

# Protocole de mesure de l'humidité relative.

*Relative Humidity Protocol*



<p><b>Purpose</b> To measure relative humidity at an Atmosphere Study Site</p> <p><b>Overview</b></p> <p><b>Sling Psychrometer:</b> Students check that the sling psychrometer has water in it to wet the bulb of one of the thermometers and read the temperature of the dry bulb thermometer. Then they sling the thermometers around for 3 minutes and read the wet bulb temperature. Relative humidity is determined from the wet and dry bulb temperature readings using a table or slide calculator.</p> <p><b>Digital Hygrometer:</b> Students place the digital hygrometer in the instrument shelter and return to read the value after at least 30 minutes.</p> <p><b>Student Outcomes</b></p> <p>Students learn to quantify humidity and that there is a limit to the amount of water vapour which the air can hold.</p> <p>Students gain insight into why rain drops and snow flakes form and why there is precipitation.</p> <p><i>Science Concepts</i> 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. Water vapor content of the atmosphere is limited by temperature and pressure. Water vapor is added to the atmosphere by evaporation from Earth's surface and transpiration from plants. Precipitation forms by condensation of water vapor in the atmosphere. Condensation and evaporation affect the heat balance of the atmosphere.</p> <p><i>Physical Science</i> Materials exist in different states.</p> <p><i>Geography</i> Water vapor in the atmosphere affects the characteristics of the physical geographic system.</p>	<p><b>Objectif</b> Mesurer l'humidité relative d'un site atmosphérique donné.</p> <p><b>Vue d'ensemble / En bref</b></p> <p><b>Psychromètre à fronde :</b> Les étudiants doivent vérifier que le niveau d'eau est suffisamment élevé pour y immerger le réservoir d'un des deux thermomètres et ils doivent lire la température du thermomètre sec. Puis, pendant 3 minutes, ils secouent les deux thermomètres pour lire la valeur du thermomètre mouillé. L'humidité relative est déterminée à partir de la comparaison des deux valeurs mesurées avec une table de référence ou une règle de calcul.</p> <p><b>Hygromètre digital :</b> Les étudiants placent l'hygromètre digital dans un abri et lisent la valeur affichée après au moins 30 minutes.</p> <p><b>Bénéfices pour les étudiants</b></p> <p>Les étudiants apprennent à mesurer une humidité relative, et comprennent qu'il existe une limite à la quantité de vapeur d'eau que peut contenir une masse d'air atmosphérique donnée.</p> <p>Les étudiants comprennent mieux le fonctionnement de la pluie, des chutes de neige et des phénomènes de précipitations.</p> <p><b>Concepts scientifiques</b> <i>Planétologie</i> Le climat peut être décrit par des mesures quantitatives ; il change selon les jours et les saisons et à différentes échelles : locale, régionale et globale. La teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère est limitée par sa température et sa pression. Cette vapeur d'eau provient de l'évaporation de l'eau de la surface terrestre et de la transpiration des plantes. C'est la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique qui provoque les précipitations. L'équilibre thermique de l'atmosphère est régi par la condensation et l'évaporation.</p> <p><i>Science physique</i> La matière existe sous différents états.</p>
---	---

<p><i>Scientific Inquiry Abilities</i>  <i>Use a hygrometer or sling psychrometer to measure relative humidity.</i>  <i>Use a thermometer to measure temperature. Identify answerable questions.</i>  <i>Design and conduct scientific investigations.</i>  <i>Use appropriate mathematics to analyze data.</i>  <i>Develop descriptions and explanations using evidence.</i>  <i>Recognize and analyze alternative explanations.</i>  <i>Communicate procedures and explanations.</i></p> <p><b>Time</b>  5 minutes (digital hygrometer)  10 minutes (sling psychrometer)</p> <p><b>Level</b>  All</p> <p><b>Frequency</b>  Daily, preferably within one hour of local solar noon</p> <p><b>Materials and Tools</b></p> <p><b>Digital Hygrometer</b>  Instrument shelter  Thermometer  Watch  Atmosphere Investigation Data Sheet</p> <p><b>Sling Psychrometer</b>  Instrument shelter  Calibration thermometer  Psychrometric chart  Watch or timer  Bottle of distilled water  Atmosphere Investigation Data Sheet</p> <p><b>Prerequisites</b>  None</p>	<p><i>Géographie</i>  La vapeur d'eau atmosphérique affecte les caractéristiques du système géographique physique.</p> <p>Capacités à mener une recherche scientifique  Utilisation d'un hygromètre, d'un psychromètre à fronde.  Utilisation d'un thermomètre pour mesurer la température.  Identification des questions abordables.  Conception et conduite de recherches scientifiques.  Utilisation des formules mathématiques adéquates pour analyser les données recueillies.  Conception de descriptions et d'explications basées sur les faits.  Envisager et analyser d'autres explications.  Transmettre les méthodes et les analyses.</p> <p><b>Temps requis</b>  5 minutes (hygromètre digital)  10 minutes (psychromètre à fronde)</p> <p><b>Niveau</b>  Tout niveau</p> <p><b>Fréquence</b>  Une fois par jour, de préférence lorsque le soleil est au zénith (midi, heure solaire locale).</p> <p><b>Matériel et instrumentation</b></p> <p><b>Hygromètre digital</b>  Abri pour l'instrumentation  Thermomètre  Montre  <i>Feuille de relevé de données sur l'étude atmosphérique</i></p> <p><b>Psychromètre à fronde</b>  Abri pour l'instrumentation  Thermomètre à étalonnage  Tables psychométriques  Montre ou minuteur  Bouteille d'eau distillée  <i>Feuille de relevé de données sur l'étude atmosphérique</i></p> <p><b>Pré-requis</b>  Aucun</p>
---	--

## Relative Humidity Protocol - Introduction

The atmosphere is made up a mixture of gases, one of which is water vapor. Water vapor is added to the atmosphere through evaporation and transpiration and removed when it condenses or freezes and precipitates. *Humidity* is the amount of water vapor present in the atmosphere. *Relative humidity (RH)* refers to this amount relative to the amount of water vapor in the atmosphere when the air is *saturated*.

The air is saturated when the liquid and gaseous forms of water are in balance at a given temperature. At saturation, relative humidity is 100%. When the relative humidity is over 100%, the air is *supersaturated* and the water vapor will condense or freeze to form new liquid water droplets or ice crystals.

$$RH = \frac{\text{amount of water vapor in the air}}{\text{amount of water vapor in the air at saturation}}$$

The amount of water vapor that may be present in the air at saturation depends upon the air temperature. The amount of water vapor that can exist in air at saturation increases as temperature increases. Table AT-RH-1 shows the relationship between temperature, saturation, and relative humidity. From this example you can see that if the temperature changes relative humidity can change even if the amount of water vapor in the air remains the same.

Table AT-RH-1

Température de l'air (°C)	Vapeur d'eau présent dans l'air (g / m <sup>3</sup> )	Vapeur d'eau présent à saturation (g / m <sup>3</sup> )	Humidité relative
30	9	30	9 ÷ 30 × 100 = 30 %
20	9	17	9 ÷ 17 × 100 = 53 %
10	9	9	9 ÷ 9 × 100 = 100 %

On a calm, clear day, air temperature tends to rise from sunrise until mid-afternoon and then fall until the following sunrise. If the amount of moisture in the air remains essentially the same during the course of the day, relative humidity will vary inversely with the temperature. That is, relative humidity will decrease from morning

## Présentation du protocole de mesure de l'humidité relative

L'atmosphère est composée d'un mélange de gaz, l'un d'entre eux est la vapeur d'eau. La vapeur d'eau dans l'atmosphère provient du phénomène d'évaporation et de transpiration des plantes, et disparaît lorsque elle se condense ou gèle pour donner lieu à des précipitations. *L'humidité* est la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère. *L'humidité relative (RH)* fait référence à l'humidité ramenée relativement à la quantité de vapeur d'eau présent dans une atmosphère *saturée*.

L'air est dit saturée en vapeur d'eau quand ses formes gazeuse et liquide sont en équilibre à une température donnée. A la saturation, l'humidité relative est 100%. Quand l'humidité relative est supérieure à 100%, l'air est dit *sursaturé* et la vapeur d'eau excédentaire se condense ou gèle pour former de nouvelles gouttelettes d'eau ou des cristaux de glace.

$$RH = \frac{\text{quantité de vapeur d'eau dans l'air}}{\text{quantité de vapeur d'eau dans l'air à saturation}}$$

La quantité de vapeur d'eau présente dans l'air à saturation dépend de la température de cet air. La quantité de vapeur d'eau qui peut exister dans l'air à saturation augmente lorsque la température augmente. Le tableau AT\_RH-1 montre la relation qu'il existe entre la température, la saturation et l'humidité relative. Avec cet exemple, vous pouvez remarquer que si la température évolue, l'humidité relative peut aussi évoluer même si la quantité de vapeur d'eau dans l'air reste constante.

Un jour de temps calme et clair, la température de l'air tend à monter de l'aube jusqu'en milieu d'après-midi et puis à redescend jusqu'au lever de soleil suivant. Si la quantité d'humidité de l'air reste essentiellement la même pendant le jour, l'humidité relative changera inversement avec la température. C'est-à-dire, l'humidité relative

until mid-afternoon and rise again through the evening. See figure AT-RH-1

Water vapor in the atmosphere is an important part of the hydrologic cycle, and taking relative humidity measurements helps us to understand how rapidly water is moving from Earth's surface to the atmosphere and back again. By measuring water vapor in the atmosphere, the climate of a given location may be classified as arid (dry) or humid (moist). Relative humidity influences when clouds will form and precipitation will fall, therefore the amount of water in the atmosphere is important in determining the weather and climate of an area.

