

# Protocole relatif à l'ozone de surface

Surface Ozone Protocol



## Purpose

To measure ozone concentrations at ground level

## Overview

Students deploy a strip of paper that changes color in the presence of ozone. They use an ozone reader to determine the amount of ozone in ppb as indicated by the color change of the paper strip.

## Student Outcomes

Students will learn to measure the concentrations of ground-level ozone in the atmosphere and to observe changes in the concentrations over time.

## Science Concepts

Earth and Space Science

Weather can be described by quantitative measurements. Weather changes from day to day and over the seasons. Weather varies on local, regional, and global spatial scales. The atmosphere is made up of different gases and aerosols. Materials from human societies affect the chemical cycles of the Earth.

Geography

Human activities can modify the physical environment.

Atmospheric Enrichment

The concentration of surface ozone varies over time. Cloud cover, air temperature, and wind direction affect ozone concentration. Air quality is affected by the concentration of ozone present.

## Scientific Inquiry Abilities

Use ozone strips and a strip reader to measure in situ ozone concentrations.

Use a weather vane to identify wind direction.

Identify answerable questions Design and conduct scientific investigations.

Use appropriate mathematics to analyze data. Develop descriptions and explanations using evidence.

Recognize and analyze alternative explanations.

Communicate procedures and explanations.

## Time

## Objectif

Mesurer la concentration d'ozone au niveau du sol.

## Vue d'ensemble / En bref

Les étudiants utilisent une bande de papier qui change de couleur en présence d'ozone. Ils utilisent un lecteur pour déterminer la quantité d'ozone en « ppm » conformément à ce qui est indiqué par le changement de couleur de la bande de papier.

## Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants vont apprendre à mesurer les concentrations d'ozone dans l'atmosphère au niveau du sol et à observer les évolutions de cette concentration en fonction du temps.

## Concepts scientifiques.

Sciences de la Terre et de l'Espace.

Le climat peut être décrit par des mesures quantitatives.

Le climat change suivant les jours et suivant les saisons. Le climat varie selon des échelles spatiales locales, régionales ou globales. L'atmosphère est composée de divers gaz et aérosols.

Les déchets issus des communautés humaines affectent les cycles chimiques de la Terre.

Géographie

Les activités humaines peuvent modifier l'environnement physique.

Enrichissement sur l'atmosphère

La concentration d'ozone au niveau du sol varie en fonction du temps.

La couverture nuageuse, la température de l'air et la direction du vent affectent la concentration en ozone.

La qualité de l'air est affectée par la concentration d'ozone présent dans celui-ci.

Les qualités scientifiques requises.

Utiliser des bandes sensibles à l'ozone et un lecteur de ces bandes pour mesurer in situ les concentrations en ozone.

Utiliser une girouette afin de trouver la direction du vent.

Identifier des problèmes solvables.

<p>Two five-minute time periods, one hour apart</p> <p><b>Level</b> <i>All</i></p> <p><b>Frequency</b> Daily Measurements starting within one hour of local solar noon are preferred.</p> <p><b>Materials and Tools</b> <i>Ozone Data Sheet</i> Clipboard Pencil or pen Chemical test strip in sealable plastic bag Ozone Test Strip Scanner Ozone Measurement Station Device to measure wind direction GLOBE Cloud Chart Instrument Shelter with Thermometer Sling Psychrometer OR Digital Hygrometer Clock or watch</p> <p><b>Preparation</b> Assemble and install Ozone Monitoring Station. Assemble or obtain and install Wind Direction Instrument.</p> <p><b>Prerequisites</b> <i>None</i></p>	<p>Concevoir et conduire des enquêtes scientifiques. Utiliser les mathématiques adéquates pour analyser des données. Développer des descriptions et des explications en utilisant des preuves. Reconnaître et analyser d'autres explications plausibles Transmettre les procédures et les explications.</p> <p><b>Temps</b> Deux périodes de cinq minutes distantes d'une heure.</p> <p><b>Niveau</b> Tout niveau</p> <p><b>Fréquence</b> Journalière. Les mesures commençant dans l'heure précédant ou suivant le midi local sont recommandées.</p> <p><b>Matériels et Outils</b> <i>Feuille de données Ozone</i> Porte-bloc Crayon ou stylo Bande de test chimique dans un sac hermétique Un analyseur de bande Une station de mesure ozone Un dispositif pour mesurer la direction du vent Les abaques de couverture nuageuse de GLOBE La protection pour les instruments, munie d'un thermomètre Un psychromètre ou un hygromètre numérique Réveil ou montre</p> <p><b>Préparation</b> Assembler et installer la station de suivi d'ozone Assembler ou se munir de l'appareil de mesure du vent</p> <p><b>Prérequis</b> Le protocole des nuages Le protocole de l'humidité relative Le protocole de température minimale, maximale ou courante OU Le protocole de température numérique maximale, minimale ou courante de l'Air et du Sol, sur plusieurs jours</p>
--	--

## Ozone Protocol – Introduction

Ozone is one of many gases in the air present in small amounts. These gases are called *trace gases*, and they play a role in the complex chemistry that determines the quality of the air we breathe. The amounts (concentrations) of these trace gases vary with time of day, from day to day, and from place to place. These variations are due to variations in the amounts of other gases from which trace gases are formed, and conditions such as air temperature. Monitoring the concentrations of trace gases is important for our understanding of air quality and how it is changing.

The oxygen molecule, consisting of two atoms of oxygen (O<sub>2</sub>) (See Figure AT-SO-1) comprises 21% of Earth's atmosphere. Ozone, a molecule containing three oxygen atoms (O<sub>3</sub>) (See Figure AT-SO-2) is present in much smaller amounts. Surface ozone can be produced when certain chemicals are released to the atmosphere and these chemicals react with each other in the presence of sunlight. Ozone is an important trace gas because it is very reactive, which means that it will easily 'stick' to, and react with all surfaces, including living tissue.

Ozone exists in both the stratosphere and troposphere; 90% of the ozone is found in the stratosphere, leaving a small amount in the troposphere. The ozone located in the stratosphere is often called 'good ozone' because it absorbs much of the sun's ultraviolet rays and protects the life forms on Earth.

In contrast, the additional ozone that occurs in the troposphere is 'bad ozone' and is considered a pollutant. It is the main component of smog. Sometimes the term 'photochemical smog' is used, which is the correct term for pollution found near most urban areas. This type of smog is a product of chemical reactions in the atmosphere that take place only in the presence of sunlight.

Ozone is often one of the more abundant trace gases in the atmosphere and GLOBE students can measure it using simple chemical test strips.

## Protocole ozone - Introduction

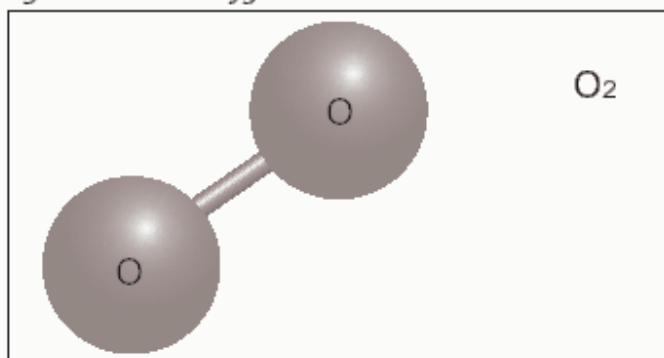
L'ozone est l'un des nombreux gaz présents dans l'atmosphère en petite quantité. Ces gaz sont appelés gaz traceurs, et jouent un rôle dans la chimie complexe qui détermine la qualité de l'air que nous respirons. Les quantités (concentrations) de ces gaz traceurs varient en fonction de l'heure de la journée, suivant les jours et suivant l'endroit. Ces variations sont dues aux variations de la quantité des autres gaz à partir desquels les gaz traceurs se forment, et des conditions telles que la température de l'air. Surveiller la concentration des gaz traceurs est primordial pour notre compréhension de la qualité de l'air et de son évolution.

La molécule d'oxygène, constituée de deux atomes d'oxygène (O<sub>2</sub>) (Voir Figure AT-SO-1), représente 20% de l'atmosphère terrestre. L'ozone, une molécule qui contient trois atomes d'oxygène (O<sub>3</sub>) (Voir Figure AT-SO-2) est présente en plus petite quantité. L'ozone de surface peut être produit lorsque certains produits chimiques sont rejetés dans l'atmosphère et que ces produits réagissent entre eux en présence de la lumière du soleil. L'ozone est un gaz traceur important puisqu'il est très réactif, ce qui signifie qu'il va facilement se coller et réagir avec toutes les surfaces, y compris les tissus vivants.

L'Ozone existe à la fois dans la stratosphère et dans la troposphère ; 90% de l'ozone se trouve dans la stratosphère ne laissant qu'une petite quantité dans la troposphère. L'ozone contenu dans la stratosphère est souvent appelé « bon ozone » parce qu'il absorbe la plupart du rayonnement ultraviolet et protège les êtres vivants sur Terre.

Au contraire, l'ozone supplémentaire qui se trouve dans la troposphère est « mauvais » et considéré comme un agent polluant. Il est le composant principal des nuages de pollution (smog) Quelquefois le terme « smog photochimique » est utilisé, ce qui est la dénomination exacte de la pollution que l'on trouve près de la plupart des régions urbaines. Ce type de « smog » est le produit de réactions chimiques dans l'atmosphère, qui ont lieu uniquement en présence de lumière.

Figure AT-SO-1: Oxygen Molecule



Collecting surface ozone data will provide a record of the amount of ground level ozone found in different geographic regions at different times. These data will help scientists understand how weather conditions influence the amount of ozone in the air. The GLOBE database will contribute valuable information for understanding how Earth's atmosphere may be changing.

## Teacher Support

### *The Measurement*

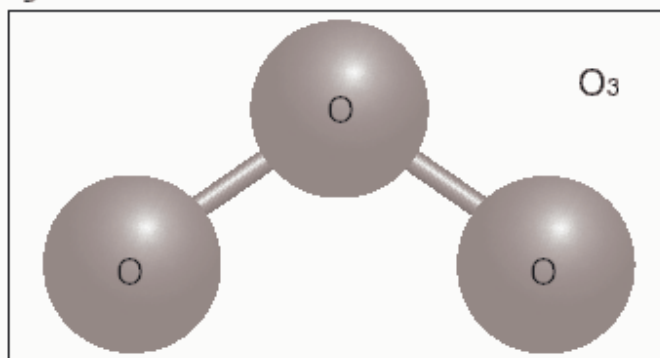
The GLOBE surface ozone measurement is taken using a chemically sensitive strip that changes color in the presence of ozone. The more ozone present, the more change that will occur. The chemical strip is placed in the clip of the monitoring station preferably within one hour of local solar noon and left exposed to the air for one hour. It is then read using a scanner, which reads the strip more accurately and precisely than the eye, enhancing the scientific value of these data.

