

La simulation des écoulements à l'arrière des corps aérodynamiques posent certains problèmes de modélisation. Fluent propose une méthode alternative à la technique classique de type RANS.

Modélisation des écoulements aérodynamiques par approche zonale RANS/LES

Pour connaître les caractéristiques de traînée et de portance des formes aérodynamiques des véhicules, la simulation numérique des écoulements constitue un outil particulièrement performant. Cependant, les écoulements massivement séparés se formant dans le sillage des corps aérodynamiques modernes telles que les formes bi-corps ou mono-corps de faible allongement restent difficiles à prédire avec précision, et constituent un challenge pour la modélisation de la turbulence. On retrouve également ce type d'écoulement à l'aval des accessoires extérieurs tels que les rétroviseurs ou les toits ouvrants, source de bruit acoustique.

La modélisation de la turbulence par simulation des grandes échelles (ou Large Eddy Simulation) peut permettre une meilleure prédiction de tels écoulements, contrairement aux approches de type RANS (Reynolds Average Navier Stokes). Cependant, l'obstacle majeur à l'utilisation intensive de cette

approche est son coût de calcul, en particulier pour la représentation des couches limites à grand nombre de Reynolds.

Pour contourner cette difficulté, une approche zonale RANS-LES peut être employée. Cette approche est illustrée ici pour la simulation de l'écoulement autour du corps de Ahmed. Cette simulation considère une condition limite spécifique entre deux domaines

RANS et LES. Cette condition limite est basée sur la méthode dite « des vortex de Sergent » (1), adaptée et généralisée au calcul non-structuré dans la version Fluent 6.2 (2).

Le corps de Ahmed (3) est une forme idéalisée de véhicule avec un angle de lunette arrière variable. En dépit d'une géométrie assez simple, l'écoulement reproduit les phéno-

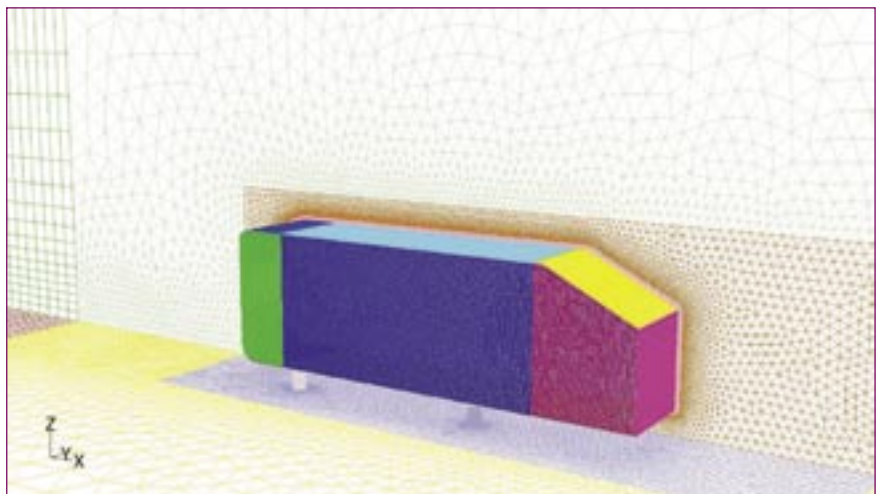


Figure 1 - domaine de Calcul et Maillage RANS

1. Sergent E., PhD Thesis, L'Ecole Centrale de Lyon, 2002.

2. Mathey F., Cokljat D., Bertoglio J.P. and Sergent E., (2003). Specification of Inlet Boundary Condition Using vortex Method, in Turbulence, Heat and Mass Transfer 4, Eds: K. Hanjalic, Y. Nagano and M. Tummers, Begell House Inc.

3. Ahmed S. R., Ramm G., Falin G. (1984). Some Salient Features of the Time Averaged Ground Vehicle Wake. SAE Paper 840300.

mènes aérodynamiques caractéristiques de formes réalistes. Pour des angles inférieurs à la valeur critique de 30° , on peut observer la présence de vortex longitudinaux contra-rotatifs dans le sillage du véhicule. Ils sont responsables d'une partie significative de la traînée et de la portance.

Une simulation numérique de l'écoulement autour de la configuration $\alpha=25^\circ$ est réalisée dans un premier temps par simulation RANS stationnaire. Le nombre de Reynolds de l'écoulement, basé sur l'écoulement amont et la hauteur du véhicule H est de 768 000. Le domaine de calcul RANS (modèle V2F) est montré *Figure 1* et couvre la moitié du corps de Ahmed afin d'exploiter la symétrie de la géométrie. Le maillage est raffiné dans les couches limites afin de le représenter explicitement ($y^+ \sim 1$) et dans le sillage. La couche limite est résolue à l'aide de 24 couches de prismes alors que le reste de la grille est composé de tétraèdres. Le corps est placé dans un canal ouvert de section $10 H \times 7 H$. L'entrée du domaine de calcul est située à une distance de $6.3 H$ de la face avant du véhicule. La sortie du domaine de calcul est située à une distance de $10 H$ de la face arrière du véhicule.

