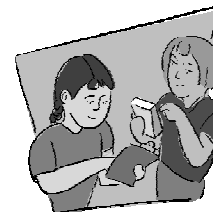


Protocole relatif aux nuages



Objectif général

Observer le type des nuages, la couverture nuageuse ainsi que les sillages des avions (traînées de condensation)

Objectif spécifique

Les élèves observent les types de nuages visibles parmi 10 types possibles ainsi que les 3 types de sillages d'avions visibles. Ils observent également la couverture nuageuse (hors Traînées) ainsi que la proportion du ciel occupée par les traînées de condensation.

Compétences

Les élèves apprennent comment réaliser des estimations à partir d'observations et comment catégoriser des nuages spécifiques à partir de descriptions générales des diverses catégories.

Les élèves apprennent les concepts météorologiques liés à la hauteur des nuages, leurs types et la couverture nuageuse ainsi que les 10 types de base de nuages.

Concepts scientifiques

Science de la Terre et de l'Espace

Le temps peut être décrit par des observations qualitatives.

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le temps varie sur des échelles spatiales locales, régionales et globales.

Les nuages sont formés par la condensation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère.

Les nuages ont un effet sur le temps et le climat.

L'atmosphère présente différentes propriétés à différentes altitudes.

La vapeur d'eau est ajoutée à l'atmosphère par l'évaporation à la surface de la Terre et par la transpiration des plantes.

Sciences Physiques

Les matériaux existent sous divers états – solide, liquide et gazeux.

Géographie

La nature et l'extension de la couverture nuageuse ont un effet sur les caractéristiques du système géographique physique.

Compétences scientifiques

Utiliser une charte des nuages afin de classer les types de nuages.

Identification des questions susceptibles d'obtenir une réponse.

Conception et conduite d'investigations scientifiques.

Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.

Développer les descriptions et les prévisions, à partir de preuves.

Identification et analyse des différentes hypothèses.

Communiquer les procédures, les descriptions et les prédictions.

Durée

10 minutes

Niveau

Tout niveau

Fréquence

Une fois par jour, dans l'heure du midi solaire local.

En appui aux mesures d'ozone et d'aérosols.

Au moment du passage d'un satellite.

Des moments supplémentaires sont les bienvenus.

Matériel et instruments

Feuille de Relevé de données Intégré de l'Atmosphère ou *Feuille de Relevé de données sur les Nuages*

Charte des Nuages GLOBE

Observer les Types de Nuages (en annexe)

Pré requis

Aucun

Protocole relatif aux nuages – Introduction

Les nuages et l'atmosphère

L'eau se retrouve sous forme solide (la glace et la neige), liquide ou gazeuse (vapeur d'eau) dans l'environnement. Lorsque l'eau se déplace d'un endroit à un autre, elle peut fondre, geler, s'évaporer ou se condenser. Ces changements ont lieu lorsque l'eau est chauffée ou refroidie.

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous chacune des 3 phases (solide, liquide, gazeuse) et change de phase suivant la température et la pression. Comme la plupart des autres gaz qui constituent l'atmosphère, la vapeur d'eau est invisible à l'œil nu. Néanmoins, contrairement à la majorité des autres gaz de l'atmosphère, la vapeur d'eau peut, sous les bonnes conditions, se transformer en particules solides ou gouttes liquides. Si la température est au-dessus du niveau de gel, la vapeur d'eau se "condense" (liquéfie) sous forme de gouttelettes d'eau. Si la température est en-dessous du niveau de gel, comme c'est toujours le cas aux altitudes élevées, de petits cristaux de glace peuvent se former. Lorsqu'un grand nombre de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glaces sont présents, ils bloquent suffisamment la lumière de sorte que nous les voyons – ils forment alors des nuages. Donc, les nuages nous donnent des indications sur la température de l'air et la présence d'eau dans le ciel. Ils influencent également la quantité de rayons lumineux atteignant le sol ainsi que la visibilité au sol.

Dans la troposphère, la partie inférieure de l'atmosphère, la température diminue lorsque l'altitude augmente. Lorsque les cristaux de glace se forment aux hautes altitudes, ils sont souvent emportés des régions où ils se sont formés par les vents forts des "jet streams". Par ce processus de formation et de mouvement, les cristaux de glace se combinent souvent en de plus gros cristaux et ils commencent alors à tomber. Ces cristaux tombants ou poussés par le vent créent des traînées de condensation

que l'on peut voir sous la forme de filaments. Ces traînées sont souvent incurvées par le vent qui peut souffler à des vitesses différentes suivant l'altitude.

D'autres types de nuages sont également soufflés par le vent. Les courants ascendants aident à former des nuages très grands ; les courants descendants ont tendance à créer des espaces vides entre les nuages. Les vents horizontaux déplacent les nuages d'un endroit à un autre. Les nuages qui se forment au-dessus des lacs et des océans sont emportés au-dessus de terres plus sèches, entraînant alors des précipitations. Des vents forts situés hauts dans l'atmosphère soufflent parfois la cime des nuages, créant des formes d'enclumes ou emportant des cristaux de glaces loin dans la direction du vent vers des régions dégagées.

Les cristaux de glace et les gouttes d'eau dispersent la lumière de manières différentes. Les nuages épais absorbent plus de rayons lumineux que les nuages fins. Le type des nuages, la phase de l'eau et les quantités de nuages, de glace et de gouttes d'eau influencent tous la quantité de rayons solaires qui traversent l'atmosphère pour réchauffer la surface de la Terre. Les nuages influencent également la facilité avec laquelle la chaleur de la surface peut s'échapper au travers de l'atmosphère vers l'espace.

En observant les nuages, nous pouvons avoir des informations sur la température, l'humidité et les conditions du vent en divers endroits de l'atmosphère. Ces informations aident à prédire le temps. L'observation des nuages nous aide également à connaître la quantité de rayons solaires atteignant le sol et avec quelle facilité la chaleur de la surface et de la partie inférieure de l'atmosphère peut s'échapper. Ces informations sont importantes pour comprendre le climat.

Les nuages et le temps

Les types de nuages que vous pouvez voir dépendent souvent des conditions climatiques actuelles ou futures. Certains nuages ne se forment que par beau temps, tandis que d'autres apportent la pluie ou même des orages. Les types de nuages présents fournissent des informations importantes sur

le mouvement vertical à diverses altitudes de l'atmosphère. En faisant attention aux nuages, vous serez bientôt capable d'utiliser la formation des nuages afin de prédire le temps !

Les types de nuages peuvent indiquer une tendance du climat. Par exemple, des nuages de type altocumulus sont souvent la première indication qu'il va peut-être pleuvoir plus tard dans la journée. Aux latitudes moyennes, on peut souvent voir la progression d'un front chaud en observant les types de nuages passer de cirrus à cirrostratus. Puis après, lorsque le front se rapproche, les nuages s'épaississent et descendent, devenant alors des altostratus. Au moment où les précipitations commencent, les nuages de type altostratus deviennent des nimbostratus, juste avant que le front ne passe au-dessus de votre emplacement.

Les types de nuages sont un signe important des processus qui se produisent dans l'atmosphère. Les nuages indiquent que l'air humide se déplace vers le haut et les précipitations ne peuvent survenir que si cela a lieu.

Les nuages fournissent souvent le premier signe que le mauvais temps arrive, bien que tous les nuages ne puissent pas être associés au mauvais temps.

