

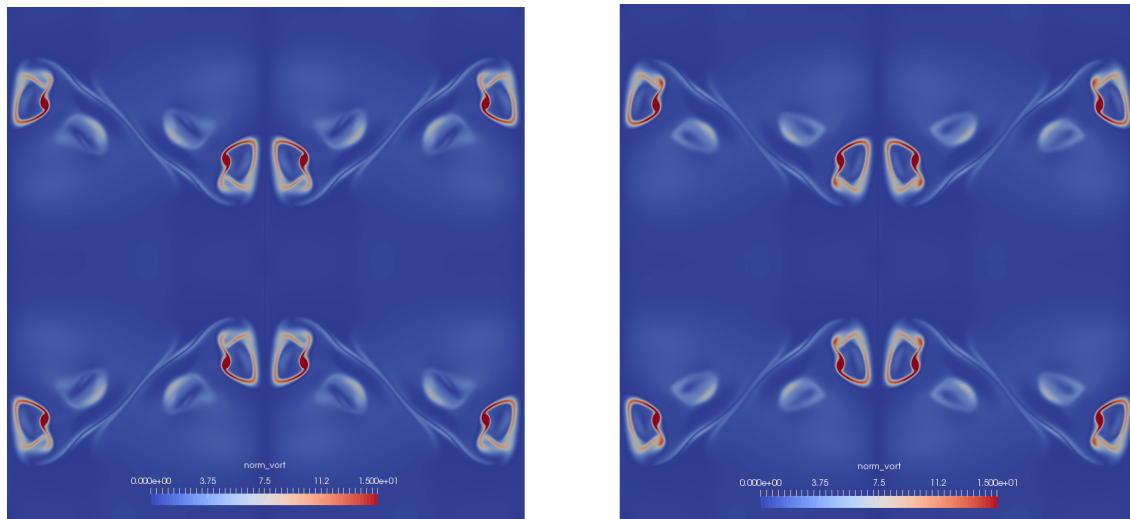
Semi-Lagrangian Simulation of Turbulent Flows using Vortex methods

Baptiste Delaporte

Dans le cadre de la fin de stage de M2 encadré par Chloé Mimeau et Iraj Mortazavi, je présenterai ce jeudi 3 Octobre 2019 mes travaux réalisés durant ces 6 derniers mois.

Contexte: La simulation numérique d'écoulements turbulents représente un enjeu majeur de la CFD (Computational Fluid Dynamics). Les simulations dites directes (DNS) de ce type d'écoulements requièrent des ressources en capacité de stockage et en temps de calcul qui deviennent très rapidement prohibitives. C'est pourquoi de nombreux modèles de turbulences sont apparus depuis le 20ème siècle afin d'apporter une alternative à ces résolutions directes trop coûteuses. Dans ce travail, nous proposons et testons un modèle de turbulence, ici un modèle 3D anisotrope de viscosité artificielle (cf [1]) spécialement adapté à notre solveur Navier-Stokes incompressible basé sur une méthode vortex semi-lagrangienne (approche particulière de la discrétisation des équations de Navier-Stokes en vitesse-vorticité, avec remaillage régulier des particules sur une grille cartésienne). Ce modèle est appliqué dans le contexte d'une méthode dite de *Bi-level* qui consiste à résoudre le champ de vorticité, non filtré, sur grille fine et à résoudre le champ de vitesse associé, filtré, sur grille grossière.

J'introduirai donc dans un premier temps notre méthode Vortex remaillée avant de présenter les résultats et performances obtenues sur différents cas test d'écoulements 3D, à savoir le cas test du Taylor-Green Vortex et un cas de turbulence homogène isotrope, en utilisant notre modèle de viscosité artificielle avec une approche *Bi-level*.



(a) DNS 512^3

(b) Simulation bi-level $512^3 - 128^3$ + modèle de visc. artif

Figure 1: Simulation du Taylor Green Vortex à $Re = 1600$. Norme de la vorticité $|\omega|$ dans le plan YZ en $x = 0$, au temps $T = 8$. Comparaison entre une DNS résolue sur une grille de taille 512^3 et une simulation bi-level où la vorticité est résolue sur une grille de taille 512^3 et la vitesse (filtrée) est résolue sur une grille de taille 128^3 .

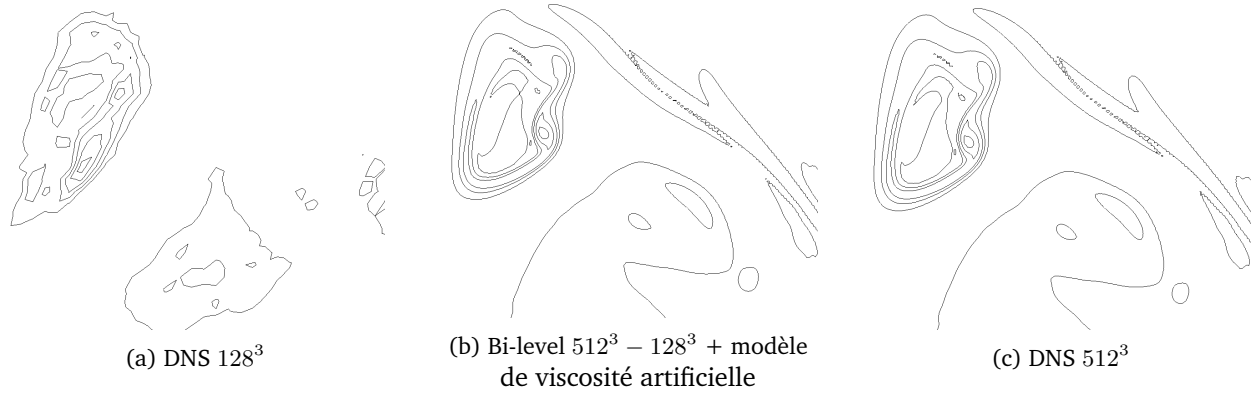


Figure 2: Simulation du Taylor Green Vortex à $Re = 1600$. Isocontours de la norme de la vorticité $|\omega|$ dans le plan YZ en $x = 0$, au temps $T = 8$.

References

- [1] G.-H. Cottet. Artificial viscosity models for vortex and particle methods. *J. Comput. Phys.*, 127:199–208, 1996.