The amount of color change will increase if the strip is exposed to ozone for a longer period of time. Therefore, to ensure that GLOBE data are comparable around the world, the protocol specifies that the strip be exposed for only one hour and that the time it is exposed and the time it is read are reported to GLOBE to the nearest minute.

### *Placing the Chemical Strip*

The chemical strip is exposed to outside air that is moving freely around the monitoring station. It is important to keep the strip in a closed plastic bag

Figure AT-SO-2: Ozone Molecule



L'ozone est souvent le gaz traceur le plus abondant dans l'atmosphère et les étudiants de GLOBE peuvent le mesurer en utilisant de simples bandes de test chimiques. Collecter des données de l'ozone en surface fournira un enregistrement de la quantité d'ozone trouvée au niveau du sol dans différentes régions géographiques à différents moments. Ces données aideront les scientifiques à comprendre comment les conditions climatiques influence la concentration d'ozone dans l'air. La base de données GLOBE apportera sa précieuse contribution pour la compréhension de la façon dont l'atmosphère terrestre pourrait être en train de changer.

## Aide au professeur

### *La mesure*

La mesure de l'ozone en surface de GLOBE est prise à l'aide d'une bande sensible chimiquement qui change de couleur en présence d'ozone. Plus il y'a d'ozone, plus le changement sera visible. La bande est accrochée à la station de suivi, de préférence à moins d'une heure du midi solaire local, et est exposée dans l'air durant une heure. Elle est ensuite lue à l'aide d'un analyseur, qui le fait de manière plus précise que l'œil, ce qui renforce la valeur scientifique de ces données.

L'intensité du changement de couleur va augmenter si la bande est exposée à l'ozone pendant une durée plus longue. Ainsi, pour s'assurer que les données de GLOBE soient comparables dans le monde, le protocole spécifie que la bande ne doit être exposée que durant une heure et que l'heure à laquelle elle a été exposée et l'heure à laquelle elle a été lue soient reportées à

or pouch until it is placed in the monitoring station because once the strip is exposed it begins to react with any ozone that is present. When placing the strip, avoid touching the chemical on the strip to prevent contamination; however there is no danger should someone touch the strip.

### ***Reading the Chemical Response***

Reading of the chemically sensitive strip must be completed in the field. The team collecting the information records the level of response on the *Ozone Data Sheet*.

### ***Determining the Level of Surface Ozone***

The hand held scanner provides a more sensitive reading of the color of the ozone test strip than can be achieved with the naked eye. The scanner is designed to give a reading of ozone concentration in units of parts per billion. The correspondence between the color of the strip and the average concentration of ozone in the air during the time the strip was exposed assumes that the exposure was for just one hour.

Place the chemical strip into the thin slot on top of the scanner. Hold the edge of the chemical strip on the end with the words "Test Card". The chemical side of the strip should face the display. Gently slide the strip into the slot on top of the scanner until the bottom of the strip touches the base of the scanner and won't slide in any further. This places the circle with the chemical in the center of the end of the scanner. It will take a few seconds for the scanner to read the color change of the strip, and identify the ozone concentration in parts per billion.

### ***Measurement Logistics***

The need to expose the ozone strip for one hour may pose a logistical challenge. One approach to solve this is to expose the ozone strip at the same time that the daily atmosphere measurements of maximum, minimum, and current temperature, precipitation, relative humidity, and clouds are made within one hour of local solar noon. These measurements will then provide one set of the cloud and current temperature measurements required to support the ozone measurement. Students would also read wind direction at this time.

GLOBE à la minute près.

### **Placer la bande chimique**

La bande chimique est exposée à l'air extérieur qui se déplace librement autour de la station de suivi. Il est très important de conserver la bande dans un sac en plastique fermé ou une poche jusqu'à ce qu'elle soit placée sur la station de suivi, puisque à partir du moment où la bande est exposée, elle commence à réagir avec l'ozone présent. Lorsque l'on place la bande, il faut éviter de toucher le réactif qui recouvre la bande afin d'empêcher toute contamination. Cependant, il n'y a aucun danger pour celui qui toucherait éventuellement la bande.

### **Lire la réponse chimique**

La lecture de la bande chimiquement sensible doit être complétée sur le terrain. L'équipe qui collecte les informations enregistre le niveau de la réponse sur la *feuille de données sur Ozone*.

### **Déterminer le niveau de l'ozone en surface**

L'analyseur portable fournit une lecture plus sensible de la couleur de la bande que ce qui peut être atteint à l'œil nu. L'analyseur est conçu pour fournir une lecture de la concentration d'ozone en unités de *parties par milliard* (ppm). La correspondance entre la couleur de la bande et la concentration moyenne d'ozone dans l'air durant le temps d'exposition requiert l'hypothèse que l'exposition s'est faite durant une heure.

Placer la bande chimique dans la fente mince sur le dessus de l'analyseur. Maintenir le bord de la bande par le bout où sont marqués les mots « Tests Card ». Le côté chimique de la bande doit être tourné vers l'écran. Faire glisser doucement la bande dans la fente sur le dessus de l'analyseur jusqu'à ce que le bas de la bande touche la base de l'analyseur et ne peut plus y rentrer. Cela place le cercle avec le produit chimique au centre du bas de l'analyseur. Cela prendra quelques secondes pour que l'analyseur lise le changement de couleur de la bande, et identifie la concentration d'ozone en parties par milliard.

### **Logistique des mesures**

Le besoin d'exposer la bande d'ozone durant une heure peut poser un défi logistique. Notre approche pour régler ceci est d'exposer la bande à la même heure que les mesures quotidiennes concernant la

Just a few minutes before an hour has passed students need to go to the site to measure the concentration of ozone detected by the strip. At the same time, they will need to open the instrument shelter and read the current temperature, do the *Cloud Cover* and *Cloud Type Protocols*, and again observe the wind direction. Unusual weather conditions that may have affected the response of the strip are reported as comments or metadata. The students who read the ozone strip do not have to be the same students who exposed the strip. This gives you some flexibility to work within the constraints of the school day and student schedules.

The key to this two time measurement is to establish a clear schedule so that everyone involved knows what they are expected to do and when to do it. Design a system so students know when the hour is nearly finished, and return to the site to read and record the data.

Ozone concentrations often vary over the day. To build a consistent set of ozone readings that can be compared across many schools, the primary data set desired is of measurements for a one hour period that begins within one hour of local solar noon. This should require the least effort as noted above. If this timing will not work at your school or if you wish to take more than one ozone measurement a day, you may do this protocol at other times. These data may not be displayed on GLOBE visualizations of mid-day ozone values, but they will be included in the tables of data associated with your school and will be made available in graphs. The key is that the ozone strip is exposed for one hour and that clouds, current temperature, and wind direction are reported for both the beginning and end of this time period.

### ***Scanner Use and Care***

An ozone measuring hand-held scanner is used to measure the level of ozone present in the atmosphere. It is important to read the handheld scanner in a shaded area with the scanner placed on a level stable surface. Sunlight and motion can affect the scanner reading.

Placing the scanner inside the instrument shelter provides the level shaded surface needed to take

température minimale, maximale et actuelle, la précipitation, l'humidité relative et les nuages, qui sont faits durant l'heure encadrant le midi solaire local. Ces mesures vont ensuite fournir une certaine disposition des nuages et une évaluation de la température courante, mesures requises pour appuyer les mesures sur l'ozone. Les étudiants liront également la direction du vent au même moment.

Juste quelques minutes avant qu'une heure ne soit passée, les étudiants ont besoin d'aller sur le site afin de mesurer la concentration d'ozone détecté par la bande. Au même moment, ils devront ouvrir la protection de l'instrument de mesure et lire la température ambiante, effectuer le Protocole de la Couverture Nuageuse et le Protocole des Types de Nuages, et observer encore une fois la direction du vent. Des conditions climatiques inhabituelles qui pourraient affecter la réaction de la bande sont reportées en commentaires ou métadonnées. Les étudiants qui lisent la bande d'ozone ne sont pas obligatoirement les mêmes que ceux qui l'ont exposée. Cela donne la flexibilité de pouvoir travailler en accord avec les contraintes de l'école et les emplois du temps des étudiants.

Ce qui est essentiel dans cette mesure à deux temps est d'établir un emploi du temps précis afin que tous ceux qui sont impliqués sachent ce qu'ils doivent faire et quand le faire. Il faut concevoir un mode de fonctionnement de manière à ce que les étudiants sachent quand est-ce que l'heure est quasiment révolue et puissent revenir sur le site pour lire et enregistrer les données.

Les concentrations d'ozone varient souvent durant la journée. Pour construire une série importante de mesures d'ozone qui pourront être comparées dans plusieurs écoles, la première série de données que l'on veut est constituée des mesures prises pendant une durée d'une heure commençant aux alentours du midi solaire local. Cela nécessiterait très peu d'effort comme précisé plus haut. Si cet horaire ne convient pas à votre école ou si vous souhaitez effectuer plus d'une mesure par jour, vous pouvez effectuer ce protocole à d'autres moments. Ces données peuvent ne pas être affichées sur les visualisations de GLOBE concernant les relevés de milieu de journée, mais elles seront incluses sur les

the ozone measurement. The instrument should be inside the GLOBE Instrument Shelter for 5 minutes to allow it time to adjust to the outside conditions. During these 5 minutes, students should be recording cloud cover, temperature, and wind direction data. After recording these data, the students will return to the instrument shelter, turn on the scanner, and wait 1 minute to allow the internal electronics to stabilize.

The scanner will automatically turn off. Turn it back on immediately to calibrate the unexposed ozone test strip. These same steps should be repeated when the students return to the site to read the exposed ozone test strip. The scanner must be brought back into the classroom after calibrating the unexposed strip as well as after reading the exposed strip.

The ozone measuring hand-held scanner is a rugged instrument, but care must be taken to ensure accurate measurements.

