

Informations complémentaires au communiqué de presse concernant l'article publié dans *Nature* par Kirkby et al., ***Role of sulphuric acid, ammonia and galactic cosmic rays in atmospheric aerosol nucleation*** (Rôle de l'acide sulfurique, de l'ammoniac et des rayons cosmiques galactiques dans la nucléation des aérosols atmosphériques), ***DOI 10.1038/nature10343***

Le contexte général de l'expérience CLOUD du CERN

L'expérience CLOUD cherche à répondre à deux des questions les plus complexes et les plus anciennes de la science de l'atmosphère : comment de nouvelles particules d'aérosol se forment-elles dans l'atmosphère et quels effets celles-ci ont-elles sur le climat ? Une augmentation du nombre de particules d'aérosol atmosphériques tend à refroidir le climat. Cela tient au fait que davantage de lumière solaire est alors réfléchi par les aérosols et qu'il se forme des gouttelettes de nuage supplémentaires, qui font que les nuages réfléchissent eux aussi davantage de lumière solaire. On estime que l'augmentation du nombre d'aérosols dans l'atmosphère entraînée par l'activité humaine compense dans une large mesure le réchauffement causé par les gaz à effet de serre. Selon les estimations actuelles, environ la moitié de toutes les gouttelettes des nuages sont formées à partir de particules d'aérosol qui ont été « nucléées » (c'est-à-dire produites par l'agglutinement de molécules atmosphériques présentes à l'état de traces, plutôt qu'émission directement dans l'atmosphère, comme les particules des embruns). La nucléation pourrait donc jouer un rôle important pour le climat. Cependant, on ne comprend pas ses mécanismes physiques, de sorte que les modèles globaux se fondent sur des calculs théoriques ou ont été ajustés pour correspondre aux observations. CLOUD vise à comprendre le processus de nucléation et, ainsi, à apporter des données de physique fiables sur les aérosols pour réduire l'incertitude dans le domaine du forçage radiatif du climat et des projections climatiques.

L'objet d'étude précis de CLOUD

CLOUD étudie la nucléation de nouvelles particules dans une chambre spécialement conçue à cet effet, où l'on peut régler très précisément les conditions de température, d'humidité, d'ionisation et de concentration de vapeurs favorisant la nucléation. La collaboration a mesuré la création de nouvelles particules due à de l'acide sulfurique et à des vapeurs d'ammoniac, auxquels on attribue depuis longtemps le phénomène de nucléation dans l'atmosphère réelle. CLOUD a aussi mesuré la nucléation de nouvelles particules due à des ions qui sont générés dans l'air par des rayons cosmiques. Les expériences de laboratoire à paramétrage fin telles que CLOUD constituent le meilleur moyen de déterminer si les rayons cosmiques pourraient avoir une incidence sur les nuages et sur le climat terrestres, comme cela a été suggéré.

Le caractère particulier de l'expérience CLOUD

La chambre de CLOUD se caractérise par des concentrations de contaminants beaucoup plus faibles que toutes les expériences précédentes, ce qui permet de mesurer la nucléation générée par des volumes prédéfinis de gaz présents à l'état de traces qui ont été sélectionnés sans subir l'effet perturbant de gaz non détectés. CLOUD a utilisé des instruments de pointe pour mesurer de très faibles concentrations de vapeurs atmosphériques et, avec un nouvel instrument unique, a mesuré la chimie et le développement de nouveaux amas moléculaires chargés nouvellement formés, depuis l'étape des molécules isolées jusqu'à celle des particules complètes. Un autre atout unique de l'expérience est sa capacité de mesurer la nucléation due à l'ionisation par des rayons cosmiques

naturels ou due à une ionisation stimulée par le faisceau de pions du CERN – ou sous l'effet d'une suppression totale de toute ionisation.

Les découvertes de CLOUD et leur portée sur notre compréhension du climat

CLOUD a fait plusieurs découvertes importantes. Tout d'abord, l'expérience a montré que les vapeurs nucléantes les plus probables, l'acide sulfurique et l'ammoniac, ne peuvent pas expliquer la nucléation qui s'observe dans la basse atmosphère. La nucléation observée dans la chambre se produit dix à mille fois moins souvent que dans la basse atmosphère. Sur la base des premiers résultats de CLOUD, il est clair qu'il conviendra de réviser sensiblement le traitement de la formation des aérosols dans les modèles climatiques, car tous les modèles présupposent que la nucléation est causée exclusivement par ces vapeurs et par de l'eau. Il est urgent d'identifier les autres vapeurs nucléantes et d'établir si leurs sources sont essentiellement naturelles ou anthropiques.

Ensuite, l'expérience a découvert que les taux naturels d'ionisation atmosphérique liés aux rayons cosmiques peuvent considérablement favoriser la nucléation (jusqu'à un facteur 10) dans les conditions qui ont été étudiées. La multiplication des ions est particulièrement prononcée dans les zones de basse température de la mi-troposphère et au-dessus, où CLOUD a trouvé que l'acide sulfurique et la vapeur d'eau peuvent engendrer la nucléation sans avoir besoin d'autres vapeurs. Ce résultat laisse envisager la possibilité que les rayons cosmiques puissent aussi exercer une influence sur le climat. Cependant, il serait prématuré de conclure que cette influence est importante avant que les autres vapeurs favorisant la nucléation n'aient été identifiées, que leur production d'ions n'ait été mesurée et que leur influence sur les nuages n'ait été confirmée.