

Détection et mesures des aérosols

De Gernier Robin, Delannoy Hugo, Suret Guillaume

1/Introduction

Notre atmosphère, source vitale et infiniment complexe, influe quotidiennement sur nos vies. Il est donc primordial d'en connaître les composantes, telles que les aérosols, principal élément de notre expérience. L'étude de leur évolution est un atout indéniable pour de nombreuses questions d'ordre public telles que la santé, le réchauffement climatique ou dernièrement le transport aérien.

2/Qu'est-ce qu'un aérosol ?

Il est important de bien définir ce qu'est un aérosol. Il s'agit de fines particules ou gouttelettes en suspension dans l'atmosphère. On les classe en deux groupes selon leur origine :

- les aérosols primaires émis directement dans l'atmosphère sous forme solide.
- les aérosols secondaires, résultat de la condensation des vapeurs et donc d'une réaction physico-chimique en altitude.

Leur taille peut varier d'une centaine de micromètres pour les aérosols primaires à quelques nanomètres pour les aérosols secondaires.

Chaque jour, plusieurs millions de tonnes d'aérosols sont émis directement dans l'atmosphère que ce soit naturellement (érosion, éruption, embrun marin,...) ou par l'action de l'homme (pollution industrielle, combustion des énergies fossiles).

3/Instruments de mesure des aérosols

Nous avons choisi de nous limiter à deux instruments.

- Le LIDAR (Light Detection And Ranging) : un instrument permettant de déterminer la répartition verticale (profil) des aérosols dans l'atmosphère. Il émet une impulsion laser et mesure la puissance du rayonnement absorbé puis réémis par les particules en suspension dans l'air.
- Le photomètre¹ : mesure le rayonnement solaire arrivant jusqu'à nous au travers de l'atmosphère et en déduit la quantité d'aérosols que cette dernière contient.

3/Expériences

Nos expériences et démonstrations ont pour but premier d'illustrer le fonctionnement des deux instruments évoqués plus haut : le LIDAR et le photomètre. Elles sont aisément reproductibles, moyennant un minimum de matériel.

Le plan laser

Matériel : un pointeur laser (de préférence vert), une fine tige de verre, quelques bâtons d'encens, un récipient aux parois transparentes (ex : aquarium).

¹ Plus d'informations : <http://calipsooutreach.hamptonu.edu/sunphoto-sim/sunphotometer.html> (en anglais)
Et bien sûr, à notre stand à l'expo du Printemps des Sciences !

Réalisation : allumer les bâtons d'encens de manière à ce qu'ils produisent un maximum de fumée, et les placer au fond du récipient transparent. Refermer ce dernier. En centrant le faisceau laser sur la tige de verre tenue verticalement, créer un plan laser horizontal qui va mettre en évidence les différences de densité en fumée et les mouvements de convection dans le récipient.

But : illustrer la réémission de la lumière par de fines particules en suspension dans l'air, en fonction de leur densité, pour faire le lien avec la technologie LIDAR.

Atténuation infrarouge

Matériel : une taque électrique, de la cendre fine, un tamis, un brumisateur d'eau, un détecteur de rayonnement infrarouge (IR).

Réalisation : allumer la taque électrique, la caler verticalement et la laisser chauffer. En plaçant le détecteur IR bien en face de la taque on peut directement constater que le rayonnement IR augmente avec la température de la plaque, et ainsi savoir quand elle a fini de chauffer. Dès ce moment, écarter la taque et le détecteur d'environ 50cm et faire tomber un rideau continu de cendres entre eux à l'aide du tamis : l'intensité mesurée du rayonnement infrarouge chute, c'est l'atténuation. Reproduire l'expérience en vaporisant de l'eau à la place de la cendre, comparer les résultats (l'atténuation devrait être plus faible pour l'eau).

Notes : on peut s'amuser à remplacer l'eau et la cendre par d'autres matériaux (papier, plastique, emballage à bulle, ...) et observer les différences d'atténuation. Si on ne dispose pas d'un détecteur IR, l'expérience peut être tentée qualitativement en sentant la chaleur avec la main.

Atténuation laser

Matériel : un pointeur laser (de préférence vert), de la cendre fine, un tamis, un brumisateur d'eau, un photomètre².

Réalisation : la manipulation est identique à celle de l'atténuation infrarouge, à la différence qu'il faudra prendre soin de bien viser la diode photoréceptrice du photomètre avec le laser, de manière à ce qu'il affiche une mesure maximum (pour mieux observer l'atténuation ensuite).

But : illustrer le principe de la mesure au photomètre et montrer la variation de l'atténuation en fonction de la taille et de la quantité des aérosols.

² Vous pouvez vous procurer un photomètre dans le cadre du projet pédagogique CALISPH'AIR du CNES, références : <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/7167-calisph-air.php>