

# Fédération Francilienne de Mécanique Matériaux Structures et Procédés CNRS FR 2609



**Séminaire du 12 octobre 2017**  
**Arts et Métiers ParisTech**  
**14:00 Amphithéâtre Bézier ou Fournel**



## **Endommagement sous décompression d'élastomères exposés à de fortes pressions de gaz diffusant**

**Sylvie Castagnet**  
Institut Pprime, Poitiers  
[sylvie.castagnet@ensma.fr](mailto:sylvie.castagnet@ensma.fr)

### Collaboration :

Azdine NAIT-ALI, Jean-Claude GRANDIDIER, Ousseynou KANE DIALLO, Guillaume BENOIT, David MELLIER (Institut Pprime, Poitiers)

Hiroaki ONO, Shin NISHIMURA (Laboratoire Hydrogenius, Université de Kyushu, Japon)

Certains polymères exposés à de fortes pressions de gaz diffusant s'endommagent par nucléation et croissance de multiples cavités et/ou fissures sous décompression. Ce phénomène (qualifié abusivement de décompression « explosive » car il d'abord été mis en évidence sous des conditions de décompression sévères) résulte de l'expansion locale du gaz absorbé lorsque la désorption est trop lente par rapport aux conditions de décompression.

L'exposé traitera majoritairement de la caractérisation expérimentale du phénomène, resté peu quantifié depuis sa mise en évidence il y a plusieurs décennies. Le travail porte essentiellement sur des élastomères non-renforcés sous forte pression d'hydrogène.

La première étape du travail a consisté à élargir le cadre expérimental, en développant une méthode de suivi optique en transmission pendant la décompression. L'accès nouveau à la valeur de la pression hydrostatique au moment de l'apparition de l'endommagement a notamment permis de discuter la validité des critères de cavitation utilisés jusqu'alors pour prédire la cavitation sous décompression explosive, fondés sur des approches purement mécaniques impliquant une contrainte hydrostatique critique.

Dans un deuxième temps, la méthode a permis (i) de mieux connaître la cinétique de croissance à l'échelle de la cavité (notamment en fonction de son voisinage), et (ii) de quantifier la morphologie de l'endommagement à l'échelle du champ de cavités, ceci en fonction des conditions de décompression (pression de saturation et vitesse de décompression). L'évolution de la statistique des champs de cavités au cours du temps repose notamment sur la construction de covariogrammes issus d'images acquises au cours de la décompression. L'équipement récent du tomographe du laboratoire par une chambre sous pression de gaz (H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) permet désormais un suivi 3D de l'endommagement au cours de la décompression. L'information sur la morphologie des cavités et leur répartition spatiale est ainsi complétée. La validité des conclusions obtenues précédemment par la méthode optique 2D en transmission sera également discutée.

On s'intéressera finalement à l'évolution de cet endommagement au cours de cycles de pression

successifs, avec un intérêt particulier pour les mécanismes de transition vers la fissuration. Cette caractérisation expérimentale élargie plaide pour une meilleure compréhension des échanges gazeux sous chargement mécanique à l'échelle de la cavité. La stratégie adoptée ici est de recourir à la simulation numérique pour pallier l'inaccessibilité expérimentale. L'exposé évoquera brièvement les tentatives parallèlement menées en ce sens. Le schéma général est celui de la croissance d'une cavité pré-existante, dans un contexte diffuso-mécanique couplé. On s'intéressera à la cinétique de croissance de ces cavités en fonction des conditions de décompression et aux effets d'interaction qui peuvent exister entre cavités voisines.