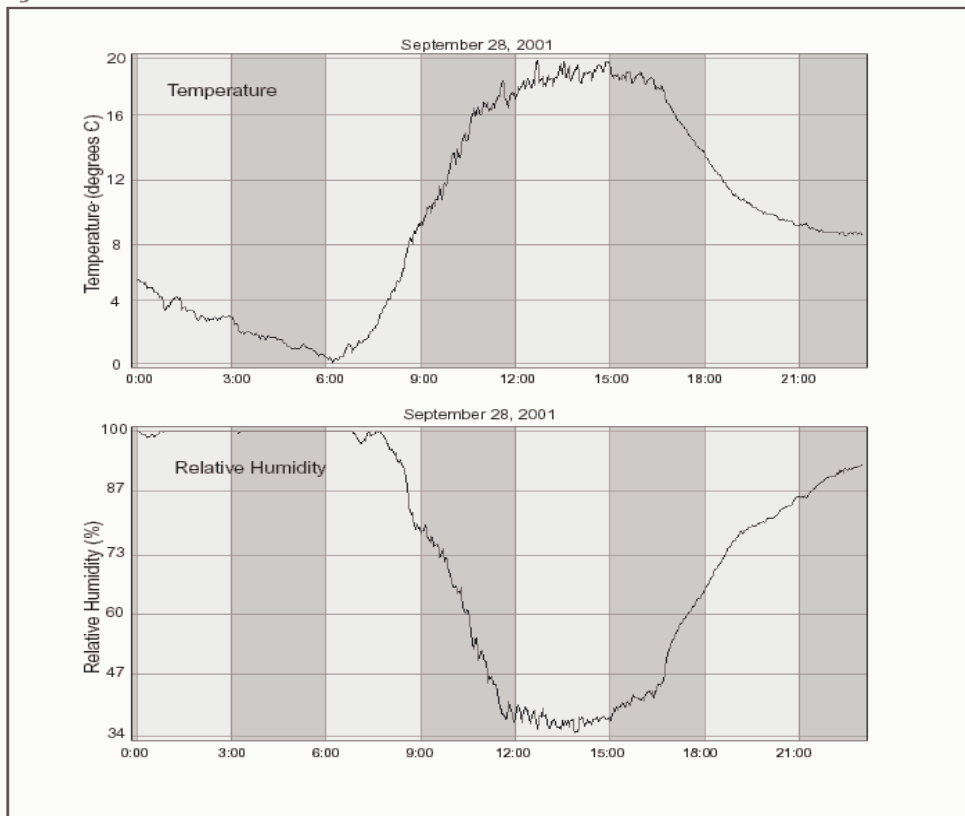
Relative humidity also affects the heating and cooling of the air. Since water has a significantly higher heat capacity than air, small amounts of water vapor can make considerable changes to the rate at which an air mass changes temperature. This accounts for the rapid cooling at night in the desert where the relative humidity is low, and the relatively slow nighttime cooling in more humid areas.

diminuera du matin jusqu'en milieu d'après-midi et augmentera à nouveau en soirée. Voir la figure d'AT-RH-1.

La vapeur d'eau dans l'atmosphère est une partie importante du cycle hydrologique et la prise des mesures d'humidité relative nous aide à comprendre comment l'eau se déplace rapidement de la surface de la terre vers l'atmosphère et inversement. En mesurant la vapeur d'eau dans l'atmosphère, le climat d'un endroit donné peut être classé en tant qu'aride ou humide. Les influences de l'humidité relative sur la formation des nuages et les précipitations, donc la quantité de l'eau dans l'atmosphère est importante pour la détermination du temps et du climat d'un secteur.

L'humidité relative affecte également le réchauffement et le refroidissement de l'air. Puisque l'eau a une chaleur spécifique sensiblement plus élevée que l'air, un peu de vapeur d'eau peut entraîner des changements considérables au taux auquel une masse d'air change de température. Ceci explique le refroidissement rapide la nuit dans le désert où l'humidité relative est basse, et le refroidissement nocturne relativement lent dans des secteurs plus humides.

Figure AT-RH-1



## Teacher Support

### *Digital Hygrometer*

The hygrometer is a meteorological instrument with a long history. Initial hygrometers used human or other strands of hair, which when bundled, respond sensitively to moisture in the atmosphere (Perhaps some of you have experienced this yourself!) Using ceramic and metallic compounds, digital hygrometers which measure electrical resistance can also measure humidity over a wide range, thus making them ideal instruments for schools that cannot easily accommodate the difficulties of using the sling psychrometer for the humidity observations. No matter which instrument is used, the relative humidity observations will be useful to scientists. Care must be taken to avoid exposure to condensation.

If condensation occurs or is expected to occur during the time that the instrument will be exposed to the air in the instrument shelter, please do not place it outside. Rather, report a reading of 100% and enter comments “condensation occurring” in the metadata, which will indicate an inference, rather than a measurement, of relative humidity. An example of a digital hygrometer is shown in Figure AT-RH-2.

Most digital hygrometers may not be left in the instrument shelter during periods of condensation (precipitation or fog). Therefore, the instrument will have to be set out in the shelter at least 30 minutes before the local solar noon observations are begun. If you are also doing the ozone protocol, a convenient time to place the hygrometer in the shelter may be at the time you expose the ozone strip outside (which is one hour before your ozone observation is made).

Some hygrometers have stands that can be used to place the instrument on the floor of the shelter. Some hygrometers may be probes that attach to external electronic devices, in this case place the probe in the shelter so that the sensor portion is not in contact with the sides of the shelter. After the hygrometer has been in the shelter at least 30 minutes, read the value of relative humidity to the nearest 1% on the digital display. Be sure that the “max” or “min” indicators are not lit, as this will indicate that the instrument is set to show the maximum or minimum value, not the actual value. Enter the reading on the *Data Entry Sheet* while you also enter your cloud, temperature and precipitation observations, and report the data to GLOBE.

No calibration is necessary for the instrument, until the calibration certificate that comes with it expires.

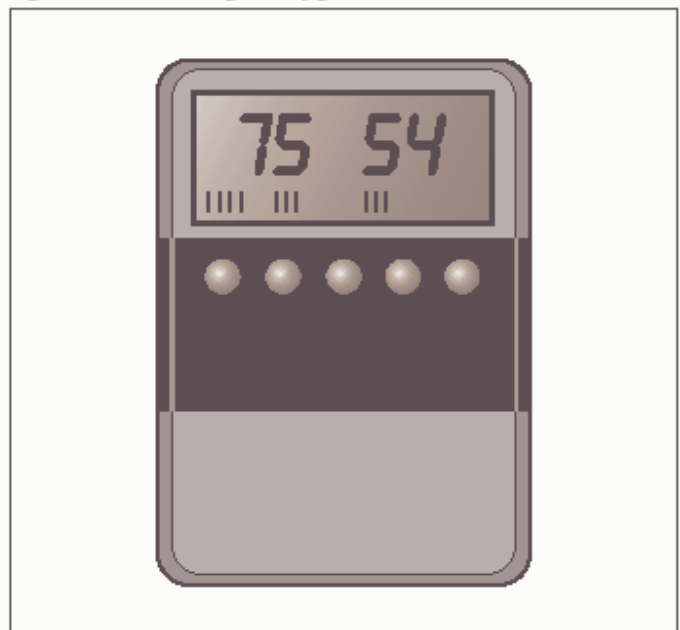
## Aide au professeur

### *Hygromètre digital*

L'hygromètre est un instrument météorologique ayant une longue histoire. Initialement, l'hygromètre utilisait des mèches de cheveux d'humain ou d'autres espèces, qui, une fois mis en petits paquets, étaient sensibles à l'humidité atmosphérique. (Vous en avez peut être fait l'expérience par vous-même !). C'est en mesurant la résistance électrique de la céramique ou de composants métalliques que l'hygromètre digital peut donner la valeur de l'humidité atmosphérique sur un large domaine, ce qui en fait un instrument idéal pour les étudiants qui ont du mal à se faire à la difficulté d'utilisation du psychromètre à fronde pour les mesures d'humidité. Quelque soit la façon de la mesurer, l'humidité relative est très utile aux scientifiques.

Des précautions particulières doivent être prises en cas de condensation. En cas de condensation, ou si l'on prévoit l'apparition de condensation pendant le temps où l'appareil sera dans son abri, s'il vous plaît NE LE SORTEZ PAS. Il est préférable d'indiquer une humidité relative de 100% avec le commentaire : « présence de condensation » sur la feuille de mesures pour indiquer une déduction plutôt qu'une mesure d'une humidité relative. Un exemple d'un hygromètre digital est donné à la figure AT-RH-2.

Figure AT-RH-2: Digital Hygrometer



La plupart des hygromètres digitaux ne devraient pas

Please send the instrument back to the factory for recalibration at the interval that the manufacturer recommends (usually two years).

#### *Measurement Logistics*

The digital hygrometer can be ruined by condensation within the instrument. For this reason, it should not be left out in the instrument shelter except in extremely dry locations and seasons. It must be kept inside in dry conditions and left outside only long enough to obtain a good measurement. If your building is not climate controlled, store the instrument in an air tight container with rice, wheat berries, or some other item which readily absorbs water from the air and keeps the air in the container dry. Don't forget to change the absorbing substance periodically. The instrument takes some time (roughly 30 minutes) to adjust to outside conditions. This presents a logistics challenge. Generally, the daily measurements of temperature, precipitation, and clouds can all be accomplished within 15 minutes, so the hygrometer will need to be placed outside during one visit to the Atmosphere Study Site and read during a later visit.

If you are taking ozone measurements, you will have a similar situation in that students come to the Atmosphere Study Site and expose an ozone strip and then come to the site one hour later to read the strip. One approach is to put the hygrometer in the instrument shelter when the ozone strip is exposed and to read it when the ozone strip is read. A reading of current temperature must be taken when the digital hygrometer is read and is also required when the ozone strip is read, so with this approach one current temperature reading will serve to support the interpretation of both the ozone and relative humidity measurements.

If precipitation or fog is occurring or imminent, do not take the hygrometer outside. Instead, report a reading of 100% on your Data Entry Sheet, and enter comments stating that the air is saturated, so the relative humidity is approximated.

#### *Storing the Hygrometer*

The hygrometer observation can be taken every day, but if the instrument will not be used for an extended time (i.e., one week or more), it may be desirable to remove the batteries. Always be sure that the instrument does not remain in the instrument shelter or anyplace else where it will be exposed to condensation, or will get wet.

#### ***Sling Psychrometer***

être laissés dans leur abri lors des périodes de condensation (précipitation ou brouillard). Par conséquent, l'instrument devra être installé dans son abri au moins 30 minutes avant les mesures qui se font lorsque le soleil est localement au zénith. Si vous effectuez en même temps le protocole sur l'étude de l'ozone, l'instant propice pour placer l'hygromètre dans son abri sera sûrement lorsque vous exposerez la bande à l'extérieur (qui se fait une heure avant vos mesures sur l'ozone).

Certains hygromètres ont un pied qui leur permet d'être posé dans leur abri. Certains hygromètres peuvent être sondés par des appareils électroniques auxiliaires, dans ce cas placez l'appareil dans l'abri de façon à ce que le capteur ne soit pas en contact avec les parois de l'abri. Après que l'hygromètre ait été placé dans son abri pendant au moins 30 minutes, lisez la valeur de l'humidité relative, au pourcentage près, sur l'afficheur digital. Assurez-vous que les indicateurs « max » et « min » ne soient pas allumés, ce qui signifierait que l'instrument vous affiche la valeur maximale ou minimale de l'humidité relative mesurée, et non pas la valeur actuelle. Notez la valeur sur la feuille de mesure, ainsi que vos observations sur les nuages, la température et les précipitations. Reportez ces résultats à GLOBE.

