



**HAL**  
open science

## Identification des paramètres du modèle visco-hyperélastique (VHE) par essais de traction bi-axiale

Thanh Tung Nguyen, Hanane Attar, Yun Mei Luo, Luc Chevalier, Françoise  
Utheza, François Lesueur

► **To cite this version:**

Thanh Tung Nguyen, Hanane Attar, Yun Mei Luo, Luc Chevalier, Françoise Utheza, et al.. Identification des paramètres du modèle visco-hyperélastique (VHE) par essais de traction bi-axiale. DEPOS 30, Sep 2021, La Napoule, Alpes-Maritimes, France. hal-04494316

**HAL Id: hal-04494316**

**<https://hal.science/hal-04494316>**

Submitted on 7 Mar 2024

**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.

# Identification des paramètres du modèle visco-hyperélastique par essais de traction bi-axiale à température de soufflage

Thanh Tung NGUYEN, Hanane ATTAR, Yun-Mei LUO, Luc CHEVALIER, Françoise UTHEZA, François LESUEUR

## 1 - Introduction

Le PolyÉthylène Téréphthalate (PET) est le matériau utilisé pour les boissons gazeurs et non-gazeurs. PET est reconnue comme un matériau non-toxique, léger, résistance, flexible et en particulièrement 100% recyclable.

La modélisation de la mise en forme des bouteilles en PolyÉthylène Téréphthalate (PET) *via* le procédé de soufflage par bi-orientation est un enjeu industriel très important pour optimiser la distribution de matière, réduire les épaisseurs tout en garantissant les propriétés mécaniques de la bouteille finale. Un modèle orthotrope visco-hyperélastique fortement non linéaire a été développé par Y-M.Luo *et al.* [1],[2] afin de modéliser l'évolution de la forme de la bulle en soufflage libre. Un ensemble de paramètres doivent être identifiés.

Un banc de traction biaxiale a été développé au laboratoire MSME afin de réaliser des essais sur une plage de température, de taux de biaxialité et de vitesses d'étirage représentatifs des conditions de soufflage. Une étude de la mise au point du système de chauffe et de la géométrie d'éprouvette [3] sera présentée ainsi que les premiers résultats d'essais et l'identification des paramètres.

## 2 - Banc de traction biaxiale : le système de chauffe et l'optimisation de la forme de l'éprouvette

Sur la base d'un banc de traction biaxiale qui a été conçu et réalisé au laboratoire MSME (thèse Hanane ATTAR), une enceinte thermique fermée autour du système de traction a été adaptée à ce banc. La source de chaleur est assurée par un pistolet thermique qui fournit de l'air chaud à la température allant jusqu'à 400°C avec un débit d'air maxi de 600 l/min. L'air chaud circule à grande vitesse et chauffe l'éprouvette à l'intérieur de l'enceinte par convection. Le système permet de réguler la température des éprouvettes dans la gamme de 95 à 120°C pendant les essais de traction biaxiale avec une dispersion inférieure à 2° dans la zone utile de l'éprouvette.



Figure 1 : Conception du système de chauffe (a) pistolet thermique (b) isolation de la zone d'essai (c) système de traction et câbles isolant thermiquement

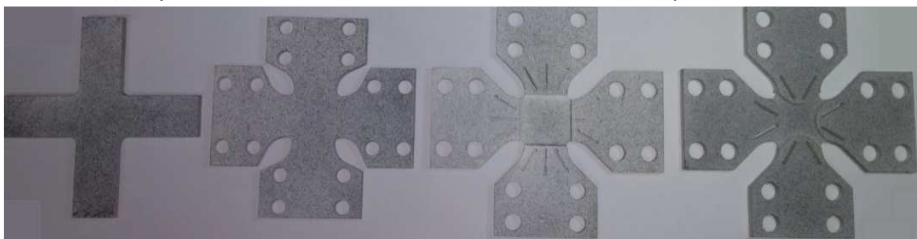


Figure 2 : Evolution de forme d'éprouvette d'une simple « croix » d'épaisseur constante (à gauche) vers une zone centrale amincie avec « bras » en travers pour faciliter la traction biaxiale.

Une étude sur la forme optimale de l'éprouvette a été réalisée s'inspirant de conceptions d'éprouvettes métalliques [3]. Notre objectif est d'atteindre de grandes déformations dans la zone utile d'étirage biaxial. Les premières versions ne permettaient d'atteindre que 15% de déformation biaxiale alors qu'avec la forme optimisée on arrive à environ 100% de déformation dans la zone utile.

