

# Sujet de stage M2 ou Ingénieur, 6 mois, 2024 - Centrale Lyon

## Propagation d'ondes de souffle dans l'atmosphère

### Contexte

Les explosions industrielles peuvent avoir des effets désastreux sur les structures et les personnes lors d'accidents ou représenter une gêne lors d'activités répétées. Ceci est notamment dû aux ondes de souffle générées, dont la surpression maximale peut être grande. Les ondes de souffle peuvent se propager sur plusieurs dizaines de kilomètres dans l'atmosphère. Les signatures en pression dépendent à la fois des propriétés de la source, notamment son énergie, et de l'environnement de propagation, en particulier des conditions météorologiques et du relief (voir Figure 1). Afin de pouvoir quantifier l'importance relative de ces effets, il est nécessaire de recourir aux simulations numériques.

Bien qu'un certain nombre de progrès ait été réalisé dans la compréhension et la modélisation de la propagation des ondes de souffle, l'expérience actuelle tirée de l'analyse d'explosions industrielles révèle que le champ de surpression peut être sévèrement sous-estimé en utilisant l'état de l'art dans ce domaine. Certaines données suggèrent que le relief à proximité de l'explosion, l'absorption du sol et les hétérogénéités de l'atmosphère peuvent expliquer ce phénomène. Une base de données d'ondes de souffle a été récemment constituée à partir des enregistrements d'un site pyrotechnique du sud de la France [1]. Cette base est riche de par la qualité, la quantité (650 explosions et 6000 signatures) et la maîtrise de la source (enregistrements en champ proche).

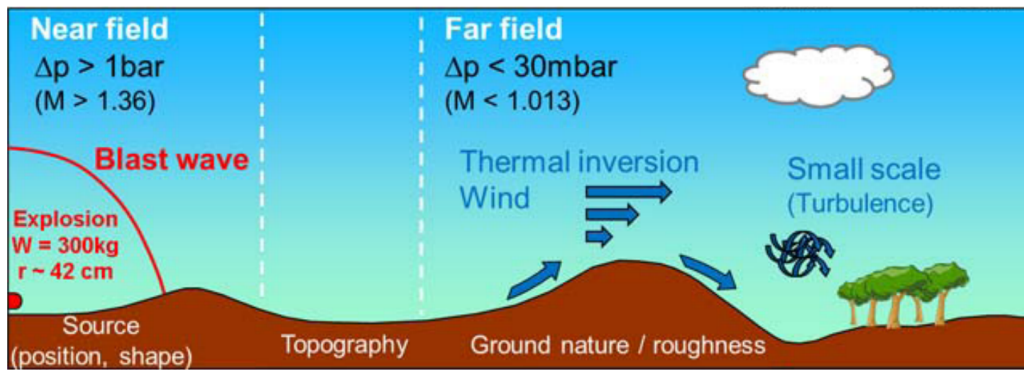


FIGURE 1 – Schéma des mécanismes affectant la propagation d'une onde de souffle dans l'atmosphère. Extrait de [1].

### Travail proposé

L'objectif de ce stage est de réaliser des simulations numériques de la propagation d'ondes de souffle dans l'atmosphère en prenant en compte les effets non-linéaires de propagation, les effets météorologiques ainsi que le relief. Pour cela, on utilisera un code de résolution des équations d'Euler axisymétrique, basé sur des méthodes différences finies d'ordre élevé. Ce code a été utilisé récemment pour étudier la propagation d'ondes de souffle au-dessus d'un sol présentant une rugosité [2].

À l'aide des simulations numériques, on étudiera la variabilité des ondes de souffle au sol suivant le relief et les conditions météorologiques. Des comparaisons avec des signaux de surpression de la base de données seront réalisées.

### Présentation du laboratoire

Le stage se déroulera au LMFA (Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique) sur le campus de l'École Centrale de Lyon.

## Profil recherché

Étudiant en Master 2 ou équivalent avec une spécialisation en acoustique et/ou en mécanique des fluides. Des compétences en programmation sont requises ; une connaissance de Fortran sera particulièrement appréciée.

## Encadrement

- Didier Dragna, enseignant-chercheur, équipe acoustique du LMFA, ECL,  
didier.dragna@ec-lyon.fr
- Olaf Gainville, ingénieur de recherche, CEA, DAM, DIF,  
olaf.gainville@cea.fr

## Références

- [1] Nguyen-Dinh, M., Lardjane, N., Duchenne, C. & Gainville, O., 2017, Direct simulations of outdoor blast wave propagation from source, *Shock Waves* **27**, 593-614.
- [2] Lechat, T., Emmanuelli, A., Dragna, D. & Ollivier, S., 2021, Propagation of spherical weak blast waves over rough periodic surfaces, *Shock Waves* **31**, 379-398.