Aucune calibration n'est nécessaire pour cet instrument avant la date de péremption indiquée par le fabricant. En de dépassement de cette date (qui est généralement de deux ans) ramenez l'instrument en révision.

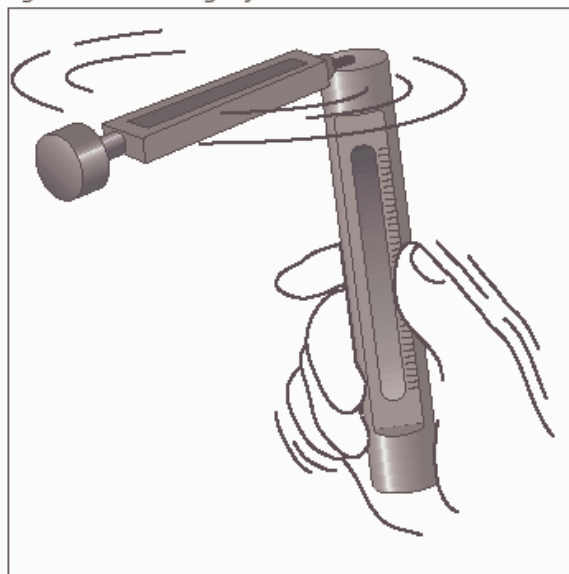
#### ***Logistique des mesures***

L'apparition de condensation au sein de l'hygromètre digital peut le détériorer. C'est pour cette raison que l'hygromètre ne doit pas être laissé dans son abri entre deux utilisations, sauf si l'endroit et la saison sont très secs. L'appareil doit être entreposé à l'intérieur et à l'abri de l'humidité. Il ne doit être sorti que pendant le temps des mesures. Si votre bâtiment n'est pas climatisé, entreposez l'instrument dans un boîtier étanche avec du riz, du blé ou tout autre composant ayant la propriété d'absorber l'humidité. N'oubliez pas de changer cette substance régulièrement.

L'instrument met un certain temps (à peu près 30 minutes) pour s'équilibrer aux conditions extérieures. Cela représente un défi logistique. Généralement, les mesures quotidiennes de température, des

The sling psychrometer is an instrument that consists of two thermometers attached to a sturdy housing, which can be whirled by hand. On one side, the “dry-bulb” thermometer measures the air temperature. On the other side, the “wet-bulb” thermometer (with a wick attached to the bottom of the thermometer) will be used to measure the temperature of air which is cooling by evaporation. Both thermometers show temperature decreasing as you go from bottom to top. The purpose of the measurement is find how much cooling by evaporation can take place at the time of the observation. The larger the difference between the dry-bulb temperature and wet-bulb temperature, the drier the air is. Using the air temperature and the wet-bulb temperature, the relative humidity can be determined easily. A scale for determining relative humidity is often found mounted to the instrument, or you may use an external psychrometric chart, which will come with the sling psychrometer. The standard sling psychrometer is shown in Figure AT-RH-3.

Figure AT-RH-3: Sling Psychrometer



Before using your sling psychrometer, make sure that the columns of colored fluid are continuous because the columns may sometimes separate into segments during shipping. If there are gaps in the liquid column, grasp the thermometer by the case, making sure the thermometer is in an upright position, and shake the case until the liquid forms a continuous column. Do not press against the stem of the thermometer as this could cause breakage. You may need to tap the bottom of the thermometer against the palm of your hand as well. Each thermometer should also be calibrated against the calibration thermometer before use, and once every three months.

précipitations et des nuages peuvent être effectués en 15 minutes. Donc l’hygromètre devra être placé à l’extérieur pendant la première visite du site d’étude atmosphérique et la mesure devra être relevée lors de la visite suivante du site.

Si vous faites des mesures d’ozone, vous serez dans une situation similaire, dans le sens où les étudiants viendront sur le site d’étude atmosphérique pour y exposer la bande de mesure d’ozone, y revenir une heure plus tard pour effectuer la mesure. Une solution serait de placer l’hygromètre dans son abri lors du déploiement de la bande de mesure d’ozone et de lire la valeur de l’humidité relative après celle de l’ozone. Une mesure de température est nécessaire lors de la lecture des deux mesures, mais avec cette approche, une seule lecture de la température est nécessaire.

En cas de précipitation ou de brouillard imminent ou avéré, ne sortez surtout pas l’appareil. Notez plutôt une humidité relative de 100% en indiquant qu’il y avait du brouillard ou des précipitations sur la feuille de mesure indiquant que l’air était saturé et la valeur n’est qu’approximative.

#### **Stockage de l’appareil**

L’hygromètre digital peut être utilisé tous les jours, mais si l’instrument n’est pas utilisé pendant une longue période (une semaine ou plus), il est préférable de retirer les batteries. Prenez garde à ne laisser l’instrument ni dans son abri, ni dans un endroit humide ou présentant des risques d’humidité.

#### **Psychromètre à fronde**

Le psychromètre à fronde est un instrument constitué de deux thermomètres attachés sur un robuste bâti, qui peut être centrifugé à la main. D’un côté le thermomètre sec mesure la température de l’air. De l’autre côté, le thermomètre mouillé (avec une mèche attachée au fond du thermomètre) sera utilisé pour mesurer la température de l’air qui se refroidit par évaporation. Les deux thermomètres affichent une température décroissante du bas vers le haut. Le but de la mesure est de révéler la décroissance de température due à l’évaporation durant la mesure. Plus la différence est grande, plus l’air est sec. L’humidité relative peut alors être retrouvée par la lecture d’une table de référence. Une telle échelle peut être trouvée sur l’appareil lui-même, le cas échéant vous devez utiliser une courbe psychrométrique auxiliaire qui sera trouvée avec le psychromètre à fronde. Un psychromètre à

### **Questions for Further Investigation**

How are *your* relative humidity observations related to air temperature?

Can you find other GLOBE sites at your latitude which are closer to or further from large bodies of water? Do you see any systematic differences in relative humidity between your location and the others?

Does relative humidity affect any non-atmosphere parts of your local environment? How?

At what time of day will relative humidity normally be at a maximum? At a minimum?

Are your relative humidity and phrenology measurements related?

fronde standard est représenté sur la figure AT-RH-3.

Avant l'utilisation de l'appareil vérifier que les tubes de liquide coloré sont bien continus, des bulles peuvent apparaître pendant le transport. Si des discontinuités apparaissent, prenez le tube en pleine main de telle sorte qu'il soit en position verticale, et agitez le jusqu'à ce que le liquide soit continu dans le tube. Ne tapez pas sur le tube, si non il risquerait de casser. Il vous sera peut-être nécessaire de taper sous de l'appareil avec la paume de votre main. Tous les thermomètres doivent être calibrés avec le thermomètre d'étalonnage, et ceci tous les trois mois.

### **Elargissement /Approfondissement**

Quel est le lien entre l'humidité relative et la température ?

Pouvez vous trouver d'autres sites d'étude GLOBE à votre latitude plus ou moins proche de grandes étendues d'eau ? Voyez vous une différence systématique de l'humidité relative entre ces différents sites ?

Est-ce que l'humidité relative a une influence avec votre environnement local autre que l'atmosphère ? Comment ?

A quel moment de la journée l'humidité relative atteindra son maximum ? son minimum ?

Existe-t-il un lien entre l'humidité relative et la phrénologie ?

# Hygromètre digital

## Guide de laboratoire

### **But**

Déterminer l'humidité relative en utilisant un hygromètre digital.

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

- Un hygromètre digital
- Une feuille de mesure Atmosphère ou une feuille de mesure Ozone.
- Une montre ou un minuteur.
- Un thermomètre correctement installé dans son abri d'instrumentation.

### **Dans la laboratoire :**

1. Placer l'hygromètre dans l'abri d'instrumentation. (à moins que ce soit très sec, NE LAISSEZ PAS l'hygromètre dans son abri toute une nuit).
2. Après avoir attendu au moins 30 minutes, lire l'humidité relative et noter quel instrument de mesure a été utilisé.
3. Lire la température à ce moment là (si votre lecture ne correspond pas au moment de la journée où la température est à son maximum, minimum ou si elle a déjà été relevée).
4. Rapporter l'hygromètre dans la classe et ranger le dans un endroit sec.

# Psychromètre à fronde

## Guide de laboratoire

### **But**

Déterminer l'humidité relative en mesurant les températures des thermomètres sec et mouillé.

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

- Un psychromètre à fronde.
- Une montre ou un minuteur.
- Une table ou une échelle psychrométrique.
- Une feuille de mesure Atmosphère et une feuille de mesure Ozone.

### **Dans la laboratoire :**

1. Se tenir suffisamment à l'écart des autres personnes et de l'abri d'instrumentation, de manière à ne pas risquer de les blesser avec le psychromètre. Prendre les mesures à l'ombre si possible, dos au soleil. S'il n'y a pas de zone à l'ombre près de l'abri, trouver un endroit ombragé, mais pas trop près des arbres ou des bâtiments.
2. Tenir le psychromètre le plus éloigné possible de votre corps de manière à ce que la chaleur corporelle n'ait pas d'influence sur les mesures. C'est particulièrement important quand il fait froid. Ne touche pas ou ne respire pas à côté des réservoirs des thermomètres puisque cela peut aussi influencer les mesures.
3. Ouvrir le case du psychromètre à fronde en retirant la glissière au dessus des 2 thermomètres.
4. Attendre 3 minutes pour permettre au thermomètre de lire la température de l'air, puis lire la température à 0.5 °C près sur le réservoir du thermomètre sec, celui sans mèche attachée. Bien vérifier que vos yeux sont au niveau de l'instrument pour bien prendre la mesure.
5. Noter la température du thermomètre sec.
6. Vérifier, au cas où, qu'il y ait de l'eau distillée dans le réservoir, et que la mèche est mouillée. Si elle est sèche, ajouter de l'eau distillée dans le réservoir.
7. Secouer le psychromètre pendant 3 minutes.
8. Laisser le psychromètre arrêter de tourner tout seul ! NE L'ARRETEZ PAS avec vos mains ou avec n'importe quel autre objet.
9. Lire la température sur le thermomètre mouillé (celui avec une mèche attachée) à 0.5 °C près
10. Noter cette température.
11. Déterminer l'humidité relative en utilisant une table psychrométrique ou une échelle psychrométrique située dans les cases de certains psychromètres. Vous pouvez également laisser cette case non remplie pour GLOBE car GLOBE peut calculer l'humidité relative à partir de vos mesures de température sur thermomètres mouillé et sec.
12. Quand vous en avez terminé avec l'instrument, refermez le et rangez le correctement dans son abri.
13. Lire la température à ce moment là (si votre lecture ne correspond pas au moment de la journée où la température est à son maximum, minimum ou si elle a déjà été relevée).
14. Rapporter l'hygromètre dans la classe et ranger le dans un endroit sec.



