



**HAL**  
open science

## **Endommagement d'une structure composite soumise à un chargement mécanique élevé, constant et de longue durée.**

Aurore Girardot, Noel Lahellec, Ch Hochard, Sandrine Le Roch

### ► **To cite this version:**

Aurore Girardot, Noel Lahellec, Ch Hochard, Sandrine Le Roch. Endommagement d'une structure composite soumise à un chargement mécanique élevé, constant et de longue durée.. 19èmes Journées nationales sur les composites (JNC), Jun 2015, Lyon, France. cea-02268134

**HAL Id: cea-02268134**

**<https://cea.hal.science/cea-02268134>**

Submitted on 20 Aug 2019

**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.

## Endommagement d'une structure composite soumise à un chargement mécanique élevé, constant et de longue durée

### *Damage in a composite structure under a long-term, high and constant mechanical loading*

Aurore Girardot<sup>1,2</sup>, Noël Lahellec<sup>2</sup>, Christian Hochard<sup>2</sup>, Sandrine Le Roch<sup>1</sup>

1 : Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives - CEA Marcoule  
Direction de l'énergie nucléaire  
BP 17171 - 30207 Bagnols sur Ceze Cedex, France  
e-mail : sandrine.leroch@cea.fr

2 : Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique - LMA Marseille  
CNRS UPR 7051, Université Aix-Marseille, École Centrale Marseille  
31 chemin Joseph Aiguier, 13402 Marseille Cedex 20, France  
e-mails : girardot@lma.cnrs-mrs.fr - lahellec@lma.cnrs-mrs.fr - hochard@lma.cnrs-mrs.fr

Grâce à leurs propriétés mécaniques intéressantes, les matériaux composites deviennent de plus en plus une réelle alternative aux matériaux métalliques. Ils se retrouvent désormais dans de nombreuses applications (industrie aéronautique, énergie, matériels sportifs, automobile...).

Une des utilisations des composites à fibres longues est la fabrication de structures cylindriques (fig. 1). La fabrication de ces structures de révolution est faite par bobinage de fibres sur un moule ou un mandrin. Cette procédure est qualifiée d'enroulement filamentaire [1]. Ce processus entraîne une architecture finale du matériau différente des stratifiés usuels drapés ou tissés, ce qui aura des conséquences sur le comportement mécanique du matériau [2].

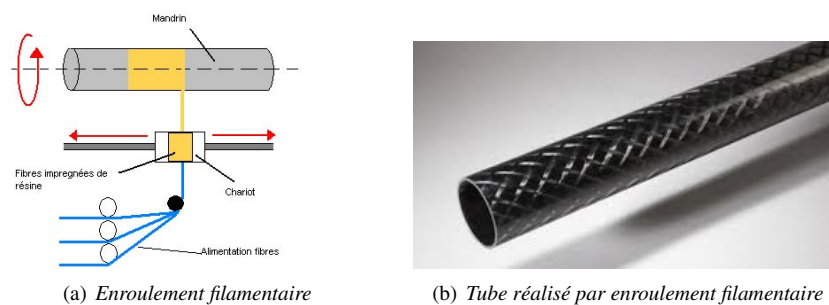


Fig. 1 L'enroulement filamentaire

Lorsqu'un matériau composite à base de fibres de carbone et de résine époxy est soumis à un chargement mécanique, différents phénomènes peuvent conduire à des évolutions de ses propriétés voire à des dégradations irréversibles (propagations de fissures, décohésions entre plis, rupture de fibres) [3] et [4].

---

Dans un premier temps, l'objectif de ce travail est d'étudier, dans le cadre de chargements élevés, constants et de longues durées, les modalités de propagation de fissures transverses. Des études ont déjà montré que l'endommagement évoluait sous chargements monotones et cycliques [3]. Déterminer si l'endommagement évolue aussi sous un chargement constant est l'un de nos principaux buts. Les structures étudiées sont des tubes en carbone / époxy (M46J / M18).

Pour ce faire, plusieurs types d'essais sont en cours d'élaboration. Tout d'abord une campagne d'essais de traction est réalisée sur des éprouvettes drapées afin d'identifier les paramètres matériaux et de comprendre les différents processus d'endommagement. Les éprouvettes à  $\pm 45^\circ$  permettent de caractériser le comportement mécanique en cisaillement (visco-élasticité et endommagement) et les éprouvettes à  $90^\circ$  caractérisent le comportement en transverse. Les essais statiques (chargements monotones et constants) sont réalisés puis analysés.

Par la suite des essais sur éprouvettes bobinées sont programmés. Ces éprouvettes sont prélevées dans un tube réalisé par enroulement filaire afin de respecter le procédé de fabrication des tubes [5] et [6]. Le but étant d'étudier le comportement du composite sous chargement combiné, une des orientations retenue est un bobinage à  $\pm 60^\circ$ .

Des essais sur des tubes (essais de traction et essais de pression interne) sont aussi prévus.

Un premier modèle a pu être développé sous le logiciel Mathematica, permettant de simuler le comportement d'une plaque stratifiée en prenant en compte le comportement thermomécanique, l'endommagement et les déformations anélastiques. Il s'agit de l'évolution d'un programme existant sans effet thermomécanique [3] et [7].

Une intégration du comportement sous Abaqus est prévue afin d'étudier la structure.

## Références

- [1] Juan Pedro Berro Ramirez. *Caractérisation et modélisation de l'endommagement de composites bobinés. Application à la prédiction de l'éclatement des réservoirs bobinés hyperbares*. PhD thesis, 2013.
  - [2] Yunfa Zhang, Zihui Xia, and Fernand Ellyin. Two-scale analysis of a filament-wound cylindrical structure and application of periodic boundary conditions. *International Journal of Solids and Structures*, 45(20) :5322–5336, October 2008.
  - [3] Stéphanie Miot. *Rupture de structures composites stratifiées sous chargements statique et de fatigue*. PhD thesis, Aix-Marseille Université, 2009.
  - [4] Juan Pedro Berro Ramirez, Damien Halm, and Jean-Claude Grandidier. Simulation de la rupture de structures composites par une approche à directions fixes de l'endommagement. *Comptes-rendus des 17èmes Journées Nationales sur les Composites (JNC17)*, 2011.
  - [5] Benoît Gentilleau. *Modélisation et validation expérimentale du comportement thermomécanique de multicouches polymère-composite bobine. Application au Stockage d'hydrogène hyperbare*. PhD thesis, ISAE-ENSMA Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique-Poitiers, 2012.
  - [6] Aurélie Pilato. *Caractérisation des structures composites bobinées épaisses, application à l'étude du comportement de réservoirs de stockage d'hydrogène*. PhD thesis, Université Bordeaux 1, 2011.
  - [7] Ch. Hochard and Y. Thollon. A generalized damage model for woven ply laminates under static and fatigue loading conditions. *International Journal of Fatigue*, 32(1) :158–165, January 2010.
-