



**HAL**  
open science

# Caractérisation multiaxiale d'un PolyHydroxyAlcanoate et simulation avec un modèle de comportement HVH

Erwan Guitton, H Laurent, G Rio, A Bourmaud, S Bruzaud

► **To cite this version:**

Erwan Guitton, H Laurent, G Rio, A Bourmaud, S Bruzaud. Caractérisation multiaxiale d'un Poly-HydroxyAlcanoate et simulation avec un modèle de comportement HVH. DEPOS26, Sep 2015, Aber Wrac'h, France. hal-01229515

**HAL Id: hal-01229515**

**<https://hal.science/hal-01229515>**

Submitted on 16 Nov 2015

**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.



**DEPOS 26**  
Déformation des Polymères Solides



---

## Caractérisation multiaxiale d'un PolyHydroxyAlcanoate et simulation avec un modèle de comportement HVH

---

E. Guitton <sup>1\*</sup>, H. Laurent <sup>1\*</sup>, G. Rio <sup>1\*</sup>, A. Bourmaud <sup>1</sup>, S. Bruzaud <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Université de Bretagne-Sud, EA 4250, LIMATB – F- 56321 LORIENT*

\*erwan.guitton@univ-ubs.fr, herve.laurent@univ-ubs.fr, gerard.rio@univ-ubs.fr

### RESUME

L'étude porte sur la caractérisation des propriétés mécaniques d'un grade de PolyHydroxyAlcanoate (PHA) sous chargements multi-axiaux. Un montage expérimental original a été développé permettant la réalisation d'essais en température avec une unique éprouvette en forme de tube cylindrique, pouvant être sollicitée successivement et/ou simultanément en traction-compression-torsion. L'objectif est de pouvoir effectuer des chemins complexes permettant d'explorer tout le plan déviatoire de déformation. De nombreux essais ont été effectués permettant l'identification des paramètres matériaux d'un modèle de comportement de type Hyperélasto-Visco-Hystérétique. La méthodologie d'identification des paramètres matériaux est suffisamment simple pour être étendue à une large variété de polymères. Cette loi a pour but d'être utilisée pour vérifier la tenue mécanique en statique et en dynamique de structures dans le domaine de l'emballage alimentaire en PHA.

**MOTS CLES :** Polymère ; PolyHydroxyAlcanoates ; Sollicitations Multiaxiales; Loi de comportement, Éléments finis

### INTRODUCTION

Le comportement des matériaux polymères est déterminé par de nombreux phénomènes liés à la direction, la vitesse et l'histoire de chargement [1]. Afin d'améliorer la simulation de structures en polymères comme la tenue mécanique d'emballage alimentaire, les essais dit « multiaxiaux », combinant différentes directions de déformation avec cycles et histoires de chargements complexes, semblent particulièrement adaptés pour caractériser un modèle en 3 dimensions représentatif de ces comportements.

### CONDITIONS EXPERIMENTALES

Les essais multiaxiaux ont été conduits à l'aide de mors (fig. 1.A) et d'une éprouvette tubulaire (fig. 1.B) spécialement conçus [2]. L'idée à la base de cette conception fut d'éviter l'apparition de glissements et de contraintes initiales en liant l'éprouvette au mors par obstacle. Ainsi, les mouvements de translation, de compression et de torsion sont respectivement transmis par les plateaux, les vis et les empreintes hexagonales présents sur les mors. Le polymère utilisé est un PolyHydroxyAlcanoate (PHA), famille de matériaux biodégradables et biocompatibles, et plus précisément d'un P(3HB-co-4HB) de nom commercial Mirel F3002 (Metabolix, USA).

