

# Protocole relatif aux nuages



## Cloud Protocols

<p><b>Purpose</b> To observe the type and cover of clouds including Contrails</p> <p><b>Overview</b> Students observe which of ten types of clouds and how many of three types of contrails are visible and how much of the sky is covered by clouds (other than contrails) and how much is covered by contrails.</p> <p><b>Student Outcomes</b> Students learn how to make estimates from observations and how to categorize specific clouds following general descriptions for the categories.</p> <p>Students learn the meteorological concepts of cloud heights, types, and cloud cover and learn the ten basic cloud types.</p> <p><b>Science Concepts</b></p> <p><i>Earth and Space Science</i> Weather can be described by qualitative observations. Weather changes from day to day and over the seasons. Weather varies on local, regional, and global spatial scales. Clouds form by condensation of water vapor in the atmosphere. Clouds affect weather and climate. The atmosphere has different properties at different altitudes. Water vapor is added to the atmosphere by evaporation from Earth's surface and transpiration from plants.</p> <p><i>Physical Science</i> Materials exist in different states – solid, liquid, and gas.</p> <p><i>Geography</i> The nature and extent of cloud cover affects the characteristics of the physical geographic system.</p> <p><b>Scientific Inquiry Abilities</b> Use a Cloud Chart to classify cloud types. Estimate cloud cover. Identify answerable questions. Design and conduct scientific investigations. Use appropriate mathematics to analyze data.</p>	<p><b>Objectif</b> Observer le type des nuages, la couverture nuageuse ainsi que les sillages des avions (traînées de condensation)</p> <p><b>Vue d'ensemble / En bref</b> Les étudiants 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.</p> <p><b>Bénéfices pour les étudiants</b> Les étudiants apprennent comment réaliser des estimations à partir d'observations et comment catégoriser des nuages spécifiques à partir de descriptions générales des diverses catégories.</p> <p>Les étudiants 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.</p> <p><b>Concepts scientifiques</b></p> <p><i>Science de la Terre et de l'espace</i> 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.</p> <p><i>Physique</i> Les matériaux existent sous divers états – solide, liquide et gazeux.</p> <p><i>Géographie</i> La nature et l'extension de la couverture nuageuse ont un effet sur les caractéristiques du système géographique physique.</p>
---	--

<p>Develop descriptions and predictions using evidence. Recognize and analyze alternative explanations. Communicate procedures, descriptions, and predictions.</p> <p><b>Time</b> 10 minutes</p> <p><b>Level</b> All</p> <p><b>Frequency</b> Daily within one hour of local solar noon In support of ozone and aerosol measurements At the time of a satellite overpass Additional times are welcome.</p> <p><b>Materials and Tools</b> <i>Atmosphere Investigation Data Sheet</i> or <i>Cloud Data Sheet</i> GLOBE Cloud Chart <i>Observing Cloud Type</i> (in the Appendix)</p> <p><b>Prerequisites</b> None</p>	<p><i>Capacité à mener une recherche scientifique</i> Utiliser une carte nuageuse afin de classifier les types de nuages. Identifier les véritables questions. Concevoir et conduire des investigations scientifiques. Utiliser les bonnes formules mathématiques pour analyser les données. Développer des descriptions et des prédictions à partir de preuves. Identifier et analyser des explications alternatives. Transmettre les procédures, les descriptions et les prédictions.</p> <p><b>Temps requis</b> 10 minutes</p> <p><b>Niveau</b> Tout niveau</p> <p><b>Fréquence</b> 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.</p> <p><b>Matériel et instrumentation</b> <i>Feuille de Données de l'Investigation de l'Atmosphère</i> ou <i>Feuille de Données sur les Nuages</i> Carte Nuageuse GLOBE <i>Observer les Types de Nuages</i> (en annexe)</p> <p><b>Prérequis</b> Aucun</p>
--	--

## Cloud Protocols – Introduction

### *Clouds and the Atmosphere*

Water in the environment can be a solid (ice and snow), a liquid, or a gas (water vapor). As water moves from place to place it can melt, freeze, evaporate, or condense. These changes happen as the water is warmed or cooled.

Water in the atmosphere exists in all three phases (solid, liquid, gas) and changes phase depending on temperature and pressure. Like most other gases that make up the atmosphere, water vapor is invisible to the human eye. However, unlike most other gases in our atmosphere, under the right conditions water vapor can change from a gas into solid particles or liquid drops. If temperatures are above freezing, the

## 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

water vapor will condense into water droplets. If temperatures are below freezing, as they always are high in the atmosphere, tiny ice crystals may form instead.

When a large number of water droplets or ice crystals are present, they block light enough for us to see them – they form clouds. So, clouds tell us something about air temperature and water up in the sky. They also affect the amount of sunlight reaching the ground and how far we can see.

In the troposphere, the lowest part of the atmosphere, temperature decreases with increasing altitude. As ice crystals form at high altitudes, they are often blown away from the region where they formed by the strong winds of the jet streams.

Through this process of formation and movement ice crystals often merge into larger crystals and then begin to fall. These falling or windblown crystals create streaks, which we see as wispy clouds. These streaks are often curved by the wind, which can blow at different velocities at different altitudes.

Other types of clouds are blown about by the wind, too. Updrafts help form towering clouds ; downdrafts tend to create clear spaces between clouds. Horizontal winds move clouds from place to place. Clouds that form over lakes and oceans are blown over the dryer land, bringing precipitation. Strong winds high in the atmosphere sometimes blow the tops off clouds creating anvil shapes or carrying ice crystals far downwind to clear areas.

Ice crystals and water drops scatter light differently. Thick clouds absorb more sunlight than thin ones. The types of clouds, phases of water, and amount of clouds, ice, and water drops all affect the amount of sunlight that comes through the atmosphere to warm Earth's surface. Clouds also affect how easily heat from the surface can escape through the atmosphere back to space.

By observing clouds, we can get information about Temperature, moisture, and wind conditions in different places in the atmosphere. This information helps in predicting the weather. Observations of clouds also help us know how much sunlight is reaching the ground and how easily heat from the ground and lower atmosphere can escape, and this information is important in understanding climate.

### ***Clouds and Weather***

Which types of clouds you see often depends on the weather conditions you are experiencing or will soon

est au-dessus du niveau de gel, la vapeur d'eau se "condense" (liquéfié) 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.

experience. Some clouds form only in fair weather, while others bring showers or thunderstorms. The types of clouds present provide important information about vertical movement at different heights in the atmosphere. By paying attention to the clouds, soon you will be able to use cloud formation to forecast the weather !

Cloud types may indicate a trend in the weather pattern. For example, altocumulus clouds are often the first indicator that showers may occur later in the day. In middle latitudes, one can often see the advance of a warm front by watching the cloud types change from cirrus to cirrostratus. Later on, as the front gets closer, the clouds thicken and lower, becoming altostratus. As precipitation begins, the altostratus clouds become nimbostratus, immediately before the front passes your location.

Cloud types are an important sign of the processes that are occurring in the atmosphere. Clouds indicate that moist air is moving upward, and precipitation can only happen when this occurs.