Les Nuages et le Climat

Les nuages jouent un rôle complexe dans le climat. Ils sont la source des précipitations, ont un effet sur la quantité d'énergie du soleil qui atteint la surface de la Terre et isolent la surface de la Terre ainsi que la partie inférieure de l'atmosphère. A tout instant, plus de la moitié de la surface de la Terre est recouverte par des nuages. Les nuages réfléchissent une partie de la lumière du soleil, gardant ainsi la planète plus froide que si ce n'était pas le cas. En même temps, les nuages absorbent une partie de l'énergie issue de la surface de la Terre et renvoient cette énergie vers le sol, gardant la surface de la Terre plus chaude que si ce n'était pas le cas. Les mesures par satellites ont montré qu'en moyenne l'effet de refroidissement des nuages est plus important que leur effet de

réchauffement. Les scientifiques ont calculé que si les nuages ne se formaient jamais dans l'atmosphère terrestre, notre planète serait plus chaude que 20 °C, en moyenne.

Les conditions sur Terre influencent la quantité et les types de nuages qui se forment au-dessus de nous. Ceci aide à définir le climat local. Par exemple, dans les forêts tropicales humides, les arbres rejettent de grandes quantités de vapeur d'eau. Comme le réchauffement journalier provoque une montée de l'air, des nuages se forment et des tempêtes de pluie ont alors lieu. Plus des trois quarts de l'eau dans les forêts tropicales humides est recyclée de cette manière et la couverture nuageuse est presque totale durant la grande majorité de l'année. En contraste, il n'y a pas de sources d'humidité à la surface du désert et des conditions claires sont dès lors typiques. Ces conditions claires permettent alors un plus grand réchauffement par la lumière du soleil et entraînent des températures maximales plus élevées. Dans les deux cas, le climat local – précipitations et température – est lié aux conditions nuageuses.

L'activité humaine peut également influencer les conditions nuageuses. Un exemple précis et évident est la formation des sillages d'avions, aussi appelés traînées de condensation. Ce sont les nuages en forme de ligne qui se forment lorsqu'un avion à réaction passe dans une partie de l'atmosphère qui présente la bonne combinaison d'humidité et de température. Les jets d'échappement des réacteurs contiennent de la vapeur d'eau ainsi que de petites particules – des aérosols – qui fournissent des noyaux de condensation aidant la formation de cristaux de glace. Dans certaines zones, le trafic de ces avions à réaction provoque un changement perceptible des conditions nuageuses, ce qui peut affecter le temps comme le climat.

Comment vont évoluer les conditions nuageuses si, en moyenne, la surface de la Terre devient plus chaude ? Si l'eau en surface des océans et des lacs se réchauffe, une plus grande quantité d'eau va s'évaporer. Ceci devrait augmenter la quantité totale d'eau dans l'atmosphère et l'importance de la

couverture nuageuse, mais quels types de nuages seront formés ? Est-ce que l'accroissement des nuages aura lieu principalement aux hautes ou aux basses altitudes ? Quelle que soit l'altitude, les nuages réfléchissent la lumière du soleil, contribuant ainsi à refroidir la surface de la Terre, mais les nuages aux hautes altitudes libèrent moins de chaleur dans l'espace et donc réchauffent plus la surface que les nuages aux basses altitudes. Aussi, les changements de températures en surface vont dépendre de la manière avec laquelle les conditions nuageuses vont évoluer.

De nombreuses sources officielles d'observations météorologiques utilisent désormais un équipement automatisé pour observer les nuages. Ces systèmes de mesures automatisés ne réalisent pas d'observations du type des nuages. Ceci rend les observations des nuages réalisées par les élèves GLOBE et d'autres observateurs amateurs uniques comme source de données. Depuis 1960, les scientifiques utilisent également des satellites pour observer les nuages. Ces observations ont débuté par de simples images des nuages mais des techniques plus avancées sont régulièrement ajoutées. Les scientifiques travaillent sur le développement de méthodes automatisées pour déduire le type de nuages à partir d'imageries satellites météorologiques prises dans le spectre visible et infrarouge. Cette tâche est ardue et des observations faites à partir du sol sont nécessaires pour effectuer des comparaisons. La détection des traînées de condensation à partir de l'espace est particulièrement difficile, puisque de nombreuses traînées sont trop étroites pour être vues par des images satellites. Des observations précises des types de nuages faites par des élèves GLOBE constituent une source importante de ces observations réalisées à partir du sol.

Support pour l'enseignant

Tout le monde regarde les nuages. Les enfants regardent souvent fixement le ciel et s'imaginent qu'ils y voient des formes d'objets variés. Avec GLOBE, les élèves vont regarder dans le ciel à la recherche de

propriétés scientifiques précises et significatives – les types de nuages et la couverture nuageuse. Une bonne habitude à prendre est de regarder dans le ciel à chaque fois que vous sortez dehors. Faites attention à ce qui se passe dans l'atmosphère. Vous pourriez être surpris de tout ce qui s'y passe !

Les élèves réalisent les observations des nuages avec leurs yeux. Le seul équipement nécessaire est la Carte GLOBE des Nuages, aussi ces protocoles sont assez simples pour commencer mais l'identification de la couverture nuageuse et des types de nuages reste une compétence. Les élèves deviendront meilleurs avec l'entraînement ; plus vous et vos élèves ferez des observations des nuages, plus vous serez à l'aise avec ces mesures et meilleure sera la qualité de vos données.

Suite à l'apparition de stations météorologiques automatisées qui n'ont que des instruments capables d'observer des nuages jusqu'à des altitudes allant de 3000 à 4000 mètres, de nombreux nuages se trouvant aux moyennes et hautes altitudes, y compris les sillages d'avions, ne sont plus observables. Les observations des nuages faites par GLOBE vont fournir un ensemble utile de données, poursuivant des observations visuelles collectées depuis plus de 100 ans et qui sont actuellement en train d'être remplacées par des observations automatisées.

Des questions utiles afin d'aider les élèves à déterminer un bon endroit pour prendre leurs mesures seraient :

A quels endroits du domaine de l'école verriez-vous le plus de nuages ? Où en verriez-vous le moins ?

En vous promenant autour du terrain de l'école, demandez aux élèves de dessiner une carte de la zone. Les plus jeunes pourraient juste esquisser les caractéristiques principales comme les bâtiments scolaires, les parkings, les plaines de jeux, etc. Les plus âgés devraient rajouter plus de détails, comme la nature de la surface de la plaine de jeux (pavée, couverte d'herbe ou dénudée). Faites les indiquer tout ruisseau ou étang ainsi que les zones d'arbres. Ils pourraient également mesurer la portion du ciel cachée

par les bâtiments et les arbres en utilisant le clinomètre et les techniques données dans *Documenter Votre Site d'Etudes de l'Atmosphère*. Le but est d'avoir une carte du domaine de l'école afin que les élèves comprennent pourquoi le site d'observations des nuages a été choisi. Chaque année, la nouvelle classe d'élèves peut répéter cette cartographie afin d'acquérir cette compréhension.

Conseils pour les mesures

Couverture Nuageuse

L'estimation de la couverture nuageuse est subjective, mais reste néanmoins une estimation scientifique importante. Les météorologues et les climatologues doivent avoir des observations précises de la couverture nuageuse afin de correctement prendre en compte la quantité de radiation solaire qui est réfléchi ou absorbée avant que la lumière du soleil n'atteigne la surface de la Terre ainsi que la quantité de radiation provenant de la surface de la Terre et de la partie inférieure de l'atmosphère qui est réfléchi ou absorbée avant qu'elle ne puisse s'échapper vers l'espace.