## Questions fréquentes

### *Frequently Asked Questions*

#### **1. Why do you have two different methods of measuring relative humidity?**

Two methods are used to try to provide an incentive for the teacher and student to make a determination about how much time is desired taking the observations. One is more complex (and fun) than the other. Observations from either method are equally valuable to the GLOBE program and scientists, in general.

#### **2. How come we have to take the hygrometer inside each day, and bring it out to the weather shelter 30 minutes before we make our local solar noon observations?**

The sensitive electronics inside the hygrometer cannot be exposed to condensation for long periods of time, so it is best to avoid all situations when condensation may be expected. If fog or persistent rainfall is occurring at the time of observation, it is best not to take the hygrometer outside; rather, the observer should report a relative humidity of 100%, but also should make a comment in the metadata that the observation was inferred based on visible condensation in the air (rain or fog).

#### **3. I see the definitions for wet-bulb and dry-bulb temperature; what is the dew point temperature?**

The dew point temperature is the temperature to which air must be cooled to achieve saturation (relative humidity = 100%) given its current water content. Dew point is a measure of the actual water vapor content. On calm clear days followed by calm clear nights, the temperature will fall rapidly towards the dew point. Unless dew forms, if the air temperature reaches the dew point temperature, fog may form. Once dew or fog forms, the dew point temperature will fall, because there is less water vapor in the air.

#### **4. Why can't we use the sling psychrometer below freezing?**

The relationship between evaporation rate and temperature is more complicated below freezing

#### **1. Pourquoi existe-t-il deux méthodes différentes de mesurer l'humidité relative ?**

On utilise deux méthodes pour essayer de laisser l'initiative au professeur et à ses élèves de décider combien de temps ils veulent consacrer aux mesures. Une méthode est plus compliquée, mais aussi plus amusante, que l'autre. Les observations issues des deux méthodes sont équivalentes pour le programme GLOBE et pour les scientifiques en général.

#### **2. Pourquoi devons nous rentrer l'hygromètre tous les jours et le sortir dans son abri 30 minutes avant de prendre nos mesures à midi, heure solaire locale ?**

Les capteurs électroniques dans l'hygromètre ne peuvent pas être exposés à la condensation pendant de longues périodes. Il vaut donc mieux éviter toutes les situations où il peut y avoir de la condensation. S'il y a du brouillard ou de la pluie persistante au moment des mesures, il vaut mieux ne pas sortir l'hygromètre. À la place, l'observateur pourra noter une humidité relative de 100% ce jour-là. Il pourra également ajouter un commentaire pour dire que la mesure se basait sur les observations visuelles de l'air (pluie ou brouillard).

#### **3. Je connais les définitions de température des thermomètres mouillé et sec ; combien vaut la température de rosée ?**

La température de rosée est la température à laquelle l'air doit être refroidi pour arriver à saturation (humidité relative = 100%), une fois donnée sa teneur en vapeur d'eau. La température de rosée est une mesure de la teneur réelle de vapeur d'eau de l'air. Les jours dégagés, suivis par des nuits claires et dégagées, la température chutera rapidement vers la température de rosée. À moins qu'il n'y ait déjà de la rosée dans l'air, si la température de l'air atteint la température de rosée, du brouillard se formera. Une fois qu'il y a de la rosée ou du brouillard, la température de rosée chutera car il y aura moins de vapeur d'eau dans l'air.

than above freezing, so the sling psychrometer will not be as practical. More expensive models that have greater ranges are available, but are beyond the reach of the expected school budgets for instruments. We recommend the use of a hygrometer for locations that have frequent temperatures below freezing.

**5. How accurate are these relative humidity readings, compared to those that might be taken with more expensive instruments?**

The hygrometer will report relative humidity with an accuracy range of 2-4%, within the desired 5% figure. The sling psychrometer reports temperature to within an accuracy of approximately 0.5° C; provided the calibration on the thermometers is maintained, this also ensures accuracy better than 5% over the most common range of values of relative humidity, between 20-95%.

## **Relative Humidity Protocol – Looking At Your Data**

*Are the data reasonable?*

To determine if the relative humidity data you collect are reasonable, it is important that you know what to expect the values for relative humidity to be.

Relative humidity is inversely dependent on temperature. This means that for a given air mass, as temperature rises, relative humidity falls, as long as the amount of water vapor contained in the air remains the same. If your relative humidity observations are taken at local solar noon, near the

**4. Pourquoi ne peut-on pas utiliser le psychromètre à fronde s’il gèle dehors ?**

La relation entre le taux d'évaporation et la température est plus compliquée s'il gèle que s'il ne gèle pas, donc le psychromètre ne sera pas aussi pratique. Il existe des modèles plus chers et qui ont une gamme d'utilisation plus large, mais ils dépassent les budgets des écoles pour l'achat d'instruments. Nous recommandons l'utilisation d'hygromètre pour des sites où les températures normales sont des températures où il ne gèle pas.

**5. A quel point nos mesures d'humidité relative sont-elles précises, comparativement à celles que prendrait des instruments plus chers ?**

L'hygromètre donnera des résultats d'humidité relative avec une précision de l'ordre de 2 à 4%, soit sous le chiffre des 5%. Le psychromètre à fronde affiche des températures à 0.5°C près ; et si la calibration du thermomètre ne change pas, cela donne une précision inférieure à 5% pour toutes les mesures obtenues généralement, soit une humidité relative entre 20 et 95%.

## **Protocole d'humidité relative. Commentez vos données**

**Vos résultats sont-ils plausibles ?**

Pour déterminer si vos résultats d'humidité relative sont raisonnables, il est important que vous sachiez à quoi vous devez vous attendre, en ce qui concerne les valeurs d'humidité relative.

L'humidité relative est inversement proportionnelle à la température. Cela signifie que pour une masse donnée, quand la température augmente, l'humidité relative de l'air diminue, tant que la quantité de vapeur d'eau dans l'air reste constante. Si vos mesures d'humidité relative

warmest part of the day, you will be measuring relative humidity when it is likely to be near its minimum value for the day.

When relative humidity reaches 100%, the air is said to be *saturated*. For air at a given temperature and pressure, any additional water vapour added to the air will condense as rain drops (or freeze as ice particles if the air is cold enough). For clouds to form, the air must be saturated. Dew point temperature is another measure of humidity.

The dew point is the temperature at which condensation begins to occur for air with a given water vapor content at a given pressure. While the relative humidity changes with temperature, the dew point remains constant because the water vapor content is not changing. When you look at the dew point temperature, remember that it will always be less than the air temperature, unless the air is saturated, in which case they are equal. If you measure relative humidity several times during the same day, the dew point temperature should remain the same unless a weather front has moved through the area. Determination of the dew point temperature from the air temperature and relative humidity is a complicated calculation that the GLOBE server will do automatically for you so that visualizations and tables of dew point temperatures may be examined.

These points are illustrated in figure AT-RH-4, which shows hourly values of air temperature, dew point temperature, and relative humidity for a three-day period at Tallahassee Florida, USA. The temperature scale is shown on the left hand axis.

These data were collected using a data logger and an automated weather station at Florida State University, a GLOBE school. Local solar noon at Tallahassee is very near 1800 UTC each day (near the time of maximum temperature). Note that the temperature (shown in red) has a maximum value slightly higher than the previous day, and that in each case, it corresponds to the same time that the relative humidity (shown in green) is at its minimum. The relative humidity is at its maximum in the early morning (near 1200 UTC), when the temperature is at its lowest. Note how the dew point temperature (shown in blue)

sont prises à midi, heure solaire locale, au moment le plus chaud de la journée, vous allez mesurer l'humidité relative quand elle est la plus basse.

Quand l'humidité relative atteint 100%, on dit que l'air est *saturé*. Pour de l'air, à température et pression données, tout ajout de vapeur d'eau entraînera la formation de gouttes d'eau ou de particules de glace s'il fait suffisamment froid. Pour que les nuages se forment, il faut que l'air soit saturé.

La température de rosée est une autre mesure de l'humidité. Le point de rosée est la température à laquelle la condensation commence pour de l'air avec une teneur en vapeur d'eau et une pression données. Alors que l'humidité relative varie en fonction de la température, la température de rosée reste constante car la teneur en vapeur d'eau ne change pas. Quand vous regardez la température de rosée, souvenez vous qu'elle doit toujours être plus basse que la température de l'air, sauf si l'air est saturé, auquel cas ces deux températures sont égales. Si vous mesurez l'humidité relative plusieurs fois dans la même journée, la température de rosée ne doit pas avoir changé, sauf si un front climatique a bougé sur la zone de mesures.

La détermination de la température de rosée à partir de la température de l'air et de l'humidité relative est un calcul compliqué que le serveur de GLOBE fera automatiquement pour vous, de manière à ce que la visualisation et la tabulation des températures de rosées puissent être exploitables.

Ces points sont illustrés sur la figure AT-RH-4, qui montre heure par heure les valeurs de la température de l'air, la température de rosée, et l'humidité relative pendant une période de 3 jours à Tallahassee, en Floride aux Etats-Unis. L'échelle de température est sur la partie gauche de l'axe.

Ces données ont été collectées à partir d'un journal d'enregistrement et d'une station météorologique autonome à l'Université de Floride, une école du programme GLOBE. A midi, heure solaire locale, à Tallahassee, on est chaque jour très proche de 1800 UTC (temps

and air temperature are very close to each other at this time. These observations all indicate that the data appear to be reasonable.

Your relative humidity data should always be provided as a percentage between 0 and 100%. Your dew point temperature should always be less than or equal to your current temperature observations.

Most importantly, unless your observations are taken during fog or precipitation events, your relative humidity should be less than 100%.

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

Scientists look at trends in relative humidity over different time periods. For instance, changes during a day may be related to sea breezes in coastal areas. In GLOBE, relative humidity usually is taken only once per day, near local solar noon. So with GLOBE data scientists examine trends in relative humidity over periods of days.

Scientists use relative humidity changes to forecast the weather. For example, they might look at temperature, relative humidity, and dew point to predict the likelihood of showers on a given day.

In Figure AT-RH-4, note that the local solar noon relative humidity value increased by a small amount each day. This indicates a gradually moistening environment. That observation is more clearly shown by the dew point temperature values that have an upward trend throughout the period. Note that unlike temperature and relative humidity, the dew point temperature does not exhibit a strong diurnal cycle.

universel), soit très près du moment où la température est maximum. Vous pouvez remarquer que la température (en rouge) atteint une valeur maximum chaque jour plus élevée que la veille, et qu'à chaque fois, cela correspond exactement au moment où l'humidité relative (en vert) est à son minimum. L'humidité relative atteint son maximum tôt dans la matinée (proche de 1200 UTC), quand la température est la plus basse. Vous pouvez remarquer que la température de rosée (en bleu) et que la température de l'air ont des valeurs assez proches à ce moment là. Toutes ces observations permettent de dire si els données récoltées sont raisonnables.