1. Keep the scanner at room temperature and in its protective case to protect it from dirt and dust when it is not in use.
2. Go to RESET and reset the scanner each day to MODE 01
3. When the scanner is turned on to calibrate the unexposed strip or read the exposed strip, be careful not to accidentally touch or bump the two buttons on the edge of the scanner. If the buttons are touched without a strip in the scanner, the scanner will respond by trying to save a reading without a strip and you will not have an accurate ppb reading. The scanner will need to be recalibrated with an unexposed strip to reset the white paper reading.
4. The test strip scanner is sensitive to temperature changes. If the outside temperature is not within 5° C of the classroom temperature, the scanner should remain inside and the exposed strip should be brought back into the classroom to be read. The time it takes to bring the ozone strip from the monitoring station to the classroom will not significantly impact the ozone concentrations.
5. Turn the scanner off when it is not in use.
6. Do not drop the scanner.
7. Protect the scanner's electronics from water.

tables de données associées à votre école et seront disponibles sur des graphiques. L'essentiel est que la bande soit exposée durant une heure et que les nuages, la température courante et la direction du vent soient reportées à la fois pour le début et la fin de cette période.

### **Utilisation de l'analyseur et précautions**

Un analyseur portable qui mesure l'ozone est utilisé pour évaluer le niveau d'ozone présent dans l'atmosphère. Il est important d'utiliser l'analyseur portable dans un endroit ombré avec celui-ci placé sur une surface de niveau stable. La lumière du soleil ainsi que le mouvement peuvent affecter la lecture.

Placer l'analyseur à l'intérieur de l'abri fournit le niveau de surface à l'ombre nécessaire à la mesure de l'ozone. L'instrument doit être à l'intérieur de la *Protection d'Instrument* de GLOBE durant cinq minutes pour lui donner le temps de se caler sur les conditions extérieures. Durant ces 5 minutes, les étudiants enregistrent les données concernant la couverture nuageuse, la température et la direction du vent. Après avoir enregistré ces données, les étudiants reviendront sur l'abri, allumeront l'analyseur et attendront une minute pour permettre à l'électronique interne de se stabiliser. L'analyseur va automatiquement s'éteindre. Il faut le rallumer immédiatement afin de calibrer la zone de la bande non exposée. Ces mêmes étapes doivent être répétées lorsque les étudiants reviennent sur le site pour lire la bande exposée. L'analyseur doit être ramené dans la salle de classe après avoir été étalonné par la bande non-exposée aussi bien qu'après la lecture de la bande exposée.

L'analyseur de mesure portable est un appareil solide mais des soins doivent être pris pour garantir des mesures précises.

1. Conservez l'analyseur à température ambiante et dans sa sacoche de protection afin de le protéger de la saleté et de la poussière lorsqu'il n'est pas utilisé.
2. Allez sur RESET et réinitialiser l'analyseur chaque jour au MODE 01
3. Lorsque l'analyseur est allumé pour calibrer la bande non-exposée ou lire la bande exposée, faites attention de ne pas toucher accidentellement ou appuyer les deux boutons

8. Change the three AAA batteries when the scanner indicates they have low power.

### ***Supporting Measurements***

Since the chemistry of trace gases in the atmosphere depends on the amount of sunlight present, students are asked to record the cloud cover and type when they expose the strip and when they read it. Many chemical reactions also depend on temperature and so students are asked to measure current temperature when the strip is exposed and read. Lastly, the amounts of trace gases present may vary considerably depending on what is upwind from your measurement site. Students also measure the wind direction at the beginning and end of the exposure period.

These supporting data can be compared to data collected from other schools in different locations. As students learn about the air they breathe, they should explore how weather conditions can affect the amount of ozone in the air around them. Comparing the data they gather with students from other regions of the world is an appropriate topic for student inquiry.

### **Note:**

If wind measurements are not available, data from the closest surface weather site (available on the Web) would be important to have in the analysis of the data (as well as for the analysis of other atmosphere protocol measurements). If data are taken from the Web, this fact should be noted in the metadata.

### ***Student Preparation***

. Students need to be trained how to measure and record the surface ozone level. It will be important to the accuracy of the measurement that students are able to:

1. Work in cooperative groups of 2-4 students to gather, analyze, and discuss results.
2. Organize all materials needed to set up and take the measurement of surface ozone.
3. Follow a schedule to return to the ozone monitoring site 5-10 minutes before strip is to be read to take supporting measurements.
4. Identify and record the starting time when they expose the chemical strip, and accurately read the strip at the end of one

sur le bord de l'analyseur. Si les boutons sont appuyés sans bande dans l'analyseur, ce dernier va répondre en essayant de sauvegarder une lecture sans bande et vous n'aurez pas de lecture précise en parties par milliard. L'analyseur devra être étalonné de nouveau avec une bande non-exposée pour réinitialiser la lecture du papier blanc.

4. L'analyseur de bande de test est sensible aux changements de température. Si la température externe n'est pas dans une tranche de 5°C autour de la température de la classe, l'analyseur doit rester à l'intérieur et la bande exposée doit être ramenée dans la classe afin d'être lue. Le temps nécessaire pour ramener la bande de la station de suivi jusque dans la classe n'affectera pas les concentrations d'ozone de manière significative.
5. Éteignez l'analyseur lorsqu'il n'est pas utilisé
6. Ne laissez pas tomber l'analyseur
7. Protégez l'électronique de l'analyseur de l'eau.
8. Changez les 3 piles AAA lorsque l'analyseur indique qu'elles ont une faible tension.

### ***Logistique des mesures.***

Comme la chimie des gaz traceurs dans l'atmosphère dépend de la quantité de lumière présente, on demande aux étudiants d'enregistrer la couverture nuageuse ainsi que le type de nuage lorsqu'ils exposent la bande et lorsqu'ils la lisent. De nombreuses réactions chimiques dépendent également de la température ; par conséquent, les étudiants doivent mesurer la température courante lorsque la bande est exposée puis lue. Finalement, les quantités de gaz traceurs présents peuvent varier considérablement dépendant de ce qui se trouve à l'amont de votre site de mesure. Les étudiants mesurent également la direction du vent au début et à la fin de la période d'exposition.

Ces données supplémentaires peuvent être comparées à des données collectées par d'autres écoles dans d'autres endroits. En même temps que les étudiants apprennent plus sur l'air qu'ils respirent, ils doivent de demander comment des les conditions climatiques peuvent affecter la quantité d'ozone dans l'air les entourant. En comparant des données qu'ils ont collectées avec celles des étudiants d'autres régions du monde est un sujet approprié pour de la recherche étudiante.

hour.

5. Carry the chemically sensitive strip to the monitoring site in a plastic bag to control exposure time.
6. Read and follow the *Ozone Field Guide* instructions for placing and reading the ozone strip.
7. Read the current temperature from the maximum/minimum thermometer without altering the maximum and minimum settings.
8. Identify and record cloud type and cover using the *Cloud Protocols*.
9. Record data accurately and completely for reporting to GLOBE and for future graphing and analysis.
10. Record their observations in their individual GLOBE Science Logs.
11. Respond in their GLOBE Science Logs to a question that reveals the individual nature of their learning experience, share their responses with their team, discuss, and choose to add to their response as a result of their discussion without changing their original response.

### ***Helpful Hints***

Have a designated area to keep the clipboard with the *Data Sheet* to facilitate different teams working to record data. Keep the *Data Sheets* in a notebook so that they are not misplaced. From time to time check the written record in the Data Book to ensure that it is complete and accurate. Sometimes a chemical strip gets damaged while exposed to ambient air. If the chemical strip gets wet, the response will be marbled. Enter M for data for this day or time period. This will indicate that the measurement was taken, but it was contaminated. If there is no response on the chemical strip, enter 0 to indicate no surface ozone is present.

### ***Questions for Further Investigation***

Is the amount of ozone you observe related to other atmosphere phenomena? Which ones? How? How can you use your data collected over a period of time to predict future changes in the atmosphere? What is the variability of ozone in the atmosphere daily? Seasonally? Annually?

**Note:** Si des mesures du vent ne sont pas disponibles, il serait important d'avoir les données provenant du site de mesure le plus proche (disponible sur le WEB) pour l'analyse des données (aussi bien que pour l'analyse d'autres protocoles de mesures atmosphériques). Si les données sont tirées du WEB, ce fait doit être mentionné dans les métadonnées.

### **Préparation des étudiants.**

Les étudiants doivent être formés à la manière de mesurer et d'enregistrer le niveau d'ozone en surface. Il serait important pour la précision de la mesure que les étudiants sachent :

1. Travailler en équipe de 2-4 étudiants pour collecter, analyser et discuter des résultats.
2. Organiser tout le matériel nécessaire pour la mise en place et la prise de la mesure du niveau d'ozone en surface.
3. Suivre un emploi du temps pour revenir près de la bande de mesure 5-10 minutes avant l'heure de lecture de celle-ci afin de prendre des mesures de soutien.
4. Identifier et enregistrer l'heure de début de l'exposition de la bande chimique et lire de manière précise la bande après une heure.
5. Transporter la bande sensible chimiquement jusqu'à la station de suivi dans un sac en plastique afin de contrôler le temps d'exposition.
6. Lire et suivre les instructions du «guide pratique de l'ozone» pour placer et lire la bande.
7. Lire la température courante sur le thermomètre muni des réglages de minimum et de maximum sans affecter ces réglages.
8. Identifier et enregistrer le type de nuage ainsi que la couverture nuageuse en utilisant le Protocole Nuages
9. Enregistrer précisément et entièrement les données pour les transmettre à GLOBE, ou dans l'optique de futurs graphes et analyses.
10. Enregistrer leurs observations dans leur livret scientifique personnel GLOBE
11. Répondre dans leur livret personnel aux questions qui révèlent la nature individuelle de leur expérience d'apprentissage, partager ces réponses avec le reste de l'équipe, discuter et choisir d'ajouter les réponses comme résultat

de leur discussion sans changer leur réponse d'origine.

### **Astuces Utiles**

Avoir un endroit conçu pour conserver le tableau d'affichage avec la feuille de données afin de faciliter le travail d'enregistrement des différentes équipes. Conserver les feuilles de données dans un cahier afin qu'elles ne soient pas mal placées.

De temps en temps, vérifier l'enregistrement écrit dans le Livre des Données afin de s'assurer qu'il soit complet et précis.

