MODÉLISATION MICROPHYSIQUE DU LESSIVAGE DES AÉROSOLS PAR LES NUAGES

Pascal Lemaitre[1], Arnaud Quérel[2], Alexis Dépée[1], Alice Guerra Devigne[1], Marie Monier[3], Chloé Soto Minguez[1], Andrea Flossmann[3]

[1] Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSN-RES/SCA/LPMA, F-91400, Saclay
[2] Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), PSE-SANTE, SESUC, BMCA, Fontenay-aux-Roses, 92260, France
[3] CNRS, INSU, UMR 6016, LaMP, Aubière, France
Courriel de l'orateur : Pascal.lemaitre@irsn.fr

RÉSUMÉ

Les nuages sont une composante essentielle de la troposphère. Ils jouent un rôle central dans la prévision météorologique et dans le cycle de l'eau sur la planète. De même, en interagissant avec le rayonnement solaire, ils contribuent significativement au bilan radiatif terrestre. Ils sont d'ailleurs souvent évoqués comme étant une des principales sources d'incertitudes dans les modèles de prévision climatique. Enfin, ils peuvent perturber très sérieusement le trafic aérien en bloquant les aéroports, et même produire des crashs d'avion (crashs du vol Rio-Paris, Air France 447).

En lessivant les aérosols, les nuages vont contribuer à améliorer la qualité de l'air, mais aussi à polluer les sols via le dépôt des polluants atmosphériques par le biais des précipitations. Ainsi, lors d'un rejet de radionucléides dans l'environnement, il est essentiel, pour protéger les populations, d'évaluer leur exposition. Pour cela il est nécessaire d'évaluer conjointement les concentrations en radionucléides dans l'air, ainsi que sur les sols. Or, dans la nature, la principale contribution du dépôt des aérosols sur les sols est le dépôt humide et plus précisément le lessivage par les nuages.

Notre objectif dans cette présentation est de montrer qu'il est possible d'établir théoriquement un coefficient de lessivage applicable aux nuages. En effet, le lessivage par les nuages est sensiblement plus délicat à modéliser que celui par la pluie, sous le nuage. Dans les nuages les aérosols jouent un rôle central dans tous les changements de phase de l'eau (figure 1). Le lessivage par le nuage est alors le bilan de tous ces mécanismes qui vont permettre d'incorporer les aérosols dans les gouttelettes de nuages ; puis dans un second temps, d'autres mécanismes vont permettre de convertir les gouttelettes du nuage en précipitations. Ce n'est qu'une fois les gouttes de pluie déposées sur le sol que l'atmosphère est lessivée.

Ainsi, pour évaluer théoriquement le lessivage par les nuages, il semble judicieux d'utiliser un modèle de formation de nuage détaillant explicitement tous les processus microphysiques en les couplant à un modèle de dynamique de l'atmosphère. Dans cette présentation le modèle utilisé est le modèle DESCAM. Ce modèle développé par Andrea Flossmann et son groupe depuis le milieu des années 80 permet, à travers une description microphysique détaillée, de modéliser des nuages de leur formation jusqu'aux précipitations, et de suivre les aérosols et leur devenir une fois incorporés aux gouttes.

Dans cette présentation nous illustrerons comment, grâce à des modèles comme DESCAM, associé à des expériences de laboratoire et quelques hypothèses, il est possible de calculer théoriquement un coefficient de lessivage, à l'échelle de nuages de différentes typologies. Puis, cette approche sera confrontée aux modèles empiriques qui sont issus des dépôts constatés consécutivement à l'accident nucléaire de Fukushima. Enfin, dans une dernière partie de l'exposé, une étude de sensibilité du coefficient de lessivage à différents paramètres microphysiques (distribution granulométrique et nature chimique des aérosols) sera présentée.

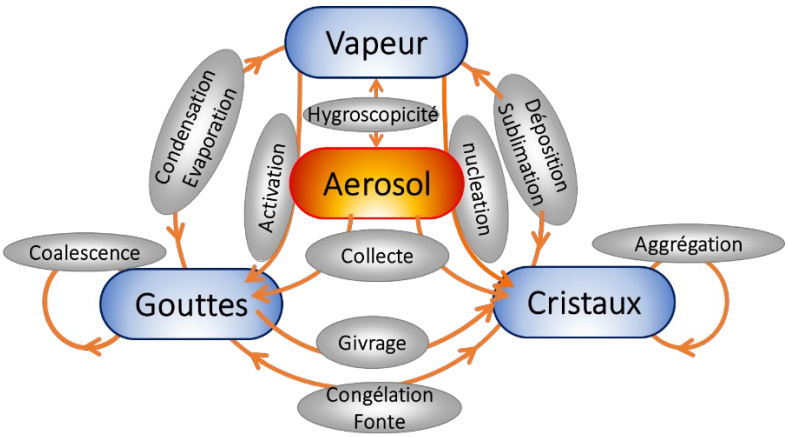

Figure 1. Sur le rôle central des aérosols dans la formation des nuages

DOI : 10.25576/ASFERA-CFA2023-33873
Cet article est publié sous la seule responsabilité de ses auteurs