Vos mesures d'humidité relative doivent toujours être données comme un pourcentage, compris entre 0 et 100%. Votre température de rosée oit toujours être plus faible ou égale à vos mesures de la température de l'air à ce moment. Surtout, sauf si vous prenez vos mesures quand il pleut ou qu'il y a du brouillard, vos mesures d'humidité relative doivent toujours être INFÉRIEURES à 100%.

### **Que recherchent les scientifiques avec ces données ?**

Les scientifiques recherchent des tendances de variations d'humidité relative sur différentes périodes temporelles. Par exemple, les changements au cours d'une journée peuvent être dus aux vents marins, dans les régions côtières. Avec GLOBE, les mesures d'humidité relative sont prises normalement une fois par jour, à une heure proche de midi, heure solaire locale. Donc, avec les données de GLOBE, les scientifiques examinent les tendances dans les variations d'humidité relative sur des périodes de plusieurs jours.

Les scientifiques utilisent les changements d'humidité relative pour prévoir le temps. Par exemple, ils peuvent regarder la température, l'humidité relative et la température de rosée pour prévoir les risques de précipitations pour une certaine journée. Sur la figure AT-RH-4, vous pouvez remarquer que la valeur d'humidité relative à midi, heure solaire locale, a augmenté un peu chaque jour. Cela indique un temps qui s'humidifie graduellement. Cette observation est plus remarquable avec les valeurs de température

Figure AT-RH-5 shows a graph of temperature and relative humidity data for Norfolk Elementary School in Arkansas, USA. These data vary considerably from day to day. Let's try to understand the data better by first focusing on the axes. On the abscissa, or x-axis, time begins on 1 October 2000 and ends in September 2001, so nearly one year of data are plotted. Data are available for each day with few missing observations; even weekends are included! Now examine the ordinates, or y-axes (there are two of them). On the left, we find the scale for temperature, and on the right, we find the scale for relative humidity.

It is difficult to see that the temperature versus relative humidity relationship we described earlier exists here, but we can smooth such data to illustrate the relationship. The next figure (AT-RH- 6) shows a smoothed graph using 5-day running averages of the data. To calculate a 5-day running average, you average the values for today, the two previous days, and the two following days.

Now the relationship can be seen more clearly. In the winter with cold mid-day temperatures, the relative humidity is often above 60%, but in summer the relative humidity is only rarely above 60%. This can also be used as a consistency check, to help to ensure your data are reasonable. These observations may also be used to examine the influence of temperature on relative humidity, when actual water vapor content does not change very much.

We can of course observe the progression of temperature throughout the year, with the coldest temperatures in December and January. Note how

de rosée, qui ont une tendance à la hausse tout au long de la période de mesures. Vous pouvez aussi remarquer que, contrairement à la température et à l'humidité relative, la température de rosée ne suit pas un cycle journalier marqué.

La figure AT-RH-5 montre le graphique obtenu à partir des valeurs de température et d'humidité relative de l'école élémentaire de Norfolk, dans l'Arkansas, aux Etats-Unis. Ces données varient considérablement d'un jour à l'autre. Essayons de mieux comprendre les données en regardant plus particulièrement les axes du graphique. Sur l'axe des abscisses, ou l'« axe des x », le temps commence le 1<sup>er</sup> Octobre 2000 et se termine en Septembre 2001, donc il y a presque une année entière de données rapportées. Les données sont disponibles pour chaque jour, avec très peu d'oublis ; il y a même les données des week-ends ! Maintenant, examinons l'axe des ordonnées, ou « axe des y » ( il y en a 2). Sur la gauche, il y a l'échelle de température, et sur la droite, l'échelle d'humidité relative.

Il est difficile de voir la relation entre la température et l'humidité relative dont nous avons parlé précédemment, mais nous pouvons lisser les données pour que cette relation apparaisse plus clairement. La figure suivante, AT-RH-6, montre un graphique avec des valeurs lissées (des valeurs moyennes) sur des périodes de 5 jours. Pour calculer une moyenne sur 5 jours, vous faites la moyenne entre la température du jour x, celles des 2 jours précédents et celles des 2 jours qui ont suivi.

Maintenant, cette relation est plus visible. En hiver, où les températures journalières sont froides, l'humidité relative est souvent autour de 60%, alors qu'en été, l'humidité relative dépasse rarement les 60%. Cela peut aussi vous servir de moyen mnémotechnique pour vérifier que vos mesures sont cohérentes. Ces mesures peuvent aussi être utilisées pour étudier l'influence de la température sur l'humidité relative quand la teneur réelle en vapeur d'eau ne varie pas beaucoup d'un jour à l'autre.

Nous pouvons bien sûr observer la progression de la température au cours de l'année, avec les

the relative humidity is a near maximum for many of these winter days! There can of course be dry days during winter months as well, and scientists use relative humidity monitoring to classify air masses. These air mass identifications help meteorologists identify and monitor frontal systems and provide useful weather forecasts. Climatologists also use relative humidity to classify climates for various locations.

One of the main climatic controls that scientists recognize is how close a location is to a large body of water, such as a sea or ocean. Let's look at two GLOBE schools' humidity data to see if we recognize such a relationship. We will use the dew point temperature rather than the relative humidity here, to examine only the affect of water vapor content. Relative humidity, remember, includes both water vapor effects, and temperature effects.

Figure AT-RH-7 illustrates observations from two schools in Europe, the Istituto Tecnico Industriale Fermi, in Naples, Italy, and the Hermann Lietz-Schule Haubinda in Germany. Remember that the dew point temperature will illustrate only how the water vapor content of the air at a weather station changes over time. The graph illustrates a plot of three months of observations from winter 2001 (January through March), and on every day for which observations were taken from these two schools, you can see how the dew point temperature at Naples, located on the Mediterranean Sea, was much higher than the dew point at Haubinda, located far inland.

Although elevation, latitude, and air motion (the other major climatic controls) may help to explain some of these differences, how close a station is to large bodies of water will play a large role, in general, due to the large amount of evaporation that takes place in coastal regions. A useful project

températures les plus froides en Décembre et en Janvier. Vous pouvez remarquer que l'humidité relative est souvent proche de son maximum ces jours d'hiver ! Il peut bien sûr y avoir des jours où le temps est sec, même en hiver, et els scientifiques utilisent les enregistrements d'humidité relative pour caractériser les différentes masses d'air. L'identification des différentes masses d'air aide les météorologues à identifier et à enregistrer les différents fronts climatiques, ce qui leur est utile pour prévoir le temps. Les climatologues utilisent aussi l'humidité relative pour caractériser les climats des différents sites.

L'un des principaux éléments climatiques, auquel les scientifiques font attention, est la proximité d'un large plan d'eau, comme une mer ou un océan. Regardons les données d'humidité relative recueillies par deux écoles du programme GLOBE pour voir si nous pouvons observer une telle influence. Nous utiliserons la température de rosée plutôt que l'humidité relative ici, pour étudier uniquement l'effet de la teneur en vapeur d'eau. Rappelez-vous que l'humidité relative comprend à la fois les effets de la vapeur d'eau et de la température.

La figue AT-Rh-7 illustrent les mesures recueillies par 2 écoles situées en Europe : l'Institut Technique Industriel Fermi à Naples en Italie, et la Hermann LietzSchule Haubinda en Allemagne. Rappelez-vous que la température de rosée va illustrer uniquement comment la teneur en vapeur d'eau de l'air sur une station climatique change au cours du temps. Le graphique illustre des mesures prises au cours d'un période de 3 mois durant l'hiver 2001 ( de Janvier à Mars), et pour chaque jour où les 2 écoles ont noté les valeurs de température de rosée, vous pouvez remarquer à quel point la valeur de température de rosée à Naples, qui est proche de la Méditerranée, est plus élevée que celle à Haubinda, situé au cœur des terres.

Bien que l'altitude, la latitude, et les mouvements d'air (l'autre principal élément climatique) puissent aider à expliquer certaines de ces différences, la proximité d'une large étendue d'eau joue un rôle primordial en général, à cause

for GLOBE coastal schools is to compare the dew point values calculated from their data with those from a school at roughly the same latitude and elevation that is well inland from the same body of water. Is the relationship similar?

It is interesting to see how relative humidity is related to other meteorological variables. Naturally, as evaporation increases, relative humidity increases. So, we would expect to find a relationship with cloud cover, since clouds require a relative humidity at their altitudes of 100%. We measure relative humidity near the ground, not at the cloud base, but in general, relative humidity increases with altitude up to 100% at the base of the clouds. This is true for low clouds, in particular.

Figure AT-RH-8 shows a plot of relative humidity and cloud cover from Gladstone High School in South Australia for July and August of 2001 (during winter). Note that on this graph relative humidity is shown as a red graph with connected lines, and the cloud cover is indicated as a single square for each day's cloud cover observation.

There are several days when the relative humidity is at or below 50%, and on each of these days, the cloud cover was clear or isolated. Only when the relative humidity approaches 60% was scattered cloud cover observed in these two months. Broken and overcast skies occurred only when the relative humidity was greater than 50%.

The relationship is not perfect, but for most days it is clear that when relative humidity is high, cloud cover is more likely to be high than not.

You can test the hypothesis that there is a relationship between cloud cover and relative humidity for a school like Gladstone by averaging the relative humidity for all days for various cloud covers. Let's test the hypothesis that on average as relative humidity increases, cloud cover also increases. Using data from Gladstone as an

de l'importante évaporation qui se produit sur les régions côtières. Une idée utile pour les écoles côtières du programme GLOBE consisterait à comparer les valeurs de température de rosée de leur école avec celles d'autres écoles situées à la même latitude et à la même altitude, mais situées au cœur d terres et avec la même quantité d'eau autour. Est-ce qu'ils obtiennent une relation similaire ?