Clouds often provide the first signal that bad weather is coming, although not all clouds are associated with bad weather.

### ***Clouds and Climate***

Clouds play a complex role in climate. They are the source of precipitation, affect the amount of energy from the sun that reaches Earth's surface, and insulate Earth's surface and lower atmosphere.

At any given time, over half of Earth's surface is shadowed by clouds. Clouds reflect some of the sunlight away from Earth, keeping the planet cooler than it would be otherwise. At the same time, clouds absorb some of the heat energy given off by Earth's surface and release some of this heat back toward the ground, keeping Earth's surface warmer than it would be otherwise. Satellite measurements have shown that, on average, the cooling effect of clouds is larger than their warming effect. Scientists calculate that if clouds never formed in Earth's atmosphere, our planet would be over 20° C warmer on average.

Conditions on Earth affect the amount and types of clouds that form overhead. This helps to shape local climate. For example, in rain forests, the trees release large amounts of water vapor. As daily heating causes the air to rise, clouds form and intense rainstorms occur. Over three-quarters of the water in tropical rain forests is recycled in this way and cloud cover is almost complete for most of the year. In contrast, in a desert there is no surface source of moisture and clear

### ***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. Par 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 en moyenne plus chaude de 20°C.

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 de

conditions are typical. These clear conditions allow for more heating by sunlight and larger maximum temperatures.

In both cases, the local climate – precipitation and temperature – is tied to cloud conditions.

Human activities also can affect cloud conditions.

One specific and obvious example is the formation of contrails, or condensation trails. These are the linear clouds formed when a jet aircraft passes through a portion of the atmosphere having the right combination of moisture and temperature.

The jet exhaust contains some water vapor as well as small particles – aerosols – that provide condensation nuclei that help ice crystals begin to form. In some areas, jet traffic is causing a noticeable change in cloudiness, which may affect both weather and climate.

How will cloud conditions change if Earth's surface becomes warmer on average? If the surface water of oceans and lakes warms, more water will evaporate. This should increase the total amount of water in the atmosphere and the amount of cloud cover, but what type of clouds will form?

Will the increase in clouds happen mostly at high altitudes or low altitudes? Clouds at all altitudes reflect sunlight helping to cool Earth's surface, but high clouds release less heat to space and thus warm the surface more than low clouds. So, the changes in surface temperatures may depend on how cloud conditions change.

Many official sources of weather observations are now using automated equipment to observe clouds. These automated measurement systems do not take cloud type observations. This makes cloud observations by GLOBE students and other amateur weather observers unique as a data source. Since 1960, scientists have also used satellites to observe clouds. These observations began with simple pictures of clouds, but more advanced techniques are always being added. Scientists are working to develop automated methods to infer cloud types from visible and infrared weather satellite images. This task is hard, and observations from the ground are needed for comparison. Contrail detection from space is especially challenging, since many contrails are too narrow to see in satellite images. Accurate cloud type observations from GLOBE students are an important source of these ground-based observations.

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 étudiants 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

## Teacher Support

Every one looks at clouds. Children often stare up and imagine that they see the shapes of various objects in the sky. In GLOBE, students will be shifting what they look for in the sky to some specific, scientifically meaningful properties – cloud type and cover. A great habit to develop is looking up at the sky every time you go outdoors.

Pay attention to what is going on in the atmosphere. You might be surprised at how much is happening!

Students take cloud observations with their eyes. The only equipment needed is the GLOBE Cloud Chart, so these protocols are easy to get started, but identifying cloud cover and cloud types is a skill. Students will get better with practice; the more frequently you and your students take cloud observations, the more comfortable you will become with these measurements, and the better will be the quality of your data.

With the advent of automated weather stations which only have instruments capable of viewing clouds at heights up to 3,000 to 4,000 meters, many middle and high clouds, including contrails, are no longer observable. The GLOBE cloud observations will provide a useful data set, continuing visual observations that have been collected for over 100 years that are now being replaced with automated observations.

Good questions to help students start determining the best place to take their measurements would be:

*Where on the school grounds would you see the most clouds? Where would you see the least?*

As you walk around the school grounds, have the students draw a map of the area. The youngest students could just sketch the main features, such as the school building(s), parking lots, playgrounds, etc. Older students should fill in more detail, such as what the playground surface is (e.g. paved, grassy, or bare ground). Have them note any streams or ponds and indicate areas of trees.

They could measure how much of the sky is hidden by buildings and trees using the clinometer and techniques given in *Documenting Your Atmosphere Study Site*. The goal is to have a drawing of the school grounds so that students understand why the site for cloud observations was chosen.

Each year, the new class of students can repeat this mapping to gain this understanding.

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 étudiants GLOBE constituent une source importante de ces observations réalisées à partir du sol.

### Soutien au professeur

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 étudiants 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 étudiants 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 étudiants deviendront meilleurs avec l'entraînement ; plus vous et vos étudiants 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 à des altitudes allant jusqu'à 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 étudiants 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 étudiants 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*

## **Measurement Hints**

### *Cloud Cover*

Cloud cover is a subjective estimate, but an important scientific one. Meteorologists and climate scientists must have accurate cloud cover observations to correctly account for the amount of solar radiation which is reflected or absorbed before sunlight reaches Earth's surface, and the amount of radiation coming up from Earth's surface and lower atmosphere which is reflected or absorbed before it can escape to space.

As the Learning Activity *Estimating Cloud Cover* makes clear, the human eye tends to overestimate the percentage of the sky covered by clouds. Having students do this activity is the best first step to taking accurate measurements. The other key to accuracy for cloud cover is to have students observe the entire sky that is visible from your Atmosphere Study Site.

Once students begin to take cloud cover observations, it is important that the observations be done by small groups in which a consensus can be achieved. One useful way to do the observation is to divide the sky into four quadrants, estimate the fractional coverage in each quadrant, and then find the average. This can be done using decimal values, or fractions, depending on students' mathematical abilities. The biggest discrepancies will usually occur for borderline situations, where one category is close to another. Cloud cover categories are given in Table AT-CL-1.

As students become more expert in this measurement, they will begin to realize that clouds are three dimensional and have thickness. As one looks toward the horizon, the sky can appear to be more cloud covered than it really is because the spaces between clouds are hidden from view.

This effect is more pronounced for low clouds than for middle and high clouds (these categories are discussed under *Cloud Type*). It is also more of an issue for cumulus clouds than for stratus clouds.

If when looking directly overhead students see a pattern of cloud cover with individual puffs or long rolls of cloud separated by clear areas, and the general appearance of the clouds is similar looking toward the horizon, it is reasonable to infer that there are spaces between these clouds as well and the cloud cover is not 100% toward the horizon.

This protocol includes a category of "No Clouds" which should be reported whenever there are no clouds visible in the sky and a category "Obscured Sky". This condition is to be reported when weather phenomena restrict the observer's ability to clearly see

*d'Etudes de l'Atmosphère*. Le but est d'avoir une carte du domaine de l'école afin que les étudiants comprennent pourquoi le site d'observations des nuages a été choisi. Chaque année, la nouvelle classe d'étudiants peut répéter cette cartographie afin d'acquiescer 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 réfléchiée 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 réfléchiée 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 étudiants 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 étudiants à observer le ciel entier visible à partir de votre Site d'Etude de l'Atmosphère.

