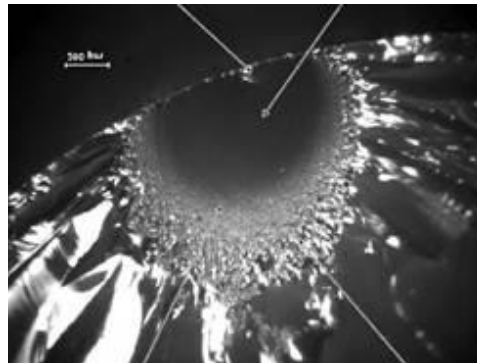


## PROPOSITION DE STAGE 2024

### FISSURES RAPIDES DANS LES VERRES : DEVELOPPEMENT D'UNE MESURE ELECTRIQUE POUR LE SUIVI SUBMICROSECONDE DE LA DYNAMIQUE

Le verre est un matériau largement utilisé du fait de ces nombreux avantages : transparence, dureté, faible dilatation thermique, température du point de fusion élevée, relative inertie chimique, etc... Il présente néanmoins une faiblesse majeure : sa fragilité. Des sollicitations relativement modérées peuvent amener sa rupture brutale, sans signe avant-coureur.

La particularité de cette rupture brutale est la vitesse de propagation des fissures : de l'ordre de la vitesse du son soit le km/s dans le Plexiglass et jusqu'à 3 km/s dans les verres d'oxydes (verre à vitre). Les techniques traditionnelles (imagerie rapide par exemple) ne sont pas adaptés sur ces échelles de temps. Et de fait un certain nombre



d'observations faites à haute vitesse continue d'échapper à notre compréhension : problème de fragmentation sous impact ou pourquoi un verre casse en mille morceaux et pas en deux !

La technique de chute de potentiel (potential drop method) permet *a priori* de suivre cette dynamique aux échelles de temps pertinentes. Il s'agit de déposer des fines bandes (quelques dizaines de nanomètres) de métal à la surface de l'échantillon considéré et d'utiliser un oscilloscope pour localiser les instants (à l'échelle de quelques dizaines de nanosecondes) de rupture de ces bandes lorsque la fissure se propage dans l'échantillon. Cette méthode a été utilisée avec succès sur des échantillons décimétriques de polymères (PMMA, polystyrène). Il s'agit maintenant de relever le défi de son extension sur des échantillons de verre d'oxydes (beaucoup plus rigide et de plus faible dimension).

L'objectif de ce stage est de mettre en place et qualifier la méthodologie appliquée sur le verre. Dans ce cadre, le stagiaire aura en charge :

- Concevoir la géométrie de bandes et le circuit électrique associé ;
- Réaliser les dépôts métalliques en salle blanche ;
- Réaliser les expériences de fracture dynamique ;
- Analyser et interpréter les signaux obtenus ;
- Qualifier la méthode en lien avec la littérature et les données connues en corrosion sous contraintes et fracture.

Ce stage sera l'opportunité de travailler avec des chercheurs du SPEC-SPHYNX sur le comportement mécanique de verre. Le SPEC est une unité mixte CEA / CNRS ([UMR 3680 CEA-CNRS](#)) menant des recherches autour de l'état condensé allant des technologies quantiques à la physique de la rupture. Il dispose en particulier d'une salle blanche à l'état de l'art et de plateformes expérimentales diverses. Dans ce contexte, le candidat aura l'occasion de manipuler les outils théoriques et expérimentaux utilisés dans le domaine de la science des matériaux, de la mécanique et de la physique de la rupture.

*Poursuite en thèse possible sur sujet connexe*

**CONTACTS:** Laure Chomat, 01 69 08 79 32, [Laure.Chomat@cea.fr](mailto:Laure.Chomat@cea.fr)  
Cindy L. Rountree ([web](#)), 01 69 08 26 55, [Cindy.Rountree@cea.fr](mailto:Cindy.Rountree@cea.fr)  
Daniel Bonamy, 01 69 08 21 14, [Daniel.Bonamy@cea.fr](mailto:Daniel.Bonamy@cea.fr)

## 2024 Internship

### DYNAMIC FRACTURE IN GLASS: DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL SETUP & PROTOCOL

One of the most important materials today is glass, as such the United Nations Declared 2022 the International Year of the Glass (IYOG). IYOG2022 was not only to celebrate the importance of glass's impact on our history, but also to usher in the Glass Age. In this new age, glasses will need to maintain their advantageous properties (transparency, hardness, low thermal expansion, high melting point temperature, relative chemical inertia, etc.), while also overcoming its major weakness: fragility. Relatively moderate stresses can cause glasses to break suddenly. These types of failures are typically associated with dynamic fracture, where a crack front propagates on the order of the speed of sound, i.e. 1 km/s in Plexiglas, and up to 3 km/s in oxide glass (window glass). Despite being well-known, quantifying and capturing a crack front's movement in real time remains a challenge. For example, traditional techniques (such as rapid imaging) are not suited for these spatio-temporal scales, let alone other high speeds failure issues, including fragmentation under impact and why glass breaks into a thousand pieces and not two!

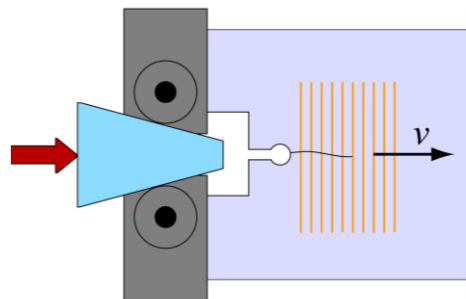


Figure 1: Schematic of the potential drop method previously invoked for PMMA samples.

A promising technique to capture the dynamics of crack front at the relevant spatio-temporal scales is the potential drop method.<sup>1</sup> This involves depositing thin strips (a few tens of nanometers) of metal on the sample surface. Subsequently, these strips are attached to an oscilloscope which empowers us to capture the precise time and position (on the scale of a few tens of nanoseconds and nanometers) at which one of the metal strips break as the crack propagates through the sample. This method has been successfully used on PMMA samples (Figure 1).<sup>1</sup> The challenge herein is to extend the potential drop method to oxide glass samples (stiffer and smaller).

In this regard, the intern will have the unique opportunity to setup and qualify the experimental methodology applied to glasses. The intern will be responsible for:

- Designing the strip geometry and associated electrical circuit;
- Carry out metal deposition in a clean room;
- Perform dynamic fracture experiments;
- Analyze and interpret the signals obtained;
- Qualify the method in relation to the literature and known data on fracture.

The intern will be an opportunity to work with SPEC-SPHYNX researchers on the mechanical behavior of glass. SPEC is a joint CEA / CNRS unit (UMR 3680 CEA-CNRS) carrying out research into the condensed state, ranging from quantum technologies to fracture physics. In particular, it has a state-of-the-art clean room and various experimental platforms. In this context, the candidate will have the opportunity to manipulate theoretical and experimental tools used in the fields of materials science, mechanics and fracture physics.

CONTACTS: Laure Chomat, 01 69 08 79 32, [Laure.Chomat@cea.fr](mailto:Laure.Chomat@cea.fr)  
Cindy L. Rountree (web), 01 69 08 26 55, [Cindy.Rountree@cea.fr](mailto:Cindy.Rountree@cea.fr)  
Daniel Bonamy, 01 69 08 21 14, [Daniel.Bonamy@cea.fr](mailto:Daniel.Bonamy@cea.fr)

---

<sup>1</sup> Guerra, C., Scheibert, J., Bonamy, D., & Dalmas, D. (2012). Understanding fast macroscale fracture from microcrack post mortem patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(2), 390-394.