

# Endommagement d'une fenêtre optronique par pluvio-érosion

Proposition de thèse CIFRE SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE / LaMCoS + LMFA (INSA Lyon)

## 1 CADRE DES TRAVAUX

Ce travail de thèse s'inscrit dans la problématique industrielle de conception et de fabrication de systèmes optroniques sûrs, fiables et performants. Les avions (civils ou militaires) sont dotés d'une multitude de dispositifs optroniques chargés d'assurer des fonctions de guidage et de détection. Ces dispositifs embarquent des caméras, des lasers ainsi que divers capteurs. Selon leur utilisation, leur plage de fonctionnement peut se trouver dans le rayonnement infrarouge. Par conséquent, les fenêtres de protection positionnées devant les capteurs doivent être transparentes dans les longueurs d'ondes utilisées. Les conditions environnementales et en particulier la pluie, le brouillard ou la traversée de nuages peuvent fortement nuire à la performance optique des fenêtres de protection en les endommageant et en les rendant ainsi peu à peu opaques. Il est donc primordial de mieux comprendre le phénomène d'endommagement par impact liquide qui entraîne une perte de transmittance des fenêtres afin de pouvoir y remédier.

Cette compréhension implique la caractérisation de la tenue mécanique des fenêtres suite à des sollicitations d'impacts de liquide. À titre d'exemple, une goutte de 2 mm de diamètre impactant une surface à 300 m/s induit une contrainte locale d'environ 100 MPa. Ceci, cumulé à l'effet cyclique de la sollicitation peut induire rapidement l'endommagement du dispositif et le rendre inopérant.

## 2 OBJECTIFS DES TRAVAUX

Dans le cadre d'une collaboration avec SAFRAN (Electronics & Defense) et l'INSA Lyon (LaMCoS UMR5259 + LMFA UMR5509) un banc d'essais de type PJET<sup>1</sup> reproduisant l'impact de gouttes sur des fenêtres a été développé.

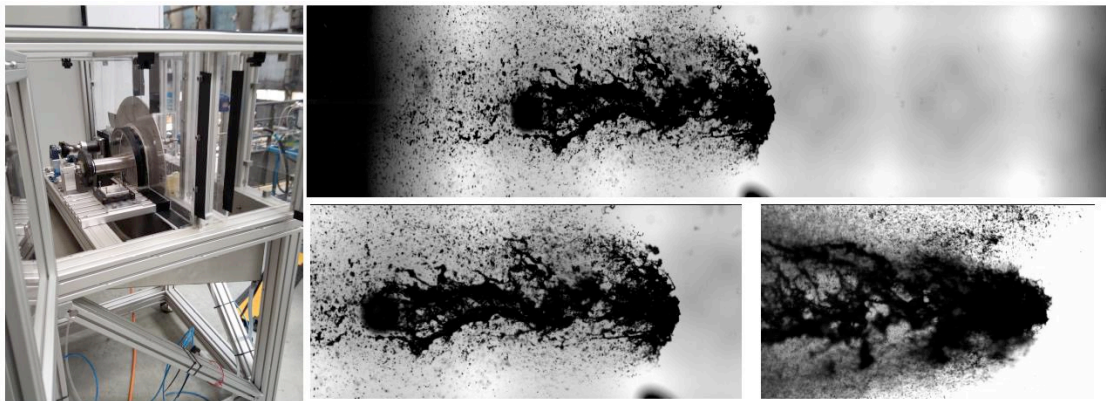


Fig. 1 : vue du banc d'essais (dans les locaux de l'INSA Lyon) et image d'un jet

Un des objectifs de ce travail de thèse est l'amélioration de ce banc afin de réaliser des tests d'endommagement pour une plage de paramètres plus larges (augmentation de la vitesse d'impact, statistique des gouttes...). Dans un second temps, des campagnes complètes d'essais seront conduites afin de cerner les caractéristiques principales des endommagements observés sur les matériaux utilisés (nus ou revêtus d'une protection). La caractérisation des échantillons testés consistera à des analyses principalement topographiques, et aussi de la microstructure au voisinage des amorçages de microfissures.