### 3 - Essais de traction biaxiale de l'éprouvette chauffée

Les températures testées sont de 90, 95, 100, 105, 110, 115°C et les vitesses d'étirage sont de 25, 100, 200 mm/s. Compte tenu de la taille initiale de la zone déformée, ces vitesses correspondent à des vitesses de déformation de 2.5, 10 ou 20s<sup>-1</sup>.

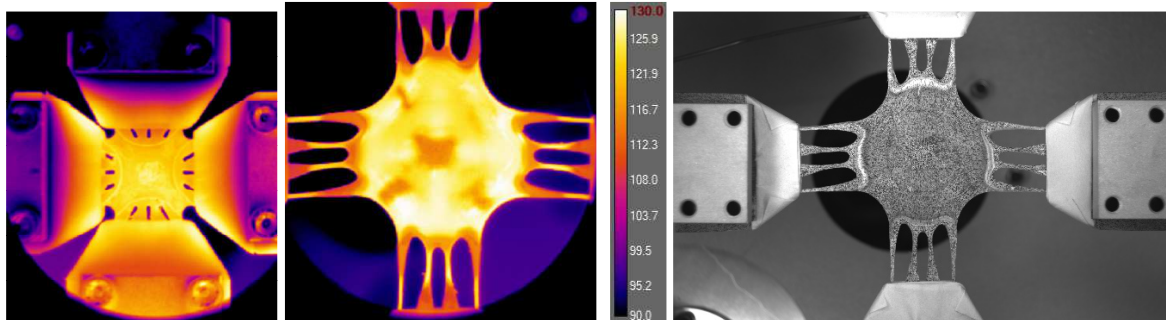


Figure 3 : Images de l'éprouvette par la caméra thermique et la caméra VIC 2D

La figure 4 présente une sélection des résultats de la série d'essais permettant d'identifier les effets de la température et de la vitesse de déformation sur les propriétés mécaniques du matériau PET. Il faut noter que cette nuance de PET présente une dépendance assez faible à la vitesse.

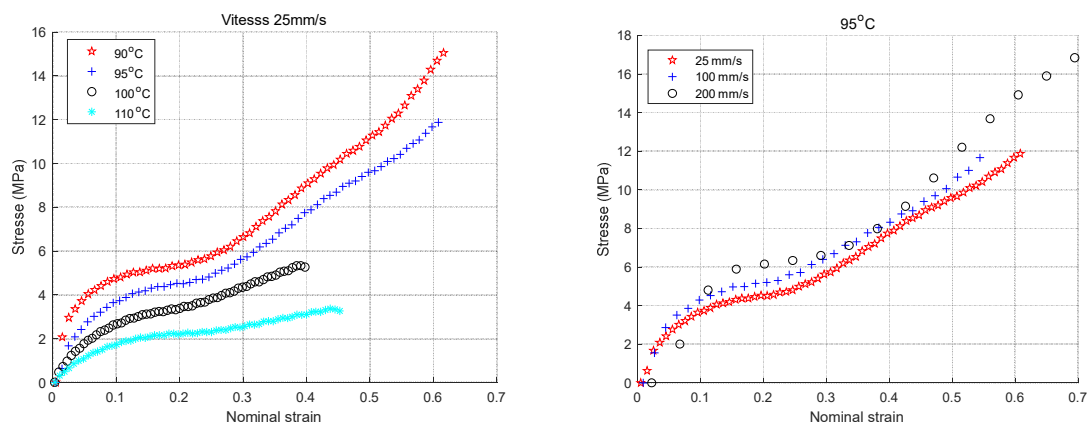


Figure 4 : Influences de température et vitesse de déformation

### 4 - Conclusion

Ces résultats d'essais de traction biaxiale permettent l'identification des paramètres du modèle ortho visco-hyperélastique [1],[2] pour le matériau étudié qui sera utilisé pour la simulation du soufflage de bouteilles plastiques.

### Références

[1] Y-M. Luo, L. Chevalier, E. Monteiro, S. Yan, G. Menary - Simulation of the Injection Stretch Blow Molding Process: An Anisotropic Visco-Hyperelastic Model for Polyethylene Terephthalate Behavior- Polymer Engineering and Science, Wiley-Blackwell, 2020, 60 (4), pp.823- 831.

[2] Y-M. Luo - Modélisation thermo-visco-hyperélastique du comportement du PET dans les conditions de vitesse et de température du procédé de soufflage - Université Paris-Est, thèse 2012

[3] M. Teaca – Caractérisation expérimentale de modélisation de la déformation plastique des tôles métalliques – Université de Metz, thèse 2009