec 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Thermoplastiques renforcés en fibres de verre courtes : Comportement cyclique, fatigue et durée de vie

## Thèse

pour obtenir le titre de

**Docteur de l'École Polytechnique**  
Spécialité Mécanique

présentée par

**Antoine LAUNAY**

Soutenue le 12 décembre 2011, devant le jury composé de :

M. Jean-Louis CHABOCHE	ONERA, Châtillon	Président
M. Lucien LAIARINANDRASANA	CdM, Mines Paris-Tech	Rapporteur
M. Yves NADOT	Institut P', ENSMA	Rapporteur
M. Andrea BERNASCONI	Politecnico di Milano	Examinateur
M. Sylvain CALLOCH	LBMS, ENSTA Bretagne	Examinateur
Mme Ida RAOULT	PSA Peugeot Citroën, Vélizy	Encadrant industriel
M. Yann MARCO	LBMS, ENSTA Bretagne	Co-Directeur de thèse
M. Habibou MAITOURNAM	LMS, École Polytechnique	Directeur de thèse

## Résumé

Les thermoplastiques renforcés en fibres de verre courtes (TPRFV) sont de plus en plus couramment employés dans l'industrie automobile, en raison de leurs propriétés mécaniques spécifiques intéressantes, de leur mise en forme aisée grâce au moulage par injection et de leur coût modéré. Cette thèse vise à développer une démarche de dimensionnement à la fatigue des composants automobiles en TPRFV, à partir d'un polyamide 66 chargé à 35 % en masse. La première étape est la proposition d'une loi de comportement cyclique, qui modélise les composantes non linéaires de la déformation (viscoélasticité, viscoplasticité, adoucissement) dans différents environnements hygrothermiques. Le modèle anisotrope s'appuie sur la distribution d'orientation des fibres, induite par le procédé d'injection, puis est validé sur structures. La connaissance des chargements mécaniques locaux et des mécanismes non linéaires permet de proposer un critère de fatigue fondé sur la densité d'énergie dissipée par cycle.

**Mots-clés** : fatigue, polyamide, fibres de verre, moulage par injection, comportement cyclique non linéaire, conditions hygrothermiques

## Abstract

Short glass fiber reinforced thermoplastics (SGFRTP) are a cost-efficient solution for the automotive industry, combining sufficient specific stiffness with a large freedom of shapes provided by injection molding. This thesis aims at developing an approach for fatigue design of structural components made of SGFRTP, based on the example of a polyamide 66 filled with 35% of short glass fibers. The first step of this work consists in the modelling of the nonlinear cyclic behaviour, describing deformation mechanisms such as viscoelasticity, viscoplasticity and cyclic softening, for various hygrothermal conditions. The anisotropic model takes into account the fiber orientation distribution which results from the molding process, and is validated on structures. A fatigue criterion formulated with the dissipated energy density per cycle is proposed. It relies on the knowledge of local mechanical loadings and non linear mechanisms.

**Keywords** : fatigue, polyamide, glass fibers, injection moulding, non-linear cyclic behaviour, hygrothermal conditions