

La méthode *LS-STAG* : une nouvelle approche de type “frontières immergées”/Level-Set, pour le calcul d’écoulements visqueux incompressibles en géométries complexes

Olivier Botella

LEMTA, Nancy-Universités, CNRS
 2, avenue de la Forêt de Haye, B.P. 160, 54504 Vandœuvre-lès-Nancy, France
Olivier.Botella@ensem.inpl-nancy.fr

Mots Clefs : Mécanique des Fluides Numériques, Géométries Complexes, Méthodes de Frontières Immergées, Discrétisation de type “Energy preserving”, Écoulements en Géométries Mobiles, Écoulements de Fluides Viscoélastiques.

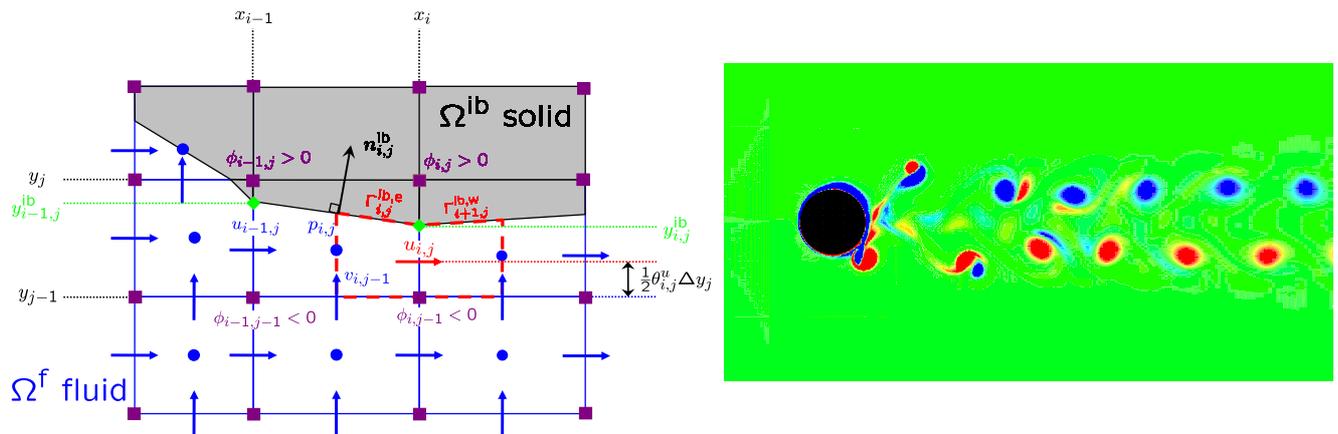


Figure 1: A gauche : le maillage LS-STAG au voisinage d’une frontière immergée. A droite : Lignes d’isovorticité à $Re = 1000$ pour les paramètres optimaux de rotation du cylindre de He *et al* (2000).

Résumé

Cet exposé a pour objet de présenter une nouvelle méthode de type “frontière immergée” (*immersed boundary method*, ou méthode *IB*) pour le calcul d’écoulements visqueux incompressibles en géométries irrégulières. Dans les méthodes *IB*, la grille de calcul n’est pas alignée avec la frontière de la géométrie, et le traitement numérique des cellules fluides qui sont coupées par la frontière irrégulière, appelées les *cut-cells*, est un point crucial dans le développement de ces méthodes (*cf.* Fig. 1, gauche).

Pour résoudre cette question nous présentons une nouvelle méthode *IB*, appelée méthode *LS-STAG*, qui est basée sur la méthode *MAC* pour grilles cartésiennes décalées, et qui est telle que la frontière irrégulière est représentée par sa fonction *level-set*. Cette représentation implicite de la frontière immergée nous permet de calculer efficacement les paramètres géométriques des *cut-cells*. Nous avons construit une discrétisation novatrice des flux dans les *cut-cells* en imposant que le schéma numérique conserve discrètement les grandeurs globales de l’écoulement telles que la masse, la quantité de mouvement et l’énergie cinétique totale. La discrétisation *LS-STAG* a la propriété de préserver la structure cartésienne à 5 points du stencil, ce qui permet d’obtenir une méthode extrêmement efficace sur le plan du temps de calcul.

La précision et la robustesse de la méthode *LS-STAG* est évaluée pour l’écoulement de Taylor-Couette, et l’écoulement en aval d’un cylindre de section circulaire. On présentera aussi des comparaisons avec un solveur non structuré en termes de précision et de temps de calcul. Deux extensions récentes du solveur *LS-STAG* seront finalement discutées : le calcul d’écoulements en géométries mobiles sur grilles cartésiennes fixes (qui est un des intérêts majeurs des méthodes *IB*), et le calcul d’écoulements de fluides viscoélastiques (modèle d’Oldroyd-B).