Dés que les étudiants 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 d'ensuite faire la moyenne. Ceci peut être fait en utilisant des valeurs décimales ou des fractions, suivant les capacités mathématiques des étudiants. 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 étudiants 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.

and identify the clouds and contrails in the sky. There are ten possible reportable obscurations. If your students have difficulty seeing the clouds and contrails in more than one-quarter of the sky, they will not report cloud or contrail cover using one of the normal categories, rather, they should report that the sky is Obscured, and then report one (or more) of the obscuring phenomena that are responsible for the limited visibility of the sky. Metadata should be reported for cloud and contrail cover for the part of the sky that is visible if the sky is only partially obscured. The obscuring phenomena are defined below.

• **Fog**

Fog is a collection of small water droplets which is based at the ground, and restricts visibility along the ground and above it.

Stratus clouds are often associated with fog. In coastal areas, mountains, and valleys, fog may be prevalent during the midday GLOBE observations. This category will include ice fog or diamond dust which is prevalent in cloud-free weather at high latitudes.

• **Smoke**

Smoke particles, from forest fires or other sources, often severely restrict visibility along and above the ground. If smoke is present, there will be a distinct odor of smoke, distinguishing it from haze or fog.

• **Haze**

Haze is caused by a collection of very small water droplets, or aerosols (which may be water droplets, pollutants or natural dust particles suspended in the atmosphere), which collectively give the sky a reddish, brown, yellowish, or white tint. Smog would be placed in this category. GLOBE has a new *Aerosols Protocol* for teachers who wish to learn more about haze and its causes. Most of the time measurable haze is present, clouds will still be observable. This category is only checked when the haze is so extreme that clouds cannot be seen.

• **Volcanic Ash**

One of the greatest natural sources of aerosols in the atmosphere occurs when a volcano erupts. In such cases, it is conceivable that schools may have ash falling, or other restrictions to visibility (perhaps a plume overhead).

• **Dust**

Wind will often pick up dust (small soil particles – clay and silt) and transport them thousands of kilometers. If the sky cannot be discerned because of dust falling or blowing, please report this category.

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

Si les étudiants 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 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 étudiants 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

Severe duststorms may restrict visibility at some locations, and they would be reported in this category as well, for example, if students cannot go outdoors because of a severe duststorm, the sky would be reported as obscured and dust would be the reason.

- **Sand**

Blowing or suspended sand, or sandstorms, generally require stronger winds than dust events, but they can make it just as difficult for observers to see the sky.

- **Spray** – (also called sea spray) Near large bodies of water, strong winds may suspend drops of water which will be sufficient to reduce the visibility so that the sky cannot be clearly discerned. This category generally is restricted to the area immediately adjacent to the coast, once inland, salt particles may be suspended after the water drops evaporate, leaving aerosols behind.

- **Heavy Rain**

If rain is falling intensely at the time of the observation, the sky may not be visible.

Even though it may seem overcast, if you cannot see the entire sky, you should report the sky as obscured, and heavy rain being the cause.

- **Heavy Snow**

Snow may also fall at rates sufficient to prevent the observer's clear view of the sky and cloud cover.

- **Blowing Snow** – In the event the wind is blowing with sufficient strength to lift fallen snow off the ground, it may prevent observation of the sky. If blizzard conditions are occurring (strong winds and snow is still falling intensely), both of these last two categories should be reported.

#### *Contrail Cover*

The same technique of dividing the sky into four quadrants described above for cloud cover can also be used in the estimate of contrail cover. One single persistent contrail crossing the sky covers less than 1% of the sky (see *Estimating Cloud Cover Learning Activity*). Therefore, counting contrails can also be a good tool in the estimation. When the sky is obscured, as described above, contrail cover measurements cannot be taken.

Remember contrail cover is measured separately from cloud cover. So when you estimate cloud cover, you should not include contrails. When you observe contrails that overlap with clouds, you should report this in the metadata.

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 étudiants 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 l'entièreté 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.

### Cloud Type

Cloud type is a qualitative measurement. The GLOBE Cloud Chart, the cloud quiz on the GLOBE Web site, and other cloud information attainable in textbooks and from online sources may be useful in helping students learn the many different ways clouds can appear. However, twodimensional images look quite different compared to actual sky observations, which are three-dimensional, and there is no substitute for experience in taking cloud observations.

The cloud type system is organized into 3 categories depending on the height or altitude of the base of the cloud. High clouds (cirro- or cirrus) are universally composed of ice crystals, and hence are more delicate in appearance. Because they are farther from the observer, they will also appear smaller than other cloud types, in general. The wispy trails often seen in high clouds are ice crystals falling and subliming (turning from a solid into a gas). Generally, the sun can be seen through high clouds and the ice particles in cirrostratus clouds scatter the sunlight to form a bright ring, called a halo, around the sun.

Middle clouds always begin with the prefix *alto* and are predominantly comprised of water droplets. They may contain some ice. Sometimes the sun can be seen through these clouds as well, but without a ring.

Low clouds are closest to the observer, and they will often appear to be quite large in comparison to higher clouds. They may be much darker, appearing more gray than high or middle clouds.

Low clouds may extend to much higher altitudes, which can be seen when there are clear gaps between the clouds.

Once this basic distinction is clear to you (high/middle/low), the next thing to decide is the shape or form of the cloud. If the cloud feature is a fairly uniform layer, it will be a stratiform, stratus-type cloud. Most clouds that have shape or forms such as puffs, rolls, bands, or tufts, are cumuliform, from the cumulus family. Finally, if a cloud is producing precipitation (which the observer can see), it must have nimbus in its name. The wispy shapes produced by ice clouds almost always occur at high altitudes and so they are called by the same name as high clouds – cirro- or cirrus. By performing the *Cloud Watch Learning Activity* from time to time with your students, you (and they) will gain more confidence in

### Tempête de neige

Dans le cas où le vent souffle avec suffisamment de force pour soulever la neige tombée du 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

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 quiz 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 étudiants 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,

their ability to identify the cloud types in a complex sky!

### *Contrail Type*

Contrails generally occur at high levels like cirro- or cirrus clouds. However, as human-induced clouds, contrails are reported in a separate category.

There are three types of contrails for students to classify. These are:

- *Short-lived* – contrails that disappear shortly and form short line segments in the sky that fade out as the distance away from the airplane that created them increases.
- *Persistent Non-Spreading* – these contrails remain long after the airplane that made them has left the area. They form long, generally straight, lines of approximately constant width across the sky. These contrails are no wider than your index finger held at arm's length.
- *Persistent Spreading* – these contrails also remain long after the airplane that made them has left the area. They form long streaks that have widened with time since the plane passed. These contrails are wider than your index finger held at arm's length. This type is the only type that can currently be seen in satellite imagery; and only when they are wider than four fingers held at arm's length. Therefore, noting the equivalent finger width of these contrails in the metadata will be very useful for the scientists.