Quelquefois une bande chimique peut être endommagée lorsqu'elle est exposée à l'air ambiante. Si la bande chimique est mouillée, la réponse sera faussée. Mentionner M (ou F) pour ce jour ou cet instant. Cela indiquera que la mesure a été prise mais qu'elle a été altérée.

S'il n'y a pas de réponse sur la bande, entrer 0 afin d'indiquer que l'ozone n'est pas présent en surface.

### **Questions pour de futures recherches**

Est-ce que la quantité d'ozone que vous observez est liée à d'autres phénomènes atmosphériques ? Lesquels ? Comment ?

Comment pouvez-vous utiliser les données collectées sur une période de temps pour prédire de futurs changements dans l'atmosphère ?

Quelle est la variation journalière de l'ozone dans l'atmosphère ? Et suivant les saisons ? Annuellement ?

# Exposer la bande de test pour mesurer l'ozone

Guide de laboratoire

## But

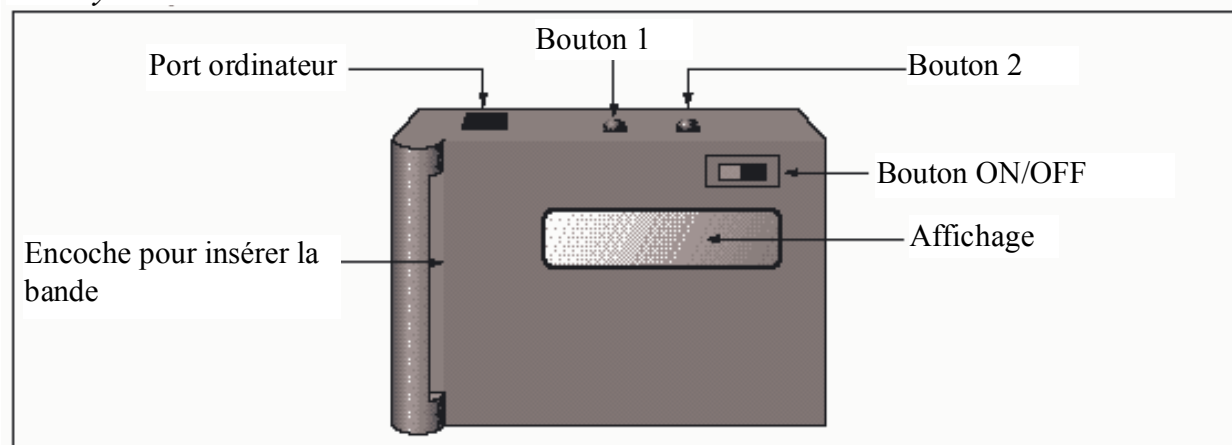
Débuter la mesure de la concentration d'ozone en surface

Enregistrer les conditions nuageuses, la direction du vent et la température courante de l'atmosphère

## Ce dont vous avez besoin

- Une bande de test sensible à l'ozone
- Un analyseur de bande de test
- Un porte-bloc
- Un crayon ou un stylo
- La feuille de mesure de la direction du vent
- La feuille de mesure du type de nuage
- L'appareil de mesure de la direction du vent
- Un sac en plastique pour transporter la bande de test sur le site
- Un réveil ou une montre précise à la minute près
- Une *feuille de données OZONE*
- Un psychromètre ou un hygromètre numérique
- La feuille de la couverture nuageuse
- Les abaques de GLOBE sur les nuages
- La clé pour la protection de l'instrument de mesure

### *l'analyseur de bande de test*



## **Sur le terrain ou dans la classe**

1. Remplir l'en-tête de la feuille de données OZONE
2. Ne prendre qu'une bande de test du sac en plastique
3. Enregistrer la date et l'heure de début.

## **Etalonnage de l'analyseur**

4. Placez l'analyseur sur une surface fixe mais hors de la lumière directe du soleil
5. Allumez l'analyseur et vous devriez voir ce qui suit sur l'écran de sortie LCD. (le nombre que vous voyez sous SAVE peut être différent)



6. Placez la bande non exposée dans l'analyseur avec **le côté chimique face à l'affichage**
7. Appuyez sur le bouton 1 jusqu'à ce que vous voyiez CALIB sur l'affichage
8. Appuyez sur le bouton 2 pour choisir WHT PAPER. Le nombre sous EXIT peut fluctuer. Cela convient
9. Maintenez appuyés les boutons 1 et 2 simultanément pour sauvegarder l'étalonnage. L'analyseur reviendra au Mode 01. (le nombre sous SAVE devrait être 000 mais peut varier légèrement. Si la valeur lue est supérieure à 0.003, répétez les étapes 7 à 9 pour étalonner à nouveau l'instrument.
10. Enlevez la bande non-exposée, éteindre l'analyseur.

## **Sur le terrain**

11. Placez cette bande de test sur la station de suivi. Ne jamais toucher la partie chimique de la bande. (Ce n'est pas dangereux, mais le toucher pourrait empêcher d'avoir une mesure précise.). Enregistrez l'heure.
12. Déterminez la couverture nuageuse et le type de nuage en s'appuyant sur les protocoles de la Couverture Nuageuse et de Type de Nuages
13. Mesurez et enregistrez la température courante sur le thermomètre dans la protection de l'appareil (à 0,5°C près)
14. Enregistrez la direction du vent
15. Mesurez et enregistrez l'humidité relative en utilisant soit un psychromètre soit un hygromètre numérique.

# Lire la bande de test pour mesurer

## l'ozone

Guide de laboratoire

### **But**

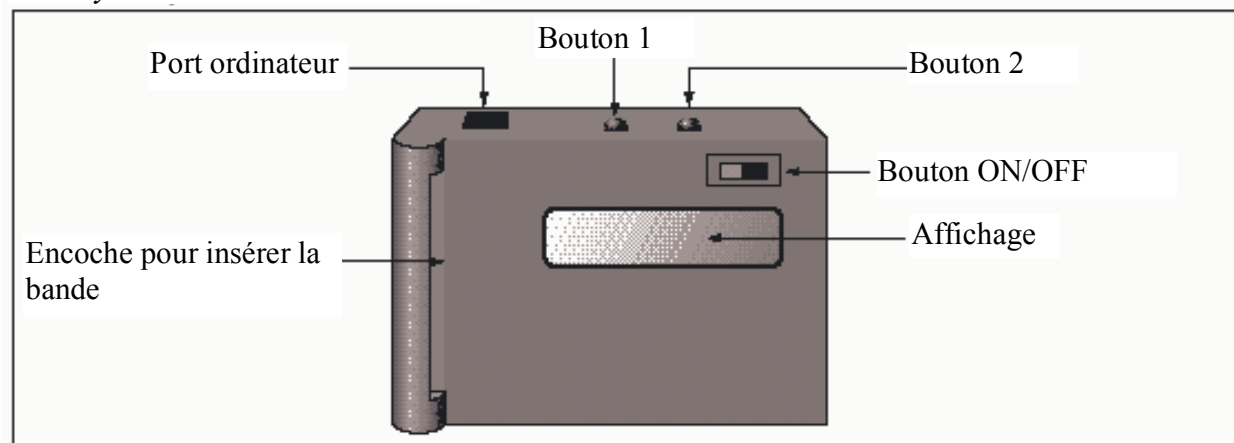
Compléter la mesure de la concentration d'ozone en surface après que la bande ait été exposée durant une heure

Enregistrer les conditions nuageuses, la direction du vent et la température courante de l'atmosphère

### **Ce dont vous avez besoin**

- Une bande de test sensible à l'ozone
- Un analyseur de bande de test
- Un porte-bloc
- Un crayon ou un stylo
- La feuille de mesure de la direction du vent
- La feuille de mesure du type de nuage
- L'appareil de mesure de la direction du vent
- Un sac en plastique pour transporter la bande de test sur le site
- Un réveil ou une montre précise à la minute près
- Une *feuille de données OZONE*
- Un psychromètre ou un hygromètre numérique
- La feuille de la couverture nuageuse
- Les abaques de GLOBE sur les nuages
- La clé pour la protection de l'instrument de mesure

### *l'analyseur de bande de test*



## **Sur le terrain**

Dix minutes avant que la bande ne soit exposée durant une heure :

1. Déterminer la couverture nuageuse et le type de nuage en utilisant les protocoles de couverture nuageuse et de type de nuage.
2. Lire et enregistrer la température indiquée sur le thermomètre.
3. Déterminer et enregistrer la direction du vent.
4. Mesurer et enregistrer l'humidité relative en utilisant soit un psychomètre soit un hygromètre numérique.

Après que la bande ait été exposée durant une heure :

5. Enlever la bande accrochée ; faire attention de ne pas toucher la partie chimique de celle-ci.

## **Sur le terrain ou dans la salle de classe**

6. Allumer l'analyseur. Vous devriez voir quelque chose affiché de la sorte :



7. Placer la bande chimique dans la fente mince sur le dessus de l'analyseur jusqu'à ce que le bas de la bande touche la base de l'analyseur et ne peut plus y rentrer. Le côté chimique de la bande doit être tourné vers l'écran et être au centre du bas de l'analyseur.
8. Placer l'analyseur sur une surface fixe loin hors de la lumière directe du soleil. La valeur lue devrait arrêter de fluctuer après 5-10 secondes
9. Enregistrer la lecture en ppm sur votre feuille de Données
10. Enregistrer l'heure à laquelle vous avez lue la bande de mesure

**Note** : Il est courant pour l'analyseur d'afficher plus d'une valeur. A cause de la nature de l'électronique dans l'analyseur et le fait que la couleur sur la bande exposée soit rarement complètement uniforme, (même si cela à l'air à l'œil nu), c'est normal que la concentration affichée sur l'écran varie entre quelques valeurs et finalement commence à augmenter d'autant plus que la bande reste longtemps dans l'analyseur.

Puisque la précision de la mesure est de 10ppm, une fluctuation de la valeur comprise entre 1 et 5 ppm est acceptable. Le but du protocole de la mesure d'ozone en surface est d'être capable de faire la différence entre les valeurs qui sont considérées comme faibles (0-20 ppm), normale (30-50 ppm) et élevées (>60 ppm).

# Mesurer la vitesse du vent

Guide de terrain

## Tâche

Déterminer la vitesse du vent en utilisant un instrument de mesure de la vitesse du vent.

