

Mieux comprendre les phénomènes aérodynamiques turbulents à grande échelle pour mieux les prendre en compte

Nicolas RENARD

Thèse soutenue le 8 janvier 2016
Ecole doctorale : ED 391 (SMAER) - Sciences Mécaniques, Acoustique,
Electronique & Robotique - UPMC Paris

Titre de la thèse

Simulations numériques avancées et analyses physiques de couches limites turbulentes à grand nombre de Reynolds

Encadrement

Département Aérodynamique Appliquée (DAAP)

Directeur(s) de thèse : Pierre Sagaut - Université Pierre et Marie Curie
Sébastien Deck – ONERA

Financement

Direction Générale de
l'Armement (DGA)

ONERA



Devenir professionnel

Nicolas Renard est ingénieur de recherche au Département d'Aérodynamique Appliquée de l'ONERA, embauché à l'issue de son contrat de thèse

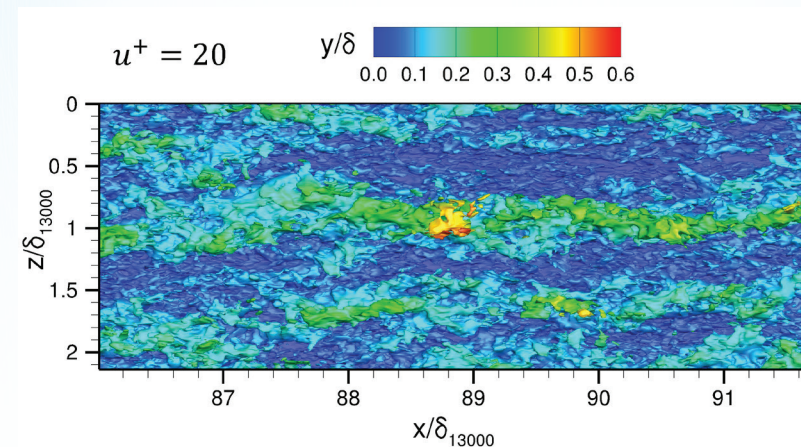
Contact : nicolas.renard@onera.fr

Simulations numériques avancées et analyses physiques de couches limites turbulentes à grand nombre de Reynolds

Nicolas
RENARD

Résumé

Mieux comprendre les spécificités de la dynamique des couches limites à grand nombre de Reynolds malgré les contraintes météorologiques et son coût de simulation numérique est crucial. A titre d'exemple, cette dynamique peut déterminer plus de la moitié de la traînée d'un avion en croisière. Décrire la turbulence pariétale peut guider la résolution numérique d'une partie des fluctuations à un coût maîtrisé par des stratégies WMLES (simulation des grandes échelles avec modèle de paroi). Les présentes analyses physiques de couches limites turbulentes incompressibles à gradient de pression nul et à grand nombre de Reynolds s'appuient sur des simulations numériques avancées. Après validation d'une base de données, le frottement moyen pariétal est décomposé selon l'identité FIK (Fukagata et al. (2002)), dont l'application malgré le développement spatial est discutée. Une analyse spectrale montre que les grandes échelles ($\lambda_x > \delta$) contribuent à environ la moitié du frottement vers $Re_\theta = 10^4$. Les limitations de l'identité FIK motivent la dérivation d'une décomposition physique de la génération du frottement dont le comportement asymptotique est alors relié à la production d'énergie cinétique turbulente dans la zone logarithmique. Pour mieux reconstruire les spectres spatiaux, une nouvelle méthode d'estimation de la vitesse de convection turbulente en fonction de la longueur d'onde des fluctuations, adaptée au développement spatial et à des signaux temporels de durée finie, est dérivée, interprétée et évaluée à $Re_\theta = 13000$. Certaines des conclusions éclairent des modifications d'une stratégie WMLES, le mode III de la méthode ZDES.



Grandes échelles résolues par la méthode ZDES vers $Re_\theta = 13\,000$ (isosurface de vitesse longitudinale colorée par la distance à la paroi)

Télécharger la thèse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01296716>