Il est intéressant de voir que l'humidité relative est reliées aux autres variables météorologiques. Naturellement, quand l'évaporation augmente, l'humidité relative diminue. Ainsi, nous pouvons attendre de trouver un lien entre la couverture nuageuse, puisque les nuages ont besoin d'une humidité relative de 100% à leur altitude. Nous mesurons l'humidité relative au niveau du sol, et non à la base des nuages, mais en général, l'humidité relative augmente au fur et à mesure que l'altitude augmente jusqu'à atteindre 100% à la base des nuages. C'est particulièrement vrai pour les nuages à basses altitudes. La figure AT-RH-8 montre série de mesures d'humidité relative et de la couverture nuageuse à l'école supérieure de Gladstone en Afrique du sud, aux mois de Juillet et d'août 2001 (pendant l'hiver). Vous pouvez remarquez que sur le graphique, l'humidité relative est en rouge, avec des lignes reliées, et que la couverture nuageuse est indiquée sous la forme d'un simple carré pour chaque observation de nuages par jours. Il y a plusieurs jours où l'humidité relative est inférieure ou égale à 50%, et durant chacun de ces jours, le ciel était dégagé et les nuages isolés. C'est seulement quand l'humidité relative approchait 60% que des nuages éparpillés pouvaient être observés. Un ciel sombre et couvert n'apparaissait que lorsque l'humidité relative dépassait 50%. Le lien entre les deux n'est pas parfait, mais la plupart du temps, il est clair que quand l'humidité relative est élevée, il y a beaucoup plus de chances d'observer beaucoup de nuages.

Vous pouvez tester l'hypothèse qu'il existe un lien entre la couverture nuageuse et l'humidité relative dans une école comme celle de Gladstone en faisant la moyenne de l'humidité relative sur plusieurs jours avec différentes couvertures nuageuses. Testons cette hypothèse qui dit qu'en

example, let's compute the average relative humidity for the scattered cloud cover days and the isolated cloud cover days. These calculations are shown in the box below.

Based on these limited observations, our hypothesis has been supported. In general, scientists would want to use equal numbers of days for such tests and comparisons, and also would want to use at least 30 observations for each. You could do this for all your cloud cover and relative humidity observations to see how well this relationship holds for your location.

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

### *Designing an Investigation*

Heikki, a student at Juuan Lukio/Poikolan Koulu in Juuka, Finland has been taking relative humidity measurements along with other students at his school. In studying climate, his teacher mentioned the moderating effect on air temperature of nearby large water bodies. When he asks questions about how this works, his teacher mentions that evaporation from the water causes higher levels of relative humidity and that it takes more energy to heat or cool moist air than dry air.

Heikki decides that this would make a good investigation. He wonders if relative humidity values from inland schools will be lower on average than the values from a coastal school. After looking at the GLOBE archive he selects three inland schools and one coastal school. He also decides to only look at data from late spring and early summer when ice will not be covering the water body. Table AT-RH-2 shows the data he found for these four schools.

#### **Scattered Cloud Cover**

$$\frac{38 + 68 + 41 + 62 + 64}{5} = 54.6\%$$

*average relative humidity for scattered cloud cover days*

#### **Isolated Cloud Cover**

$$\frac{54 + 55 + 27 + 42 + 43 + 36 + 31}{7} = 41.1\%$$

*average relative humidity for isolated cloud cover days*

moyenne, quand l'humidité relative augmente, le nombre de nuages augmente aussi. En utilisant les données de Gladstone comme exemple, calculons l'humidité relative moyenne des jours où il y a beaucoup de nuages dispersés, et celle des jours où il n'y a que quelques nuages isolés. Ces calculs sont retranscrits dans la boîte ci-dessous.

A partir de ces observations assez limitées, notre hypothèse a bien été confirmée. En général, les scientifiques souhaitent utiliser des nombres égaux de jours dans les 2 cas pour pouvoir comparer correctement les 2 moyennes, et ils souhaitent aussi disposer de plus de 3 à mesurer à chaque fois. Vous pouvez faire cela pour chaque observation de la couverture nuageuse et pour chaque mesure d'humidité relative pour voir à quel point ce lien entre l'humidité relative et la couverture nuageuse est visible sur votre site.

## **Un exemple de recherche d'étudiant.**

### *Concevoir une recherche*

Heikki, un élève à Juuan Lukio/Poikolan Koulu à Juuka, en Finlande, a pris des mesures d'humidité relative avec d'autres étudiants à son école. En étudiant le climat, son professeur a mentionné l'effet modérateur des grandes étendues d'eau sur la température de l'air. Quand il lui a posé des questions pour comprendre le fonctionnement de cet effet modérateur, son professeur a répondu que l'évaporation de l'eau augmentait les taux d'humidité relative, et que cela nécessitait plus d'énergie de chauffer ou de refroidir de l'air humide que de l'air sec.

Heikki a décidé que cela ferait un parfait sujet d'étude. Il se demandait si les valeurs d'humidité relative des écoles situées au cœur des terres seraient, en moyenne, moins élevées que celles trouvées par les écoles situées sur des côtes. Après avoir regardé dans les archives de GLOBE, il a sélectionné 3 écoles situées dans les terres, et une sur une côte. Il a aussi décidé de se focaliser sur le printemps précédent et le début de l'été, quand la glace n'avait pas recouvert l'étendue d'eau. La table AT-RH-2 montre les données qu'il a trouvées pour ces 4 écoles.

## Collecting and Analyzing Data

Heikki calculates the average relative humidity for each of these schools by adding up all values reported for this time period from each school and dividing the sum by the number of days for which data were reported. His results are given on the next-to-last line of Table AT-RH-2.

Heikki asks a younger student if she would figure out whether the coastal school has higher relative humidity than the inland schools. She decides to look at which school reported the largest value for relative humidity each day and to count how many days each school's value was highest. She noticed that some days, only three schools reported data, so she skipped those days.

Her results are given on the last line of Table 1. Heikki is quite surprised to find that both the younger student's approach and his found that one of the inland schools had the *highest* relative humidity overall for this time period. The coastal school was only second highest.

Heikki concludes that there are clearly exceptions to the general rule about how relative humidity varies between coastal and inland schools. His teacher asks what more he could do to investigate the. The teacher tells Heikki that he could look for more schools in Finland with the relevant data, look for sets of inland and coastal schools from another country, or try to learn more about the geography of the school which had higher relative humidity than the coastal school in his study.

The teacher points out that Heikki's investigation did not examine the moderating effect of relative humidity on air temperature, nor did his investigation include the effects of altitude. They agree that Heikki will do a study of this as part of a group investigation with several of his classmates. The group discusses the concept they are going to study and decides that they will compare the difference between maximum and minimum air temperature for each day with the relative humidity data. Since the maximum and minimum.

## Récolte et analyse des données

Heikki a calculé l'humidité relative moyenne pour chacune de ces écoles en additionnant toutes leurs valeurs et en divisant le résultat par le nombre de jours de mesure. Ses résultats sont donnés dans les lignes suivantes du tableau AT-RH-2.

Heikki a demandé à une étudiante plus jeune si elle savait quel était l'école qui mesurait une plus grande humidité relative : l'école proche ou éloignée du bord de mer. Elle a décidé de regarder quelles écoles reportaient la plus grande valeur d'humidité relative chaque jour en ne prenant pas en compte les écoles qui n'avaient pas répondues régulièrement. Ses résultats sont présentés à la dernière ligne du tableau 1.

Heikki en a conclu qu'il y avait clairement des exceptions quant au taux d'humidité relative entre ces deux types de sites de mesures. Le professeur lui a demandé comment comptait-il continuer ses recherches. L'enseignant lui a alors dit qu'il pouvait analyser d'avantage de données pertinentes provenant des deux types de sites finlandais, ou alors d'étudier plus en détail la géographie locale des sites de mesures qui présentaient des taux d'humidité relative supérieures à ceux mesurés sur les sites continentaux.

Le professeur mit l'accent sur le fait qu'Heikki n'a pris en compte ni l'effet de la température, ni l'effet de l'altitude sur les mesures de l'humidité relative. Ils étaient tombés d'accord : Heikki, et quelques de ses camarades de classe, allaient faire une analyse plus précise des données récoltées. Le groupe ainsi formé s'était mis d'accord pour analyser l'effet de la température, et plus particulièrement de la variation entre les minima et les maxima journalières, sur le taux d'humidité relative. Puisque les minima et les maxima de température couvrent une période de 24 heures à cheval sur deux jours, le groupe a décidé de comparer la moyenne du taux d'humidité relative sur les deux jours. Les résultats de cette comparaison sont donnés au tableau AT-RH-3.

## *Communicating Results*

The students calculate temperature range for each day for each school and then graph all the points together with temperature range on the y-axis and relative humidity on the x-axis. Figure AT-RH-9 shows the result.

The students can see that for low temperature ranges (for example, less than about 4°C), the average relative humidity reported is generally above 45%, and as the temperature ranges get larger, lower relative humidity values are reported. In fact, for high temperature ranges (greater than 16°C), only one observation of relative humidity greater than 70% is reported, all the remaining observations are less than 60%. So, there indeed does appear to be a good relationship between these datasets.

This relationship is an inverse relationship, because as one variable increases, the other variable tends to decrease. If we tried to develop a line that best fits the data points, which might be used to try to forecast relative humidity from the temperature range, it might look like the line shown in Figure AT-RH-10. This line is called a least squares fit line, and it measures the best “straightline” representation of the data that are plotted.

## *Future Research*

The results are so encouraging that Heikki decides next to investigate the effects of altitude to see if he can explain his surprising results from the first experiment, and to look further at other geographic areas to see if the conclusions here are the same as his findings. He looks forward to the results from these investigations and the possible international collaborations to which they may lead.

## *Résultats communiqués*

Les étudiants ont calculés la variation de température pour chaque jour, et pour chaque école. Ils ont ensuite reliés tous ces points sur un graphique, avec les variations de température sur l’axe de y, et celles de l’humidité relative sur l’axe des x. La figure AT-RH-9 montre ces résultats.

Les étudiants peuvent observer que pour de échelles de températures assez basses ( par exemple, moins de 4°C), l’humidité relative moyenne rapportée est généralement supérieure à 45%, et à mesure que la température augmente, des valeurs d’humidité relative plus faibles sont rapportées. En fait, pour des échelles assez hautes de température (supérieures à 16°C), une seule mesure de l’humidité relative supérieure à 70% est relevée, les autres restant inférieures à 60%. Il y a donc une relation visible entre ces mesures.

Cette relation est une relation inverse, car à chaque fois qu’une variable augmente, l’autre a tendance à diminuer. Si nous essayions de développer une ligne qui correspond au mieux aux valeurs trouvées, ce qui peut être utilisé pour essayer de prévoir l’humidité relative à partir des variations de température, cela ressemblerait à celle qui est sur la figure AT-Rh-10. Cette ligne est appelée droite moyenne, et cela mesure la meilleure représentation en ligne droite des données reportées dans le graphique.

## *Recherches futures.*

Ces résultats sont tellement encourageant qu’Heikki a décidé de poursuivre ses recherche sur les effets de l’altitude pour voir s’il peut expliquer ces résultats surprenants de la première expérience, et pour voir sur d’autres sites si les conclusions qu’ils trouvent sont les mêmes que les siennes. Il cherche à aller encore plus loin dans ses conclusions et dans les collaborations internationales que cela va apporter.