Comme l'activité d'apprentissage *Estimer la Couverture Nuageuse* le précise, l'œil humain a tendance à surestimer le pourcentage du ciel obscurci par les nuages. Le fait d'obliger les élèves à faire cette activité est le premier pas vers des mesures plus précises. L'autre clé de la précision pour la mesure de la couverture nuageuse est d'obliger les élèves à observer le ciel entier visible à partir de votre Site d'Etude de l'Atmosphère.

Dès que les élèves commencent à faire des observations de la couverture nuageuse, il est impératif que les observations soient réalisées par de petits groupes à l'intérieur desquels un consensus peut être atteint. Une manière utile de réaliser les observations est de diviser le ciel en quatre quadrants, d'estimer la couverture partielle de chaque quadrant et ensuite d'en faire la moyenne. Ceci peut être fait en utilisant des valeurs décimales ou des fractions, suivant les capacités mathématiques des élèves. Les écarts les plus importants vont généralement avoir lieu pour des situations limites, où une catégorie est proche d'une autre. Les catégories pour la couverture nuageuse sont données dans le Tableau AT-CL-1.

Au fur et à mesure que les élèves deviennent plus habiles avec ces mesures, ils vont commencer à se rendre compte que les nuages sont tridimensionnels et qu'ils ont une épaisseur. Si on regarde vers l'horizon, le ciel peut donner l'apparence d'être plus couvert qu'il ne l'est réellement car les espaces entre les nuages sont dissimulés. Cet effet est plus prononcé pour des nuages bas que pour des nuages à hautes et moyennes altitudes (ces catégories sont précisées dans *Types de Nuages*). C'est aussi un problème plus important pour des nuages de type cumulus que pour des stratus.

Si les élèves voient une couverture nuageuse avec des motifs individuels en forme de moutons ou de longs rouleaux de nuages séparés par des zones claires lorsqu'ils regardent directement au-dessus d'eux et que l'aspect général des nuages est semblable lorsqu'ils regardent vers l'horizon, il est raisonnable d'en déduire qu'il y a aussi

Table AT-CL-1

Pourcentage	Si inférieur à	Si supérieur ou égal à
10%	Clair	Isolés
25%	Isolés	Dispersés
50%	Dispersés	Nuageux
90%	Nuageux	Couvert

des espaces entre ces nuages et que la couverture nuageuse n'est pas totale (100%) vers l'horizon. Ce protocole inclut une catégorie « Aucun nuage » qui devrait être signalée à chaque fois qu'il n'y a pas de nuages visibles dans le ciel ainsi qu'une catégorie « Ciel Obscurci ». Cet état doit être signalé lorsque des phénomènes climatiques limitent la capacité de l'observateur à voir clairement et à identifier les nuages et les traînées dans le ciel. Il y a 10 types possibles "d'obstruction" pouvant être rapportés. Si vos élèves ont des difficultés à voir les nuages et les traînées dans plus d'un quart du ciel, ils ne signaleront pas la couverture nuageuse ou la présence de traînées à l'aide d'une des catégories normales mais ils signaleront alors que le ciel est obscurci ainsi que le ou les phénomènes responsables de la visibilité limitée du ciel. Les métadonnées concernant la couverture nuageuse et la couverture des traînées devraient être indiquées pour la partie du ciel qui est visible si le ciel est seulement partiellement obscurci. Les phénomènes à l'origine de l'obscurcissement sont définis ci-dessous.

Brouillard

Le brouillard est un ensemble de petites gouttelettes d'eau qui se trouvent au niveau du sol et qui limitent la visibilité au niveau et au-dessus du sol. Des nuages stratus sont souvent associés au brouillard. Dans les régions côtières, les montagnes et les vallées, le brouillard peut être prédominant lors d'observations GLOBE faites à mi-journée. Cette catégorie inclut les brouillards givrants et le poudrin de glace qui est répandu aux hautes latitudes par ciel clair.

Fumée

Les particules de fumée, provenant de feux de forêts ou d'autres sources, réduisent souvent fortement la visibilité au niveau et au-dessus du sol. Si de la fumée est présente, il y a aura une odeur distincte de fumée qui la distinguera de la brume ou du brouillard.

Brume

La brume est causée par un ensemble de

très petites gouttelettes d'eau ou d'aérosols (qui peuvent être des gouttelettes d'eau, des polluants ou des particules naturelles de poussières suspendues dans l'atmosphère) qui, ensemble, donnent au ciel une tinte rougeâtre, brune, jaunâtre ou blanche. Le "smog" se place également dans cette catégorie. GLOBE a un nouveau *Protocole sur les Aérosols* pour les professeurs désirant en apprendre plus sur la brume et ses origines. La plupart du temps où une brume perceptible sera présente, les nuages seront toujours encore observables. Cette catégorie est donc uniquement rapportée lorsque la brume est si extrême que les nuages ne peuvent plus être vus du tout.

Cendres Volcaniques

Une des plus grandes sources naturelles d'aérosols dans l'atmosphère apparaît lorsqu'un volcan entre en éruption. Dans de tels cas, il est concevable que des écoles puissent observer des pluies de cendres ou d'autres limitations de la visibilité (éventuellement un panache au-dessus de la zone).

Poussière

Le vent va souvent soulever la poussière (petites particules de terre – argile et boue) et la transporter à des milliers de kilomètres. Si le ciel ne peut être discerné à cause de chutes ou de rafales de poussières, veuillez signaler cette catégorie. Des tempêtes de poussières violentes peuvent réduire la visibilité en certains lieux et elles devraient être également placées dans cette catégorie. Par exemple, si les élèves ne peuvent aller dehors à cause d'une violente tempête de poussière, le ciel sera signalé comme obscurci et la poussière en sera la raison.

Sable

Du sable emporté ou en suspension, ou des tempêtes de sable, requièrent généralement des vents plus forts que pour la poussière, mais ils peuvent rendre le ciel tout aussi difficile à voir pour les observateurs.

Embruns – (aussi appelé spray de mer)

Près de larges étendues d'eau, des vents forts peuvent mettre des gouttes d'eau en

suspension qui seront alors suffisantes pour réduire la visibilité de sorte que le ciel ne pourra pas être clairement discerné. Cette catégorie est généralement limitée aux zones immédiatement adjacentes aux côtes, puisqu'une fois à l'intérieur de terres, des particules de sel peuvent rester en suspension après que les gouttes d'eau se soient évaporées, laissant ainsi des aérosols derrière elles.

Pluie abondante

Si la pluie tombe de manière intense lors des observations, le ciel peut ne pas être visible. Même s'il peut paraître nuageux, si vous ne pouvez pas voir la totalité du ciel, vous devriez le signaler comme étant obscurci et la pluie abondante comme en étant la cause.

Neige abondante

La neige peut aussi tomber de manière suffisamment importante pour empêcher l'observateur d'avoir une vue dégagée du ciel et de la couverture nuageuse.

Tempête de neige

Dans le cas où le vent souffle avec suffisamment de force pour soulever la neige tombée au sol, l'observation du ciel peut être empêchée. Si des conditions de blizzard apparaissent (vents forts avec de la neige tombant toujours encore abondamment), ces deux dernières catégories devraient être signalées.

Couverture des traînées de Condensation (sillage d'avion)

La même technique de division du ciel en quatre quadrants décrite ci-dessus pour la couverture nuageuse peut aussi être utilisée pour l'estimation de la couverture des sillages d'avion. Une traînée persistante unique traversant le ciel couvre moins d'1 % du ciel (voir *Activité d'Apprentissage d'Estimation de la Couverture Nuageuse*). Dès lors, compter les traînées peut aussi être un bon outil pour l'estimation. Lorsque le ciel est obscurci, comme décrit ci-dessus, les mesures de la couverture des traînées ne peuvent être prises. Souvenez-vous que la couverture des traînées est mesurée séparément de la couverture nuageuse. Donc, lorsque vous estimez la couverture

nuageuse, vous ne devriez pas inclure les traînées. Lorsque vous observez des traînées qui se superposent à des nuages, vous devriez le signaler dans les métadonnées.