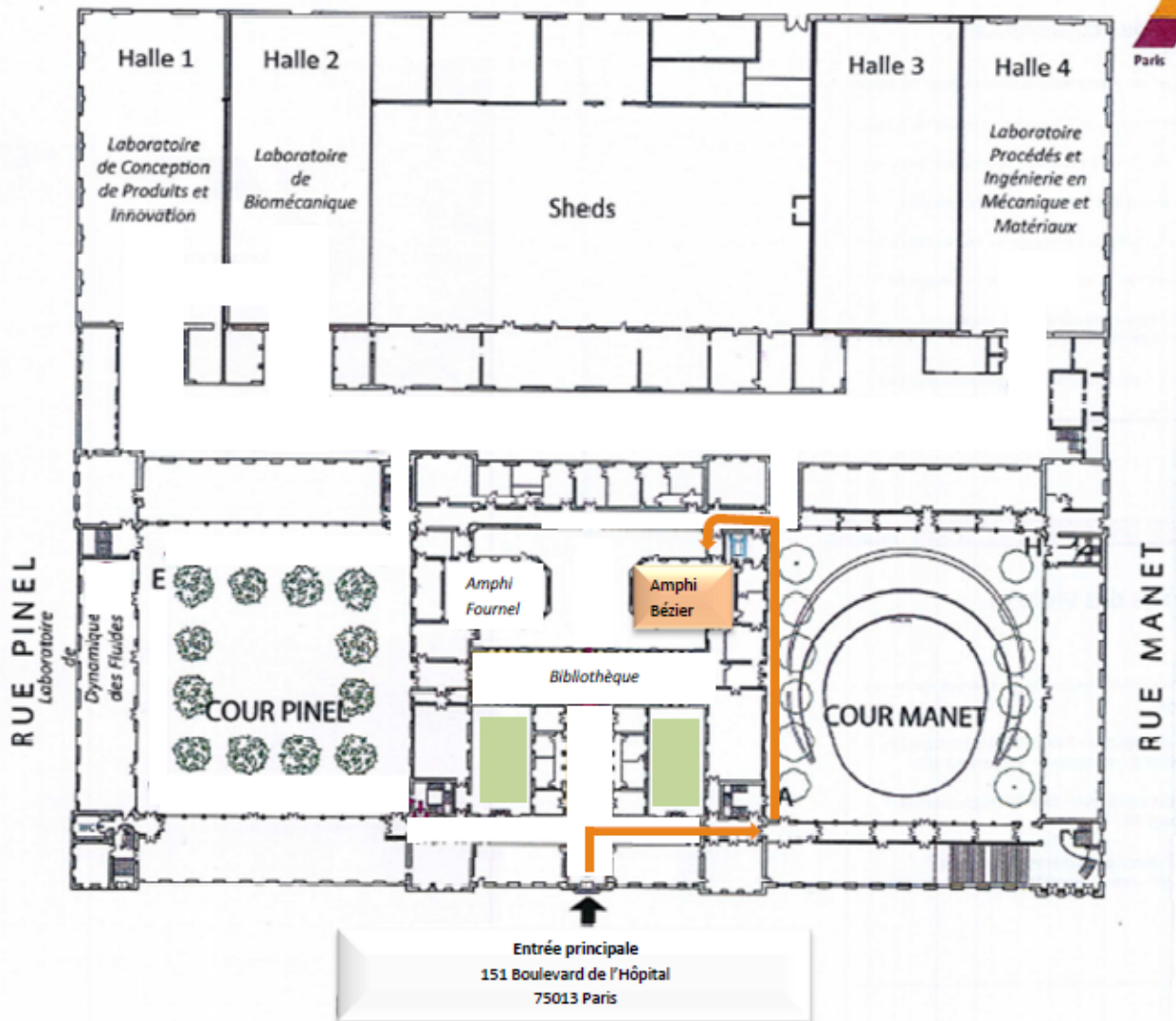
## **Comportement mécanique des élastomères chargés au noir de carbone**

**Julie Diani**

LMS, Ecole Polytechnique

*[julie.diani@lms.polytechnique.fr](mailto:julie.diani@lms.polytechnique.fr)*

Les élastomères chargés au noir de carbone ont de nombreuses applications industrielles dont la plus connue est probablement le pneumatique. L'ajout du noir de carbone aux réseaux de très longues chaînes polymères réticulées permet d'en améliorer la déformabilité, la résistance à la rupture et l'usure, mais cela n'est pas sans contrepartie. Dans cet exposé, nous présenterons le comportement aux petites et aux grandes déformations de styrène butadiène rubbers (SBR) chargés au noir de carbone. Leur caractérisation viscoélastique linéaire en hypothèse de petites perturbations permettra d'utiliser les modèles d'homogénéisation pour estimer un taux effectif de renforts et discuter de l'existence d'une interphase à l'interface renfort/matrice. Les mêmes tests jusqu'à des déformations modérées de 10% permettront de discuter l'effet Payne, comportement non-linéaire réversible. Enfin, des tests quasi-statiques permettront de caractériser l'effet Mullins, adoucissement irréversible observé en grandes déformations pour en définir un critère d'activation.



**Métro**

N° 5, 6, 7 station Place d'Italie

N° 5 station Campo-Formio

N° 6 station Nationale

**Bus**

N° 57 et 67 station Rubens - Ecole des Arts et Métiers

**En voiture :**

Sur le boulevard périphérique, sortie Porte d'Italie

Prendre l'avenue d'Italie direction Paris centre

Au rondpoint, prendre la 3ème sortie : boulevard de l'Hôpital