Refer to the Web site of the contrail team for additional pictures of the various contrail types.

Short-lived contrails form when the air at the elevation of the airplane is somewhat moist.

Persistent contrails form when the air at the elevation of the airplane is very moist, and are more likely to affect climate than short-lived contrails are.

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 étudiants, 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 étudiants. 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

### **Student Preparation**

The estimates of cloud type and cloud cover are *subjective* measurements, so involving several students in this task is good. Each student should take his or her own readings; then, students should come to an agreement as a group. Do not be surprised if your students initially have difficulty with these estimates. Even seasoned weather observers debate which type of cloud they are seeing, or exactly how much of the sky is covered by clouds.

As your students get used to these observations, they will begin to recognize the subtle differences in cloud types.

Here are two effective ways to help train your students to take the most accurate cloud observations possible:

1. Practice cloud type observing by taking the GLOBE cloud quiz, available from the Resource Room of the GLOBE Web server, or by spending a lot of time looking at and identifying examples of the predominant cloud types for your location ;

2. Do the following Learning Activities from the *GLOBE Atmosphere Teacher's Guide*

- *Estimating Cloud Cover*
- *Observing, Describing and Identifying Clouds*
- *Cloud Watch*

These activities are designed to give students plenty of opportunities to gain proficiency in identifying cloud type and cloud cover.

Sometimes there may be disagreement among students taking observations of clouds, and the process of students coming to a consensus is an important part of the scientific discovery process.

However, it may be useful to include some commentary in the Metadata section of your *Data Sheet*.

Practicing simulations with classmates will help build students' confidence. Be sure to have them check the entire sky. One of the best ways to do this is with groups of four students, standing back-to-back, one facing north, one east, one south, and one west. Now, each student is responsible for estimating the amount of cloud from the horizon to directly overhead in their quadrant. Make sure they are all defining their quadrant in the same way.

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 étudiants**

Les estimations des types de nuages et de la couverture nuageuse sont des mesures *subjectives*, aussi il est intéressant d'impliquer plusieurs étudiants dans cette tâche. Chaque étudiant effectue ses propres relevés ; ensuite, les étudiants doivent arriver à un accord en tant que groupe. Ne soyez pas surpris si vos étudiants 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 étudiants 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 étudiants 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 étudiants 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 étudiants réalisant des observations des nuages et le processus

Once each student has an estimate (use 10% increments, or fractions like eighths or tenths), take the average of the four estimates by summing them and dividing by 4. This method will be particularly useful when you have a difficult sky that leads to different estimates among group members.

The following tip may help your students determine the heights of cumulus clouds. Have them extend their arm away from their shoulder parallel to the ground, and align their fingers with the cloud feature they are observing. A good rule of thumb to use is that if the individual puffs, rolls, waves, etc., of the clouds are smaller than one finger width, they are cirrocumulus. If they are not as wide as two fingers, but wider than one finger, it is most likely an altocumulus. If wider than two fingers, it will be cumulus (look for isolated puffs), stratocumulus (clouds are wider than tall, and there are many, perhaps elongated in bands), or cumulonimbus (with precipitation).

For distinguishing the different heights of stratus clouds, remember the following. Cirrostratus is the only cloud type which can produce a halo around the sun or moon. The halo will have all the rainbow colors in it. Altostratus will produce a thinly veiled sun or moon, and will often be darker in appearance, a medium gray color. Stratus will usually be very gray and often very low to the ground. Fog is actually a stratus cloud at zero altitude.

Here are some questions that students may be thinking about (or asking) as they take cloud observations:

What kind of sky do I see?

What kind of sky do other students from nearby schools see?

Should they be the same?

Cloud cover in particular can be a very local phenomenon, and therefore cloud type may vary significantly from one place to another nearby.

When viewed as an aggregate for a large grouping of GLOBE schools, cloud observations become more useful. Also, local cloud observations are important to several other GLOBE protocols.

d'arrivée à un consensus entre les étudiants 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 étudiants 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 étudiants, 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 étudiant 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 étudiant 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 étudiants 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 étudiants 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 étudiants 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,

### ***Questions for Further Discussion***

Do cloud patterns change during the year? How?  
Does the amount of cloud cover affect the local temperature?

How reliable are local weather forecasts based on cloud type observations alone? Can they be improved by using other GLOBE measurements?

Do cloud conditions and phenomena that block our view of the sky influence the types of vegetation and soil in our area? If so, how?

How do our cloud observations compare with satellite images of clouds?

Are contrails often seen in the local area? Why or why not?

Are the types of clouds and contrails you observe related?

How do the clouds you see relate to nearby mountains, lakes, large rivers, bays, or the ocean?

les observations nuageuses deviennent bien plus utiles. De plus, les observations nuageuses locales sont très importantes pour de nombreux autres protocoles GLOBE.

### ***Approfondissement***

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 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>
<b>Aucun nuage</b> Le ciel n'est pas nuageux ; il n'y a pas de nuages visibles.	<b>Aucune</b> Il n'y a pas de traînées visibles.
<b>Claire</b> Des nuages sont présents mais couvrent moins d'un dixième (ou 10%) du ciel.	<b>0-10 %</b> Des traînées sont présentes mais couvrent moins d'un dixième (ou 10%) du ciel
<b>Nuages isolés</b> Les nuages couvrent entre un dixième (10%) et un quart (25%) du ciel.	<b>10-25 %</b> Les traînées couvrent entre un dixième (10%) et un quart (25%) du ciel.
<b>Nuages épars</b> Les nuages couvrent entre un quart (25%) et la moitié (50%) du ciel.	<b>25-50 %</b> Les traînées couvrent entre un quart (25%) et la moitié (50%) du ciel.
<b>Nuages fragmentés (Nuageux)</b> Les nuages couvrent entre la moitié (50%) et neuf dixièmes (90%) du ciel.	<b>&gt; 50 %</b> Les traînées couvrent plus de la moitié (50%) du ciel.
<b>Couvert</b> Les nuages couvrent plus de neuf dixièmes (90%) du ciel.	
<b>Obscurci</b> 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
- Spray
- 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