Type de nuages

Le type de nuages est une mesure qualitative. La Charte GLOBE des Nuages, le quizz sur les nuages du site Web GLOBE et d'autres informations sur les nuages accessibles dans des livres et à partir de sources en ligne peuvent être utiles afin d'aider les élèves à apprendre les nombreuses manières différentes par lesquelles les nuages peuvent apparaître. Néanmoins, des images en deux dimensions peuvent avoir l'air fort différentes comparées à de véritables observations du ciel qui sont en trois dimensions et rien ne remplace l'expérience pour réaliser des observations des nuages.

Le système de types de nuages est organisé en 3 catégories suivant la hauteur ou l'altitude de la base des nuages. Les nuages hauts (cirro- ou cirrus) sont universellement composés de cristaux de glaces, d'où une apparence plus fine. Comme ils sont plus éloignés de l'observateur, ils vont, en règle générale, également apparaître plus petits que d'autres types de nuages. Les filaments qui sont souvent aperçus dans des nuages à haute altitude sont en fait des cristaux de glace en train de chuter qui subliment (passage d'un solide à un gaz). Généralement, le soleil peut être vu au travers des nuages hauts et les particules de glace dans les nuages de type cirrostratus dispersent la lumière du soleil pour former un anneau brillant, appelé le halo, autour du soleil.

Les nuages à moyenne altitude commencent toujours avec le préfixe *alto* et sont en majorité composés de gouttelettes d'eau. Ils peuvent contenir un peu de glace. Parfois, le soleil peut aussi être vu à travers ces nuages, mais sans anneau.

Les nuages bas sont les plus proches de l'observateur et ils vont souvent apparaître comme étant assez grands en comparaison aux nuages hauts. Ils peuvent être beaucoup plus foncés, paraissant alors plus gris que les nuages à haute et moyenne altitudes.

Les nuages bas peuvent s'étendre jusqu'à des altitudes beaucoup plus élevées qui peuvent être vues lorsqu'il y a des espaces clairs entre les nuages.

Une fois que cette distinction fondamentale est claire pour vous (haute/moyenne/basse altitude), la caractéristique suivante à déterminer est la silhouette ou la forme du nuage. Si la caractéristique nuageuse ressemble à une couche assez uniforme, ce sera un stratiforme, autrement dit un nuage de type stratus. La plupart des nuages qui ont des silhouettes ou des formes telles que des moutons, des rouleaux, des bandes ou des touffes sont cumuliformes, de la famille des cumulus. Enfin, si un nuage engendre des précipitations (visibles par l'observateur), il doit avoir nimbus dans son nom. Les formes en filament produites par les nuages de glace apparaissent presque toujours aux hautes altitudes et donc elles sont appelées par le même nom que les nuages hauts – cirro- ou cirrus. En accomplissant de temps à autre l'*Activité d'Apprentissage d'Observation des Nuages* avec vos élèves, vous (et eux) aurez plus confiance en leurs capacités à identifier les types de nuages dans un ciel complexe.

Types de traînées de condensation

Les traînées de condensation apparaissent généralement aux niveaux élevés comme les nuages de type cirro ou cirrus. Néanmoins, comme pour les nuages d'origine humaine, les traînées sont rapportées dans une catégorie séparée.

Il y a trois types de traînées de condensation classifiables par les élèves. Les voici :

- *Durée de vie limitée* – ces traînées disparaissent rapidement et forment de courts segments de droites dans le ciel qui s'effacent au fur et à mesure que la distance les séparant de l'avion qui les a créées augmente.
- *Persistante sans propagation* – ces traînées demeurent longtemps après que l'avion qui les a créées ait quitté la zone. Elles forment de longues lignes généralement droites de largeur approximativement constante de part en part du ciel. Ces traînées ne sont pas

plus larges que votre index à bout de bras tendu.

- *Persistante avec propagation* – ces traînées demeurent également longtemps après que l'avion qui les a créées ait quitté la zone. Elles forment de longues bandes qui s'élargissent avec le temps après le passage de l'avion. Ces traînées sont plus larges que votre index à bout de bras tendu. Ce type est généralement le seul qui puisse être actuellement vue par imagerie satellite et ce seulement lorsque les traînées sont plus larges que quatre doigts à bout de bras tendu. Aussi, noter la largeur équivalente en doigts des traînées dans les métadonnées peut s'avérer être très utile aux scientifiques.

Référez-vous au site web de l'équipe en charge des traînées pour des images supplémentaires des divers types de traînées.

Les traînées à durée de vie limitée se forment lorsque l'air à l'altitude de l'avion est légèrement humide.

Les traînées persistantes se forment lorsque l'air à l'altitude de l'avion est très humide et elles sont plus susceptibles d'influencer le climat que les traînées à durée de vie limitée.

Préparation des élèves

Les estimations des types de nuages et de la couverture nuageuse sont des mesures *subjectives*, aussi il est intéressant d'impliquer plusieurs élèves dans cette tâche. Chaque élève effectue ses propres relevés ; ensuite, les élèves doivent arriver à un accord en tant que groupe. Ne soyez pas surpris si vos élèves ont initialement des difficultés avec ces estimations. Même les observateurs avertis débattent du type de nuages qu'ils sont en train de voir ou dans quelle proportion le ciel est réellement couvert par les nuages. Au fur et à mesure que vos élèves s'habituent à ces observations, ils vont commencer à reconnaître les différences subtiles entre les types de nuages.

Voici deux manières efficaces pour vous aider à entraîner vos élèves à réaliser des observations des nuages les plus précises possibles :

1. Exercez-les à l'observation des types de nuages en répondant au quizz sur les nuages GLOBE, disponible depuis la Salle de Ressources du serveur Web GLOBE, ou en passant beaucoup de temps à regarder et à identifier des exemples des types de nuages prédominants dans votre région.
2. Faites les Activités d'Apprentissages suivantes du Guide de l'Enseignant sur l'Atmosphère GLOBE
 - *Estimer la Couverture Nuageuse*
 - *Observer, Décrire et Identifier les Nuages*
 - *Observation des Nuages*

Ces activités sont conçues afin de donner aux élèves de nombreuses opportunités de gagner en dextérité pour l'identification des types de nuages et de la couverture nuageuse.

Parfois, il peut y avoir des divergences parmi les élèves réalisant des observations des nuages et le processus d'arrivée à un consensus entre les élèves constitue une part importante du processus de découverte scientifique. Néanmoins, cela peut se révéler être utile d'inclure des commentaires dans la section Métadonnées de votre *Feuille de Données*. Réaliser des simulations avec des camarades de classe aidera également les élèves à gagner en assurance. Assurez-vous qu'ils vérifient le ciel entier. Une des meilleures manières d'y arriver est d'avoir quatre groupes de quatre élèves, dos-à-dos, un faisant face au Nord, un autre à l'Est, un autre au Sud et le dernier à l'Ouest. Ensuite, chaque élève est chargé d'estimer la quantité de nuages depuis l'horizon jusqu'au dessus de lui à l'intérieur de son quadrant. Assurez-vous qu'ils définissent tous leur quadrant de la même manière.

Une fois que chaque élève a une estimation (utilisez des incréments de 10 % ou des fractions telles que des huitièmes ou des dixièmes), faites la moyenne des quatre estimations en les sommant et en divisant le total par 4. Cette méthode sera particulièrement utile lorsque vous avez un ciel difficile qui conduira à des estimations différentes parmi les membres du groupe.

