

Proposition de sujet de thèse

Simulation numérique du largage d'un fluide depuis un bombardier d'eau

Encadrement : Dominique Legendre (IMFT, legendre@imft.fr),
Thibaut Ménard (CORIA, tmenard@coria.fr)

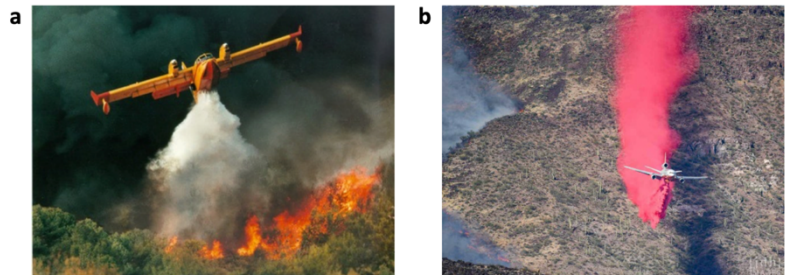
Lieu : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT)
Durée / période 3 ans à partir d'Octobre/novembre 2025

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à legendre@imft.fr & tmenard@coria.fr

Contexte

La thèse propose d'étudier par simulation numérique le largage d'un fluide depuis un bombardier d'eau. Différents types d'avions sont utilisés pour la lutte incendie : en France et en Europe, les célèbres Canadair CL-415 et Dash-8, mais aussi de nombreux avions de lignes transformés en Airtanker aux États-Unis. Les avions peuvent être de petite capacité comme le Canadair (6 m^3) ou de plus grande capacité comme les VLAT (Very Large AirTanker) (de 40 à 70 m^3). Différentes stratégies de lutte sont utilisées comme illustrées sur la figure 1.

Figure 1. (a) Attaque directe sur un feu par un Canadair CL-415 (6 m^3) larguant de l'eau, (b) un DC10 (45 m^3) déposant une barrière de retardant en aval de la propagation d'un feu (source Legendre 2024 *Fluid Dynamics of Airtanker Firefighting*).



Chaque avion a sa performance de largage spécifique et a pour objectif de délivrer au sol de l'eau ou un produit retardant. Son empreinte au sol est mesurée par des largages faits sur des terrains plats et sans végétation. Le largage est un processus complexe. Sa physique a été peu étudiée. Notamment, la fragmentation du produit dans l'air montre le développement d'une instabilité de grande échelle comme illustrée sur la figure 2. Ces instabilités entraînent un dépôt non uniforme du produit au sol fragilisant les lignes d'appui de produit retardant. Leur origine est pour le moment inexpliquée.



Figure 2. Instabilité de grande échelle se développant lors du largage d'un liquide depuis un Airtanker.

Objectif

L'objectif de la thèse est d'étudier par simulation numérique le largage sous l'avion afin de comprendre l'origine et les modes d'amplification de cette instabilité. La thèse est financée par l'ANR AIRDROP et sera menée en parallèle d'une thèse expérimentale en soufflerie sur le même sujet.

Le travail numérique s'inscrit dans un benchmark international de codes (cf. Figure 3).

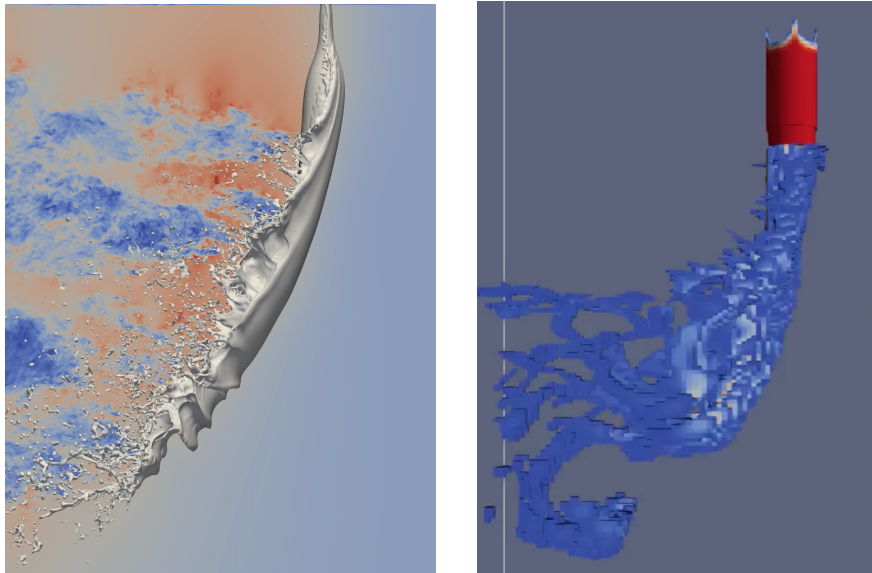


Figure 3. Simulation du largage à échelle réduite 1/10 dans la soufflerie de l'IMFT. A droite le code Archer du Coria, A gauche le code neptune_cfd.

Le/la candidat(e) devra démontrer un intérêt pour la simulation numérique, des notions de base en mécanique des fluides et milieux diphasiques, et une curiosité pour la compréhension des mécanismes physiques.

Publications récentes :

Calbrix C, Stoukov A, Cadiere A, Roig B, Legendre D 2023 Numerical simulation of aerial liquid drops of Canadair CL-415 and Dash-8 airtankers, *Int. Journal of Wildland Fire*. doi:10.1071/WF22147.

Legendre D. 2023 Better airtanker firefighting: a challenge for fluid dynamics, Invited talk 76th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics, November 19–21, 2023; Washington, DC, USA.

Legendre D 2024 Fluid Dynamics of Airtanker Firefighting, *Annual Rev. of Fluid Mech.*, 56:575-601.