

ETUDE DE LA COALESCENCE DES GOUTTES LORS DE L'ASPERSION DANS UN REACTEUR NUCLEAIRE

C. Rabe*, J. Malet*, F. Feuillebois**

*IRSN/ DSU/SERAC, Laboratoire d'Études et de Modélisation en Aérodispersion et Confinement
BP 68, 91192 Gif sur Yvette cedex, France.

** Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes – UMR CNRS 7636 Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles 10, rue Vauquelin 75231 Paris Cedex 05 France.

Approche du problème

Contexte : Lors d'un accident grave dans un Réacteur à Eau Pressurisée, l'asperersion est un dispositif de sauvegarde du confinement du réacteur destiné à assurer un brassage et un refroidissement ainsi qu'une diminution de la pression. L'efficacité du spray dépend de la distribution granulométrique des gouttes qui évolue au cours du temps du fait des transferts de masse et de chaleur (condensation/évaporation) ou par coalescence des gouttes entre elles.

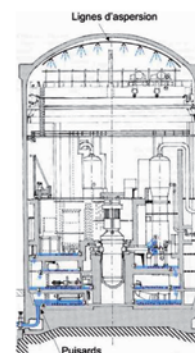
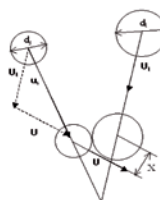
Objectif : Le but de cette étude est de développer un modèle de collision de gouttes pour une large gamme de nombre de Weber.

Paramètres :

- tension superficielle σ (kg.s⁻²)
- masse volumique ρ (kg.m⁻³)
- diamètre de goutte d (m)
- vitesse de goutte U (m.s⁻¹)
- rapport des diamètres de gouttes $\Delta = d_g/d_l$
- s , l petite et grosse goutte
- paramètre d'impact I
- nombre de Weber We

$$I = \frac{2X}{d_s + d_l}$$

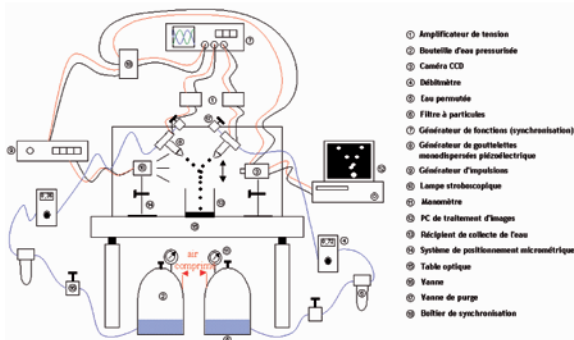
$$We = \frac{\rho d_s U^2}{\sigma}$$



Experiences

Le dispositif expérimental dimensionné et construit au sein de l'IRSN permet la production de gouttelettes d'eau ayant des diamètres compris entre 200 et 700 μ m, ainsi que le pilotage de leur collision binaire périodique, dont l'image peut être capturée à l'aide d'un stroboscope et d'une caméra CCD afin d'être analysée. L'objectif consiste à obtenir une description complète des différents régimes de collision binaire de gouttelettes d'eau pour une large gamme de nombre de Weber de 40 à 2500 et de rapport de diamètres Δ de 0,5 à 1. La vitesse des gouttes produites se situe entre 1 et 19 m.s⁻¹, et l'angle de collision entre 10 et 95°.

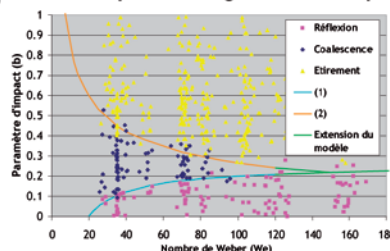
➔ Dispositif expérimental pour l'analyse de collisions binaires :



Résultats à faible nombre de Weber

Afin de décrire l'évolution spatio-temporelle d'une population de gouttelettes présente dans un spray, Ashgriz et Poo (1990) proposent une modélisation sur la base des collisions binaires entre les gouttes. Les différentes issues de la collision sont déterminées en fonction de deux paramètres adimensionnels : le paramètre d'impact et le nombre de Weber. L'équation (1) correspond à la transition entre la coalescence et la séparation par réflexion alors que l'équation (2) marque la transition entre la coalescence et la séparation par étirement.

➔ Validation expérimentale grâce à notre dispositif ($\Delta=0,75$) :



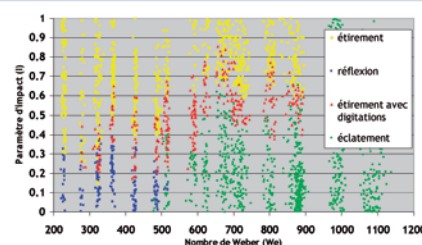
$$(1) \quad We = \frac{37(1+\Delta)^{1/3} - 4(1+\Delta)^{1/2} \Delta(1+\Delta)^{1/2}}{\Delta^2 [2(1-\xi)^2 (1-\xi^2)^{1/2} - 1] + 2(\Delta-\xi)^2 (\Delta^2 - \xi^2)^{1/2} - \Delta^2}$$

$$(2) \quad We = \frac{(1+\gamma^2 - (1+\gamma^2)^{2/3})(1+\gamma^2)^{1/3}}{\gamma^2 (1+\gamma^2)^{1/3}}$$

Où ξ et γ sont des expressions complexes qui dépendent exclusivement de Δ et I .

Nouveaux résultats à fort nombre de Weber

➔ Nouveaux régimes de collision :



Conclusions

➔ Les résultats expérimentaux obtenus sont en bon accord avec le modèle d'Ashgriz et Poo pour la prédiction des différents régimes de collision de gouttelettes d'eau. Une extension de la gamme des paramètres étudiés dans les travaux antérieurs a permis la mise en évidence de nouveaux régimes de collision : l'éclatement et l'étirement avec digitations. La modélisation de ces régimes est actuellement en cours.

➔ Travail futur :

- Effets de la pression,
- Influence de la composition du gaz environnant (simulation du mélange air-hydrogène par un mélange air-hélium),
- Influence de la température du gaz et du liquide.