Le truc suivant peut aider vos élèves à déterminer la hauteur des nuages de type cumulus. Faites leur tendre leurs bras parallèlement au sol et aligner leurs doigts avec la caractéristique nuageuse qu'ils observent. Une bonne règle empirique à utiliser est que si les bouffées, rouleaux, vagues, etc. individuelles des nuages sont plus petites que la largeur d'un doigt, les nuages sont des cirrocumulus. S'ils ne sont pas aussi larges que deux doigts, mais plus large qu'un doigt, il s'agit très certainement d'un altocumulus. S'ils sont plus larges que deux doigts, ce seront des cumulus (cherchez les formes de moutons isolées), stratocumulus (les nuages sont plus larges que grand et il y en a de nombreux, éventuellement allongés en forme de bandes) ou cumulonimbus (avec des précipitations). Pour distinguer les différentes hauteurs de nuages stratus, souvenez-vous de ce qui suit. Le cirrostratus est le seul type de nuage qui crée un halo autour du soleil ou de la lune. Ce halo présentera toutes les couleurs du soleil. Les altostratus produiront un soleil ou une lune légèrement voilés et auront un aspect plus sombre, d'une couleur grise moyenne. Les stratus seront généralement très gris et souvent très proches du sol. Le brouillard est en réalité un stratus à une altitude de 0 m.

Voici certaines questions auxquelles les élèves pourraient penser (ou se poser) lorsqu'ils réalisent des observations des nuages:

- Quel type de ciel est-ce que je vois ?
- Quel type de ciel est-ce que les élèves d'écoles environnantes voient ?
- Devraient-ils être les mêmes ?

En particulier, la couverture nuageuse peut être un phénomène très local et par conséquent le type de nuages peut varier de manière significative d'un endroit à un autre, même proche. Lorsqu'elles sont vues comme un ensemble provenant d'un large groupe d'écoles GLOBE, les observations nuageuses deviennent bien plus utiles. De plus, les observations nuageuses locales sont très importantes pour de nombreux autres protocoles GLOBE.

Questions pour aller plus loin

Est-ce que les motifs nuageux changent durant l'année ? Comment ?

Est-ce que l'importance de la couverture nuageuse influence localement les températures ?

A quel point les prévisions météorologiques locales basées uniquement sur des observations nuageuses sont-elles fiables ?
Peuvent-elles être améliorées en utilisant d'autres mesures GLOBE ?

Est-ce que les conditions et phénomènes nuageux qui entravent notre vision du ciel influencent le type de végétation et de sol dans notre région ? Si oui, comment ?

A quel point nos observations nuageuses se comparent-elles avec les imageries satellites des nuages ?

Les sillages d'avion (traînées de condensation) sont-ils souvent visibles dans les environs ? Pourquoi ou pourquoi pas ?

Les types de nuages et de traînées observés sont-ils reliés ?

Quels sont les liens entre les nuages observés et les montagnes, lacs, fleuves et baies proches ainsi que l'océan ?

Protocole relatif à la couverture nuageuse et à la couverture des traînées

Guide de Terrain

But

Observer la proportion du ciel recouverte par les nuages et par les traînées de condensation.

Ce dont vous avez besoin

Feuille de Données d'Investigation de l'Atmosphère *OU* Feuille de Données sur les Nuages *OU* Feuille de Données sur l'Ozone *OU* Feuille de Données sur les Aérosols

Sur le Terrain

1. Complétez la section supérieure de votre Feuille de Données.
2. Regardez le ciel dans chaque direction.
3. Estimez la proportion du ciel couverte par des nuages qui ne sont pas des traînées de condensation.
4. Relevez la classification nuageuse qui concorde le mieux avec ce que vous voyez.
5. Relevez la classification des traînées qui concorde le mieux avec la proportion du ciel occupée par les traînées.

<i>Classification de la Couverture Nuageuse</i>	<i>Classification des Traînées de condensation</i>
Aucun nuage Le ciel n'est pas nuageux ; il n'y a pas de nuages visibles.	Aucune Il n'y a pas de traînées visibles.
Claire Des nuages sont présents mais couvrent moins d'un dixième (ou 10%) du ciel.	0-10 % Des traînées sont présentes mais couvrent moins d'un dixième (ou 10%) du ciel
Nuages isolés Les nuages couvrent entre un dixième (10%) et un quart (25%) du ciel.	10-25 % Les traînées couvrent entre un dixième (10%) et un quart (25%) du ciel.
Nuages épars Les nuages couvrent entre un quart (25%) et la moitié (50%) du ciel.	25-50% Les traînées couvrent entre un quart (25%) et la moitié (50%) du ciel.
Nuages fragmentés (Nuageux) Les nuages couvrent entre la moitié (50%) et neuf dixièmes (90%) du ciel.	> 50% Les traînées couvrent plus de la moitié (50%) du ciel.
Couvert Les nuages couvrent plus de neuf dixièmes (90%) du ciel.	
Obscurci Les nuages et les traînées ne peuvent être observés parce que plus d'un quart (25%) du ciel ne peut être vu clairement.	

6. Si le ciel est obscurci, relevez ce qui bloque votre vision du ciel. Relevez parmi les phénomènes suivants ceux que vous observez.

- Brouillard
- Fumée
- Brume
- Cendres Volcaniques
- Poussière
- Sable
- Embruns
- Forte pluie
- Chute de neige
- Tempête de neige

Protocole relatif à la couverture nuageuse et à la couverture des traînées

Guide de Terrain

But

Voir quels types de nuages parmi dix sont visibles ainsi que le nombre de chacun des types de traînées de condensation.

Ce dont vous avez besoin

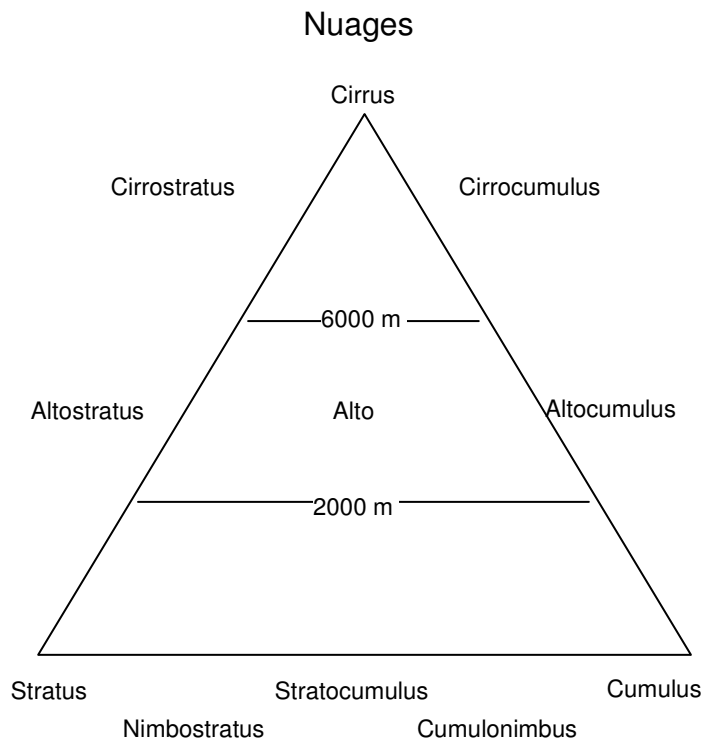
- Feuille de Données d'Investigation de l'Atmosphère OU Feuille de Données sur les Nuages OU Feuille de Données sur l'Ozone OU Feuille de Données sur les Aérosols

Carte des Nuages GLOBE

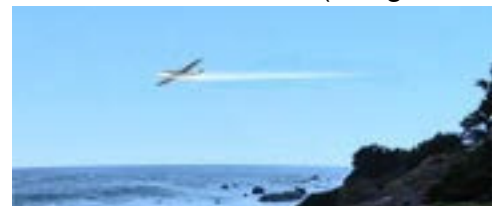
Observer les Types de Nuages (en Annexe)

Sur le Terrain

1. Regardez tous les nuages dans le ciel, regardez dans toutes les directions, y compris juste au-dessus de vous. Faites très attention à ne pas regarder directement le soleil.
2. Identifiez les types de nuages que vous voyez en utilisant la carte GLOBE des nuages ainsi que les définitions se trouvant dans Observer les Types de Nuages.
3. Cochez la case sur votre Feuille de Données pour chaque type de nuages que vous voyez.
4. Il y a trois types de traînées. Relevez le nombre de chaque type que vous voyez.



