

Compte-rendu de la session "Mélange, approche expérimentale : réacteurs de mélange"

par Luminita Danaila

Modèles de mélange et applications aux écoulements stratifiés

J. SOMMERIA, LEGI

Une façon de décrire le mélange, sa qualité et ses différentes propriétés, est d'analyser la fonction de densité de probabilité de la concentration du scalaire Pdf(c). Il existe des approches analytiques (équations de transport de cette quantité) et des approches phénoménologiques, ces dernières étant basées sur des hypothèses physiques sur les mécanismes qui conduisent au mélange. Plusieurs modèles de mélange traditionnels (IEM, CURL etc.) ont été rappelés et discutés. Plus particulièrement, l'accent a été mis sur un modèle (Venaille et Sommeria, 2007, 2008) basé sur l'hypothèse de coalescence des blobs de fluide, qui conduit à une expression analytique de la transformé de Laplace de Pdf(c). L'avantage du modèle est qu'il est particulièrement adapté au champ proche du mélange, alors que son désavantage est qu'il ne tient pas compte des fluctuations de l'écoulement (et en particulier de l'étirement), il est donc validé pour des Reynolds très bas, et dans un mélange à grand Schmidt. Des extensions possibles ont été discutées, ainsi que des applications au mélange stratifié.

Mélange à grand Schmidt en turbulence de grille

J.F. KRAWCZYNSKI, CORIA

Il s'agit de la dispersion d'un scalaire passif à partir d'une source ponctuelle en turbulence de grille. Il a été montré au cours de cette présentation que l'influence des conditions initiales sur la dispersion auto-similaire du scalaire doit être prise en compte, même loin de l'injection et pour des nombres de Reynolds qui doivent être considérés grands. En particulier, l'exposant de décroissance du pic de concentration moyenne dépend du nombre de Reynolds ainsi que du flux de quantité de mouvement avec lequel le scalaire est injecté. Ce résultat s'explique par la conservation du flux de quantité de mouvement injecté (grandeur intégrale), même si les fluctuations injectées sont négligeables par rapport aux fluctuations de la turbulence de grille.

Mélange et micromélange dans un réacteur à multiples jets cisailés

G. BOUTIN, CORIA

Ce travail vise la description fine du mélange (au sens large, à toute échelle) et en particulier du micromélange (aux petites échelles). La description et la prédiction du comportement du mélange ont une importance particulière pour de nombreuses applications (environnement, combustion etc.). Afin de caractériser le micro-mélange, les réactions chimiques se sont révélées être l'outil le plus ingénieux (P.E. Dimotakis, *Ann. Rev. Fluid Mech.*, 2005). Pourtant, à cause des difficultés expérimentales, très peu de telles études existent. Celles déjà existantes sont principalement dévouées aux écoulements libres cisailés.

Notre étude concerne la caractérisation du micro-mélange dans un écoulement dont le motif de base est un jet cisailé entouré de 4 jets à contre courant disposés sur un maillage cartésien. Nous visons deux géométries : à fort taux de confinement (les jets cisailés, à contre-courant ont les axes distancés de 2.4 diamètres) et à faible taux de confinement (les axes des jets cisailés sont situés à 4 diamètres).

Le premier objectif de ce travail est de fournir une base de données fiable, pour différentes géométries d'écoulement, nombre de Reynolds et variation du taux de confinement des jets. Dans une première étape, le mélange est étudié grâce à des mesures simultanées de vitesse et de concentration sur la molécule d'acétone. La mesure de concentration est faite grâce à une méthode de Fluorescence Induite par Plan Laser (PLIF), et la vitesse est estimée par Vélocimétrie par Image de Particules (PIV). Une seconde étape raffine cette étude en se focalisant sur le micro-mélange qui est quantifié expérimentalement par une méthode de mesure dite "Dual Tracer" (*King et al. 1997*). Cette méthode compare le signal de fluorescence d'une molécule traçant uniquement les zones de fluides pur à celui du fluide dans sa globalité.

Le second objectif est d'utiliser cette base de données afin d'étudier l'influence des différents paramètres tels que le nombre de Reynolds ou encore le taux de confinement sur la qualité du mélange et l'efficacité du micromélange. Cette investigation passe, entre autres, par la compréhension de l'évolution des fonctions de densités de probabilité de scalaire (Pdfs et Pdfs jointes).

En ce qui concerne le micromélange, la base de données créée est exploitée afin de fournir les statistiques du scalaire micromélangé : l'efficacité du micromélange, les fonctions de densité de probabilité de ce scalaire micromélangé, l'épaisseur de la zone de mélange moléculaire. Il est montré que l'efficacité du micromélange augmente lorsque le nombre de Reynolds augmente, et lorsque le taux de confinement diminue.

Écoulement et mélange à densité et viscosité variable dans un jet rond

B. TALBOT, CORIA

Un jet de propane émergeant dans un milieu air-néon, à viscosité et densité variable, a été comparé avec un jet d'air classique, à même quantité de mouvement injectée initialement. Il a été montré (**B. Talbot et al., Exp. Fluids 2009**) une précocité du régime auto-similaire pour le jet de propane, qui n'est pas dû aux effets de densité variable, mais plutôt à des effets de viscosité. Ce comportement est corrélé avec une réduction drastique de la gamme des échelles turbulentes, une plus forte dissipation d'énergie cinétique, une diminution du nombre de Reynolds local et l'apparition d'un régime de Batchelor pour le scalaire (en k^{-1}). De plus, l'entraînement est important (contrairement à la dynamique des jets lourds).