### CARACTERISATION ET IDENTIFICATION

Les essais effectués sont variés et permettent pour chacun de faire apparaître les phénomènes particuliers du comportement des polymères. Les essais les plus intéressants et utilisés pour l'identification du PHA sont les essais interrompus par des relaxations (fig. 1.C). Le modèle de com-

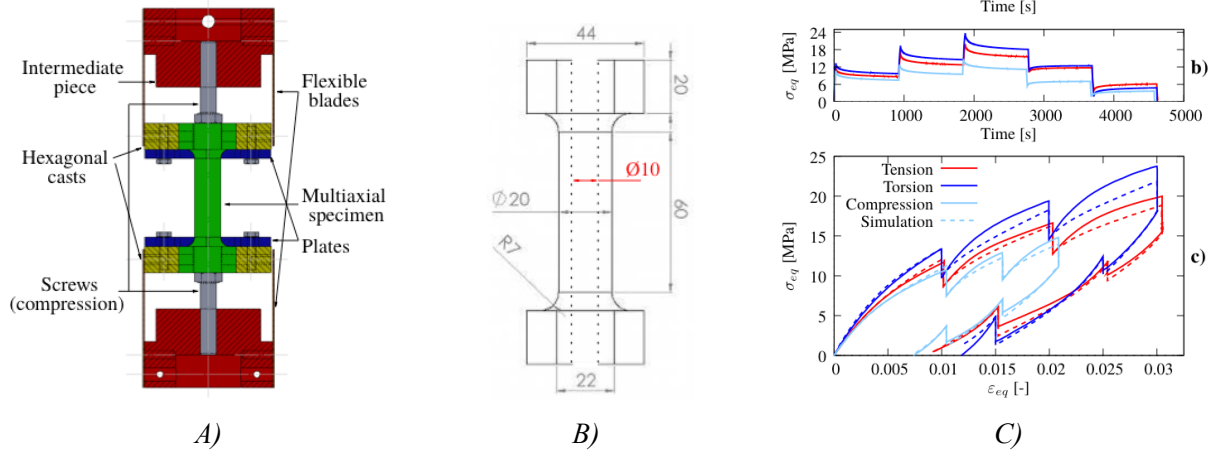


Figure 1 : A) Vue en coupe des mors. B) Dimensions de l'éprouvette. C) Essais interrompus par des relaxations pour différentes directions de chargements.

portement d'Hyperélasto-Visco-Hystérésis (HVH) [3] utilisé est basé sur un comportement additif en contrainte constitué d'une partie hyperélastique, d'une hystérésis purement déviatorique et d'un modèle visqueux. Il s'avère que cette dernière contribution est principalement à l'origine des différences observées entre le modèle et l'identification.

## SIMULATION ET PERSPECTIVES

La poursuite de ces travaux consiste en la simulation de structures en PHA et notamment d'un bol alimentaire. Des essais expérimentaux ont été effectués sur cette géométrie en compression et sont confrontés à la simulation. Le but étant d'améliorer le dimensionnement des structures d'emballages alimentaires. L'amélioration du traitement des essais de torsion est également à l'étude avec une méthode d'analyse inverse en lieu et place de l'hypothèse d'une distribution linéaire de la contrainte dans l'épaisseur.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier la Région Bretagne et le Conseil Général du Morbihan pour leur soutien financier et la société EuroPlastiques.

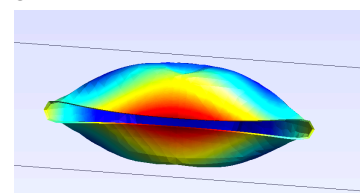


Figure 2 : Simulation d'un Bol en compression

## REFERENCES

- [1] M. Zrida, H. Laurent, G. Rio, S. Pimbert, V. Grolleau, N. Masmoudi, C. Bradai, Experimental and numerical study of polypropylene behavior using an hyper-visco-hysteresis constitutive law, Computational Materials Science 45 (2) (2009) 516–527. doi:10.1016/j.commatsci.2008.11.017.
- [2] E. Guitton, G. Rio, H. Laurent, A new multi-axial loading test for investigating the mechanical behaviour of polymers, Polymer Testing 36 (2014) 32–43. doi:10.1016/j.polymertesting.2014.03.011.
- [3] A. Vandembroucke, H. Laurent, N. A. Hocine, G. Rio, A Hyperelasto-Visco-Hysteresis model for an elastomeric behaviour: experimental and numerical investigations, Computational Materials Science 48 (3) (2010) 495–503. doi:10.1016/j.commatsci.2010.02.012.