Traînées de condensation (sillage d'avion)



Durée de vie limitée



Persistantes sans propagation



Persistante avec propagation



Questions fréquentes

1. Pourquoi devons-nous rapporter les observations de la couche nuageuse même s'il n'y a pas de nuages ?

Il est tout aussi important pour les scientifiques de savoir quand il n'y a pas de nuages dans le ciel que quand il y en a. Veuillez toujours signaler la couverture nuageuse même lors d'une belle journée avec un ciel bleu ! Comment pourriez-vous calculer précisément la couverture nuageuse moyenne si les données venaient à toujours manquer par temps clair ? Soyez aussi conscient qu'un ciel clair est peut-être la mesure la plus facile à faire depuis le sol, mais la plus difficile à déterminer avec assurance à partir des imageries satellites.

2. N'y a-t-il pas d'instruments destinés à mesurer la couverture nuageuse ?

En fait si, des lasers sont utilisés pour mesurer cela et cet instrument s'appelle un ceilomètre. Les ceilomètres mesurent la portion du ciel couvert par les nuages, mais ils sont très coûteux. De plus, un grand nombre des ceilomètres utilisés aujourd'hui fournissent uniquement des estimations précises de la couverture nuageuse jusqu'à des altitudes de 3,5 kilomètres, ce qui les rend inutiles pour la plupart des nuages à moyenne altitude et tous les nuages à haute altitude. La couverture nuageuse est un agrégat de l'ensemble des nuages situés à tous les niveaux et l'observation humaine reste le meilleur moyen de la mesurer à partir du sol. Enfin, les ceilomètres ne prennent qu'une seule mesure en un point ou de profil qui peut ne pas être représentative de la couverture nuageuse globale.

3. Il y a-t-il un moyen d'être sûr que nos observations sont précises puisqu'il n'y a aucun instrument à calibrer ?

Ces données sont importantes et la pratique vous aidera à devenir très habile dans l'estimation de la couverture nuageuse. Vous pouvez comparer vos propres observations avec celles de vos proches voisins et également avec des observations « officielles » afin de déterminer à quel point vos observations sont précises. Néanmoins, rappelez-vous que certains jours, les conditions nuageuses seront différentes même sur de

courtes distances et qu'elles peuvent aussi changer en quelques minutes. Si vous faites vos observations avec assiduité tous les jours, vous devriez rapidement être très à l'aise grâce à vos efforts !

4. Nous avons des difficultés à savoir si nous avons raison lorsque nous associons un des dix types à un nuage donné. Comment pouvons-nous savoir si nous avons raison ?

Vous ne pouvez pas en être certain. La chose la plus importante à faire est d'essayer d'identifier des types de nuages aussi souvent que vous le pouvez. Si vous avez accès à Internet, vous pouvez passer le Quizz Interactif GLOBE sur les Nuages que vous trouverez en ligne sur le site Web de GLOBE. De plus, vous pourriez obtenir une copie supplémentaire de la Carte GLOBE des Nuages, la découper et en faire des cartes aide-mémoire pour aider à tester vos camarades de classe.

5. Est-ce que le système d'observation des types de nuage de GLOBE est unique en son genre ou est-il novateur de quelque manière que ce soit ?

Ce système est le même que celui utilisé par les météorologistes depuis deux cents ans. De nombreux scientifiques ont dit qu'ils ont été intéressés par la science parce qu'ils ont commencé à observer le ciel et à noter la manière dont il changeait (en termes de types de nuages) d'un jour à l'autre. Les fondements scientifiques de ce système d'observation des types de nuages n'ont pas changé substantiellement depuis sa première conception. La décomposition systématique des nuages en dix types de base a été incitée, au moins en partie, par la classification des espèces vivantes dans le Royaume des Animaux et des Plantes par les biologistes. En fait, les météorologues répartissent souvent chaque type de nuages en des catégories plus précises suivant des différences bien spécifiques à l'intérieur même de chaque type de nuage. Ainsi, *Castellanus* fait référence à des formes de tours de château dans une structure nuageuse, c'est un signe que l'atmosphère devient instable et

cela annonce éventuellement des précipitations. *Lenticularis* signifie en forme de lentille, c'est un nuage qu'on retrouve souvent au-dessus de hautes montagnes. Et les cumulus sont souvent répartis en *humilis* (beau temps, formes de moutons) ou *congestus* (très imposant, semblable à un chou-fleur, très grand).

6. Qu'est-ce que j'indique si seule une partie du ciel est obscurcie mais que je peux quand même déterminer les types de nuages pour une partie du ciel ?

Si plus d'un quart du ciel est obscurci, indiquez 'obscurci' et signalez les types de nuages que vous voyez dans les métadonnées. Si moins d'un quart du ciel est obscurci, indiquez la couverture nuageuse ainsi que les types de nuages et notez dans les métadonnées la proportion du ciel qui est obscurcie.

7. Je ne suis pas certain(e) si ce que je vois sont des cirrus ou de vieilles traînées se propageant ?

Au bout d'un certain temps, la distinction entre les deux ne peut plus être faite. Dans ce cas, veuillez indiquer cirrus, mais notez également dans vos commentaires que les cirrus ont l'air d'avoir peut-être été formés à partir de traînées.

Protocole relatif aux Nuages – Vérifier vos Données

Les données sont-elles logiques ?

Etant donnée la nature subjective des observations nuageuses, il peut être très difficile de savoir si elles sont logiques ou non.

La cohérence des observations peut être utilisée afin de déterminer si les données sur la couverture et le type des nuages sont logiques. Par exemple, si le ciel est couvert de nuages de types stratus, stratocumulus ou nimbostratus, la présence de nuages de types alto ou cirro serait peu probable vu que les observateurs au sol ne seraient pas capables de voir les nuages aux hautes altitudes au travers de la couverture nuageuse épaisse et basse. Un autre exemple serait un compte-rendu d'un ciel couvert uniquement de nuages de type cirrus ; les cirrus ne constituent en effet

qu'une infime partie de la quantité de nuages nécessaire pour couvrir 90% du ciel. La même chose est vraie pour les nuages de type cumulus étant donné que ces nuages doivent être espacés pour qu'il s'agisse de cumulus (plutôt que des stratocumulus).

De quoi les scientifiques sont-ils à la recherche dans ces données ?

