

# Fiche de l'expérience "Nuage dans la bouteille"

12 novembre 2015

---

## Thème

Il s'agit des nuages convectifs (c'est à dire des nuages associés à des mouvements verticaux), de leur formation et de leurs propriétés.

## Mise en place

Il y a deux dispositifs possibles :

- Deux bouteilles de soda, accolées par leur bouchon, un trou dans les bouchons permettant le passage de l'air entre les bouteilles. La bouteille inférieure est celle où on fabrique le nuage ; la bouteille supérieure sert, par écrasement, à provoquer la compression et la détente nécessaires à la fabrication du nuage.
- Une bouteille en verre raccordée à un tensiomètre médical. La poire du tensiomètre sert à faire monter la pression, et la microfuite à provoquer la détente voulue.

Quel que soit le dispositif, on commence par mettre environ 1 cm d'eau au fond de la bouteille où on va faire apparaître le nuage. Il vaut mieux mettre cette eau une demi-heure ou une heure à l'avance, afin que l'eau soit bien à la température du récipient. On pose la bouteille verticale sur une surface plane.

On installe la lampe torche de sorte que le faisceau lumineux soit à peu près cylindrique et qu'il traverse la bouteille horizontalement selon un diamètre. On dit au public qu'il faut qu'il se place plutôt vers l'avant du faisceau.

On prépare une boîte d'allumettes.

## Connaissances nécessaires

Le principe de l'expérience est de provoquer l'apparition d'un nuage par détente de l'air humide. Les connaissances nécessaires à cette expérience sont donc :

- La vapeur d'eau est invisible.
- La quantité de vapeur d'eau que l'on peut mettre dans un volume fermé à une certaine température ne peut pas dépasser une valeur maximale que l'on appelle l'humidité saturante. Si on ajoute de l'eau au-delà de cette quantité maximale, de l'eau liquide apparaît : il y a condensation.
- L'humidité saturante diminue lorsque la température diminue. Par conséquent, si on refroidit de l'air saturé en humidité, il va y avoir condensation.

- Lorsque l'on augmente le volume occupé par une quantité déterminée de gaz, la pression du gaz diminue. Cette diminution de pression par augmentation du volume s'appelle une détente.
- Lorsque l'on détend un gaz sans lui fournir de chaleur il se refroidit. C'est ce qui se produit dans les courants ascendants atmosphériques : en montant, l'air se refroidit d'environ 10 degrés par kilomètre.
- L'eau liquide est toujours surmontée d'une couche de vapeur : l'air au voisinage de la surface liquide est saturé. Si le volume où est présente l'eau liquide est fermé, alors le gaz dans ce volume est entièrement saturé.

## Procédure

On explique que l'on va montrer comment se forment les nuages convectifs et qu'on va faire ça dans une bouteille. Les nuages convectifs se forment par refroidissement de l'air dans les courants montants : la pression baisse en montant, ce qui provoque un refroidissement de l'air. Comme il est compliqué de faire baisser la pression de l'air, on va d'abord faire monter la pression pour ensuite faire la détente.

On explique que l'air dans la bouteille est saturé. On rappelle que l'humidité saturante diminue lorsque la température diminue et que la température diminue lorsqu'il y a détente.

On fait monter la pression dans la bouteille. On explique que l'on fait ainsi aussi monter la température de l'air. On agite la bouteille pour que l'air se remette à la température ambiante. On explique bien qu'on a alors de l'air saturé en surpression.

On effectue la détente. On voit apparaître des gouttelettes dans le faisceau lumineux. S'il y a des membres du public qui ne voient pas les gouttelettes, il faut les faire se déplacer vers l'avant du faisceau. On recommence l'opération plusieurs fois en laissant chaque fois le champ de gouttelettes évoluer pendant 30 s ou une minute. Il faut faire remarquer que les gouttelettes tombent (il pleut). Si on a de la chance, on voit apparaître des zones d'air clair et des zones d'air nuageux bien séparées. Dire que c'est un phénomène qui se produit dès qu'il y a mélange d'un fluide qui diffuse facilement (la vapeur d'eau) et d'un fluide qui diffuse difficilement (les gouttelettes d'eau). C'est en partie ce qui donne aux nuages leur allure effilochée.

On explique alors que les gouttelettes se forment sur les petites poussières présentes dans l'air. Pour le montrer on va salir l'air de la bouteille en introduisant la fumée d'une allumette.

On ouvre la bouteille. On allume et éteint une allumette. On plonge l'allumette éteinte (mais fumante) pendant quelques secondes dans le goulot de la bouteille. Et on rebouche la bouteille.

On effectue une nouvelle détente. Et là, on obtient un nuage formé de beaucoup plus de gouttelettes et de gouttelettes beaucoup plus petites : le nuage est plus blanc. On remarque que les gouttelettes tombent beaucoup plus lentement : il ne pleut pas vraiment. On recommence l'opération plusieurs fois. On fait remarquer que les gouttelettes redeviennent plus grosses : la pluie nettoie l'atmosphère.

## Commentaire

Finalement, il faut récapituler. On a vu comment fonctionnaient les nuages convectifs. On a l'impression que l'on sait même contrôler la pluie : il suffit de salir les nuages pour qu'il pleuve moins. On sait même rendre les nuages plus blancs (il suffit de les salir), ce qui devrait permettre de diminuer le chauffage de la terre.

Mais les choses sont beaucoup plus compliquées dans la nature : tout ce qu'on vient de voir n'est vrai que dans les premières minutes de la vie d'un nuage. Ensuite le vent et les changements de courants verticaux modifient l'évolution du nuage : au total on ne sait toujours pas contrôler les nuages et la pluie.