## Ce dont vous avez besoin

- Appareil de mesure de la direction du vent.
- Feuille de données Ozone
- Porte-bloc

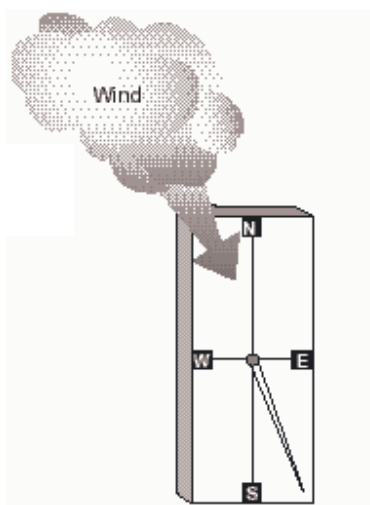
## Sur le terrain

1. Placez votre appareil de mesure de la direction du vent sur une table ou un banc haut d'environ 1m.
2. Utilisez la boussole afin de trouver le nord magnétique et alignez la base du modèle marqué N afin de faire correspondre au nord vrai.
3. Regardez la voile afin de voir s'il y'a du vent qui souffle
4. Mettez votre main droite sur votre hanche et tendez votre bras gauche
5. Tournez votre corps jusqu'à ce que votre main tendue pointe dans la même direction que la voile. Votre coude droit pointe alors dans la direction du vent
6. Enregistrez cette direction sur la feuille de données ozone.

Par exemple, si votre voile au vent pointe au sud, votre main tendue doit pointer vers le sud. Pour que la voile du vent pointe au sud, d'où doit provenir le vent ? du nord.

Votre main tendue pointe vers la direction où va le vent, et le coude de votre main pliée pointe dans la direction d'où vient le vent. Les vents sont identifiés suivant la direction de leur provenance.

Le vent arrive du **nord-ouest**.



La voile est soufflée en direction du **sud-est**.



## Questions fréquentes

### 1. What if the ozone strip does not change color after one hour?

If there is no color change, enter 0 on the data sheet, because it indicates that there is very little or no surface ozone present.

### 2. What if the ozone strip got wet due to rain or snow and the color is marbled, or the surface is not one complete color?

Your ozone measurement strip is contaminated or spoiled which means the data are not accurate. Report your data as M to the GLOBE Data Server. Note as a comment weather conditions which may have affected your results. Still measure the current temperature, cloud cover and cloud type and report them.

### 3. We are not in school on the weekend, how can we collect data?

Persistence in data collection is important, so work with your GLOBE team to arrange for a volunteer to bring one or two students to your Atmosphere Study Site on weekends and holidays if possible.

Data from school days alone are still valuable, but for some schools weekends will have systematically different ozone levels.

### 4. Can the plastic disk and strip be placed on the weather station?

No. They should be on different posts.

### 5. Why is it important to take the temperature reading after recording the ozone level?

The strip will continue to respond to the gases in the air. So it is important to take the ozone reading and then the temperature reading.

### 6. Why is it important to record the wind direction, cloud cover and type, and current temperature before calibrating an unexposed strip or reading the exposed strip?

The scanner needs time to adjust to the outside conditions. If you return to the monitoring site 5-8 minutes before the hour you have to read the exposed strip, you can place the scanner in the instrument shelter, and record the cloud cover and type, wind direction, and current temperature reading while the scanner adjusts to the outside conditions. Remember that the strip will continue to respond to the gases in the air and it is important to read the response of the strip one hour after it was placed.

### 1. Que faire si la bande de test ne change pas de couleur après une heure ?

S'il n'y a pas de changement de couleur, entrer 0 sur la feuille de données parce que cela signifie qu'il y a peu ou pas d'ozone, présent en surface.

### 2. Que faire si la bande de test est mouillée à cause de la pluie ou de la neige et que la couleur est disparate, ou que la surface n'est pas entièrement colorée ?

Votre bande d'ozone est contaminée ou gâchée ce qui signifie que les données ne sont pas précises. Reporter les données sous la lettre M sur le serveur de données de GLOBE. Notez en commentaires les conditions climatiques qui pourraient avoir affectées vos résultats. Mesurez quand même la température courante, la couverture nuageuse et enregistrez les.

### 3. Nous ne sommes pas à l'école durant le week-end, comment pouvons-nous collecter les données ?

La persévérance dans la collection des données est importante, ainsi, travaillez avec votre équipe de GLOBE afin de désigner un volontaire pour amener un ou deux étudiants sur le site d'Etudes Atmosphériques pendant les week-ends et les vacances si possible. Les données des jours d'école uniquement sont toujours précieuses, mais pour quelques écoles, les week-ends présenteront toujours systématiquement des niveaux d'ozone différents.

### 4. Est-ce que le disque en plastique et la bande peuvent être placés sur la station climatique ?

Non, ils doivent être placés sur différents postes.

### 5. Pourquoi est-il important de prendre la température juste après avoir enregistré le niveau d'ozone ?

La bande continuera à réagir avec les gaz de l'air. Ainsi, il est important de prendre le niveau d'ozone et ensuite la température.

### 6. Pourquoi est-il important d'enregistrer la direction du vent, le type et la couverture nuageuse, ainsi que la température courante avant d'étalonner une bande non-exposée ou de lire une bande exposée ?

L'analyseur a besoin de temps pour s'ajuster aux conditions extérieures. Si vous revenez à la station de suivi 5-8 minutes avant l'heure à laquelle vous devez lire la bande exposée, vous pouvez placer l'analyseur dans la protection de l'instrument, et enregistrer la couverture nuageuse ainsi que son type, la direction du

## 7. What are some common problems with using the test strip scanner and how can I fix them?

*Problem 1: I don't know if my scanner is calibrated correctly*

To check the calibration of the scanner, first turn the scanner on and reset it. Go to CALIB and place an unexposed strip in the Scanner. Push the right button, button #2, and let the scanner read the unexposed strip for 1 minute. Record the lowest and highest readings. A large range (> 5 ppb) between the lowest and highest readings, or a reading of 180 or higher indicates a scanner problem. Contact the Vender and return the scanner for repairs.

*Problem 2: The reading under "SAVE" is a Range of Low Fluctuating Numbers*

The scanner was calibrated without an unexposed strip. Push the left button, button #1, until CALIB shows on the LCD. Place an unexposed strip in the scanner, push the right button, button #2, and then hold both buttons down simultaneously to reset the calibration for an unexposed strip. The scanner should return to SAVE 170.

*Problem 3: The LCD Reads 8HR PPB or AQI When the Scanner is Turned On*

If settings have been changed the reading under SAVE will also be different. Someone has changed the SETTING categories in the scanner. Push the left button, button number 1 until SETTINGS appear on the LCD. Push the right button, button #2, and you will see DRATION = 8HR. Push the right button until you see DRATION = 1HR. Push the left button and it will show MEASURE = AQI. Push the right button until it scrolls to MEASURE = PPB and push the left button. Now push both buttons simultaneously to save the settings and return to the original screen on the LCD. It should read:

vent et la température courante pendant que l'analyseur s'ajuste aux conditions extérieures. Rappelez-vous que la bande va continuer à réagir en réponse aux gaz présents dans l'air et c'est important de lire la réponse de la bande une heure après qu'elle ait été placée.

## 7. Quels sont les problèmes souvent rencontrés lors de l'utilisation de l'analyseur de la bande de test et comment puis-je les surmonter ?

*Problème 1 : Je ne sais pas si mon analyseur est étalonné correctement*

Pour vérifier l'étalonnage de l'analyseur, allumez d'abord l'analyseur et réinitialisez-le.

Allez sur CALIB et placez une bande non-exposée dans l'analyseur. Appuyez sur le bouton droit (bouton numéro 2) et laissez l'analyseur lire la bande non-exposée pendant une minute. Enregistrer parmi les valeurs lues, la valeur la plus basse et la plus élevée. Une plage trop grande (>5ppm) entre la valeur la plus basse et la plus élevée ou une valeur lue supérieure à 180 indique que l'analyseur a rencontré des difficultés. Contactez le vendeur et retournez l'analyseur afin qu'il soit réparé.

*Problème 2 : La lecture sous « SAVE » est une plage de valeurs faibles fluctuantes.*

L'analyseur a été calibré sans bande non-exposée. Appuyez sur le bouton gauche (bouton numéro 1) jusqu'à ce que l'écran LCD affiche CALIB. Placez une bande non-exposée dans l'analyseur, appuyez sur le bouton de droite (bouton numéro 2) et ensuite maintenez appuyés les deux boutons simultanément pour réinitialiser l'étalonnage pour une bande non-exposée. L'analyseur devrait alors afficher SAVE 170.

*Problème 3 : l'écran LCD affiche 8HR PPM ou AQI lorsque l'analyseur est allumé.*

Si les réglages ont été changés la valeur lue sous SAVE sera aussi différente. Quelqu'un a changé la catégorie de réglages dans l'analyseur. Appuyez sur le bouton de gauche (bouton numéro 1) jusqu'à ce que l'écran LCD affiche SETTINGS. Appuyez sur le bouton droit (bouton numéro 2) et vous verrez DRATION = 8HR. Appuyez sur le bouton droit jusqu'à ce que vous voyiez DRATION = 1HR. Appuyez sur le bouton gauche et sera affiché MEASURE=AQI. Appuyez sur le bouton droit pour le faire défiler jusqu'à MEASURE=PPM et appuyez sur le bouton de gauche. Ensuite appuyez sur les deux

## Surface Ozone Measurement - Looking at the Data

### *Are the data reasonable?*

Average surface ozone measurements can range from nearly 0 ppb to over 150 ppb (and even 200 ppb in extremely polluted conditions). Research has shown that different areas experience different levels of surface ozone depending upon time of year, location, and the level of hydrocarbons and nitrogen oxides in the air, since they are the precursors needed to produce ozone near Earth's surface.

Students taking daily measurements over several weeks should observe a range of ozone levels. Often, there is a gradual build-up over several days, and then concentrations drop over a shorter period of time. Students should take particular note of the wind direction and temperature over this several-week period along with the passage of weather fronts. Has the wind shifted? Are there days when there is a heavy overcast and the ozone levels show unusually low values? On a longer time scale, how do surface ozone measurements vary with season and from one year to another? Gaining experience with the variations in ozone concentration at your own site is the best way to judge whether individual measurements are reasonable.