Carte des Nuages GLOBE

Feuille de Données sur les Nuages OU

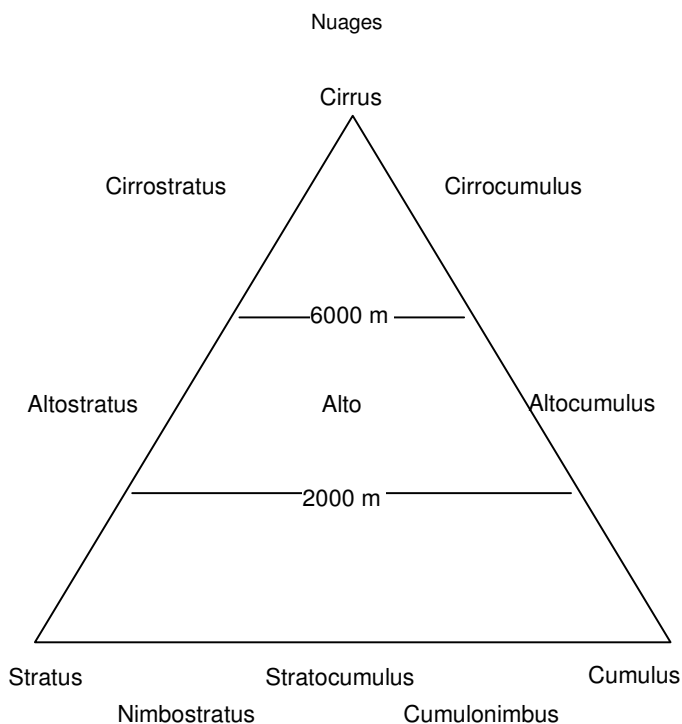
Feuille de Données sur l'Ozone OU

Feuille de Données sur les Aérosols

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



## Questions fréquentes

### **1. Why do we have to report cloud cover observations even if there are no clouds?**

It is just as important for scientists to know when there are no clouds in the sky as when there are clouds. Please always report the cloud cover, even on a beautiful day with blue sky! How could you accurately calculate average cloud cover if data were always missing for completely clear days?

Also be aware that clear sky is the easiest measurement from the ground, but the hardest to determine with confidence from satellite imagery.

### **2. Can't an instrument be designed to measure cloud cover?**

Yes, in fact, lasers are used to measure this and the instrument is called a ceilometer. Ceilometers measure the portion of the sky covered by clouds, but they are very expensive. Furthermore, many of the ceilometers in use today only provide accurate estimates of cloud cover up to heights of about 3.5 kilometers, which makes them useless for most middle clouds and all high clouds. Cloud cover is an aggregate of all clouds at all levels, and human observations are still the best way to measure this from the ground. Also, ceilometers take only a single point or profile measurement that may not be representative of the overall cloud cover.

### **3. Is there any way to make sure that our observations are accurate, since there is no instrument to calibrate?**

These data are important, and practice will help you to become proficient in estimating cloud cover. You can compare your own observations with nearby neighbors' observations, and compare them with "official" observations, too, to learn how accurate your own observations are, but remember that on some days the cloud conditions will be different even over short distances and they may change in minutes. If you do them diligently every day, you should become very comfortable with your efforts!

### **4. We have trouble figuring out if we are correct when we call a certain cloud one of the ten types. How do we know if we are correct?**

You can't know for sure. The most important thing to do is to practice identifying cloud types as often as you can. If you have access to the World Wide Web, you can take the Interactive GLOBE cloud quiz, which you will find online as part of the GLOBE Web site. Also, you may wish to obtain another copy of the GLOBE Cloud Chart, cut it up, and make flash

### **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

cards to help quiz your classmates.

**5. Is this cloud type observation system in GLOBE unique or new in some way?**

This system is the same one that meteorologists have been using for two hundred years. Many scientists report becoming interested in science because they started to observe the sky and note how it was different (in terms of cloud types) from one day to another. The scientific basis of this cloud type observing system has not changed substantially since it was first devised. The systematic breakdown of clouds into ten basic types was motivated, at least in part, by the classification of species of living things into the Animal and Plant Kingdoms by biologists. In fact, meteorologists often further divide the cloud types into other specific variations within each cloud type.

*Castellanus* refers to castle-like turrets in a cloud formation, an indicator that the atmosphere is becoming unstable, perhaps foretelling precipitation.

*Lenticularis* means lens-shaped, a cloud often formed over high mountains. And cumulus are often separated into *humilis* (fair weather, puffy) or *congestus* (towering, heaped like cauliflower, very tall).

**6. What do I report if only part of the sky is obscured, but I can determine cloud types for part of the sky?**

If more than one-quarter of the total sky is obscured, report 'obscured', and report the cloud types that you see in metadata. If less than onequarter of the total sky is obscured, record the cloud cover and cloud types and state in the metadata how much of the sky is obscured.

**7. I am not sure whether what I see is cirrus or old, spreading contrails?**

At some point the distinction between the two cannot be made. In this situation, please report cirrus, but also note in your comments that the cirrus looks like it may have started from a contrail.

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 réparties 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.

## Cloud Protocol – Looking At Your Data

### *Are the data reasonable?*

Given the subjective nature of cloud observations, it can be very difficult to determine if they are reasonable.

The internal consistency of the observations can be used to determine whether cloud type and cover data are reasonable. For instance, if there is overcast cloud cover with stratus, stratocumulus, or nimbostratus clouds, reports of alto or cirro cloud types would be unlikely as observers on the ground would not be able to see higher altitude clouds through the thick lower cloud cover.

Another example would be reports of only cirrus clouds with overcast skies; cirrus clouds are only very rarely present in the amounts needed to cover 90% of the sky. The same is true for cumulus clouds as there must be breaks between the clouds for them to be cumulus (rather than stratocumulus).

### *What do scientists look for in these data?*

Many official weather observing stations across the world have effectively stopped taking cloud observations. National meteorological organizations have two primary reasons for this change.

First, weather satellites are constantly monitoring Earth's surface and atmosphere, and we have become much better at determining cloud cover from satellite pictures in recent years. Second, many weather stations are taking their observations using automated instruments. These instruments cannot determine cloud type, and are often limited in their ability to distinguish middle and high cloud layers. The automated instruments can only sense clouds up to about 3.6 km in altitude and many cloud types are too high for most of these *ceilometers* to see them. So, they can only see half of the cloud types (cumulus, cumulonimbus, stratus, stratocumulus, and nimbostratus).

Clouds have been observed and associated with weather changes for centuries; in fact our cloud classification system is over 200 years old. The changes that you observe in the clouds help meteorologists to forecast the weather. By watching a clear sky change to a sky with isolated cumulus clouds, which may grow to scattered cumulus and broken cumulonimbus clouds, you can expect that thundershowers may begin soon. When an overcast stratus cloud thins out to stratocumulus, you might expect clearer weather to follow.

## Protocole sur les Nuages – Vérifier vos Données

### *Les données sont-elles logiques ?*

Étant 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

Climate scientists like to watch cloud changes over long periods of time, to see if there is an increase or decrease in cloud cover or a change in type.

Since the early 1960's, meteorologists have had weather satellite pictures that can be used to see clouds (generally shown as white areas on satellite pictures), such as Figure AT-CL-1, a visible photograph from the NOAA 15 polar-orbiting weather satellite of the Gulf of Mexico, near the southeastern United States. Clouds are seen over the waters to the west of Florida, in the Bahamas and on the eastern edge of the picture, off the coast of North Carolina. The land areas of the southeastern United States are fairly clear along the Atlantic Ocean, but further to the west we see some clouds that are not as bright. This tells meteorologists that these clouds are probably lower and/or not as thick as the bright white ones in this mid-afternoon picture.

Scientists who work with satellite data need good surface observations of clouds to provide what is called ground truth for their satellite observations.



Figure AT-CL-1: Satellite Image

These observations are important because they help meteorologists to understand how accurate their satellite observations continue to be. In general, the more GLOBE schools that produce cloud observations, the better for scientists who wish to use these data, because they can assess how accurate and consistent the observations are by making such comparisons.