Le domaine de calcul LES est restreint à l'écoulement au-dessus de la lunette arrière et dans le sillage du véhicule (*Figure 2*). La grille de calcul est structurée et contient 1.6 millions de mailles hexaédriques, créées avec le pré-processeur Gambit. La couche limite est complètement résolue, avec une résolution sur la lunette arrière telle que $y^+ < 2$. Le domaine de calcul LES obtient sa condition limite à partir d'un profil de vitesse issu de la simulation RANS (réalisée séparément) et de la méthode des vortex

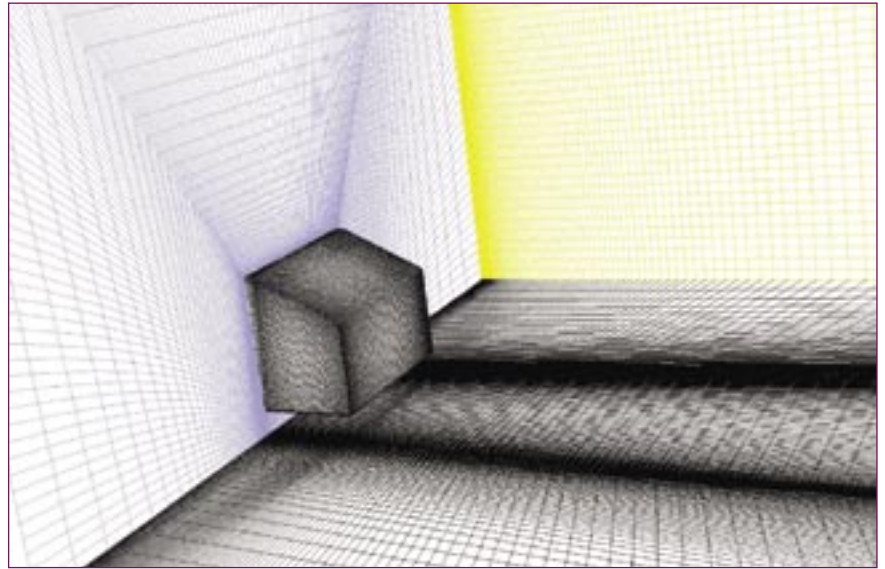


Figure 2 - Domaine de Calcul et Maillage LES

pour reconstruire les fluctuations turbulentes. Après l'atteinte d'un état statistiquement stationnaire, 15 000 pas de temps sont réalisés afin de calculer les grandeurs moyennes.

Un bon accord est obtenu avec les mesures expérimentales (4) pour la vitesse moyenne et les fluctuations au-dessus de la lunette arrière *Figure 3* et *Figure 4*. Le recollement de la couche limite (plan de symétrie) est en particulier bien reproduit par la simulation. Les vitesses dans le sillage sont également données *Figure 5*. Les résultats numériques sont en bon accord avec les mesures expérimentales. Les lignes de courant moyennes, au-dessus de la lunette et dans le sillage, montre la présence des tourbillons longitudinaux

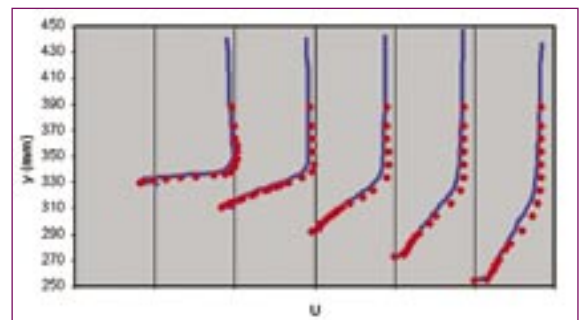


Figure 3 - Vitesse moyenne au-dessus de la lunette arrière

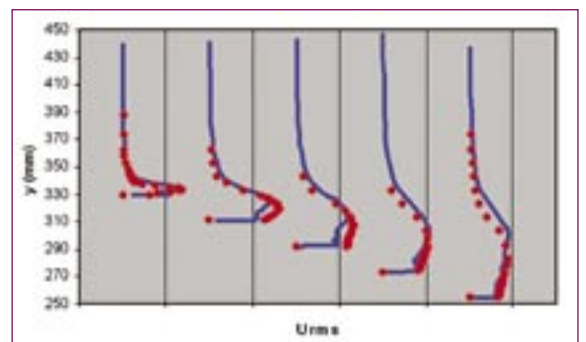


Figure 4 - Fluctuation de vitesse au-dessus de la lunette arrière

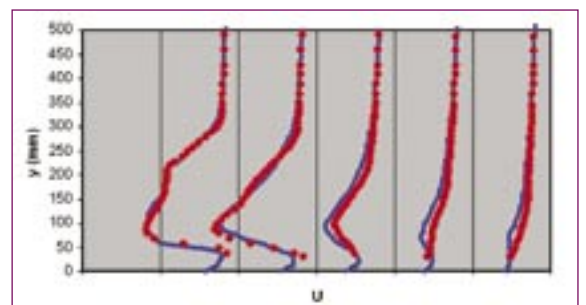
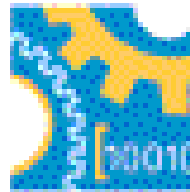