De nombreuses stations officielles d'observations du temps à travers le monde ont arrêté de réaliser des observations des nuages. Les organisations météorologiques nationales ont deux raisons principales derrière ce changement. La première est que les satellites météorologiques surveillent constamment la surface de la Terre ainsi que son atmosphère et nous avons fait beaucoup de progrès ces dernières années pour déterminer la couverture nuageuse à partir d'images satellites. La seconde est que de nombreuses stations météo font leurs observations à partir d'instruments automatisés. Ces instruments ne peuvent pas déterminer le type des nuages et ont souvent des capacités de distinction limitées des couches nuageuses aux hautes et moyennes altitudes. Les instruments automatisés ne peuvent en effet détecter les nuages que jusqu'à 3,6 km d'altitude et de nombreux types de nuages sont situés à des altitudes trop élevées pour pouvoir être vus par ces *ceilomètres*. Donc, ils ne peuvent voir que la moitié des types de nuages (cumulus, cumulonimbus, stratus, stratocumulus et nimbostratus). Les nuages ont été observés et associés aux changements de temps depuis des siècles ; d'ailleurs, notre système de classification des nuages a plus de 200 ans. Les changements nuageux que vous observez aident les météorologues à prédire le temps. En voyant un ciel clair passer à un ciel avec des cumulus isolés, qui peuvent ensuite se transformer en des cumulus dispersés et des cumulonimbus, vous pouvez vous attendre à ce que des orages éclatent rapidement. Lorsqu'un nuage de type stratus se disperse et devient un stratocumulus, vous pouvez également vous attendre à ce qu'un temps

plus clair apparaisse. Les climatologues aiment observer les changements nuageux sur de longues périodes de temps, afin de voir s'il y a une augmentation ou une diminution de la couverture nuageuse ou un changement de type. Depuis le début des années 1960, les météorologues ont accès à des images satellites du temps qui peuvent être utilisées pour voir les nuages (généralement visualisés comme des zones blanches sur les images satellites), telle que la Figure AT-CL-1. C'est une photographie du Golfe du Mexique, près du sud-est des Etats-Unis, faite à partir du satellite météo NOAA 15 qui se trouve sur une orbite polaire. Des nuages peuvent être vus au-dessus des eaux à l'ouest de la Floride, dans les Bahamas et sur le bord oriental de l'image, près des côtes de la Caroline du Nord. Les terres du sud-est des Etats-Unis sont clairement visibles le long de l'Océan Atlantique, mais plus à l'Ouest, nous pouvons voir des nuages qui ne sont pas aussi lumineux. Ceci indique aux météorologues que ces nuages sont probablement plus bas et/ou moins épais que les nuages blancs lumineux de cette image du milieu de l'après-midi.

Les scientifiques qui travaillent avec des données satellites ont besoin de bonnes observations des nuages prises à partir du sol afin d'avoir à leur disposition ce qu'ils appellent la « vérité au sol » pour leurs observations satellites.

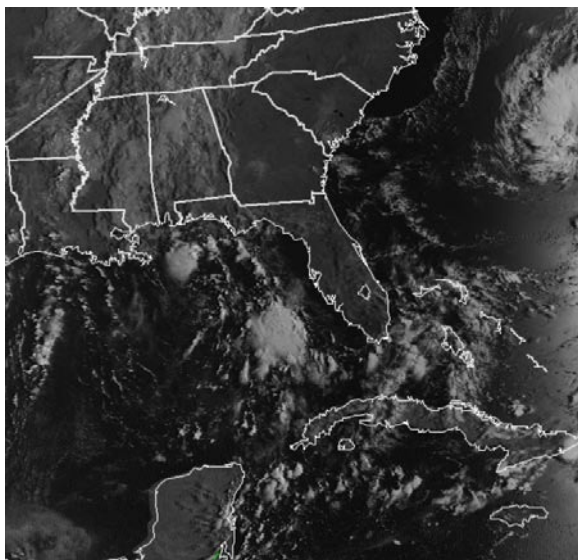


Figure AT-CL-1: Image Satellite

Ces observations sont importantes car elles

aident les météorologues à déterminer le degré de précision de leurs observations par satellites. En général, plus il y a d'écoles GLOBE qui fournissent des observations des nuages, mieux c'est pour les scientifiques qui désirent utiliser ces données car ils peuvent alors déterminer à quel point leurs observations sont précises et consistantes en réalisant de telles comparaisons.

Les images satellites ne fournissent pas toujours aux scientifiques une idée claire et précise des types de nuages présents. C'est en particulier le cas pour les traînées qui sont souvent trop étroites pour être visibles de l'espace. C'est pour cette raison qu'il est important pour les scientifiques de trouver des zones avec des nuages à basse, moyenne et haute altitudes, puisque chaque couche nuageuse bloquera la lumière du soleil et piégera les radiations infrarouges de manières différentes.

Regardons quelques cartes afin de savoir comment nous pourrions réaliser de telles investigations. La figure AT-CL-2 montre quelques observations nuageuses lors d'une journée de printemps en 2001 au-dessus d'une partie des Etats-Unis et du Canada, près des Grands Lacs. Les Grands Lac sont de larges étendues d'eau qui fournissent beaucoup d'humidité à l'atmosphère grâce à l'évaporation. Or, des niveaux élevés de vapeur d'eau entraînent souvent un ciel nuageux. La carte météo de cette journée sera également utile afin de comprendre quel type de système nuageux il y avait ce jour là. En effet, l'air doit généralement monter pour produire des nuages et les systèmes et fronts basse pression sont les zones les plus propices à la formation de nuages.

Notez la grande quantité de cases grises près du centre de l'état de l'Ohio sur la carte ci-dessus. Grâce à la légende de la carte, nous voyons que ces cases indiquent des zones avec un ciel couvert. Il y a quelques stations proches qui n'indiquent pas de ciel couvert ainsi qu'une instance d'un ciel obscurci, un ciel avec des nuages dispersés et un ciel avec des nuages isolés. Il se peut qu'une zone orageuse affecte une

assez grande partie du nord de l'Ohio et de l'ouest de la Pennsylvanie. À l'Ouest de cette zone, les observations indiquent essentiellement un ciel dégagé. C'est également le cas à l'extrême Est de la carte où le ciel est aussi en majorité clair. Notez à quel point les observations des types de nuages sont semblables à l'intérieur d'une même région. Chaque observation de la couverture nuageuse comporte également une observation des types de nuages, où chaque élève identifie chacun des dix types possibles présents. Transformer ces observations en une carte serait extrêmement compliqué, étant donné qu'il y a un très grand nombre de combinaisons possibles. Aussi, les cartes GLOBE de la couverture nuageuse sont réalisées en regroupant tous les types de nuages dans leurs catégories d'altitude – basse, moyenne et haute – ainsi que dans des combinaisons de ces catégories. Voyez la figure AT-CL-3.

Reconcentrons-nous sur l'est de l'Ohio. Notez que presque toutes les observations sont rouges avec quelques carrés verts, bleus et un carré mauve. La légende de la carte indique que les carrés rouges sont des nuages bas (B), les verts des nuages à moyenne altitude (M) et les bleus sont liés aux nuages à haute altitude (H). Le carré mauve indique une observation d'une combinaison de nuages bas et hauts (B+H). À nouveau, les observations des nuages sont très similaires entre elles, la majorité des écoles GLOBES indiquant que des nuages bas étaient présents. Si vous regardez l'Est de la carte, il y a de nombreuses écoles signalant des nuages à hautes altitudes, à moyenne et à haute altitudes ou à basse et haute altitudes. Il se peut que ces écoles se trouvent sur le chemin d'un orage traversant l'est de l'Ohio.

Un Exemple d'une Etude de Recherche d'une Elève

Concevoir une Etude

Natalie a toujours été intéressée par les nuages. Elle est toujours en train de les dessiner et d'imaginer des formes en les regardant. Natalie fait partie des élèves de sa classe qui se portent volontaires pour prendre des mesures GLOBE de l'Atmosphère et qui aiment vraiment observer les nuages.

