



« *Adaptation hp par ondelettes pour les méthodes Galerkin discontinues* ».

« *Multiwavelet-based hp-adaptation for discontinuous Galerkin methods* »

## Soutenance de thèse – Javier Garcia Bautista

**Lundi 7 Novembre 2022 à 14h00**  
Salle Contensou à l'ONERA/Châtillon

En distanciel par lien JITSY : [https://rdv.onera.fr/Soutenance\\_These\\_Javier\\_GARCIA\\_BAUTISTA](https://rdv.onera.fr/Soutenance_These_Javier_GARCIA_BAUTISTA)

### **Devant le jury composé de :**

#### **Directeur de Thèse :**

Michel VISONNEAU

Directeur de recherche, HDR, Ecole Centrale de Nantes

#### **Co-Directeur de Thèse :**

Kai SCHNEIDER

Professeur des universités, Aix-Marseille Université

#### **Examineur :**

Frédéric ALAUZET

HDR, Directeur de recherche, INRIA

Paola CINNELLA

Professeure des universités, Sorbonne Université

Marta DE LA LLAVE PLATA

Ingénieure de recherche, ONERA

Georg MAY

Associate Professor, Von Karman Institute for Fluid Dynamics

#### **Rapporteur :**

Siegfried MÜLLER

Full Professor, Rheinisch-Westfälische Tech. Hochschule Aachen

Esteban FERRER

Full Professor, Universidad Politécnica de Madrid

#### **Co-encadrant de thèse (membre invité) :**

Vincent COUAILLIER,

Chef d'unité de recherche, ONERA

## **Résumé / Abstract**

L'objectif principal de cette thèse est de développer une méthode hp-adaptative efficace en termes de coût et précision pour les schémas Galerkin discontinus appliqués aux équations de Navier-Stokes, en combinant flexibilité de l'adaptation a posteriori et précision de l'adaptation multi-résolution. Les performances de l'algorithme d'adaptation hp sont illustrées sur plusieurs cas d'écoulements stationnaires en une et deux dimensions.

La première direction de recherche emploie une nouvelle méthodologie basée sur les multi-ondelettes pour estimer l'erreur de discrétisation de la solution numérique dans le contexte de simulations avec adaptation h. Les résultats démontrent clairement la viabilité de cette méthode pour atteindre un gain de calcul significatif par rapport à un raffinement de maillage uniforme. La deuxième voie de recherche aborde l'analyse et le développement d'une nouvelle stratégie d'adaptation hp basée sur la décroissance du spectre des multi-ondelettes comme critère adaptation hp. Cette stratégie permet de discriminer avec succès les régions caractérisées par une grande régularité de celles contenant des phénomènes discontinus. De manière remarquable, l'algorithme d'adaptation hp est capable d'atteindre une haute précision caractéristique des solutions numériques d'ordre élevé tout en évitant les oscillations indésirables en adoptant des approximations d'ordre réduit à proximité des singularités.

-----

The main objective of the present thesis is to devise, construct and validate computationally efficient hp-adaptive discontinuous Galerkin schemes of the Navier-Stokes equations by bringing together the flexibility of a posteriori error driven adaptation and the accuracy of multiresolution-based adaptation. The performance of the hp-algorithm is illustrated by several steady flows in one and two dimensions. The first research direction employs a new multiwavelet-based methodology to estimate the discretization error of the numerical solution in the context of h-adaptive simulations. The results certainly demonstrate the viability of h-refinement to reach a significant computational gain with respect to uniformly refined grids. The second line of investigation addresses the analysis and development of a new hp-adaptive strategy based on the decay of the multiwavelet spectrum to drive hp-adaptive simulations. The strategy successfully discriminates between regions characterized by high regularity and discontinuous phenomena and their vicinity. Remarkably, the developed hp-adaptation algorithm is able to achieve the high accuracy characteristic of high-order numerical solutions while avoiding unwanted oscillations by adopting low-order approximations in the proximity of singularities.

## **Mots clés / Key words**

Mécanique des fluides, Navier-Stokes, méthodes numériques, méthodes adaptatives, ondelettes

Fluid Mechanics, Navier-Stokes, Numerical methods, Adaptive methods, Wavelets