

**Proposition de stage :**

**Implémentation d'outils de mesures et traitement de vidéos rapides de phénomènes explosifs**

**Employeur :** INERIS, Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques. Etablissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Site internet : [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

**Responsable / contact :**

Yann Grégoire  
Unité Expérimentation Modélisation EXplosion  
Pôle Phénomènes Dangereux et résistance des Structures  
Direction des Risques Accidentels  
INERIS, Parc ALATA, 60550 VERNEUIL-EN-HALATTE  
E-mail : [yann.gregoire@ineris.fr](mailto:yann.gregoire@ineris.fr)

**Profil recherché :**

- Niveau Bac + 5 - Ecole d'ingénieurs ou universitaire, spécialité : traitement d'images, multimédia ou mathématiques.
- Pré-requis nécessaires : programmation C/C++, algorithmes de traitement d'image.
- Esprit de synthèse, développement d'outils pratiques

**Mots clés :** Traitement d'images, seuillage, vélocimétrie, imagerie rapide

**Conditions du stage :**

*Durée :* Stage conventionné d'une durée de 6 mois.

*Indemnités :*

- forfait de l'ordre de 550 €/mois
- indemnités de transport en commun (50% l'abonnement de train pris en charge), navette gratuite gare de Creil - INERIS (choix de 4 aller et retours par jour),
- Accès au restaurant d'entreprise (repas complet 3 à 4€, jugé d'excellente qualité),

**Type du sujet :** Développement d'outils numériques en vue d'une utilisation directe sur plateforme expérimentale

**Contexte du stage :**

L'INERIS effectue des activités de recherche et d'expertise à la demande des Pouvoirs Publics et des industriels dans les domaines de l'environnement et des risques industriels. Implanté à Verneuil-en-Halatte (Oise - France). Au sein de l'unité EMEX (Essais Modélisation EXplosions), nous disposons de spécialistes d'études expérimentales de systèmes explosifs. Les durées caractéristiques ainsi que les effets externes d'un phénomène explosif accidentel comme provoqué, sont souvent extrêmes et difficilement mesurables. Dans de telles conditions, l'imagerie rapide est une méthode particulièrement intéressante pour l'étude des phénomènes car elle permet d'obtenir un enregistrement local ou global des explosions ou de leurs conséquences, de manière non intrusive, avec une cadence et sur des durées caractéristiques correspondant dans une certaine mesure aux temps caractéristiques des explosions. Cette technique est mise en œuvre de manière quasi-systématique dans nos essais.

Afin de tirer un maximum d'informations de ces images, deux aspects sont à considérer. D'abord la qualité de l'image enregistrée est très variable, elle dépend entre autres :

- des capacités limitées de l'appareil de mesure (images de l'ordre de 1 méga pixel au mieux pour des scènes longues de plusieurs mètres),

- de l'essai réalisé : les détonations d'explosifs condensés, éclatements de capacités ou explosions de poussières se produisent sur des durées très différentes (ce qui impose dans certains cas d'augmenter la cadence d'acquisition au prix d'une perte de résolution) avec des intensités lumineuses très différentes et variables sur la durée des essais,
- des conditions extérieures : les conditions climatiques variables peuvent altérer la qualité des images.

Un autre aspect important est la mesure même sur l'image. Les effets d'une explosion sont par exemple dans la plupart des cas liés à la vitesse d'un écoulement, d'une flamme, d'un fragment projeté ou d'une onde de choc. La mesure des champs de vitesses dans ce type d'expérience présente donc un grand intérêt. Dans ce contexte notre objectif sera donc la mesure de vitesses caractéristiques d'éléments projetés ou de nuages à partir des enregistrements vidéo.

L'INERIS dispose d'un outil de traitement des images et de mesures diverses adapté à l'analyse de séquences produites par des caméras rapides. Cet outil, nommé VIDERIS, est écrit en langage C++ et repose principalement sur les bibliothèques Qt et OpenCV. Il consiste en un assemblage d'algorithmes de traitement d'image, chacun reposant sur des fonctions pour certaines déjà implémentées dans OpenCV, telles que des filtres de détection de contours, des transformées de Fourier, ou le calcul de flot optique.

#### **Objectifs du stage :**

L'objectif du stage est la mise à jour du code VIDERIS avec l'implémentation de nouveaux algorithmes suivant le modèle déjà en place, la correction de certains bugs, et la mise à jour d'outils déjà présents afin de les rendre plus accessibles à des ingénieurs non experts du traitement d'image. Plus en détail, nous souhaitons implémenter :

- de nouveaux algorithmes de seuillage d'images (pour l'instant seul le seuillage manuel sur un seuil choisi par l'utilisateur est implémenté),
- un algorithme de détection et mesure de formes circulaires,
- de nouveaux algorithmes de flot optique,
- des outils de mesure et filtrage de fréquences spatiales sur les images (l'algorithme actuellement implémenté est peu adapté à nos besoins).

Le stagiaire s'appuiera sur une base de données de vidéos expérimentales, correspondant à différentes expériences types réalisées à l'INERIS. Typiquement il s'agira de mesurer des vitesses de flamme à travers des parois transparentes, la propagation d'ondes de choc dans l'air, l'accélération explosive de fragments ou la déformation d'éléments structurels étudiés à l'INERIS.

#### **Le stagiaire aura pour mission de :**

- Se familiariser avec le contexte, la technologie utilisée sur le terrain expérimental de l'INERIS pour l'enregistrement vidéo, les outils et modèles existants
- Identifier les limites, points bloquants et axe d'améliorations des algorithmes principaux déjà utilisés par ingénieurs de l'INERIS ;
- Proposer des solutions d'optimisation ou de nouveaux algorithmes pour chacune des problématiques identifiées et les implémenter.
- Utiliser le code ainsi rédigé sur différents cas témoins et préciser ses limites de fonctionnement;
- Réaliser une synthèse décrivant la modélisation, le degré de validité qui lui est associé et les développements à envisager.