

Contrôle dimensionnel des aérosols par piézoélectricité

Zainoun N, Chicheportiche J.M, Renaudeau J.P

Laboratoire de Mécanique des Fluides, ESCPI-CNAM, Champs sur Marne, France

Introduction

Les aérosols sont utilisés dans de nombreuses applications biomédicales, directement ou encapsulés. L'homogénéité des aérosols, caractérisée par la faible dispersion des tailles, est un facteur de qualité, car elle permet une meilleure atteinte de la cible recherchée et une meilleure efficacité du produit dispersé.

Les gouttelettes constitutives des aérosols sont couramment obtenues en alimentant en son centre un disque en rotation rapide. Dans des conditions bien définies, il se forme à la périphérie du disque des filaments liquides qui se résolvent en gouttelettes sous l'effet d'une instabilité naturelle. La maîtrise de cette instabilité permet de contrôler la taille de l'aérosol.

Fragmentation naturelle ou forcée

Instabilité naturelle. Selon la théorie de Rayleigh établie pour les jets simples, il se développe naturellement sur le jet une onde d'instabilité maximale de longueur d'onde fonction du diamètre D_j du jet et des propriétés physiques du liquide (masse volumique ρ , viscosité μ et tension superficielle σ). Comme les jets issus de disques en rotation ne sont pas cylindriques et les vibrations ne sont pas synchrones, les diamètres des gouttelettes sont variables. De même comme les vibrations ne sont pas sinusoïdales, il se forme en général par période une gouttelette principale et un ou plusieurs satellites.

Fragmentation forcée. Lorsqu'on excite, simultanément ou non, tous les jets avec une vibration d'amplitude et de fréquence bien définies, ceux-ci se rompent à la même distance du bord du disque et on obtient en général un système homogène de gouttelettes principales et de satellites. L'expérience montre que la présence et la taille des satellites sont liées à un nombre

d'onde local $K_e = \pi \frac{D_j}{\lambda_{\max}}$. Il en résulte que

l'excitation d'un jet par une vibration d'amplitude et de fréquence définies en fonction du liquide permet d'obtenir un aérosol contrôlé monodispersé ou pluridispersé (Fig. 1).

Générateur à disque lisse vibrant

Le dispositif comprend un disque, un moteur et un générateur de vibration placé entre le disque et le moteur. Le générateur est constitué d'une plaque encastrée fixée sur un bâti entraîné par le moteur et mise

en vibration par une cellule piézo-électrique collée sur une de ses faces. Le disque, fixé au centre de l'autre face de la plaque, est soumis d'une part à un mouvement de rotation rapide qui permet l'étalement du liquide à sa surface et la formation de N jets à sa périphérie et d'autre part à un déplacement périodique axial dont l'amplitude, réglable et de l'ordre de quelques μm , assure la génération de l'onde forcée dans les jets.

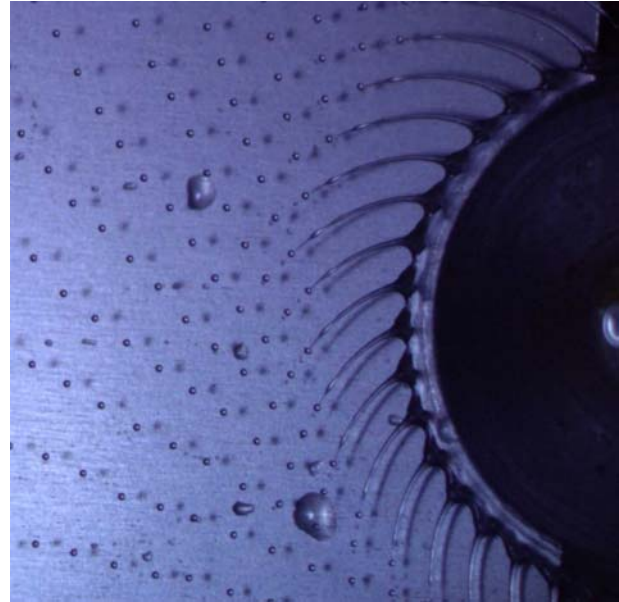


Fig. 1. Aérosol monodispersé obtenu par fragmentation forcée.

Générateur à disque denté vibrant

L'existence de dents à la périphérie du disque permet l'accrochage du jet à la dent. Il en résulte alors un contrôle supplémentaire de la granulométrie.

Résultats et discussion

Les générateurs mis au point permettent d'obtenir des gouttelettes monodispersées (écart type relatif < 0.1) ou pluridispersées de rayons compris entre $50 \mu\text{m}$ et $250 \mu\text{m}$ avec des débits de 0.1 à $4 \text{ cm}^3/\text{s}$. pour des liquides de viscosité inférieures à $60 \cdot 10^{-3} \text{ Pl}$. Les études actuelles se poursuivent pour élargir le domaine vers les petits diamètres et les grands débits.

Références

- Lord Rayleigh (1894): *Theory of sound*. 2nd Edition, Macmillan, London
- J.M. Chicheportiche (1993): Thèse de doctorat de l'université Paris 6.
- Brevet d'invention 0403679 (2004): atomiseur à disque tournant d'aérosols contrôlés.