



S'étaler ou ne pas s'étaler

Objectif

- Aider les élèves à identifier les traînées de condensation et à apprendre à en distinguer les trois types.
- Aider les élèves à comprendre que les traînées de condensation sont dues à l'activité humaine et que certaines deviennent des nuages dans le ciel.

Vue d'ensemble

Les élèves vont explorer les différences entre les trois types de traînées de condensation. Ensuite, ils observeront des traînées à l'extérieur et noteront leurs observations. Quinze minutes plus tard, ils effectueront un suivi de leurs observations pour voir comment les traînées observées ont évolué.

Résultats didactiques

Les élèves seront capables: (1) d'identifier les trois types de traînées de condensation, (2) de comprendre que les traînées de condensation sont créées par les avions, et (3) de comprendre que certaines traînées de condensation deviennent des nuages.

Science – Norme 1: La science comme investigation

- Compétences nécessaires à l'investigation scientifique

Science – Norme 4: La Terre et le ciel

- Les objets célestes
- Changements sur la Terre et dans le ciel

Géographie – Norme 14: Environnement et société

- Comment les actions humaines modifient l'environnement physique

Durée

- 1^{ère} partie: période de 30 minutes
- 2^e partie: période de 30 minutes (ou 60 minutes au total)

Niveau

Primaire (premier cycle)

Matériel

1^{ère} et 2^e partie

- Livret *Elementary GLOBE Sais-tu que les nuages ont un nom?*
- Feuille d'activité *Paysage de nuages*
- Coupelles en plastique pour la peinture
- Peinture blanche à l'eau
- Pinceaux (un par coupelle)
- Eau
- Bâtons de colle

Pour chaque élève:

- Une paille (coupée en deux)
- Papier de bricolage bleu
- Découpages d'avions (3 par élève, utiliser les silhouettes à la fin de ce cahier)
- Panneau ou papier cartonné



Préparation

- Lire le livret *Elementary GLOBE Sais-tu que les nuages ont un nom?* Vous pouvez lire le livre aux élèves en classe ou le faire lire par les enfants. Le livret peut être téléchargé à cette adresse: www.globe.gov/elementaryglobe.
- Tirer des lignes verticales sur le panneau ou le papier cartonné.
- Préparer les coupelles de peinture et l'eau.

Notes aux enseignants

Les traînées de condensation sont des nuages qui se forment quand la vapeur d'eau se condense et gèle autour des particules fines (aérosols) des gaz d'échappement des avions. Une partie de cette vapeur d'eau vient de l'air autour de l'avion et une autre sort des tuyères de l'avion. Les traînées sont toutes faites de la même matière et formées de la même façon, mais leur «durée de vie» varie. Sur cette base, elles sont divisées en trois groupes: les traînées éphémères, les traînées persistantes non étalées et les traînées persistantes étalées.

1. Les *traînées de condensation éphémères* sont analogues à de courtes lignes blanches dans le sillage d'un avion, disparaissant presque aussi vite que l'avion traversant le ciel. L'air traversé par l'avion est peu humide et seule une petite quantité de vapeur d'eau est disponible pour former une traînée. Les particules de glace qui se forment s'évaporent très rapidement.



Illustration 1. Traînée éphémère (image: NASA)

2. Les *traînées persistantes non étalées* forment de longues lignes blanches qui restent visibles après la disparition de l'avion. Cela montre que l'air contient plus d'humidité que lors de la formation de traînées éphémères. Les traînées persistantes peuvent être divisées en deux sous-groupes selon qu'elles s'étalent ou pas. Les traînées persistantes ressemblent à de longs tracés minces et blancs.



Illustration 2. Traînée persistante non étalée (image: NASA)

3. Les *traînées persistantes étalées* ressemblent d'abord à de longues lignes blanches. Puis elles semblent se transformer en cirrus ou en cirro-cumulus. Les traînées de ce type sont les plus susceptibles d'affecter le climat, car elles couvrent de vastes zones et durent plus longtemps que les traînées éphémères ou les traînées persistantes non étalées.



Illustration 3. Traînée persistante étalée (image: NASA)

Les traînées de condensation se forment à de hautes altitudes, où les vents sont généralement très forts; elles vont donc se déplacer et quitter la zone où elles se sont formées.



