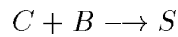
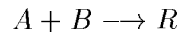


Une méthode chimique de mesure qualitative du micromélange a été mise au point par Fournier [1] et Guichardon [2] dans des réacteurs à cuve agitée et par Ferouillat [3] dans les réacteurs continus.

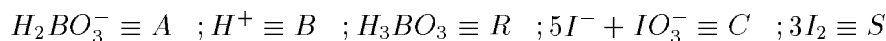
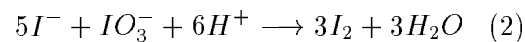
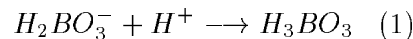
Cette méthode repose sur deux réactions chimiques parallèles concurrentes de type :



Un défaut de B est injecté dans un écoulement (ou dans une cuve) de A et C , il est consommé à la fois par les deux réactions. La réaction $A + B \rightarrow R$ est très rapide devant la réaction $C + B \rightarrow S$ qui a un temps de réaction de l'ordre du temps de micromélange. Le rapport de ce qui est consommé par la deuxième réaction sur la quantité de B injecté définit une mesure X_S qualitative du micromélange.

Si X_S est faible le micromélange est élevé. Si X_S est élevé le micromélange est faible.

La réaction chimique utilisée est la réaction acido-basique de l'acide borique (1) couplée à la réaction redox "iodure/iodate" (2) :



L'objet de cette étude est de donner un sens physique et donc quantitatif à ce X_S afin de relier plus précisément X_S avec les propriétés hydrodynamiques d'un écoulement turbulent (essentiellement la viscosité, le taux de dissipation d'énergie turbulente, les échelles de la turbulence ...). Ce lien se fait par des modèles de micromélange dont les plus connus sont l'échange avec la moyenne (IEM) de Villermaux [4] et le modèle d'engouffrement de Baldyga et Bourne [5].

Pour un modèle de micromélange deux "paramètres" sont à fixer; la vitesse de micromélange déterminée par un temps de micromélange t_m et la phénoménologie du mélange qui va déterminer comment les différentes molécules chimiques vont finalement se mettre en contact (plus précisément comment la turbulence va réduire les échelles des scalaires jusqu'à ce que le processus de diffusion moléculaire devienne prépondérant).

Afin de comparer les différents modèles de micromélange et de faire une étude plus précise de chacun d'eux, la méthode de mesure chimique du micromélange va être mise en œuvre dans une cuve agitée par deux grilles afin d'obtenir en son centre une turbulence quasiment homogène et isotrope balayant un nombre de Reynolds basé sur l'échelle de Taylor de 40 à 140.

L'étude du micromélange se fera dans le cas concret d'un réacteur chimique continu de type HEV.

Bibliographie

[1] Marie-Christine Fournier. *Caractérisation de l'efficacité de micro-mélange par une nouvelle réaction chimique test*. Thèse de Doctorat, Institut national polytechnique de Lorraine, 1994.

[2] Pierrette Guichardon. *Caractérisation chimique du micro-mélange par la réaction Iodure-Iodate*. Thèse de Doctorat, Institut national polytechnique de Lorraine, 1996.

[3] S. Ferouillat. *Etude du micro-mélange pour la caractérisation des performances d'échangeurs-réacteurs compacts multifonctionnels*. Thèse de Doctorat. Ecole doctorale de Nantes, 2004.

[4] J. Villermaux et J. C. Devillon. Représentation de la coalescence et de la redispersion des domaines de ségrégation dans un fluide par modèle d'interaction phénoménologique. *Proceed. 2nd Ind. Symp. Chem. React. Engin. Amsterdam*, B : 1-13, 1972.

[5] Jerzy Baldyga et John R. Bourne. *Turbulent Mixing and Chemical Reaction*. Wiley, 2000.

Dynamique de l'alignement du gradient d'un scalaire passif en écoulement bidimensionnel

A. Garcia, M. Gonzalez, L. Danaila et P. Paranthoën
Laboratoire de Thermodynamique, UMR 6614/CORIA

Les propriétés statistiques de l'orientation du gradient d'un scalaire passif sont étudiées de façon lagrangienne à partir de données expérimentales et à l'aide d'un modèle numérique simple.

