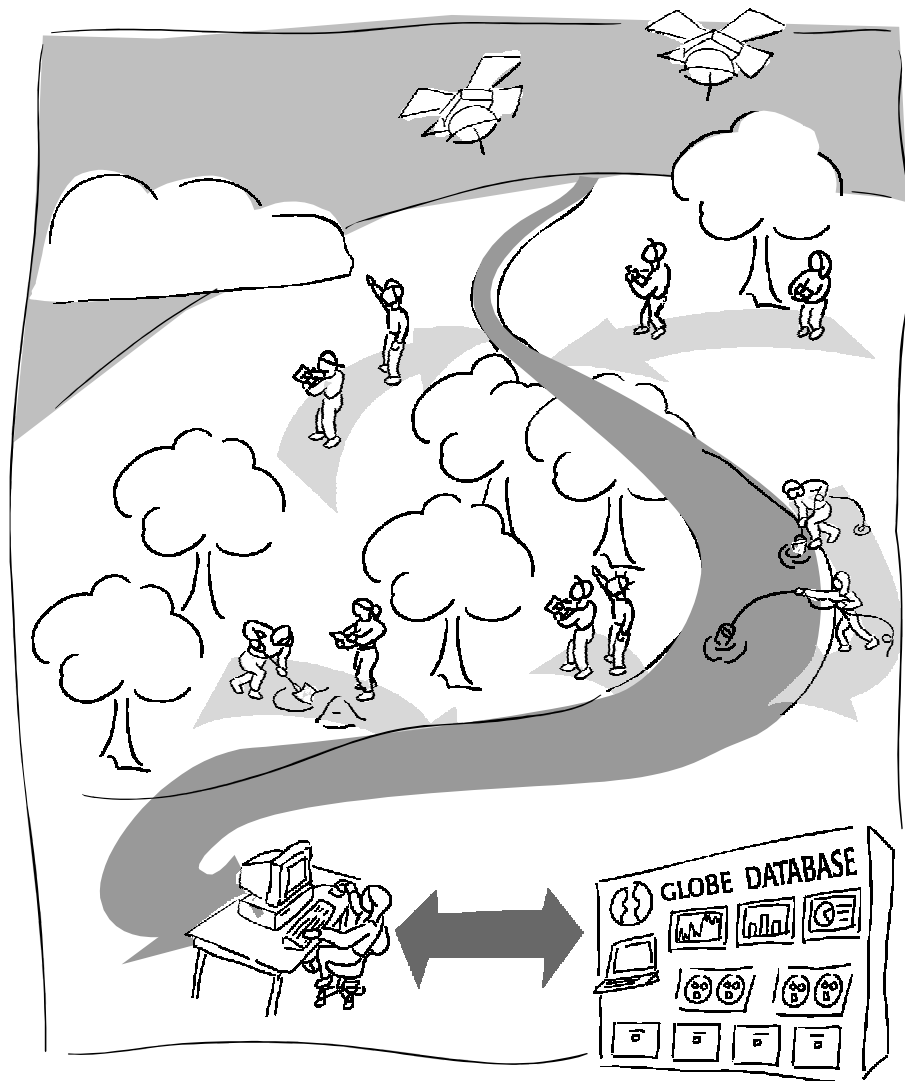


Boîte à outils



Du guide de l'enseignant
GLOBE®



Table des matières

Comment faire connaître GLOBE dans votre communauté.....	page 4
Introduction à la télédétection	page 8
Les mesures GLOBE et leurs instruments.....	page 19
Instruments spécifiques aux mesures GLOBE	page 23
Spécifications des instruments GLOBE	page 29

Comment faire connaître GLOBE dans votre communauté ?

Le programme GLOBE est un partenariat entre le gouvernement américain, l'University Corporation for Atmospheric Research, d'autres pays, les gouvernements locaux et fédéral, les écoles et le secteur privé. Ces activités peuvent permettre d'attirer l'attention sur des intérêts locaux et un soutien aux activités GLOBE de l'école. Ce chapitre donne des pistes pour promouvoir votre projet, une aide pour écrire un communiqué de presse et travailler avec les médias et des exemples d'articles ou de communiqués de presse parus. Ces documents sont seulement un point de départ. Pour obtenir de meilleurs résultats, il convient de les adapter à votre école et votre communauté et d'impliquer les élèves pour qu'ils développent leurs propres activités de communication.

Idées de communication autour de GLOBE

- Faire une opération « Portes ouvertes Globe » et inviter les citoyens et les médias à se joindre aux élèves pour prendre des mesures scientifiques et faire des observations. Permettre aux élèves de montrer comment ils communiquent leurs données par Internet. Discuter de la visualisation en ligne des données GLOBE des élèves et laisser les élèves expliquer en quoi leurs travaux ont contribué au projet et à la compréhension de l'environnement terrestre. Voir la partie *Travailler avec les médias* de ce chapitre.
- Planifier une assemblée de l'école ou une rencontre parents - professeurs pour faire connaître les enseignants GLOBE et leurs élèves. Les élèves peuvent faire des présentations de leurs données et de leurs recherches et parler de ce qu'ils ont appris.
- Aider les élèves à organiser un « bureau de portes paroles » GLOBE dont le but est de parler aux entreprises locales et aux associations citoyennes. Les élèves pourront montrer ce qu'ils ont appris en science, sur l'environnement et les technologies.
- Inviter des professionnels de l'environnement, des sciences, de la géographie et des technologies à rencontrer les élèves GLOBE.

