

Amélioration de la précision et de l'efficacité d'une méthode d'adaptation de maillage cartésienne

Olivier SAUNIER, ONERA

Christophe BENOIT, ONERA

Mots-clés : Volumes finis, adaptation de maillage, haute précision, méthode chimère Afin de résoudre les équations d'Euler ou de Navier-Stokes dans des domaines comprenant des géométries complexes, Benoit et Jeanfaivre [1] ont proposé en 2004 une méthode d'adaptation automatique de maillage. Cette technique a été appliquée avec succès à la capture du sillage tourbillonnaire des pales d'un rotor d'hélicoptère en vol stationnaire à partir des équations d'Euler.

Dans cette méthode, le maillage est composé de grilles curvilignes fines autour des corps, le reste du domaine étant discrétisé par des grilles cartésiennes se recouvrant et engendrées automatiquement. La technique chimère permet le transfert de la solution numérique d'une grille à une autre.

Dans la présente thèse, cette méthode a été étendue à un ordre de précision supérieur. En particulier, dans les zones de recouvrement, la solution est obtenue à partir d'une interpolation polynomiale fondée sur les polynômes de Lagrange de degré 2. Au niveau des grilles cartésiennes, est appliqué un schéma aux différences finies centrées d'ordre 4, basé sur la correction de l'erreur dispersive intervenant dans le schéma de Jameson et complété par un terme dissipatif précis à l'ordre 3.

Les atouts d'une telle génération du maillage reposent sur le fait que le solveur cartésien s'avère être précis et rapide et ne nécessite pas de stockage de métriques. En dépit d'une importante simplification du maillage obtenu et d'un coût par itération rendu bien inférieur en comparaison avec un maillage entièrement curviligne, il se trouve que les configurations complexes supposent toujours l'utilisation de maillages curvilignes (maillages de corps) qui peuvent parfois s'avérer être irréguliers et sur lesquels les schémas numériques sont construits dans le cadre d'une formulation volumes finis. Dans de tels cas, l'extension volumes finis d'un schéma initialement construit pour un maillage régulier est souvent faite de manière très simple sans vraiment se soucier de la précision réellement offerte par le schéma, précision qui tombe même à l'ordre 0 pour des maillages non réguliers généraux. Par conséquent, il a été jugé nécessaire de développer un schéma volumes finis de haute précision sur les grilles curvilignes. L'approche retenue est celle mise en oeuvre par Cinnella et Rezgui [2] et qui consiste à utiliser des opérateurs aux différences pondérés, c'est à dire prenant en compte la géométrie locale du maillage. En procédant de la sorte, le schéma obtenu est précis à l'ordre 3 sur des maillages curvilignes moyennement déformés et reste précis à l'ordre 2 sur des maillages quelconques.

En terme de coût de calcul, si on se limite à des maillages curvilignes monoblocs, l'approche de Cinnella et Rezgui entraîne un surplus non négligeable par rapport aux schémas classiques utilisés dans les codes industriels, surplus dû à la détermination coûteuse de nombreuses données géométriques. Cependant, dans notre cas, l'un des intérêts majeurs est que la taille des grilles curvilignes est réduite par rapport au reste du domaine de calcul, et le surcoût dû au schéma volumes finis devient négligeable. Nous montrerons sur différents cas d'écoulements stationnaires bidimensionnels que la méthode numérique développée est réellement précise à l'ordre 3 en maillage monobloc et en maillage chimère avec grilles cartésiennes.

Références

- [1] C. BENOIT, G. JEANFAIVRE, *3D inviscid isolated rotor and fuselage calculations using chimera and automatic cartesian partitioning methods*, Journal of the american helicopter society, 2004.
- [2] A. REZGUI, P. CINNELLA, A. LERAT, *Third-order accurate finite volume schemes for Euler computations on curvilinear meshes*, Computers and Fluids 30, 875-901, 2001

Olivier SAUNIER – olivier.saunier@onera.fr

ONERA, 29 avenue de la Division Leclerc, BP 72, 92322 Chatillon Cedex

Christophe BENOIT – christophe.benoit@onera.fr

ONERA, 29 avenue de la Division Leclerc, BP 72, 92322 Chatillon Cedex