Figure AT-RH-4

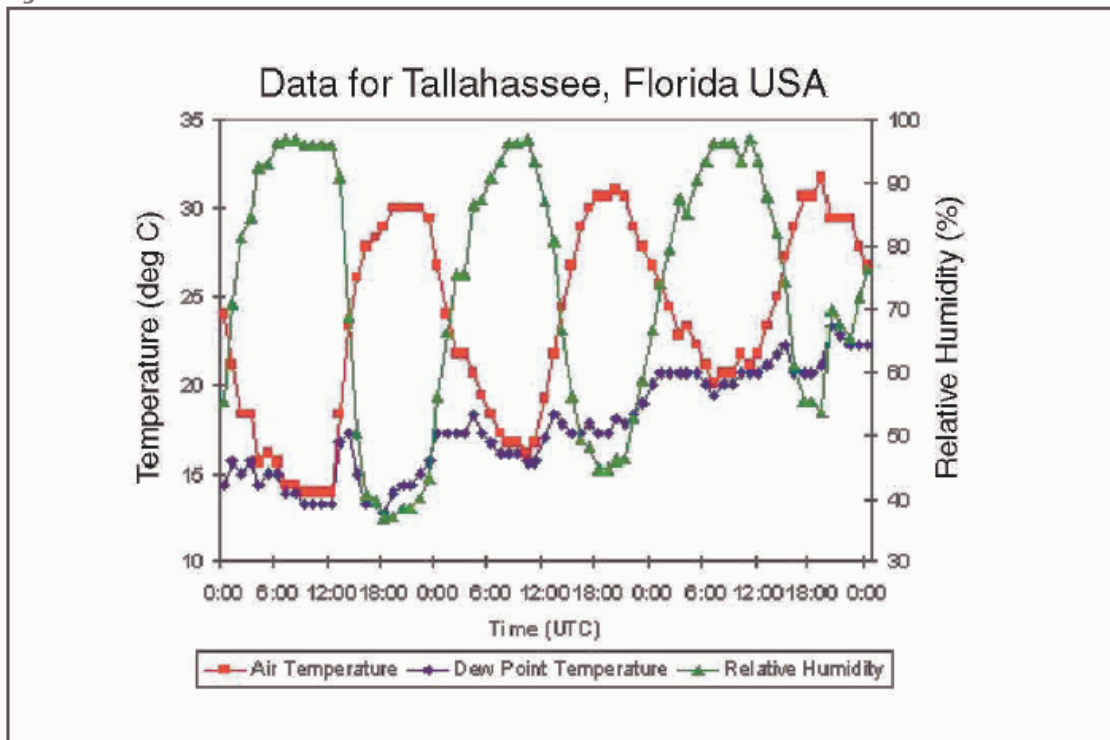


Figure AT-RH-5

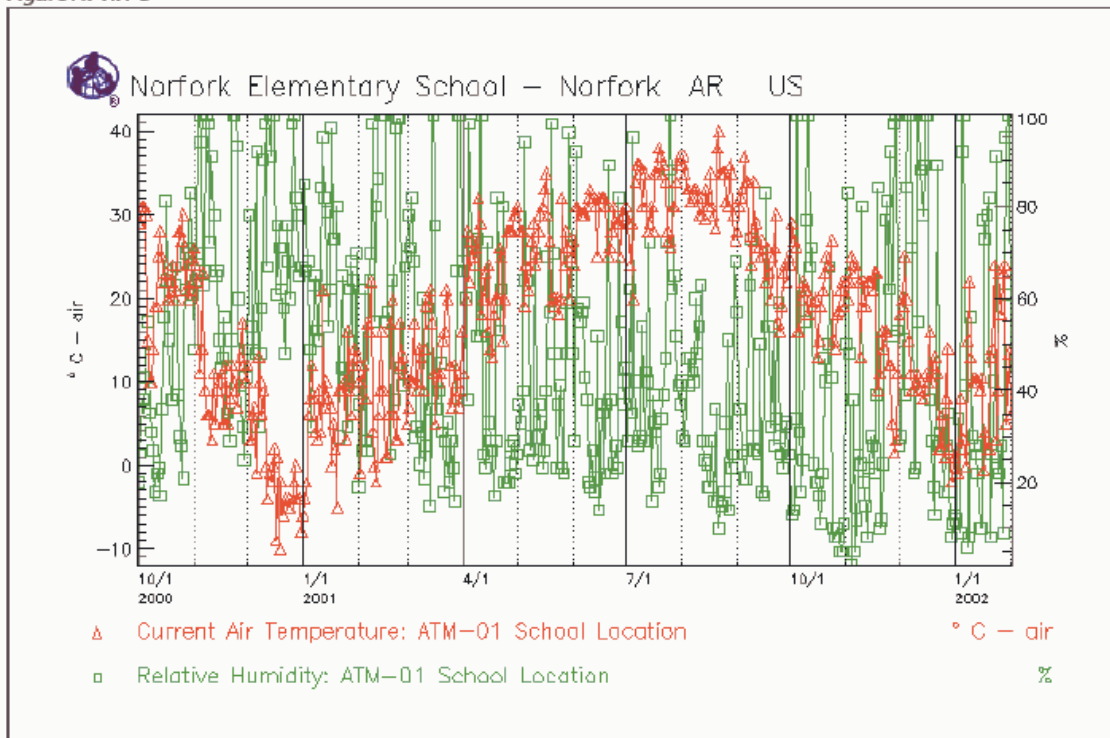


Figure AT-RH-6

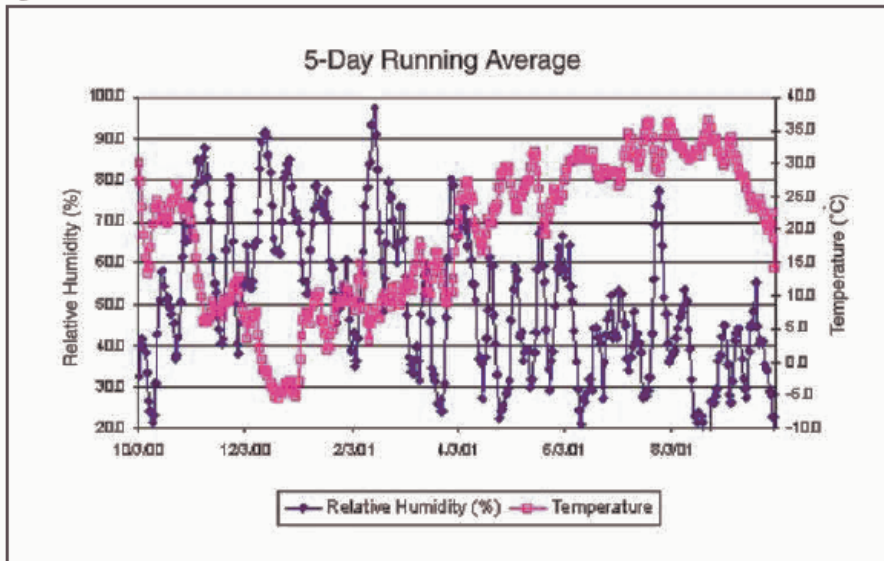


Figure AT-RH-7

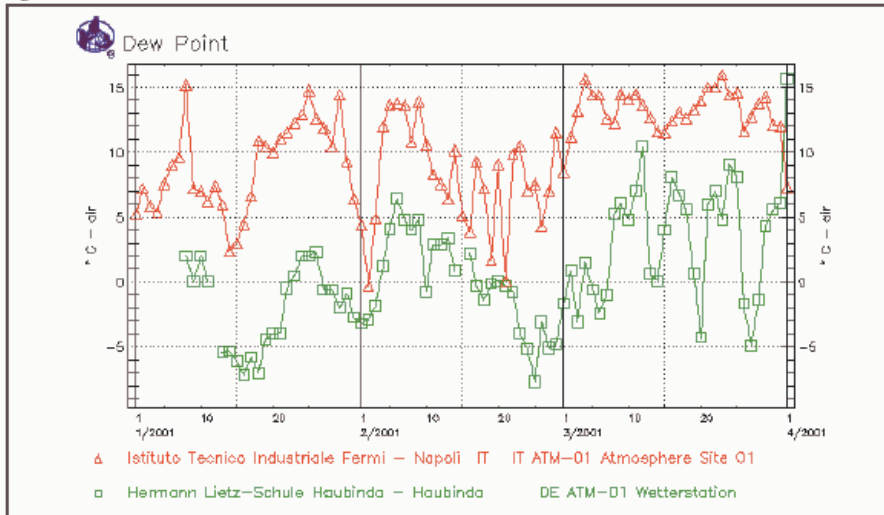


Figure AT-RH-8

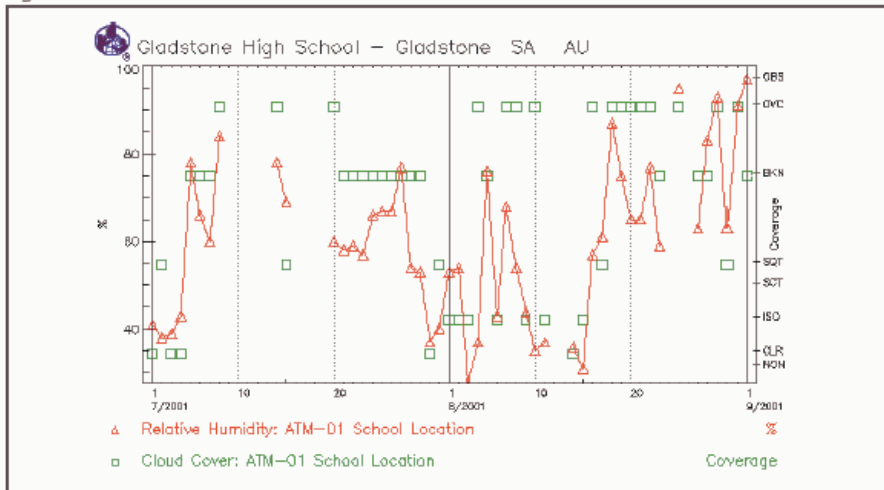


Table AT-RH-2. Relative Humidity at GLOBE Schools from Heikki's Sample

Date	Juuka Inland	Ammansaari Inland	Utajarvi Inland	02600 Espoo Coastal
5/10/01	32	77	49	39
5/11/01	39	57	39	32
5/12/01	46	57	50	32
5/13/01	68	94	65	48
5/14/01	77	80	42	35
5/15/01	33	78	61	49
5/16/01	30	53	33	33
5/17/01	30	45	38	97
5/18/01	46	98	83	96
5/19/01	56	97	87	83
5/20/01	56	98	89	71
5/21/01	54	85	81	81
5/22/01	41	70	54	39
5/23/01	95	100	74	78
5/24/01	39	65	58	41
5/25/01	39	80	50	46
5/26/01	41	66	49	37
5/27/01	43	74	50	52
5/28/01	51	88	74	38
5/29/01	50	73	63	50
5/30/01	53	52	40	45
5/31/01	32	45	33	38
6/1/01	23	35	29	42
6/2/01	28	33	32	52
6/3/01	—	38	31	58
6/4/01	33	46	70	36
6/5/01	51	88	85	53
6/6/01	25	48	49	38
6/7/01	30	51	44	38
6/8/01	46	60	71	73
6/9/01	57	97	63	97
6/10/01	90	92	84	70
6/11/01	41	62	67	65
6/12/01	72	63	77	96
6/13/01	84	87	89	97
6/14/01	48	92	67	90
6/15/01	32	74	47	56
6/16/01	43	77	63	52
6/17/01	39	67	42	97
6/18/01	49	74	50	63
6/19/01	47	57	41	97
6/20/01	39	44	29	97
6/21/01	85	61	52	97
6/22/01	78	59	64	90
6/23/01	41	35	39	58
6/24/01	29	39	33	46
6/25/01	34	55	34	—
6/26/01	46	57	46	48
6/27/01	39	55	38	66
6/28/01	33	60	37	56
6/29/01	39	53	36	63
6/30/01	37	76	66	65
7/1/01	33	51	58	76
7/2/01	65	85	65	61
7/3/01	41	60	65	47
7/4/01	38	53	49	44
7/5/01	39	99	89	41
7/6/01	35	62	47	58
7/7/01	46	—	56	47
7/8/01	51	70	52	60
7/9/01	41	59	59	48
7/10/01	51	92	63	58
7/11/01	62	89	75	69
7/12/01	54	70	62	60
7/13/01	82	68	65	53
Avg. RH	47.3	67.6	56.0	60.0
Days highest	2	35	5	21

Table AT-RH-3

Date (2001)	Juuka		Ammansaari		Utajarvi		02600 Espoo	
	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)
10-May		17.0		10.5		0.7		
11-May	35.5	9.0	67.0	9.0	44.0	8.8	35.5	15.1
12-May	42.5	5.1	57.0	4.0	44.5	2.2	32.0	18.0
13-May	57.0	5.0	75.5	6.0	57.5	1.5	40.0	8.5
14-May	72.5	5.0	87.0	5.5	53.5		41.5	18.3
15-May	55.0	10.2	79.0	6.0	51.5		42.0	16.6
16-May	31.5	14.9	65.5	10.0	47.0	1.7	41.0	19.9
17-May	30.0	18.1	49.0	14.0	35.5		65.0	12.5
18-May	38.0	8.0	71.5	12.5	60.5	12.2	96.5	10.5
19-May	51.0	5.5	97.5	2.5	85.0	5.1	89.5	8.7
20-May	56.0	5.5	97.5	6.0	88.0	7.0	77.0	7.5
21-May	55.0	9.0	91.5	4.0	85.0	3.6	76.0	5.6
22-May	47.5	4.0	77.5	3.5	67.5	6.9	60.0	14.9
23-May	68.0	10.0	85.0	6.0	64.0	7.4	58.5	16.9
24-May	67.0	9.6	82.5	7.5	66.0	9.0	59.5	12.3