Les traînées de condensation sont des nuages liés à l'activité humaine. Elles sont formées par la vapeur d'eau contenue dans l'air et qui se condense autour des particules rejetées dans les gaz d'échappement des avions. D'autres types de nuages sont également formés par de la vapeur d'eau qui se condense sur les particules présentes dans l'atmosphère (par ex. à la suite d'éruptions volcaniques ou de tempêtes de sable, donc pas uniquement à cause des avions).

Les traînées de condensation se forment à de très hautes altitudes (généralement au-dessus de 8000 m) où l'air est extrêmement froid (inférieur à -40°C). D'autres nuages peuvent se former à différentes altitudes, du niveau du sol, comme le brouillard, à de très grandes hauteurs, comme les cirrus.

L'étude des traînées de condensation est importante parce que les nuages ont un impact énorme sur le système terrestre. Toute modification de la couverture nuageuse mondiale peut avoir un effet à long terme sur le climat terrestre. De même, tout changement du climat terrestre peut à son tour exercer une influence sur les ressources naturelles. Les traînées, et surtout les traînées persistantes, constituent une augmentation de la nébulosité causée par l'activité humaine – et cela peut affecter le climat.

Les scientifiques sont surtout intéressés par les traînées persistantes car elles forment des nuages durables et parfois étendus qui ne se seraient pas formés sans l'intervention humaine. Les traînées persistantes peuvent durer des heures et même des jours et s'étaler sur des milliers de kilomètres carrés, jusqu'à se confondre totalement avec des cirrus ou des cirrocumulus naturels.

Les scientifiques sont préoccupés par les traînées de condensation car l'augmentation prévisible du trafic aérien pourrait produire un accroissement constant de la couverture nuageuse. Il est indispensable de savoir où et quand se forment les traînées de condensation pour évaluer leur contribution à la couverture nuageuse des cirrus et leurs effets sur l'équilibre énergétique. Il est donc du plus grand intérêt de réunir des informations sur les traînées de condensation persistantes.

Pour davantage d'informations sur les traînées de condensation : asd-www.larc.nasa.gov/GLOBE/

Note: Dans cette activité, l'utilisation de la peinture constitue une analogie avec le phénomène de la formation des traînées de condensation. Veuillez bien expliquer aux élèves qu'en créant « leurs » traînées blanches, ils ne représentent pas un processus qui se déroule naturellement dans l'atmosphère.

Que faire et comment procéder

1^{ère} partie

Cette section fonctionne bien en tant que centre, d'où les élèves peuvent alterner entre cette activité et les autres.

1. Remettre aux élèves trois coupelles de peinture, un pinceau pour chaque coupelle et un morceau de papier de bricolage bleu (le papier absorbant, bon marché, est préférable). Étiqueter les coupelles et les remplir en respectant les proportions de peinture et d'eau suivantes:
 - Coupelle A (traînées éphémères) – peinture blanche diluée à l'eau (1/6)
 - Coupelle B (traînées persistantes, non étalées) – remplir de peinture blanche épaisse (1/0)
 - Coupelle C (traînées persistantes étalées) – peinture blanche diluée à l'eau (1/3)
2. Donner trois silhouettes d'avion à chaque élève et leur demander de disposer régulièrement leurs avions sur leur papier bleu. Vous pouvez aussi photocopier les images d'avions fournis dans ce cahier et leur demander de les coller sur leur papier. Les avions doivent donner l'impression de voler hors du papier.
3. Montrer aux élèves comment peindre les trois types de traînées sur leur papier:
 - **Traînées éphémères:** tremper le pinceau dans la coupelle « A ». Commencer à la queue de l'avion et dessiner une ligne transversale sur le papier. Accélérer le séchage en soufflant sur la peinture avec une paille. La ligne va lentement s'absorber et disparaître.