Figure 5 - Vitesse moyenne dans le sillage

4. Lienhart H. and Becker S. (2003). Flow and Turbulent Structure in the Wake of a Simplified Car Model. SAE Paper 2003-01-0656.



IND.a0

Salon international de l'informatique
et des nouvelles technologies pour
l'industrie

**Les technologies
évoluent...**



... gagnez du temps

Illustration : Airbus

27-31 MARS 2006

PARIS-NORD VILLEPINTE FRANCE

INDUSTRIE PARIS

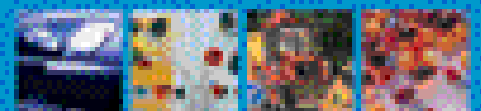


Rencontres, innovations
et solutions

Le rendez-vous européen
de l'industrie pour tous les
professionnels des sec-
teurs de l'automobile, la
construction mécanique,
l'aéronautique, le ferrovi-
aire, la cosmétologie, la chimie, les bureaux
d'études, les biens de consommation, le BTP, les
composants électriques et électroniques ...

www.industrie-expo.com

sous le patronage
officiel de



industrie-expo.com

1, rue de Paris - 75001 Paris
Tel : 01 42 50 11 11 - Fax : 01 42 50 11 11
E-mail : industrie-expo.com



Industrie Paris, est organisé
par le Salon des Industries
Manufacturières

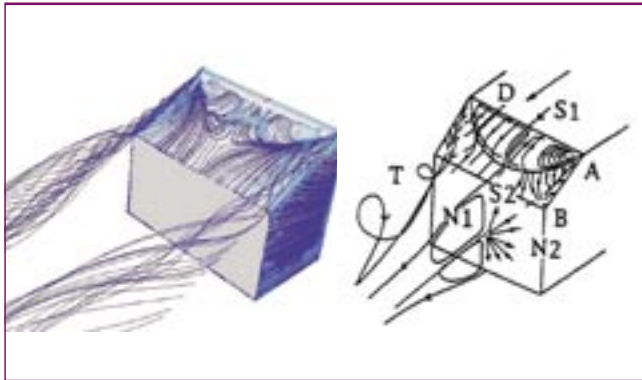


Figure 6 - Ligne de courant dans le sillage :
LES et Exp. d'après Ahmed et al. (1986)

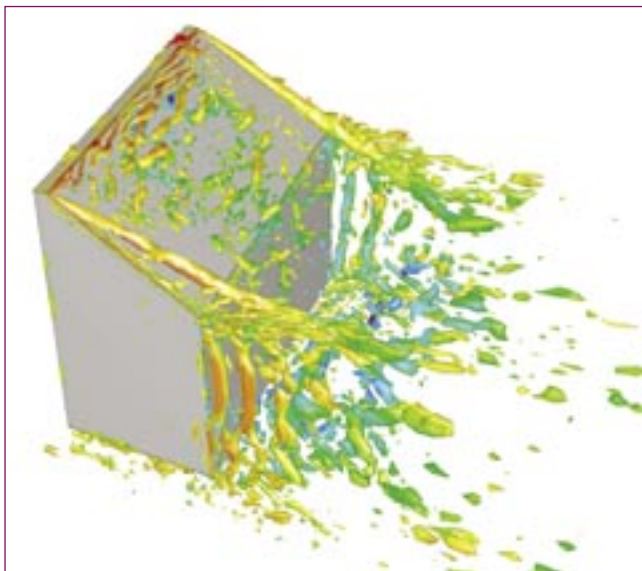


Figure 7 - Champs tourbillonnaire ("structure cohérente") instantané

sur la Figure 6, comme observé expérimentalement. Les coefficients de pression (C_p) sur la lunette arrière sont également comparés aux mesures expérimentales, avec une bonne corrélation globale.

Finalement, en accord avec certaines observations, les animations réalisées (visualisation des structures cohérentes telles que montrées sur la Figure 7) à partir des calculs montrent la nature stable et stationnaire des vortex longitudinaux au dessus de la lunette arrière, et au contraire leur aspect fortement instationnaire dans le sillage. ▀

Article de Fabrice Mathey,
Fluent