Although surface ozone concentrations can be quite variable, there are some correlations that usually apply. Sunlight drives some of the chemical reactions in the atmosphere which lead to the formation of ozone. Therefore, it is reasonable to expect higher surface ozone concentrations in the summer than in the winter. In low latitudes, where the amount of sunlight is relatively constant (and high) throughout the year, highest surface ozone values are found most often if there is a seasonal source of the

boutons simultanément pour sauvegarder les réglages et revenir à l'écran de départ. Il devrait afficher :



## Mesure de l'ozone en surface – Analyse des données.

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

La valeur moyenne des mesures de l'ozone en surface peuvent varier de quasiment 0ppm à plus de 150ppm (et même 200ppm dans des régions extrêmement polluées). Des recherches ont montré que différentes régions sont sujettes à différents niveaux d'ozone dépendant de la période dans l'année, de la situation géographique, et du niveau d'oxyde d'hydrocarbures et d'azote dans l'air, sachant qu'ils sont les précurseurs nécessaires pour produire de l'ozone à la surface de la Terre.

Les étudiants qui prennent des mesures journalières sur plusieurs semaines devraient observer des variations du niveau d'ozone. Souvent, il y'a une accumulation graduelle sur plusieurs jours et soudainement la concentration chute sur une plus petite période. Les étudiants doivent relever soigneusement la direction du vent et la température sur cette période de plusieurs semaines en même temps que le passage des fronts climatiques.

Est-ce que le vent a changé de direction ? Y'a t-il des jours où il y'a eu un ciel extrêmement couvert et que les niveaux d'ozone soient inhabituellement bas ? Sur une plus grande échelle de temps, comment varient les mesures d'ozone en surface selon les saisons et d'une année à l'autre ? Acquérir de l'expérience concernant les variations de la concentration d'ozone sur votre site est le meilleur moyen de juger si des mesures individuelles sont cohérentes.

Même si la concentration d'ozone en surface peut-être assez variable, quelques corrélations peuvent habituellement être appliquées. La lumière du soleil provoque quelques réactions chimiques dans l'atmosphère qui mènent à la formation de l'ozone. De ce fait, il est normal de s'attendre à une concentration d'ozone en surface plus élevée en été qu'en hiver. Dans les basses latitudes où la quantité de lumière est relativement constante (et élevée) tout au

precursors needed to generate ozone. Thus, in many tropical areas, surface ozone levels will likely increase if there is a preferred time of the year when biomass burning takes place. This seasonality may be linked to the region's dry season, since it is easier to burn vegetation after it has dried out over a period of several weeks.

On shorter time scales, heavy cloud cover and low surface ozone concentrations are often observed at the same time. It is unlikely that high concentrations would be present if it is raining. When there is little or no wind, local concentrations of the chemicals leading to ozone formation can build up. Under these conditions, the ozone formed locally is not carried away and is not diluted with air from higher in the troposphere where ozone concentrations are generally lower. The chemical processes leading to ozone production happen more rapidly under warmer conditions.

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

#### *Monthly data gathered at fixed times*

One method of collecting data is to measure ozone every day for a specific period of time, usually for at least one month, and hopefully longer. An example of a 1-month data record is presented in Table AT-SO-1.

This is a typical data set that would be gathered by students at the same time every day. Plotting ozone concentration versus temperature does not reveal any strong correlation; for example, both the warmest day (11/1) and the coldest day (11/23) have the two highest ozone readings (55 and 46 ppb). There is, however, a general tendency for concentrations to be lower when the temperatures are colder: From the 10th through the 25th, temperatures are below 20° C and the ozone concentrations average 15 ppb. When the temperatures are >20° C and it is not raining, the average concentration is 38 ppb., more than twice as high as when it is relatively cool. The other very important factor in this analysis is the wind direction. When the wind is from the south or southwest, the average concentration is 41 ppb. For this particular data set, the wind direction

long de l'année, on trouve les valeurs de concentration les plus élevées s'il y'a une source saisonnière de précurseurs nécessaires à la génération d'ozone. Donc, dans beaucoup de régions tropicales, les niveaux de concentration d'ozone en surface vont probablement augmenter s'il y'a un instant privilégié dans l'année où a lieu la combustion de biomasse. Ce caractère saisonnier peut être lié à la saison sèche, puisqu'il est plus facile de brûler la végétation si elle a séché pendant une période de plusieurs semaines.

Sur de plus petites échelles de temps, une couverture nuageuse importante et de faibles concentrations d'ozone au niveau du sol sont souvent obtenues en même temps. Il est peu probable que l'on trouve une concentration élevée s'il pleut. Lorsqu'il y'a peu ou pas de vent, les concentrations locales des produits chimiques qui mènent à la formation de l'ozone peuvent s'accumuler. Dans de telles conditions, l'ozone formé localement n'est pas emporté et n'est pas dilué avec l'air provenant de plus haut dans la troposphère où les concentrations d'ozone sont généralement plus faibles. Le processus chimique menant à la production d'ozone a lieu plus rapidement dans des conditions plus tièdes.

### **Que cherche-t-on dans ces données ?**

#### *Données mensuelles collectées à des instants fixés.*

Une méthode de collecter les données est de mesurer la concentration d'ozone tous les jours pendant une durée spécifique, normalement pour au moins un mois, et avec un peu de chance, plus longtemps. Un exemple d'enregistrement sur un mois est présenté dans le tableau AT-SO-1.

C'est un jeu de données typique qui seraient collectées par les étudiants chaque jour à la même heure. Tracer la concentration d'ozone en fonction de la température ne montre pas de corrélation forte entre les deux. Par exemple, le jour le plus chaud (1/11) ainsi que le jour le plus froid (23/11) ont tous deux les valeurs les plus fortes relevées (55 et 46 ppm). Cependant, les concentrations ont généralement tendance à être faibles lorsque la température décroît. Du 10 au 25 la température est en dessous de 20°C et la moyenne de la concentration d'ozone est de 15ppm. Lorsque les températures sont supérieures à 20°C et qu'il ne pleut pas, la concentration moyenne est de 38 ppm, plus de deux fois plus élevée que lorsqu'il fait relativement plus frais. L'autre facteur important dans cette analyse est la direction du vent. Lorsque le vent est du sud ou

appears to be the primary factor signaling higher concentrations. The reasons for this finding may be simple, or they may be complex. For example, is there a large metropolitan area located nearby and when the air is from the south, are you downwind of a large pollution source? Such an effect is often observed in the Los Angeles basin where highest concentrations of ozone are primarily found in the suburban areas downwind from the metropolitan area. Another reason may be due to the placement of the ozone monitoring site if, for example, there is an open field to the south and a forested region to the north. Ozone is destroyed as it comes in contact with leaves on a tree, so a fetch of air from the north in this case could be lowering the amount of ozone observed at the monitoring site. In this particular example, the metadata are extremely important for data interpretation.

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

#### ***Forming a Hypothesis***

A student of Heart of Mary School in Alabama has decided to focus on the interconnections of atmospheric conditions on the level of surface ozone observed. She has decided to begin her research process by looking at the visualizations of measurements of the ozone level and current temperature at her school for the month of April. Her initial hypothesis is the level of surface ozone produced is directly related to the current temperature.

#### ***Collecting and Analyzing Data***

Measuring surface ozone is a new protocol, but her school has several months of data they have gathered during the initial implementation of the new protocol. She decides to identify a month that is beginning to show increased levels of ozone to begin her analysis. There is an Air Quality Monitoring site near her school, which has been turned on since March, so she accesses the ozone levels measured by the professional equipment to be sure the data she has collected are of good quality.

She finds her data fall within a range of +10 ppb of the professional readings. Clearly, her data are good enough for her project.

du sud-ouest, la concentration moyenne est de 41ppm. Pour ce jeu de données particulier, la direction du vent apparaît comme le premier facteur qui indique de plus fortes concentrations. Les raisons de cette découverte peuvent tout aussi bien être simples que complexes. Par exemple, s'il y a une grande région urbaine avoisinante et que le vent provient du sud, êtes-vous à l'aval d'une grande source de pollution ? Un tel effet est souvent observé dans la cuvette de Los Angeles où les plus fortes concentrations d'ozone se trouvent en premier lieu dans les régions de la banlieue en aval de la zone métropolitaine.

Une autre raison peut-être due au placement de la zone de suivi de l'ozone. Par exemple, s'il y'a un openfield au sud et une région forestière au nord. L'ozone est détruit lorsqu'il entre en contact avec les feuilles d'un arbre ; ainsi, de l'air amené du nord peut dans ce cas diminuer la quantité d'ozone observée sur le site de surveillance. Dans cette exemple-ci, les métadonnées sont extrêmement importantes pour l'interprétation des données.

### ***Un exemple d'une recherche d'un étudiant.***

#### ***Formuler une hypothèse.***

Un étudiant de l'école Heart of Mary en Alabama a décidé de porter son attention sur les interconnections entre les conditions atmosphériques et les niveaux d'ozone observés. Elle a décidé de débiter son processus de recherche en s'intéressant à des visualisations de mesures de niveau d'ozone et de température courante durant le mois d'avril. Son hypothèse initial était que le niveau d'ozone produit en surface était directement lié à la température courante.

#### ***Collecter et Analyser des données***

Mesurer la quantité d'ozone en surface est un nouveau protocole, mais son école possède des données sur plusieurs mois, collectées durant la réalisation du nouveau protocole. Elle décide d'identifier un mois qui commence à montrer des niveaux d'ozone qui augmentent afin de commencer son analyse. Il y a un site de Surveillance de la Qualité de l'Air près de son école, qui a été lancé depuis mars, donc elle a accès aux niveaux d'ozone mesurés par les équipements professionnels pour être sûre que les données qu'elle récolte soient de bonne qualité. Elle trouve que ses données chutent dans une fourchette de +/- 10ppm par rapport aux valeurs professionnelles. Ses données sont clairement assez précises pour son projet.