Satellite photographs do not always give scientists a clear idea of which cloud types are present. This is particularly true for contrails, which are often too narrow to be seen from space. For this reason, it is important for scientists to be able to find areas of low,

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.

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

middle, and high clouds, since each cloud layer will have different abilities to block sunlight and trap infrared radiation.

Let's look at some maps to see how we might proceed with such investigations. Figure AT-CL-2 shows some cloud cover observations for a spring day in 2001 over part of the United States and Canada, near the Great Lakes. The Great Lakes are large bodies of water that provide ample moisture to the atmosphere through evaporation. High levels of water vapor often lead to cloudy skies.

The weather map for that day will also be useful to understand what type of cloud systems were present for that day since, in general, air must be rising to produce clouds and low pressure systems and fronts are the most likely areas for clouds to form.

Note the large number of gray boxes near the center of the state of Ohio in the map above. From the map legend, we see that these indicate areas of overcast skies. There are a few stations nearby that are not overcast, including one observation of an obscured sky, one broken, and one scattered.

Perhaps a storm system is affecting a fairly large area of northern Ohio and western Pennsylvania.

To the west of this area, the observations are mostly of clear skies. The same is true on the far eastern edge of the map, where skies are also mostly clear. Note how similar the cloud type observations are to each other within a region.

Each cloud cover observation also contains a cloud type observation, where students identify each of the ten possible cloud types present. Making a map of such observations would be very complicated, since there are so many possible combinations.

GLOBE maps of cloud cover are drawn by dividing all cloud types into their height categories – low, middle, and high – and combinations of these. See Figure AT-CL-3.

Let's concentrate on eastern Ohio once again. Note that almost all of the observations are red, with a couple of green squares, a couple of blue squares, and one purple square. The map legend shows that red squares are low clouds (L), green squares are middle clouds (M), and blue squares are high clouds (H). The purple square is for an observation of low and high clouds (L+H) combined.

Once again, the cloud observations are generally similar to each other, with most GLOBE schools reporting that low clouds were present.

If you look to the eastern edge of the map, there are many schools reporting high clouds, middle and high

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. A 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 étudiant 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). A 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 altitude, 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 Etudiante***

### ***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 étudiants 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

clouds, or low and high clouds. Perhaps these schools are in the path of a storm system that is moving their way from eastern Ohio.

## ***An Example of a Student Research Investigation***

### *Designing an Investigation*

Natalie has always been interested in clouds. She is always drawing them and making shapes out of them in her mind. Natalie is one of the students in her class who volunteers to take GLOBE Atmosphere measurements and really likes to observe the clouds. Natalie decides to make her own cloud chart for the class, using cotton balls, white paper, blue construction paper, and glue.

Her teacher decides to make that a class project, and they make a beautiful display board with cloud cover examples on it (from the *Estimating Cloud Cover Learning Activity*), and pictures of each of the ten cloud types.

Natalie wonders if the sky that she sees is the same sky that others see at nearby schools. The class decides to compare their cloud observations each day to those of two other schools in their area, another elementary school and a middle school.

Some of the children think that it is a game that has to be won by finding the most cloud types, but that is quickly corrected by the teacher. She tells the students that they are collecting data that scientists will be using in research work, and that it is important that they do this job well. It does not take long for the students to all pitch in and do a good job collecting their observations.

### *Collecting and Analyzing Data*

After they have made their cloud observations for about three weeks, the students use the GLOBE visualization tool to find other nearby schools with many cloud observations. They decide to limit their search to schools within 50 km of their school and they find 7 other schools. One of the students has a big sister that goes to a middle school they found, and another attended a different elementary school last year, so they choose those two schools.

The students decide to compare data first by printing out maps for each day for cloud cover and cloud type. Using these maps, they make an observation that the cloud cover observations at the nearby schools are not always the same as theirs.

In particular, the other elementary school, which is near the mountains, seems to have more cloud cover

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

and more observations of cumulus clouds than Natalie's school. They decide that this will be a good investigation. The middle school reports cloud observations similar to theirs.

The students read about mountain weather and discover that in mountain areas there usually are more clouds, because as the air is blown across the mountains it has to rise, and rising air often leads to cloud formation. Because strong upward motions form the clouds, they tend to be cumulus and even cumulonimbus clouds. This seems to explain what they are seeing, and Mrs. Jones suggests that they test this explanation.

The students expect to find that GLOBE schools near the mountains have more cloud cover and more observations of cumulus clouds than other nearby schools farther away from the mountains.

After examining data for an entire year, the students find the following data for 240 observations:

It is clear indeed that the Mountain View school has more overcast days and fewer clear days (or days with no clouds) than Natalie's school. The students are happy that they have been able to test their explanation with observations.

#### *Future Research*

Another curiosity they observe, with their teacher's help, is the larger number of observations of low cloud (23 more days with low cloud types at Mountain View School than Natalie's school), and they wonder if they are cumulonimbus or cumulus clouds? They also wonder if the Mountain View school has more precipitation than Natalie's school, if they have more cumulonimbus clouds.

The students are eager to begin their next investigation!

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 :

	<b>Ecole de Natalie</b>	<b>Ecole de Mountain View</b>
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 étudiants ont hâte de commencer leur étude suivante !