- **Trainées persistantes non étalées:** tremper le pinceau dans la coupelle «B» et bien remuer la peinture. Tracer une ligne transversale sur la page en partant de la queue de l'avion. La ligne va demeurer blanche et distincte, même si les élèves soufflent dessus avec la paille.
 - **Trainées persistantes étalées:** tremper le pinceau dans la coupelle «C». Partir de la queue de l'avion et tracer une ligne transversale. La ligne va s'étaler, mais restera présente, même une fois séchée.
4. Insister sur le fait que les trainées de condensation, comme les autres nuages, finissent toujours par disparaître du ciel.
 5. Demander aux élèves de répéter ces étapes par eux-mêmes, selon l'exemple donné précédemment par l'enseignant. Il peut être judicieux d'indiquer les noms des trainées de condensation, afin d'aider les élèves à mémoriser le types de chacune d'elles.

2^e partie

Cette section est un bon suivi de la 1^{ère} partie. Après avoir travaillé sur les trois types de trainées de condensation, emmenez vos élèves à l'extérieur, un jour où des trainées apparaîtront dans le ciel.

1. Donner à chaque élève un morceau de carton ou de papier très épais, d'une taille adaptée à leur âge. Dessiner une ligne verticale au centre des cartons avant de les distribuer. Présenter aux élèves l'exemple de la feuille d'activité de *S'étaler ou ne pas s'étaler*, pour leur montrer ce qu'ils auront à faire.
2. Afin de s'assurer qu'ils ont bien compris où se situent les trainées de condensation dans le ciel, leur demander de dessiner des bâtiments et des arbres au bas de l'image afin de créer une ligne d'horizon. Cela leur fournit une perspective et les aide à comprendre que les trainées ne se trouvent pas directement au-dessus des maisons ou des arbres, mais beaucoup plus haut dans le ciel.
3. Emmener vos élèves à l'extérieur pour observer et commenter les trainées de condensation visibles. Juste avant de sortir, noter l'heure dans les cases prévues en haut à gauche de leur relevé d'observation (c'est-à-dire leur morceau de carton ou de papier épais).

4. Quand les enfants rentrent en classe, distribuer les mêmes trois coupelles de peinture blanche. Leur demander de créer la trainée de condensation observée sur la partie gauche de leur carton. Voir l'exemple de la feuille d'activité *S'étaler ou de pas s'étaler* figurant à la fin du présent livret.
5. Demander aux élèves d'émettre des hypothèses sur ce qu'il adviendra des trainées blanches de condensation dans les dix minutes suivant leurs premières observations.
6. Après dix minutes, ressortir avec les élèves pour observer les trainées de condensation relevées auparavant. Puis leur demander de peindre la trainée de condensation, dans son état actuel, sur la partie droite de leur carton. Ce nouveau dessin devrait être différent du premier, ce qui devrait les aider à comprendre que les trainées de condensation changent avec le temps.
7. Demander à chacun de partager ses observations et ses découvertes avec toute la classe.

Adaptations en fonction de l'âge des élèves

Demander aux plus jeunes élèves de ranger leur pupitre. Après avoir parlé des trois types de trainées avec eux, leur donner un peu de crème à raser et leur proposer de créer les trois types de trainées sur leur pupitre ou sur des feuilles de papier de bricolage.

Activités complémentaires

- **Activité de littératie pour les élèves plus âgés:** Écrire un poème acrostiche avec la classe en utilisant le mot «trainée». Pour cela il faudra probablement guider les élèves (pour une introduction sur les poèmes acrostiches, voir : www.gigglepoeetry.com/poetryclass/acrostic.html). Le résultat pourra être affiché dans la classe.
- **Activité de littératie pour élèves plus jeunes:** Réaliser une activité d'écriture interactive basée sur les caractéristiques des trainées de condensation. Commencer par écrire «Trainées de condensation» en haut du tableau ou de l'affiche. Puis, proposer



la première phrase oralement et l'inscrire. Par exemple: Elles sont longues (Mme Hall). Ensuite, laisser les enfants dicter une autre caractéristique. Les enfants pourraient proposer: Elles sont blanches (Christine). Elles sont haut dans le ciel (David). Inscrivez bien leur nom entre parenthèses après leur phrase. Ainsi chaque enfant peut contribuer à créer le tableau, ce qui favorise un sentiment de propriété vis-à-vis de l'activité. Continuer jusqu'à ce que chaque enfant ait sa phrase inscrite sur le tableau. Relire à haute voix le contenu du tableau. Pour prolonger cette activité, inscrire l'idée de chaque enfant sur une bande de papier, la découper et la coller sur un morceau de papier de bricolage, avec le nom de l'enfant, puis leur faire dessiner une image illustrant leur phrase. Exposer celles-ci sur un panneau d'affichage ou les rassembler dans un livre de classe. Pour plus de détails, voir *Predictable Charts* de Dorothy Hall et Elaine Williams.

