

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

**Madame Rama AYOUB**

Présentera ses travaux intitulés :

**« Développement d'une méthode de discrétisation des EDPs basée sur le calcul extérieur discret application à la mécanique des fluides »**

Spécialité : Mécanique

**Le 2 octobre 2020 à 14h00**

Lieu :

**La Rochelle Université  
Pôle Communication, Multimédia et Réseaux  
Amphithéâtre Michel Crépeau  
44 Av. Albert Einstein  
17000 LA ROCHELLE**

Composition du jury :

**M. ALLERY Cyrille  
M. AZAEIZ Mejd  
M. CRESSON Jacky  
M. FULLANA José-Marie  
M. HAMDOUNI Aziz  
M. LEBLOND Cédric  
M. RAZAFINDRALAND Dina  
M. SOULI Mhamed**

**Maître de conférences, HDR, La Rochelle Université  
Professeur, Institut polytechnique de Bordeaux  
Professeur, Université de Pau  
Professeur, Sorbonne Université  
Professeur, La Rochelle Université  
Docteur Ingénieur, Naval Group Research  
Maître de conférences, La Rochelle Université  
Professeur, Université de Lille**

### Résumé :

Le DEC (Discrete exterior calculus) est un intégrateur géométrique basé sur le calcul extérieur, qui a été appliqué avec succès dans différents domaines, en particulier en électromagnétisme et en mécanique des fluides isothermes. Sa construction combinatoire garantit que, comme dans le cas continu, l'opérateur dérivé extérieur discret  $\mathbf{d}$  vérifie la relation fondamentale  $\mathbf{d}^2=0$ . Par conséquent, les relations d'analyse vectorielle telles que  $\text{div curl} = 0$  et  $\text{curl grad} = 0$  sont naturellement satisfaites à la précision machine. Un opérateur crucial en calcul extérieur est l'opérateur de Hodge. Un choix populaire de l'opérateur de Hodge discret est le Hodge diagonal. Sa construction est basée sur un maillage dual circoncentrique. Dans la première partie de cette thèse, l'application du DEC en mécanique des fluides sur des écoulements anisothermes, en utilisant la formulation fonction de courant est présentée. Ensuite, dans la deuxième partie, une nouvelle construction de l'opérateur de Hodge discret est proposée. Cet opérateur appelé opérateur de Hodge analytique est général, et donc élargit le choix du maillage dual qui peut être basé sur n'importe quel point intérieur (circoncentre, barycentre, incentre ...). Des tests numériques révélant des bons résultats sont effectués et la convergence sur différents types de maillages (structurés, non structurés, non-Delaunay) est présentée.

Dans la dernière partie de la thèse, nous introduisons l'expression équivalente des conditions aux limites de Neumann dans le contexte du DEC en 2D. La dérivation de cette expression peut s'effectuer sur tout type de maillage et indépendamment du choix de la discrétisation de l'opérateur de Hodge. Cela nous permet de résoudre les équations de Navier-Stokes en variables primaires vitesse-pression via des schémas de prédiction-corrrection adaptés au DEC. Dans un dernier chapitre, les développements précédents sont étendus au cas 3D.

Dans chaque contribution, différents tests numériques évaluant la robustesse et la convergence sur différents types de maillage sont présentés.