Table AT-SO-1 **Heart of Mary School–ppb Ozone and Metadata**

Date	ppb	Ending Temp	End Time	Cloud Type	Cloud Cover	Wind Direction (beginning/ending)	Notes
11/1/00	55	28	12:50	Cirrostratus, Cumulonimbus	Broken	SW/SW	
11/7/00	19	26	12:30	Stratocumulus	Overcast	SW/SW	Heavy rain
11/8/00	12	26	12:25	Stratocumulus	Overcast	SE/SE	Light rain
11/9/00	35	24	12:25	None	No clouds	NW/NW	
11/10/00	13	14	12:15	None	No clouds	NW/NW	
11/11/00	15	16	12:25	None	No clouds	W/NW	
11/14/00	22	14	12:30	Cirrus	Scattered	NW/NW	
11/15/00	16	14	12:30	Cirrostratus	Scattered	NW/NW	
11/17/00	13	5	12:30	Cirrostratus	Overcast	NW/NW	31 mm of rain
11/20/00	14	14	12:40	None	No clouds	NW/NW	
11/21/00	13	9	12:25	None	No clouds	NW/NW	
11/22/00	16	12	12:45	Cirrostratus	Clear	NW/NW	
11/23/00	46	6	12:15	Nimbostratus	Overcast	S/S	
11/25/00	16	15	1:00	Nimbostratus	Overcast	W/W	
11/27/00	31	21	12:30	None	No clouds	SW/SW	
11/28/00	30	20	12:40	Cirrus	Overcast	SW/SW	
11/29/00	40	21	12:30	Cumulus	Clear	W/W	

Broken : éparse  
Overcast : couvert  
Clear : dégagé

She begins by organizing a spreadsheet of her ozone measurements, ending temperature, cloud type and cover, and the starting and ending wind direction by the dates the information was recorded. See Table AT-SO-3.

She generates a plot of the ozone measurements and considers measurements of 39 ppb and lower as low ozone levels and 60 ppb and higher relatively high ozone. She then graphs the ozone and current temperature measurements. See Figure ATSO- 3.

While reviewing her data she realizes that there is a pattern on some days when the temperature goes up, the ozone level increases, and when it goes down the ozone level decreases. However, there are days when the temperature was equally high and the ozone level dropped dramatically. She knows her data are reasonable as she compared them with professional data, and wonders if she reorganizes her data by

Elle commence par organiser un tableau représentant ses mesures d’ozone, sa température de fin, le type de nuages et la couverture nuageuse, ainsi que la direction du vent au début et à la fin les jours où les informations ont été enregistrées.

Elle génère une représentation graphique des mesures de l’ozone et considère que les mesures égales ou inférieures à 39ppm sont des faibles niveaux d’ozone alors que les mesures de 60ppm et plus sont considérées comme relativement élevées. Elle tient donc les mesures d’ozone et de température. Voir figure AT-SO-3.

Lorsqu’elle regarde de nouveaux ses données, elle se rend compte qu’il y’a un schéma sur quelques jours, lorsque la température augmente, le niveau d’ozone augmente et lorsqu’elle diminue, le niveau d’ozone décroît. Cependant, il y’a des jours où la température était tout aussi élevée mais que le niveau d’ozone a chuté de manière spectaculaire.

temperature will she be able to quickly identify the days with similar temperature that have different ozone levels. This might enable her to identify other factors influencing the level of ozone produced. See Table AT-SO-4.

She realizes that with clear conditions and an increase in temperature, the level of ozone is higher except for one day. Another observation she makes is that the presence of clouds influences the level of ozone observed regardless of the temperature, and on days with roughly the same temperature those with overcast sky conditions have lower levels of ozone. The general pattern of increasing temperatures with broken clouds still provides an increase in the level of ozone produced except for a couple of days when the temperature was high, few clouds, but the level of ozone was lower than similar days. The wind direction was different indicating that perhaps wind direction may influence the level of ozone. The wind directions at the beginning and ending of the observation periods are usually the same during this month except the two data points taken on April 28 and 29.

### ***Further Analysis***

Students could go a step further and determine the ratio of levels of ozone days by identifying patterns of ozone levels. Students would be able to determine whether or not the number of high ozone days is increasing or decreasing each month. The categories organized to calculate ratio might be: low levels of 39 ppb or lower, 40-49 ppb, 50-59 ppb, 60-69 ppb, 70-79 ppb and 80 ppb and higher. The following sample of ozone data from March through June demonstrates how ratio may be used to analyze monthly ozone patterns. See Table AT-SO-4.

At a glance the student can visually see patterns developing from March through June and also recognize the impact of inconsistent data upon their ability to accurately analyze changes occurring over time.

Elle sait que ses données sont cohérentes lorsqu'elle les compare avec les données professionnelles, et se demande si elle réorganise ses données en fonction de la température, sera-t-elle capable d'identifier rapidement les jours avec la même température, mais des niveaux d'ozone différents ? Cela pourrait lui permettre d'identifier d'autres facteurs qui influenceraient la quantité d'ozone produite. Voir Tableau AT-SO4

Elle se rend compte qu'avec des conditions dégagées et une augmentation de la température, le niveau d'ozone est plus élevé sauf pour un jour. Elle observe également que la présence de nuages influence le niveau d'ozone observé quelle que soit la température, et que sur les jours qui ont approximativement la même température, ceux dont le ciel était couvert ont des niveaux d'ozone plus faibles. Le schéma général qui consiste en une augmentation des températures avec des nuages éparses provoque encore une augmentation du niveau d'ozone produit sauf pour quelques jours où la température était élevée, avec peu de nuages, mais que le niveau d'ozone était plus faible que ceux de jours similaires. La direction du vent était différente, ce qui indique que peut-être que la direction du vent influence le niveau d'ozone. Les directions du vent au début et à la fin des périodes d'observation sont généralement les mêmes durant ce mois, sauf les deux points des données relevés le 28 et le 29 Avril.

### ***Poursuivre l'analyse***

Les étudiants peuvent avancer d'un pas et déterminer le rapport entre les jours où les niveaux d'ozone sont relevés et les schémas concernant ces niveaux d'ozone. Les étudiants seraient capables de déterminer si le nombre de jours à fort taux d'ozone augmente ou diminue chaque mois. Les catégories mises en place pour calculer les rapports pourraient être : faibles niveaux inférieur ou égal à 39 ppm, 40-49ppm, 50-59ppm, 60-69ppm, 70-79ppm, et 80 ppm ou plus. L'échantillon de données suivant de mars à juin démontre comment les rapports peuvent être utilisés afin d'analyser les schémas mensuels. Voir Tableau AT-SO-4.

Un simple coup d'œil et l'étudiant peut visualiser les modèles qui se développent entre mars et juin et également reconnaître l'impact de données incohérentes sur leur capacité à analyser précisément les changements qui ont lieu au cours du temps.

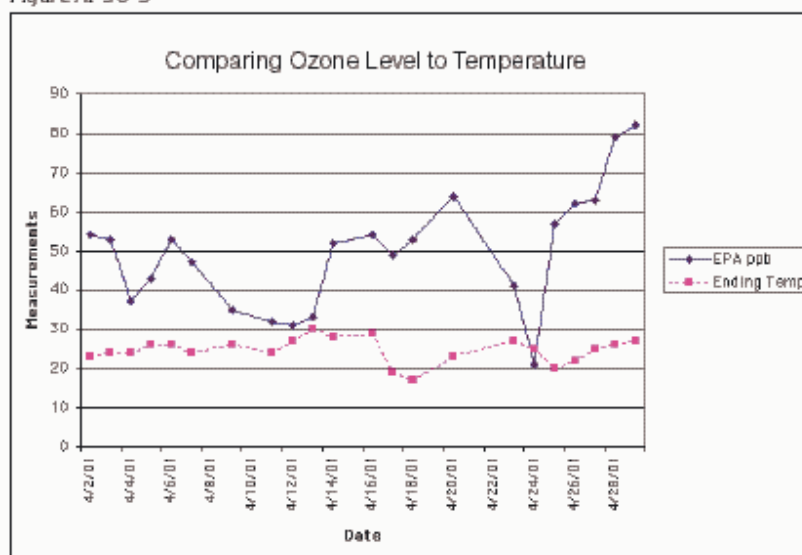
### Heart of Mary School Ozone Measurement Levels and Metadata

Table AT-50-2

Taken at 17:30 UT Time

Date	ppb	Ending Temp	Cloud Type	Cloud Cover	Wind Direction (beginning/ending)
4/2/01	54	23	Cirrus	Broken	SW/SW
4/3/01	53	24	Stratocumulus	Broken	NW/NW
4/4/01	37	24	Stratocumulus	Overcast	NW/NW
4/5/01	43	26	Cirrostratus	Broken	NW/NW
4/6/01	53	26	Cirrostratus	Broken	N/N
4/7/01	47	24	Cirrostratus	Broken	NE/NE
4/9/01	35	26	Cumulus	Broken	SW/SW
4/11/01	32	24	Altostratus	Broken	SW/SW
4/12/01	31	27	Cirrus	Scattered	SW/SW
4/13/01	33	30	Altostratus, Cumulus	Broken	SW/SW
4/14/01	52	28	Cirrostratus, Cumulus	Broken	W/W
4/16/01	54	29	Altostratus, Cirrocumulus	Clear	NW/NW
4/17/01	49	19	None	Clear	N/N
4/18/01	53	17	None	Clear	N/N
4/20/01	64	23	None	Clear	S/SW
4/23/01	41	27	None	Clear	SW/SW
4/24/01	21	25	Cumululonimbus, Stratocumulus	Overcast	SW/SW
4/25/01	57	20	None	Clear	NW/NW
4/26/01	62	22	None	Clear	N/N
4/27/01	63	25	None	Clear	NW/NW
4/28/01	79	26	None	Clear	W/SE
4/29/01	82	27	Cirrus, Altostratus, Cirrocumulus	Broken	W/SE

Figure AT-50-3



They might relate this to problems scientists have with incomplete data records. She will observe that there are consistently days with low levels of ozone, but she can see that the levels of ozone are increasing each month. Upon realizing that June is not a complete data summary, she might question how missing data will impact any conclusions that might be made from the review of June's data.

By reviewing the percentages for each category of ozone level, she will see the continuous increase in ozone levels and identify the general variability of ozone levels for a given period of time. See Table AT-SO-5.

June's record demonstrates a void in the data, which makes it difficult to draw accurate conclusions.

Il peuvent mettre ceci en relation avec les problèmes que rencontrent les scientifiques avec des enregistrements incomplets. Elle va observer qu'il y a des jours uniformes avec des niveaux d'ozone faibles, mais elle peut voir que le niveau d'ozone augmente chaque mois. En se rendant compte que juin est un mois incomplet dans les relevés de données, elle pourrait se demander dans quelle mesure les données manquantes vont influencer des conclusions qui pourraient être tirées au vu des données de juin.