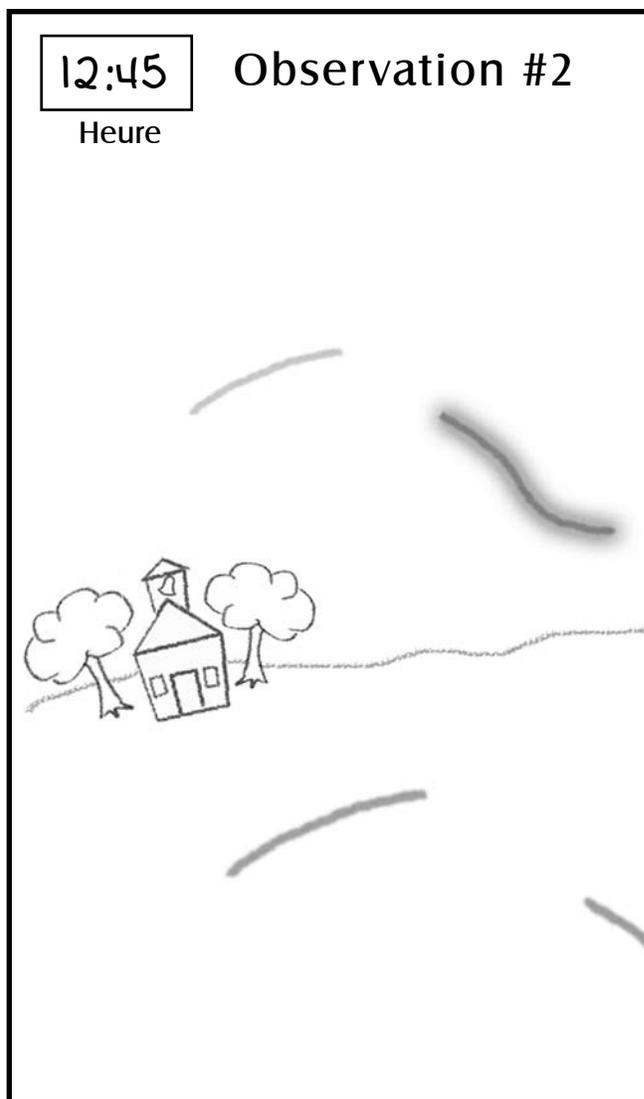
- **GLOBE Cloud Protocols:** Commencer à enregistrer des observations sur les nuages, en tant que classe, pour les soumettre à GLOBE. Consulter le *GLOBE Teacher's Guide* (www.globe.goc) pour plus d'informations sur les procédures, la formulation des questions et le relevé de données.
- **Étude des traînées de condensation:** Réaliser une enquête scientifique sur les traînées de condensation. Les élèves et l'enseignant peuvent étudier des questions telles que: Combien de traînées sont visibles à différents jours de la semaine? Comment le vent ou la température affectent-ils le type de traînées visibles? Les brises au niveau du sol sont-elles liées aux mouvements des nuages plus élevés? Ou encore relever le nombre de traînées observées par la classe en différentes saisons pour déterminer les changements liés aux saisons. Ce dernier exemple est peut-être le plus facile à réaliser avec de jeunes élèves, mais il prend beaucoup de temps.
- **Calendrier des traînées de condensation:** Tenir un calendrier avec la classe pour relever les observations des traînées sur une certaine durée.

L'activité pédagogique « S'étaler ou ne pas s'étaler » a été adaptée d'une activité de GLOBE Alabama, à Huntsville, avec l'aimable autorisation des auteurs.



S'étaler ou ne pas s'étaler – exemple

Voici un exemple de fiche d'observation des traînées de condensation remplies.





Silhouettes d'avions

