

**Etude expérimentale et modélisation numérique  
de la multifissuration des films minces déposés sur un substrat souple**

**Ilhem Ben CHEIKH**

Sous la direction de G. Parry, D. Dalmas (STM/LTDS Lyon) et R. Estevez

**Vendredi 26 janvier 13h30**

Amphithéâtre Jean Besson (Phelma campus)

**Jury :**

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| - M. Dominique LEGUILLON (DR émérite, CNRS, Université Pierre et Marie Curie) | Rapporteur            |
| - M. Eric LE BOURHIS (Pr.Université de Poitiers)                              | Rapporteur            |
| - M. Daniel Hanoch WAGNER (Pr.Weizmann Institute of Science)                  | Examineur             |
| - Mme. Muriel BRACCINI (CR CNRS, Grenoble INP)                                | Examineur             |
| - M. Guillaume PARRY (MdC Grenoble INP)                                       | Directeur de thèse    |
| - M. Davy DALMAS (CR CNRS, Ecole Centrale de Lyon)                            | Co-directeur de thèse |
| - M. Rafael ESTEVEZ (Pr.Université Grenoble Alpes)                            | Co-encadrant de thèse |

**Résumé :** Les revêtements semi-conducteurs déposés sur des substrats souples sont utilisés dans différentes applications de haute technologie, par exemple pour la fabrication de composants micro-électroniques flexibles ou de cellules photovoltaïques flexibles. Sous un chargement de traction, ces revêtements subissent un endommagement caractérisé par l'apparition de multiples fissures sur leur surface avec ou sans délaminage à l'interface film/substrat. A la fin du processus de la multi-fissuration, une distance caractéristique entre les fissures peut être mesurée. Cette distance dépend principalement de l'épaisseur du film et du comportement mécanique du substrat.

Dans ce projet, une étude expérimentale sur des monocouches d'oxyde et des multicouches d'oxyde et d'argent de différentes épaisseurs déposées sur deux substrats souples a été menée. Cette étude nous a permis de déterminer le comportement mécanique de chaque substrat, d'identifier les stades de la multifissuration des couches minces à savoir un premier stade d'apparition aléatoire de fissures, un deuxième stade de fissuration régulière et un dernier stade de saturation du réseau de fissures. L'influence de l'épaisseur de la couche d'argent a été également étudiée.

Nous avons développé un modèle mécanique 2D basé sur des zones cohésives pour simuler l'amorçage et la propagation de fissures à travers le film. Ce modèle a permis de simuler numériquement les trois stades de la multi-fissuration des monocouches d'oxyde déposées sur polymère tels qu'observés expérimentalement. Nous avons ensuite réduit le modèle à une cellule représentative permettant de modéliser seulement les deux derniers stades de la multi fissuration. Cette cellule nous a permis d'identifier l'influence des propriétés géométriques et mécaniques des couches minces et de leur substrat sur la distance inter fissures à saturation. L'influence du délaminage interfacial a également été étudiée.