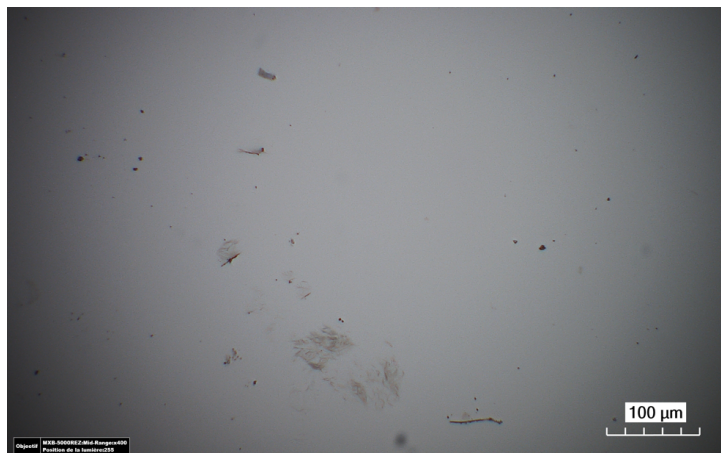


Fig. 2 : Surface endommagée d'un échantillon en ZnS après 100 impacts de gouttes d'eau à 180 m/s

Parallèlement, un modèle numérique couplé fluide/structure sera développé afin de mettre en exergue la propagation des ondes dans le solide pour prédire les contraintes dans le revêtement et le substrat ainsi qu'à l'interface entre les deux. À partir de la compréhension des mécanismes et l'étude complémentaire des ondes générées dans le revêtement et le substrat, des propositions d'amélioration pourront être faites conduisant à la conception d'un revêtement optimal.

Les principaux objectifs scientifiques des travaux de recherche envisagés sont triples :

- i) Améliorer le dispositif d'essai afin d'être à même de réaliser les tests d'endommagement voulus pour les plages de paramètres à investiguer (diamètre de buse, vitesse, incidence, etc.).
- ii) Réaliser une campagne complète d'essais afin de cerner les caractéristiques principales des endommagements observés.
- iii) Proposer une méthode pour corréler toutes ces observations (analyses poussées des résultats et calculs simples) puis alimenter et tester un modèle de simulation simple avec ces données.

### 3 TRAVAUX PROPOSES & PLANNING (INDICATIF)

Taches / Trimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Étude bibliographique	X	x									x	
2. Amélioration du dispositif expérimental	x	X	x									
3. Campagne expérimentale		x	X	X	X	x	x					
4. Analyse de l'endommagement			x	x	x	x	x					
5. Développement d'un modèle numérique				x	x	X	X	x	x			
6. Analyses / corrélations Expérimentation / modélisation						x	x	X	X	X	x	
7. Rédaction rapports annuels, mémoire de thèse et valorisation				x		x		x		x	X	X

X : activité principale

x : activité secondaire (préparation ou ultime développement par exemple)

### 4 CONTACT LABORATOIRE

- Laboratoires : LaMCoS (Laboratoire de Mécanique de Contacts et des Structures), CNRS UMR 5259 & LMFA (Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique), CNRS UMR 5509
- Établissement : INSA de Lyon.
- École doctorale : ED MEGA de Lyon (ED 162)
- Daniel Nélias (LaMCoS) : [daniel.nelias@insa-lyon.fr](mailto:daniel.nelias@insa-lyon.fr)
- Nicolas Boisson (LaMCoS) : [nicolas.boisson@insa-lyon.fr](mailto:nicolas.boisson@insa-lyon.fr)
- Cyril Mauger (LMFA) : [cyril.mauger@insa-lyon.fr](mailto:cyril.mauger@insa-lyon.fr)

Lieu principal où sera réalisé le travail : Lyon/Villeurbanne, Campus de La Doua

PS : l'entreprise et les laboratoires sont des zones ZRR, en conséquence la nationalité française est requise.

