
Turbulent Plumes in Stratified Environments: A Review of Recent Work

N. B. Kaye*

*Department of Civil Engineering,
Clemson University, Clemson, SC 29634, U.S.A.*

[Original manuscript received 13 December 2007; accepted 8 March 2008]

ABSTRACT *This paper reviews recent developments in the theoretical modelling of Boussinesq turbulent plumes in both stratified and unstratified quiescent environments. The review focuses primarily on extensions to the classic entrainment model of Morton et al. (1956; MTT). Recent analytic solutions for the rise height in a stratified environment, for the rise height of turbulent fountains, and for the near-source flow in large area source plumes are reviewed. Extensions to the theory of MTT are then reviewed, including models for plumes with a buoyancy flux that varies with height and for plumes with a buoyancy flux that varies with time. Recent experimental results are also reviewed and compared to these theoretical developments. Some open questions in turbulent plume theory are then discussed. It is shown that MTT are unable to model the rise of weak fountains satisfactorily and the significance of this result for the rise height of plumes in a stratified environment and, more generally, turbulent mixing at a density interface are discussed. The value of the entrainment coefficient α is also discussed. Methods for measuring α are reviewed and variable entrainment models and their limitations are discussed. Finally the appropriate values of α for plumes, jets and fountains are discussed.*

RÉSUMÉ [Traduit par la rédaction] *Cet article examine les développements récents dans la modélisation théorique des panaches turbulents de Boussinesq, dans les environnements calmes tant stratifiés que non stratifiés. L'examen se concentre principalement sur les extensions du modèle d'entraînement classique de Morton et coll. (1956; MTT). Nous examinons des solutions analytiques récentes pour la hauteur d'élévation dans un environnement stratifié, pour la hauteur d'élévation des fontaines turbulentes et pour l'écoulement près de la source dans des panaches de sources de grande surface. Nous examinons ensuite des extensions de la théorie de MTT, y compris des modèles pour des panaches avec un flux de flottabilité variant avec la hauteur et pour des panaches avec un flux de flottabilité variant avec le temps. Nous examinons aussi des résultats expérimentaux récents et nous les comparons à ces avancées théoriques. Nous discutons ensuite de certaines questions actuelles dans la théorie des panaches turbulents. Nous montrons que le MTT ne peut pas modéliser l'élévation de fontaines faibles de façon satisfaisante et nous discutons de l'importance de ce résultat pour la détermination de la hauteur d'élévation des panaches dans un environnement stratifié et, plus généralement, du mélange turbulent à une interface de densité. Nous discutons aussi de la valeur du coefficient d'entraînement α . Nous examinons les méthodes de mesure de α et nous discutons des modèles d'entraînement variable et de leurs limites. Finalement, nous discutons des valeurs appropriées de α pour les panaches, les jets et les fontaines.*

*Author's e-mail: nbkaye@clemson.edu

NOTE TO USER

For the full text of this article, [click here](#).

AVIS À L'USAGER

Pour le texte intégral de cet article, [cliquez ici](#).