En examinant les pourcentages pour chaque catégorie de niveau d'ozone, elle verra l'augmentation continue dans ces niveaux et identifiera l'évolution générale de ceux-ci pour une période de temps donnée. Voir le tableau AT-SO-5.

L'enregistrement de juin montre un trou dans les données, ce qui rend difficile l'élaboration de conclusions précises.

Table AT-SO-3 **Heart of Mary School Ozone Measurements April 2001**

Temp.	ppb ozone	Cloud Type	Cloud Cover	Wind Direction
17	53	none	Clear	N/N
19	49	none	Clear	N/N
20	57	none	Clear	NW/NW
22	62	none	Clear	N/N
23	64	none	Clear	S/SW
23	54	Cirrus	Broken	SW/SW
24	53	Stratocumulus	Broken	NW/NW
24	47	Cirrostratus	Broken	NE/NE
24	37	Stratocumulus	Overcast	NW/NW
24	32	Altostratus	Broken	SW/SW
25	63	none	Clear	NW/NW
25	21	Cumululonimbus, Stratocumulus	Overcast	SW/SW
26	79	none	Clear	W/SE
26	53	Cirrostratus	Broken	N/N
26	43	Cirrostratus	Broken	NW/NW
26	35	Cumulus	Broken	SW/SW
27	82	Cirrus, Altostratus, Cirrocumulus	Broken	W/SE
27	41	none	Clear	SW/SW
27	31	Cirrus	Scattered	SW/SW
28	52	Cirrostratus, Cumulus	Broken	W/W
29	54	Altostratus, Cirrocumulus	Clear	NW/NW
30	33	Altostratus, Cumulus	Broken	SW/SW

**Heart of Mary School-Observed Ozone Levels (ppb)  
March through June**

Table AT-50-4 *Grouped by Category (level) of Ozone Concentration*

	March	April	May	June
	17	21	35	28
	24	31	37	25
	33	32	45	26
	33	33	46	30
	34	35	49	31
	36	37	50	40
	36	41	54	55
	40	43	56	67
	41	47	56	70
	41	49	57	76
	42	52	57	78
	44	53	58	87
	44	53	58	87
	45	53	59	88
	47	54	60	95
	47	54	62	
	48	57	63	
	50	62	66	
	56	63	66	
	60	64	69	
	74	79	71	
	74	82	74	
			74	
			74	
			86	
<b>Days</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>15</b>

Table AT-50-5 *Ratio of Ozone Levels for Four Months*

Month	March		April		May		June	
<b>Total Number of Days with Ozone Measurements</b>	22		22		25		15	
<b>Category</b>	<b>Ratio</b>	<b>%</b>	<b>Ratio</b>	<b>%</b>	<b>Ratio</b>	<b>%</b>	<b>Ratio</b>	<b>%</b>
< 40 ppb	7:22	32%	6:22	27%	2:25	8%	5:15	34%
40 – 49 ppb	10:22	45%	4:22	18%	3:25	12%	1:15	7%
50 – 59 ppb	2:22	9%	7:22	32%	9:25	36%	1:15	7%
60 – 69 ppb	1:22	5%	3:22	16%	6:25	24%	1:15	7%
70 – 79 ppb	2:22	9%	1:22	5%	4:25	16%	3:15	20%
> 80 ppb	0:22	0%	1:22	5%	1:25	4%	4:15	27%

Figure AT-SO-4

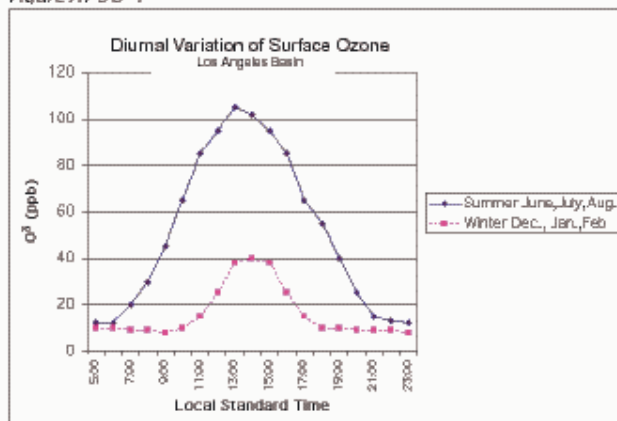


Table AT-SO-6

Date	Start Time	GLOBE	EPA
		Reading (ppb)	Reading (ppB)
8/29/00	10:00	22	25
	12:00	28	31
	13:00	33	35
	14:00	31	39
	15:00	34	44
8/30/00	10:00	18	10
	11:00	23	25
	12:00	29	31
	13:00	35	38
	14:00	43	53
	15:00	60	59

### Future Research

Another question raised by the student is how she might be able to identify a monthly pattern for ozone levels. She wonders if she calculates the temperature and ozone mean, for the four months, if the means will reflect a continuous increase or decrease in the level of ozone measured. Can a monthly ozone mean calculated for each month of the year provide information about the pattern of ozone levels? How do the patterns of ozone levels relate to seasonal changes during the year?

Identifying the ozone pattern in her area will provide insight into atmospheric conditions that influence ozone levels. Exploring the relationship between wind direction patterns and levels of ozone measured provides a different challenge, but can be very exciting. Using the GLOBE database, the student may choose another school in a town located approximately at the same latitude, but in a different geographic region to determine what other variables might influence the level of surface ozone produced. Posing and addressing additional questions is easier when GLOBE schools consistently report data. As demonstrated in this study, missing data makes it difficult to monitor how the atmosphere changes over time.

### Studying Diurnal Variation of Surface Ozone and Validation of Data

Students may also want to investigate the diurnal variation of surface ozone. A typical set of diurnal ozone is shown in Figure AT-SO-4 for the Los Angeles basin. The two curves represent summertime (dashed line) and wintertime (solid

### Une future recherche.

Une autre question soulevée par l'étudiante porte sur sa capacité à établir des modèles d'évolution de niveaux d'ozone sur un mois. Elle se demande si elle calcule la température ainsi que la moyenne d'ozone, pour les quatre mois, si les moyennes vont refléter l'augmentation continue ou la diminution des valeurs de concentration d'ozone mesurées. Est-ce qu'une moyenne calculée pour chaque mois de l'année fournit des renseignements sur les schémas concernant les niveaux d'ozone? Comment les schémas d'évolution des niveaux d'ozone sont-ils liés aux changements des saisons tout au long de l'année?

Identifier le schéma d'évolution de l'ozone sur chaque région fournira un aperçu des conditions atmosphériques qui influencent les niveaux d'ozone. Explorer la relation entre les lois dictant la direction du vent et les niveaux d'ozone mesurés présente un défi différent, mais peut-être vraiment passionnant. En utilisant la base de données de GLOBE, l'étudiant peut choisir une autre école dans une ville située approximativement à la même latitude mais dans une zone géographique différente afin de déterminer quelles sont les autres facteurs qui pourraient influencer le niveau d'ozone produit en surface. Formuler et aborder des questions supplémentaires est plus facile lorsque les écoles de GLOBE rendent systématiquement compte de leurs données. Comme démontré dans cette étude, les données manquantes font que cela est difficile de surveiller comment l'atmosphère change au cours du temps.

### Etude de la variation diurne de la quantité d'ozone en surface et validation de données

Les étudiants pourraient également avoir envie d'enquêter la variation diurne d'ozone au niveau du

line) concentrations plotted as a function of local time. From the difference in amplitude on the two curves, it is easy to see why the data set gathered by students would likely be more interesting in the summer, late spring or early autumn rather than in the middle of winter when lower ozone concentrations and less variability would be expected

Table AT-SO-6 summarizes two days of surface ozone measurements during times of when students would be available to take such measurements. This particular set of data was obtained at an operational EPA monitoring site so that the student measurements could be compared directly with the measurements using a calibrated ozone monitor that cost thousands of dollars. This is one comparison that has allowed GLOBE to determine the how well its measurement system performs in the field.

The goal of the surface ozone protocol is to obtain ozone concentrations with an accuracy of 10 ppb or better. From the data shown in Table ATSO- 6, we can see that the accuracy goal has been achieved in this test. On both days, the Zikua system showed higher concentrations in the afternoon although the diurnal difference was much greater on the second day. The EPA monitor confirmed the diurnal behavior and also measured a greater difference between the afternoon and morning of the 30th.

Therefore, another check on the reasonableness of data from a single day is to compare it with data from other near-by GLOBE schools or other sources of surface ozone data. Is there a reasonable explanation for the differences you see?

sol. Un jeu de données typique sur l'ozone diurne est présenté sur la figure AT-SO-4 pour la cuvette de Los Angeles. Les deux courbes représentent les concentrations estivale (en pointillé) et hivernale (en ligne pleine) représentées en fonction de l'heure locale. De la différence d'amplitude entre deux courbes, il est facile de voir pourquoi la série données collectées par les étudiants serait plus probablement intéressant durant l'été, la fin du printemps ou le début de l'automne plutôt qu'au milieu de l'hiver lorsque des concentrations plus faibles d'ozone et peu de variations sont attendues.

Le tableau AT-SO-6 résume deux jours de mesures d'ozone au niveau du sol prises pendant les moments où les étudiants seraient disponibles pour prendre de telles mesures. Ce jeu de données particulier a été obtenu sur un site de surveillance opérationnel de l'EPA afin que les mesures des étudiants puissent être comparées directement avec les mesures utilisant une station de surveillance de l'ozone qui coûte des milliers de dollars. Il s'agit d'une comparaison qui a permis à GLOBE de déterminer la qualité des performances de son système de mesure sur le terrain.

Le but du protocole de l'ozone au niveau du sol est d'obtenir des concentrations d'ozone avec une précision de 10 ppm ou mieux. Des données présentées dans le tableau AT-SO-6, on peut voir que la précision cible a été atteinte dans cet essai. Sur les deux jours, le système Zikua a donné des concentrations plus élevées dans l'après-midi bien que la différence diurne était plus grande le deuxième jour. La station de suivi EPA a confirmé le comportement diurne et a également mesuré une plus grande différence entre l'après-midi et le matin du 30.

Ainsi, une autre vérification sur la sagesse des données obtenues en un jour est de les comparer avec les données obtenues par d'autres écoles GLOBE avoisinantes ou à d'autres sources de données sur l'ozone. Y'a-il une explication cohérente concernant les différences que vous voyez ?