Natalie décide de créer sa propre carte des nuages pour la classe en utilisant des tampons d'ouates, du papier blanc, du carton bleu et de la colle. Son institutrice décide d'en faire un projet de classe et ils réalisent une magnifique planche d'exposition montrant des exemples de couvertures nuageuses (à partir de l'*Activité d'Apprentissage d'Estimation de la Couverture Nuageuse*) et des images des dix types de nuages.

Natalie se demande si le ciel qu'elle voit est le même que le ciel qui est visible à partir des écoles proches. La classe décide alors de comparer tous les jours leurs observations des nuages avec celles de deux autres écoles des environs, une autre école primaire et un collège. Certains enfants pensent qu'il s'agit d'un jeu qui doit être gagné en trouvant le plus de types de nuages possibles mais l'institutrice les corrige très vite. Elle leur dit qu'ils sont en train de rassembler des données qui seront utilisées par des scientifiques pour des travaux de recherche et qu'il est donc important qu'ils réalisent correctement ce travail. Rapidement, les élèves donnent tous un coup de main et font un très bon travail en récoltant leurs observations.

Récolter et Analyser les Données

Après avoir réalisé des observations des nuages pendant près de trois semaines, les élèves utilisent l'outil GLOBE de visualisation pour trouver d'autres écoles des environs qui ont elles aussi prises de nombreuses observations des nuages. Ils décident de limiter leur recherche à des écoles dans un rayon de 50 km de la leur et ils trouvent 7 écoles. Comme un des élèves a une grande sœur qui va à un collège qu'ils ont trouvés et qu'un autre allait à une autre école primaire l'année d'avant, ils choisissent ces deux écoles.

En premier lieu, les élèves décident de comparer leurs données en imprimant des cartes journalières de la couverture nuageuse et des types de nuages. Grâce à ces cartes, ils se rendent compte que les observations de la couverture nuageuse faites aux écoles proches ne sont pas toujours les mêmes que les leurs.

En particulier, l'autre école primaire, qui se trouve dans les montagnes, semble avoir une couverture nuageuse plus importante ainsi que plus d'observations de cumulus que l'école de Natalie. Ils décident que ceci fera un bon sujet d'étude. Quant au collège, il a des observations semblables aux leurs.

Les élèves se documentent sur le temps dans les montagnes et apprennent qu'il y a généralement plus de nuages dans les régions montagneuses car l'air soufflant en direction des montagnes n'a pas d'autre choix que de s'élever, et l'air ascendant entraîne souvent la formation de nuages. Etant donné qu'un fort mouvement ascendant crée les nuages, ils ont plutôt tendance à être des cumulus ou des cumulonimbus. Ceci semble expliquer ce qu'ils observent et Mme Jones leur suggère de vérifier cette hypothèse.

Les élèves s'attendent à trouver que les écoles GLOBE situées près des montagnes ont une couverture nuageuse plus importante et un plus grand nombre d'observations de cumulus que d'autres écoles plus éloignées des montagnes. Après avoir examiné les données provenant d'une année entière, les élèves ont sorti les données suivantes issues de 240 observations :

	Ecole de Natalie	Ecole de Mountain View
Aucun nuage	15	10
Clair	33	27
Isolés	18	14
Epars	32	35
Fragmenté (nuageux)	64	66
Couvert	71	79
Ciel obscurci	7	9

Il semble évident que l'école de Mountain View a plus de jours couverts et moins de jours clairs (ou de jours sans nuages) que l'école de Natalie. Les élèves sont vraiment contents d'avoir pu vérifier leur explication avec ces observations.

Recherche Future

Avec l'aide de leur institutrice, ils découvrent une autre curiosité : le nombre plus important d'observations de nuages bas (23 jours avec des nuages bas en plus à l'école de Mountain View qu'à l'école de Natalie) et ils se demandent si ce sont des cumulonimbus ou des cumulus ? Ils se demandent aussi si l'école de Mountain View a plus de précipitations que l'école de Natalie si elle a plus de cumulonimbus. Les élèves ont hâte de commencer leur étude suivante !

Tableau AT-CL-2

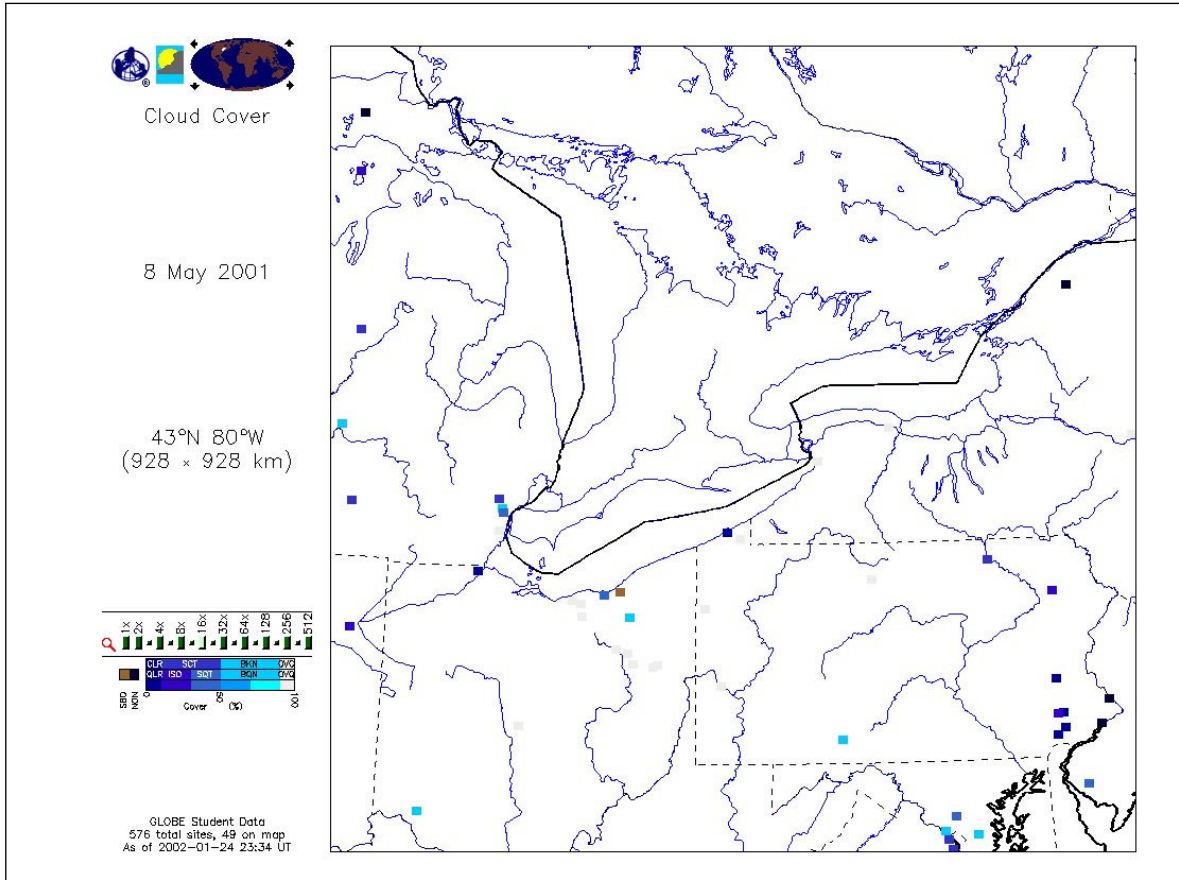


Tableau AT-CL-3