25-May	39.0	7.2	72.5	7.5	54.0	5.8	43.5	9.6
26-May	40.0	6.2	73.0	4.5	49.5	3.5	41.5	15.7
27-May	42.0	8.1	70.0	4.0	49.5	8.5	44.5	14.5
28-May	47.0	9.6	81.0	4.5	62.0	7.8	45.0	12.2
29-May	50.5	4.9	80.5	4.0	68.5	3.4	44.0	8.1
30-May	51.5	6.3	62.5	4.0	51.5	8.9	47.5	12.0
31-May	42.5	12.0	48.5	10.5	36.5	14.0	41.5	14.4
1-Jun	27.5	15.4	40.0	8.0	31.0	15.3	40.0	19.3
2-Jun	25.5	16.3	34.0	12.0	30.5	11.4	47.0	17.4
3-Jun			35.5	9.0	31.5	16.8	55.0	9.9
4-Jun		14.9	42.0	10.0	50.5	9.7	47.0	17.5
5-Jun	42.0	10.4	67.0	10.5	77.5	7.4	44.5	17.2
6-Jun	38.0	16.8	68.0	14.5	67.0	13.6	45.5	16.8
7-Jun	27.5	12.4	49.5	8.5	46.5	7.2	38.0	16.8
8-Jun	38.0	9.8	55.5	6.5	57.5	10.0	55.5	
9-Jun	51.5	8.0	78.5	7.0	67.0	7.0	85.0	5.3
10-Jun	73.5	10.1	94.5	7.5	73.5	6.1	83.5	10.9

Date (2001)	Juuka		Ammansaari		Utajarvi		02600 Espoo	
	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)	Average 2-day RH (%)	Temp. Range (°C)
11-Jun	65.5	9.6	77.0	9.5	75.5	10.6	67.5	11.0
12-Jun	56.5	6.1	62.5	6.0	72.0	5.2	80.5	6.7
13-Jun	78.0	5.6	75.0	8.5	83.0	6.8	96.5	5.0
14-Jun	66.0	12.5	89.5	8.5	78.0	6.8	93.5	4.7
15-Jun	40.0	15.5	83.0	8.5	57.0	11.5	73.0	16.8
16-Jun	37.5	13.5	75.5	7.0	55.0	12.0	54.0	18.2
17-Jun	41.0	12.8	72.0	9.0	52.5	14.0	74.5	12.3
18-Jun	44.0	6.7	70.5	8.5	46.0	8.4	80.0	12.3
19-Jun	48.0	8.2	65.5	9.0	45.5	8.8	80.0	2.4
20-Jun	43.0	9.6	50.5	9.5	35.0	10.5	97.0	2.5
21-Jun	62.0	7.3	52.5	9.0	40.5	7.9	97.0	3.7
22-Jun	81.5	4.1	60.0	7.0	58.0	3.2	93.5	10.7
23-Jun	59.5	9.2	47.0	8.0	51.5	6.7	74.0	
24-Jun	35.0	14.8	37.0	10.5	36.0	14.5	52.0	
25-Jun	31.5	13.0	47.0	7.5	33.5	16.6		
26-Jun	40.0	15.5	56.0	12.0	40.0	14.5		
27-Jun	42.5	15.2	56.0	9.5	42.0	13.1	57.0	14.7
28-Jun	36.0	12.9	57.5	6.5	37.5	11.5	61.0	13.8
29-Jun	36.0	9.7	56.5	9.0	36.5	10.3	59.5	14.4
30-Jun	38.0	9.0	64.5	9.0	51.0	5.2	64.0	9.5
1-Jul	35.0	14.6	63.5	10.5	62.0	8.2	70.5	10.8
2-Jul	49.0	11.2	68.0	9.0	61.5	7.8	68.5	6.3
3-Jul	53.0	10.4	72.5	7.5	65.0	11.3	54.0	14.1
4-Jul	39.5	8.0	56.5	6.5	57.0	7.1	45.5	15.4
5-Jul	38.5	16.0	76.0	10.5	69.0	7.2	42.5	10.5
6-Jul	37.0	13.2	80.5	9.0	68.0	13.1	49.5	14.0
7-Jul	40.5	18.8			51.5	14.2		
8-Jul	48.5	10.1		8.5	54.0	15.7		
9-Jul	46.0	12.4	64.5	8.5	55.5	13.2	54.0	12.0
10-Jul	46.0	15.1	75.5	9.5	61.0	9.9	53.0	2.5
11-Jul	56.5	5.7	90.5	7.5	69.0	6.5	63.5	6.3
12-Jul	58.0	9.0	79.5	6.5	68.5	8.3	64.5	5.0
13-Jul	68.0	12.3	69.0	10.0	63.5	8.4	56.5	7.9

Figure AT-RH-9: Average Temperature Range Plotted as a Function of Average Relative Humidity for Schools in the Study Sample

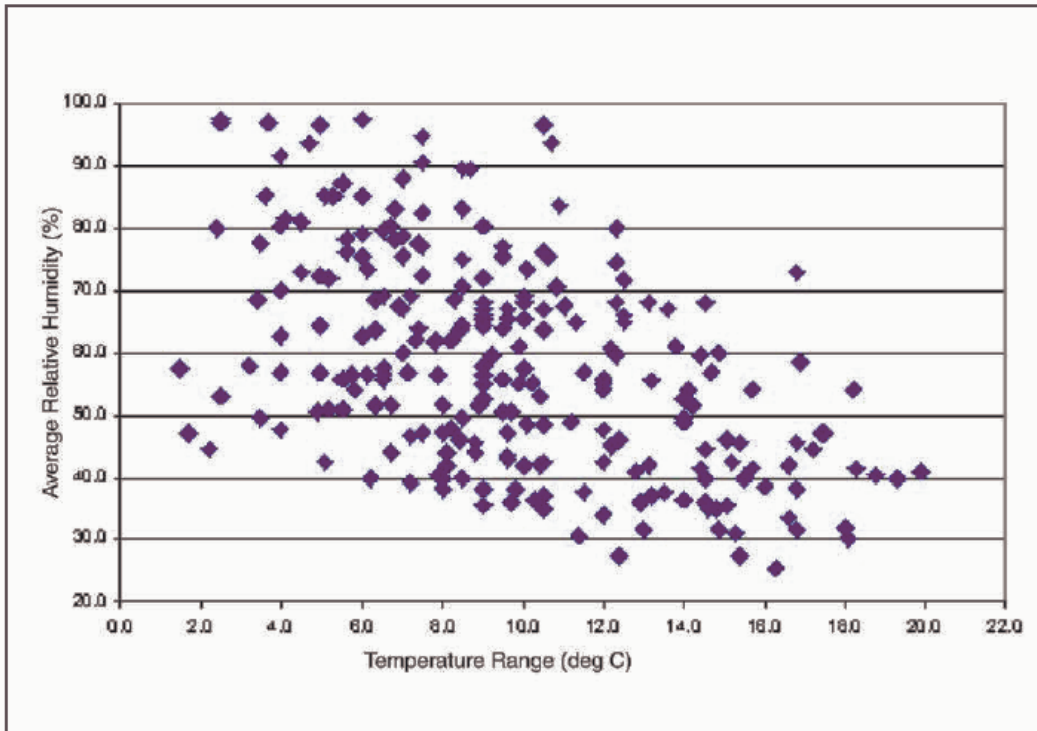


Figure AT-RH-10