Dans le cas d'une ligne source de chaleur placée au centre d'une allée de Bénard - von Kármán, on montre que le gradient de température, dans les zones hyperboliques, ne s'aligne pas avec l'orientation d'équilibre prédite par le modèle de Lapeyre *et al.* [Phys. Fluids **11**, 3729 (1999)]. Ce comportement est attribué à l'instationnarité de la topologie de l'écoulement qui se manifeste par les fluctuations du paramètre r mesurant la *persistence* de l'étirement. Ce dernier est défini comme le rapport de la rotation effective (vorticité + rotation du repère propre de l'étirement) à l'intensité, σ , de l'étirement.

L'analyse numérique des propriétés d'alignement du gradient d'un scalaire confirme que l'instationnarité de l'écoulement, associée à un faible niveau d'étirement, conduit à une orientation préférentielle différente de l'orientation théorique prédite par un modèle asymptotique tel que celui de Lapeyre *et al.*. Plus précisément, si T est une échelle caractéristique des variations temporelles lagrangiennes de r alors, pour $\sigma T \gg 1$, l'orientation du gradient est la direction asymptotique déterminée par la valeur instantanée de r conformément au modèle de Lapeyre *et al.*; si σT est faible ou modéré alors, l'orientation préférentielle du gradient du scalaire est gouvernée par la valeur moyenne de r .

Modélisation stochastique des gradients de vitesse en turbulence

Aurore Naso

Institut Non Linéaire de Nice

On s'intéresse au "modèle de la tétrade" qui décrit la dynamique du tenseur de gradient de vitesse M en turbulence homogène et isotrope. Ce modèle, proposé en 1999 (Chertkov *et al.*), permet de calculer les statistiques de M en fonction de l'échelle. Il se présente sous la forme d'un système d'équations différentielles ordinaires stochastiques. A cause du grand nombre de degrés de liberté du problème, il est impossible de résoudre simplement ce système par Monte-Carlo. On a donc calculé dans un premier temps les solutions du modèle, sous la forme de distributions de probabilité jointes des invariants Q et R , dans l'approximation semi-classique, valable dans la limite où les bruits sont faibles mais non nuls. Ces résultats ont permis d'élaborer une méthode de résolution plus précise, de type Monte-Carlo. Les solutions du modèle ainsi calculées présentent un excellent accord avec celles calculées par DNS (Chertkov *et al.*, 1999), mais aussi avec des mesures expérimentales (Van der Bos *et al.*, 2002).

M. Chertkov, A. Pumir et B. I. Shraiman, *Lagrangian tetrad dynamics and the phenomenology of turbulence*, Phys. Fluids **11**, 2394 (1999).

F. Van der Bos, B. Tao, C. Meneveau et J. Katz, *Effect of small-scale turbulence motions on the filtered velocity gradient tensor as deduced from holographic particle image velocimetry measurements*, Phys. Fluids **14**, 2456 (2002).

Equation de diffusion dans l'espace des échelles : La géométrie des peaux entropiques

Nous avons montré que l'évolution dans la gamme des échelles de nombreux systèmes multi-échelle actuellement étudiés dans des domaines très variés de la physique (champs géophysiques, interfaces turbulentes, flammes turbulentes, énergétique) répond à une équation de l'entropie d'échelle (*Proc. Roy. Soc. Lond.* **459**, 3043 (2003)). Cette équation de diffusion formellement identique à l'équation de la chaleur est donc des plus intéressantes car elle ramène l'étude des géométries dites multi-échelle vers un champ de la physique qui n'est plus simplement géométrique ou statistique mais lié à la thermodynamique et, plus particulièrement, au second principe. Le cas ultra-particulier de la fractalité est obtenu pour une équation de diffusion avec un puits nul et en régime permanent. Un autre cas particulier est obtenu pour une équipartition du puits d'entropie dans l'espace des échelles menant à une courbe d'analyse en échelle parabolique expliquant par la même les nombreuses déviations à l'invariance d'échelle constatées depuis l'introduction de la géométrie fractale. La notion de diffusivité d'échelle (quantité nouvelle en physique) permet d'accéder à une véritable dynamique d'échelle. Cette équation de diffusion dans l'espace des échelles est la première de ce type à proposer une manière simple de suivre échelle par échelle et en fonction du temps (grâce à la notion de diffusivité d'échelle) les caractéristiques d'un système multi-échelle. Des applications spécifiques à la turbulence ont été présentées.