Figure AT-CL-2

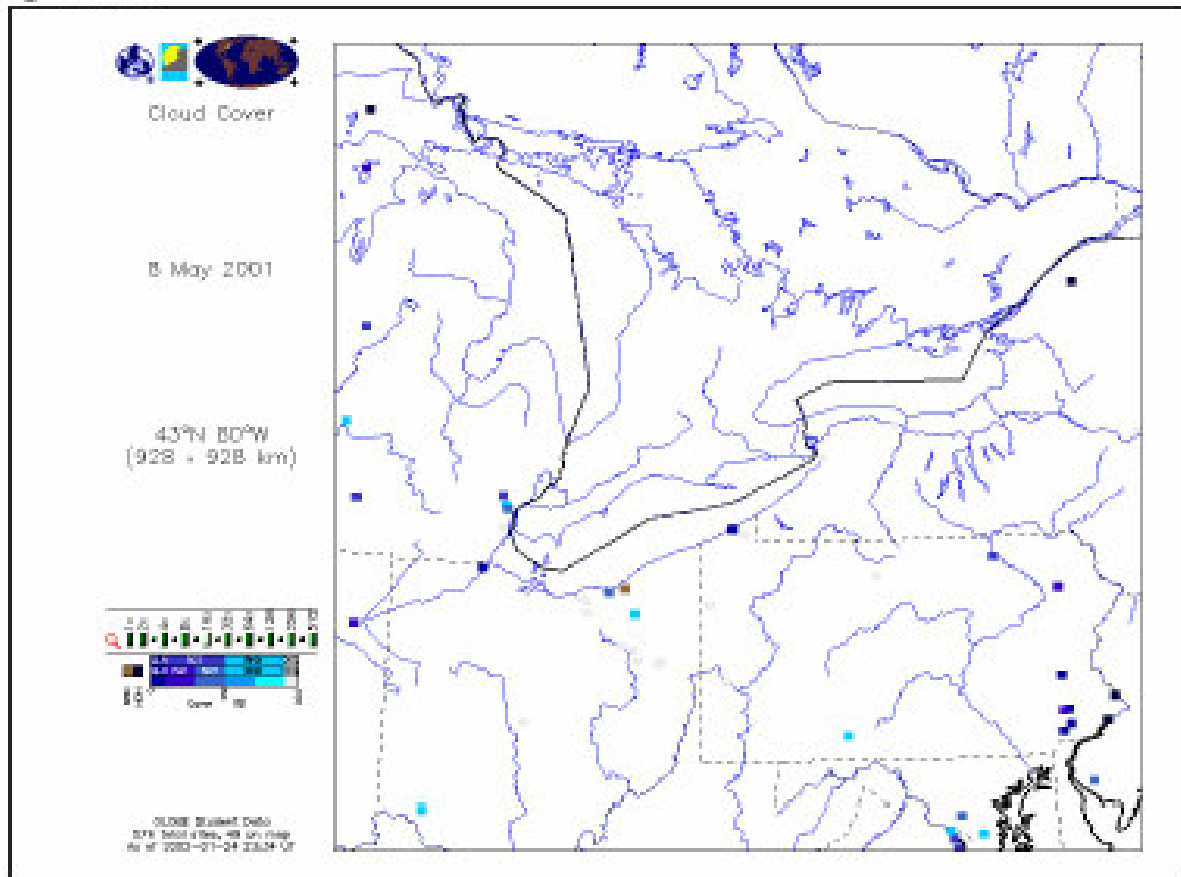
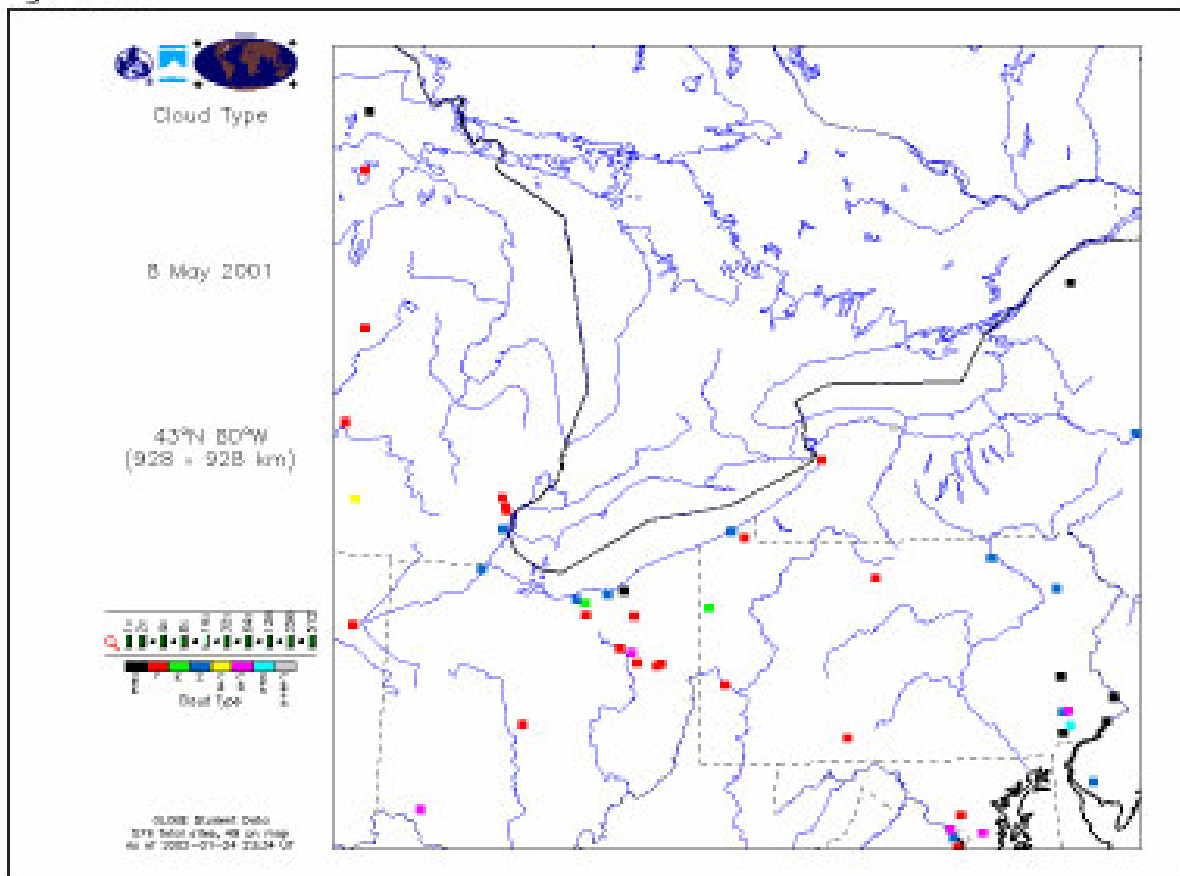


Figure AT-CL-3



# les nuages...



## Cirrus

Nuages élevés en forme de filaments blancs, de bandes étroites, de virgules ou crochets, composés de cristaux de glace dispersés. Pas de précipitations associées.



## Cirrostratus

Voile nuageux élevé, transparent et blanchâtre, couvrant partiellement ou totalement le ciel. Il est constitué de cristaux de glace et donne lieu généralement à des phénomènes de halo. Pas de précipitations associées.



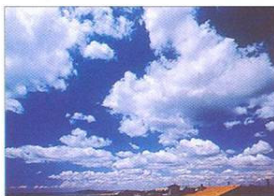
## Altostratus

Nappe ou couche nuageuse grisâtre ou bleuâtre couvrant totalement ou partiellement le ciel, laissant voir le soleil comme au travers d'un verre dépoli. Constitué de gouttelettes d'eau (parfois surfondues), de cristaux de glace ou de neige, il est à l'origine de chutes de pluie, de neige ou de granules de glace.



## Stratus

Couche nuageuse grise, dense, uniforme donnant lieu à du brouillard quand sa base atteint le sol. Il est constitué de gouttelettes d'eau (parfois de particules de glace). Précipitations associées : bruine ou neige en grains.



## Cumulus humilis

Nuages séparés, contours bien délimités, base horizontale avec faible développement vertical. Nuages de beau temps, apparaissant le matin et disparaissant le soir. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau. Pas de précipitations associées.



## Cumulonimbus

Nuage dense et puissant au développement vertical considérable. La partie supérieure lisse ou fibreuse s'étale en forme d'enclume ou de vaste panache. La partie inférieure apparaît très sombre du fait de la grande extension verticale du nuage. Précipitations associées : averses de pluie, neige, neige roulée, grêle ou grésil. Les orages sont toujours provoqués par ce genre de nuage.

## Cirrocumulus

Banc, nappe ou couche mince de nuages élevés dont la plupart des éléments ont une largeur apparente inférieure à 1 degré\*. D'aspect ondulé ou "moutonné", ils sont constitués de cristaux de glace et parfois d'eau fortement surfondue (eau liquide à température négative). Pas de précipitations associées.



