

# Caractérisation locale des mélanges de fluides à l'aide d'une Méthode non intrusive (la vélocimétrie ultrasonore pulsée)

M. Hammoudi<sup>1,2</sup>, M. Belhamel<sup>2</sup> et E.K Si-Ahmed<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Mécanique des Fluides Théorique et Appliquée, Faculté de Physique,  
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène,  
B.P. 32, El Alia, 16111 Bab Ezzouar, Alger, Algérie

<sup>2</sup> Centre de Développement des Energies Renouvelables  
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

**Résumé** - Les opérations de mélanges ou de dispersion sont largement rencontrées dans de nombreux procédés industriels. En effet, les processus d'homogénéisation et de transformation, physique ou chimique, de la matière ou du transfert d'énergie sont à la base de nombreux secteurs industriels, tels que: l'agroalimentaire, la pétrochimie, l'industrie pharmaceutique, la cosmétique, la papeterie... Néanmoins, le choix des systèmes d'agitations, permettant de réaliser les opérations de mélanges ou d'extractions, dépend essentiellement de leurs capacités de transferts de masse et d'énergie, leur efficacité, ainsi que de leur consommation énergétique. L'extraction des profils de vitesses et ceux de l'intensité turbulente par vélocimétrie ultrasonore pulsée permet d'estimer quantitativement et qualitativement l'évolution locale et globale du mélange à toutes les échelles (macroscopique, intermédiaire et microscopique) à travers l'estimation des temps de mélange multi échelle ou bien à l'aide de l'indice de ségrégation. Dans ce travail, nous allons présenter les mécanismes inhérents à chaque échelle de mélange en associant ces derniers aux effets hydrodynamiques rencontrés lors d'un écoulement de fluide à travers un mélangeur statique de type SMX. A cet effet, on présentera en premier lieu, les évolutions des profils de vitesses et ceux de l'intensité turbulente obtenus par vélocimétrie ultrasonore pulsée. L'analyse hydrodynamique de l'écoulement permet d'estimer les temps de mélanges multi échelle en fonction du débit et de caractériser la qualité du mélange à travers le SMX en régime turbulent. L'objectif de ce travail est de valider une approche locale et donc plus précise de la détermination des temps de mélanges multi échelles (macro mixing, méso mixing et micro mixing), à l'aide d'une méthode non intrusive; la VUP. Cette approche permettra de mieux apprécier l'impact de la turbulence locale sur les processus de mélanges. Une application future de cette approche pourra être envisagée dans les mélanges gazeux et plus particulièrement ceux contenant l'hydrogène.

**Abstract** - The operations of mixtures or dispersion are largely met in many industrial processes. Indeed, the processes of homogenisation and transformation, physics or chemical, of the matter or the transfer of energy are at the base of many industrial sectors such as: the agro alimentary one, petrochemistry, pharmaceutical industry, it cosmetic, the paper mill... Nevertheless, the choice of the systems of agitations making it possible to carry out the operations of mixing (blending) or extractions depends primarily on their capacities of mass and energy transfer, their effectiveness as well as theirs power consumption. The extraction of the profiles of speeds and those of the turbulent intensity by pulsated ultrasonic velocimetry makes it possible to estimate quantitatively and qualitatively the local and total evolution of the mixing time at all the scales (macroscopic, intermediate and microscopic) through the estimate of times of multi-scale mixture or using the index of segregation. In this work, we will present the intrinsic mechanisms in each scale of mixture by associating the latter the hydrodynamic effects met during a fluid flow through the SMX static mixer. For this purpose, one will present initially, the evolutions of the velocity profiles and those of the turbulent intensity obtained by pulsated ultrasonic velocimetry. The hydrodynamic analysis of the flow makes it possible to estimate times of multi-scale mixtures according to the flow and to characterize the quality of the mixture through the SMX in turbulent flow. The objective of this work is to validate a local approach and thus more precise of the determination of times of mixing in different scales (macro mixing, meso mixing and micro mixing), using a non intrusive method; the VUP. This approach will make it possible to appreciate the impact of local turbulence on the processes of mixing. A future application of this approach could be considered in the mixtures gas and more particularly those containing hydrogen.

**Keywords:** Static mixer - SMX - Pulsed ultrasonic velocimetry – Macro mixing – Meso mixing - Micro mixing.