
Forme et extension de nuages condensants

Nathan Fourcade*¹

¹Laboratoire de physique de l'ENS - ENS Paris – Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paris Cité, Département de Physique de l'ENS-PSL – France

Résumé

Les nuages résultent de l'interaction entre écoulements turbulents, transport d'air humide et microphysique de la condensation. Comprendre ce qui contrôle leur extension spatiale et leur persistance constitue un enjeu central pour relier les processus microscopiques à l'organisation à grande échelle. Nous abordons cette question à l'aide d'un système expérimental simplifié consistant à injecter de la vapeur d'eau dans de l'air froid et sec contenant des noyaux de condensation, ce qui permet de contrôler précisément les conditions thermodynamiques et hydrodynamiques.

La vapeur injectée se mélange à l'air ambiant, entraînant une condensation rapide et la formation d'un nuage visible de gouttelettes. Ce nuage hérite de la structure auto-similaire de l'écoulement porteur, de type jet ou panache, selon que l'inertie ou la flottabilité domine. Des lois d'échelle pour la taille et l'extension du nuage émergent alors en fonction du régime dynamique considéré.

Pour interpréter ces résultats, nous développons une approche de champ moyen fondée sur la conservation des flux de masse d'air, de masse totale d'eau et d'enthalpie. L'hypothèse centrale est que l'air interstitiel entre les gouttelettes reste proche de la saturation en vapeur d'eau, ce qui permet d'intégrer la microphysique de la condensation dans une description macroscopique simple. Dans ce cadre, le contour et la longueur du nuage sont déterminés par une condition de saturation reliant les conditions environnementales, la dynamique de l'écoulement et l'extension spatiale du nuage.

*Intervenant