## Alto cumulus

Banc, nappe ou couche de nuages blancs ou gris composés d'éléments réguliers ayant une largeur apparente comprise entre 1 et 5 degrés\*. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau parfois accompagnées de cristaux de glace.



## Nimbostratus

Couche nuageuse grise et sombre dont l'aspect est rendu flou par des chutes de pluie ou de neige atteignant le sol. L'épaisseur de cette couche est partout suffisante pour masquer complètement le soleil. Ce nuage est constitué de gouttelettes d'eau, de cristaux de glace ou de flocons de neige. Précipitations associées : pluie, neige ou granules de glace.



## Stratocumulus

Banc, nappe ou couche de nuages composés de "dalles, galets". La plupart des éléments (soudés ou non) ont une largeur apparente supérieure à 5 degrés\*. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau (parfois accompagnées de neige roulée ou de flocons de neige). Précipitations associées : pluie ou neige faible ou neige roulée.



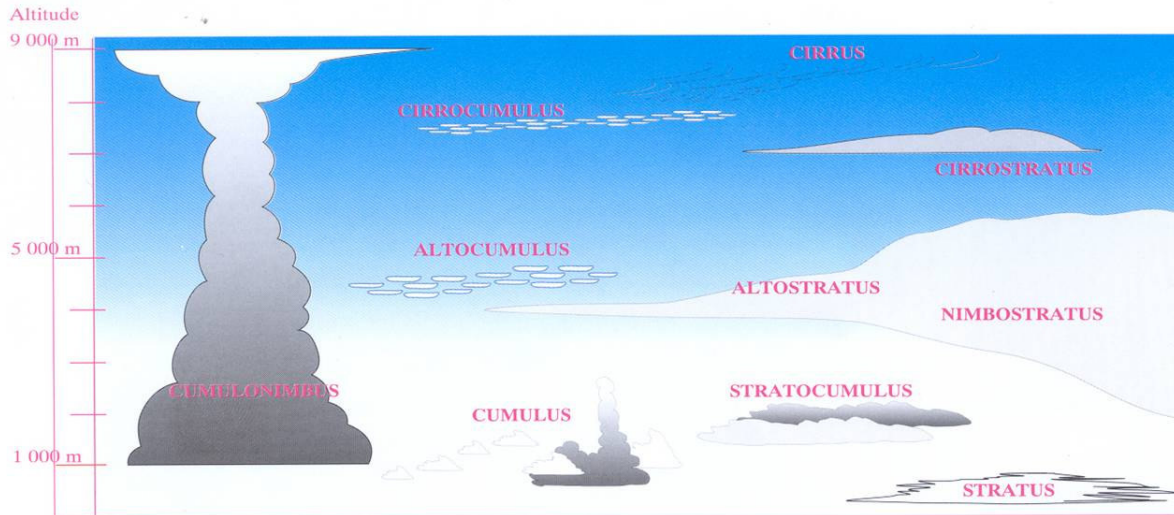
## Cumulus congestus

Cumulus avec développement vertical important, dont l'aspect bouillonnant révèle de puissants mouvements verticaux. Ils sont constitués de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace (si la partie supérieure du nuage est très < 0 °C). Précipitations associées : averses de pluie, neige ou neige roulée.



\* 1 degré c'est environ la largeur du petit doigt bras tendu.  
5 degrés c'est environ la largeur de 3 doigts bras tendu.

## Genre et altitude des nuages



### Altitude et épaisseur moyenne des nuages en France (valeurs approximatives)

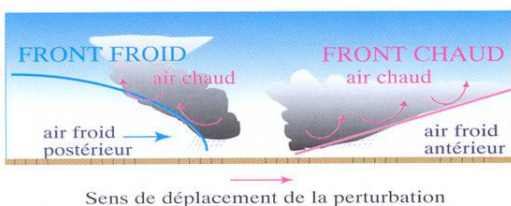
Nom	Cirrus	Cirrocumulus	Cirrostratus	Alto cumulus	Altostratus	Nimbostratus	Stratocumulus	Cumulonimbus	Cumulus	Stratus
Hauteur de la base (mètres)	6 000-12 500	5 000-10 000	5 000-11 000	2 000-6 000	2 000-4 500	400-1 800	600-2 000	400-2 000	150-2 000	000-500
Épaisseur moyenne (mètres)	300	500	500	1 500	2 000	3 000	600	7 000	2 000	300

### Mécanismes de formation des nuages

Un nuage est formé d'un ensemble de gouttelettes d'eau (ou de cristaux de glace) en suspension dans l'air. L'aspect du nuage dépend de la lumière qu'il reçoit, de la nature, de la dimension, du nombre et de la répartition des particules qui le constituent. Les gouttelettes d'eau d'un nuage proviennent de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air. La quantité maximale de vapeur d'eau (gaz invisible) est fonction de la température de l'air. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau. A chaque température correspond un seuil de "saturation" au-delà duquel il y a condensation et apparition de gouttelettes. La formation du nuage sera toujours due à un refroidissement de l'air. Les mécanismes de refroidissement les plus courants sont les suivants :

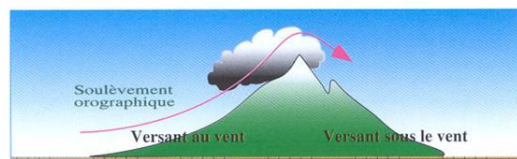
#### 1) Soulèvement frontal

Dans une perturbation en mouvement, l'air chaud est soulevé à l'avant par la masse d'air froid antérieur (front chaud). L'air froid postérieur rejette l'air chaud en altitude (front froid). Le long des fronts se forment les nuages.



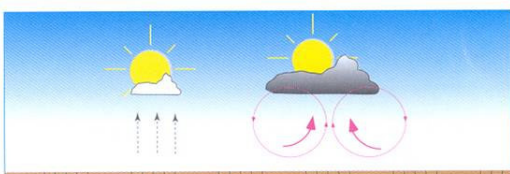
#### 2) Soulèvement orographique

Le relief oblige la masse d'air à s'élever sur sa face au vent. La masse d'air s'élevant, sa température s'abaisse et peut atteindre le seuil de saturation. Un nuage se forme alors sur le versant au vent et se dissipe sur le versant sous le vent.



#### 3) Convection

Le réchauffement du sol se communique à l'air qui, dilaté donc plus léger, se met à monter et se refroidit par détente. Les nuages de convection apparaissent d'autant plus facilement qu'il y a de l'air froid en altitude (masse d'air instable). Les bases de tels nuages sont horizontales, leurs sommets évoluent en fonction de la température. Ils sont fréquents l'été sur terre, l'hiver sur mer.



#### 4) Refroidissement par la base

Ce mécanisme conduit à la formation de nuages bas ou brouillard. Il est fréquent l'hiver à l'approche d'une masse d'air doux et humide venant de l'Atlantique. On l'observe l'été en mer lorsque de l'air relativement doux arrive sur des eaux froides.

