

## Etudier la turbulence pour mieux la contrôler

## Samuel DAVOUST

Thèse soutenue le 12 octobre 2011

Ecole doctorale : ED 447 (EDX) - Polytechnique - Palaiseau

## Titre de la thèse

## Dynamique des grandes échelles dans les jets turbulents avec ou sans effets de rotation

## Encadrement

Département Aérodynamique Fondamentale et Expérimentale (DAFE)

Encadrant : Benjamin Leclaire - ONERA

Directeur de thèse : Laurent Jacquin - ONERA

## Financement

Direction Générale de  
l'Armement (DGA)

ONERA



## Devenir professionnel

Samuel Davoust est Lead Engineer chez GE Global Research.

Poste précédent : Chef de produit chez Avent Lidar Technology.

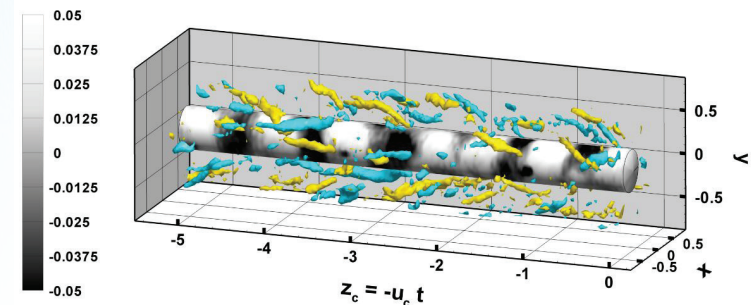
Contact : Benjamin.LECLAIRE@onera.fr

## Dynamique des grandes échelles dans les jets turbulents avec ou sans effets de rotation

Samuel  
DAVOUST

## Résumé

Cette thèse est une contribution à l'étude de la turbulence dans le champ proche de la sortie de jets, avec ou sans effets de rotation. Notre dispositif expérimental permet de générer un jet tournant qui se développe en formant une couche de mélange axisymétrique turbulente et dont le nombre de swirl peut être précisément fixé. L'écoulement est caractérisé par PIV stéréoscopique, avec un recours à des acquisitions à haute cadence de manière à résoudre la dynamique des grandes échelles de la turbulence. Nous avons proposé une méthode qui permet de déterminer la vitesse de convection des structures turbulentes et d'estimer la validité de l'approximation de Taylor. Cette étude démontre qu'il est ici légitime de décrire les structures spatiales de la turbulence à partir de mesures temporelles réalisées dans un plan transverse à l'écoulement. Dans le cœur du jet non tournant, une POD confirme la prédominance de modes  $m=0$  et  $m=1$  décrite dans de précédentes études. Le mode  $m=1$  prend plus souvent la forme d'un battement que d'une hélice. Dans la couche de mélange, les tourbillons longitudinaux sont les structures dominantes. Une organisation sous forme de paires de signe opposé orientées radialement est mise en évidence par l'analyse des corrélations doubles de vorticités. L'étude des corrélations vorticités-vitesse donne la position préférentielle de ces tourbillons par rapport aux modes  $m=0$  et  $m=1$ . Nous avons alors proposé un scénario d'interaction entre les modes  $m=0$  et  $m=1$ , les tourbillons longitudinaux et le champ moyen. Lorsque le nombre de swirl augmente, le taux de croissance et l'énergie cinétique turbulente dans la couche de mélange du jet varient de manière non-monotone. Ceci est dû à des conditions initiales issues du mécanisme de mise en rotation, qui ont un effet contraire à celui de l'alignement du tenseur de Reynolds avec le tenseur des déformations. L'orientation des paires de tourbillons avec le swirl permet d'interpréter dynamiquement l'évolution du tenseur de Reynolds.



Example of pseudo-spatial flow reconstruction along  $z_c = -u_c t$  (arbitrary origin) from HS-SPIV data in the  $z = 2$  plane, using Taylor's hypothesis with  $u_c = 0.6$ . The streamwise velocity fluctuation  $u'_z$  at  $r = 0.24$  is represented by grey contours. Yellow and blue isosurfaces respectively identify  $\omega'_z = +4$  and  $\omega'_z = -4$  iso-values of the streamwise vorticity fluctuation.

Télécharger la thèse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/pastel-00678786>