



AVIS DE PRESENTATION DE THESE EN SOUTENANCE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME NATIONAL DE DOCTEUR

Monsieur Yoshiyuki NISHIO

Présentera ses travaux intitulés :

« Défi lié à l'application de la méthode des éléments finis avec stabilisation PSPG/SUPG sur une couche limite atmosphérique »

Thèse en co-tutelle avec la Belgique

Spécialité : Mécanique

Le 23 septembre 2021 à 10h00

Lieu :

**L'Ecole Royale Militaire, (« ERM »)
Sise Avenue de la Renaissance 30,
Département de Mécanique,
B-1000 Bruxelles, Belgique**

Composition du jury :

**M. ANTCZAK Emmanuel
M. BOSSCHAERTS Walter
Mme CROITORU Cristiana**

**Professeur, Université d'Artois
Professeur, École royale militaire
Maîtresse de conférences, HDR, Technical University of
Civil Engineering Bucarest
Maître de conférences, École royale militaire
Maître de conférences, École royale militaire
Maître de conférences, HDR, La Rochelle Université
Professeur, École royale militaire
Professeur, Institut von Karman**

**M. HARRI Kristof
M. JANSSENS Bart
M. LIMAM Karim
M. SCHEERS Bart
M. VAN BEECK Jeroen**

Résumé :

Suite à une requête de la Défense belge dans le cadre des applications CBRN (chimique, biologique, radiologique et nucléaire), l'objectif initial du travail était de simuler un cas CBRN réaliste à l'air libre (dispersion de particules après une explosion dans une ville), en appliquant la stabilisation Streamline-Upwind Petrov-Galerkin (SUPG) sur une méthode d'éléments finis (FEM), incluant une deuxième phase (particules). Pour cette simulation, les développements se font dans le code Coolfluid 3, un langage spécifique au domaine (DSL) écrit en C++.

Cependant, les applications à l'air libre nécessitent de décrire correctement la couche limite atmosphérique (ABL). Cela n'a jamais été fait en utilisant des éléments finis stabilisés. Par conséquent, le défi de ce travail est de répondre à la question simple : Comment modéliser une ABL en s'appuyant sur la méthode de stabilisation SUPG.

Afin de réduire le nombre d'éléments nécessaires pour une simulation résolvant toutes les échelles de turbulences jusqu'aux parois, l'ABL a été implémentée avec un modèle de paroi, puis vérifiée en 2D, tandis que quelques corrections (la résolution du maillage, la stabilité du profil de vitesse) ont également pu être menées.

Néanmoins, l'implémentation 3D a révélé certaines oscillations parasites, laissant supposer à une origine numérique. Bien que la SUPG produise de la dissipation, cette dernière ne semble pas suffisante pour un écoulement à nombre de Reynolds élevé. Par conséquent, pour ajouter de la dissipation, deux directions ont été suivies : Premièrement, une implémentation de l'évolution de la SUPG, la Méthode Variationnelle MultiScale (VMS), a été initiée. Cette dernière fournit un cadre combiné à la fois pour la stabilisation et la modélisation de la turbulence. Deuxièmement, deux formulations LES, connues pour leur comportement dissipatif, ont également été intégrées.

Après avoir réduit les oscillations parasites, le profil de vitesse a été analysé. Finalement, pour permettre la comparaison avec un résultat DNS disponible, le nombre de Reynolds visqueux du domaine ABL a été réduit. Favorablement, et ceci également pour deux autres conditions, l'implémentation du modèle ABL a fourni des résultats se rapprochant le plus de la courbe DNS.

En conclusion, nous avons déterminé deux méthodologies (LES et SUPG / VMS) qui ont le potentiel d'approcher l'écoulement ABL. La FEM stabilisée utilisant la SUPG a révélé qu'elle n'est actuellement pas encore suffisante pour éviter les oscillations parasites dans le cas d'un écoulement ABL. En revanche, la LES a fourni des résultats encourageants, ce qui prouve qu'un certain type de modèle de turbulence est indispensable. Cela souligne l'intérêt pour la méthode VMS, bien que celle-ci reste difficile à implémenter.