Cela aidera les élèves à se rendre compte de valeur de leurs travaux au-delà de la classe et les professionnels apprendront des choses sur GLOBE.

- Demander aux élèves de soumettre des articles et photos au journal local. Le journal local voudra peut-être parler régulièrement dans ses pages *Education* ou *Jeunes* des observations GLOBE faites par les élèves. Les télévisions locales peuvent aussi être intéressées par GLOBE pour leurs rubriques météo, éducation ou science.
- Montrez la vidéo GLOBE à de petits groupes pour fournir une vue générale du programme ou laissez vos élèves faire leur propre vidéo ou autre forme de présentation de GLOBE.

Travailler avec les médias

Si vous êtes contacté par les médias ou que vous décidez de les contacter, les points suivant pourront vous être utiles. Votre école ou rectorat peut aussi vous fournir de l'aide.

Réfléchir à son message et connaître son sujet.

Prenez du temps pour décider exactement de ce que vous voulez que les médias disent des activités GLOBE. Est-ce que vous cherchez la couverture d'un événement particulier, comme l'ouverture d'un local GLOBE ou voulez-vous parler de GLOBE de manière plus générale ? Voir la partie *Ecrire un communiqué de presse* et soyez sûr de connaître les dernières infos GLOBE sur www.globe.gov pour donner des réponses précises à des questions comme « Combien d'écoles et de pays participent à GLOBE ? » Si vous n'êtes pas sûr d'une information envoyez un email à info@globe.gov et vous recevrez une réponse rapide.

Invitations

Vous pouvez choisir d'inviter un journal ou une chaîne de télévision pour visiter l'école à un moment précis ou vous pouvez organiser un événement où vous inviterez les médias locaux. Une invitation ciblée est plus facile à organiser et les journalistes ou rédacteurs en chef seront plus intéressés s'ils en ont l'exclusivité.

Les invitations à plusieurs médias demandent plus de préparation et de travail mais peuvent conduire à une plus grande couverture du programme GLOBE. Inviter une personnalité pourra attirer l'attention des médias, mais les élèves doivent rester l'objet principal d'intérêt. Le choix d'une invitation ciblée ou pas dépend de l'intérêt que portent les médias au projet GLOBE quand vous les approchez.

Etablir les contacts clés avec les médias

Si vous, votre principal ou un tuteur GLOBE connaît quelqu'un dans les médias, contactez cette personne tout d'abord. Si vous n'avez pas de contact interne, appelez la rédaction et demandez à parler à la personne qui couvre les domaines de l'environnement, des sciences, de l'éducation ou des technologies. Prenez quelques minutes au téléphone pour expliquer GLOBE et annoncez que vous enverrez une documentation sous la forme de brochure ou de communiqué de presse ou faites savoir que vous avez prévu un événement spécial. Eveillez l'intérêt pour qu'ils acceptent une invitation à rencontrer les élèves. S'ils ne semblent pas intéressés, essayez à nouveau après quelques semaines ou mieux demandez s'il y a quelqu'un d'autre chez eux qu'ils vous suggèreraient de contacter.

Planifier vos contacts

Les journalistes ont besoin de connaître une semaine à l'avance, voire deux, la date d'événements particuliers. Faites suivre votre communiqué d'un coup de téléphone. Ne craignez pas d'appeler la veille pour confirmer.

Planifier l'événement

Pour assurer une forte participation, prévoyez de commencer après 10h et soyez sûr qu'il y ait la place pour des caméras et des micros. Demander aux divers médias leurs besoins en prises électriques ou autres. Quand un journaliste arrive, soyez sûr que quelqu'un se charge de l'accueillir et de le présenter au principal, aux professeurs, aux élèves et autres personnalités. Préparer une documentation pour chaque journaliste avec une autre copie du communiqué de presse, des documents visuels issus de données GLOBE, une copie des horaires de l'événement et tout autre document servant à décrire le programme GLOBE.

Suivi

Après une visite des médias à l'école, appelez-les pour être sûr qu'ils ont toutes les informations dont ils ont besoin. S'il y a des erreurs dans l'article, vous pourrez le leur signifier poliment pour qu'ils les corrigent.

Image BO-1: Un exemple d'article sur le programme GLOBE

Students collect data for GLOBE program

By MARY BARKER

Chronicle staff writer

An elementary science program in Grand Haven Schools not only teaches students valuable research methods, it also has them providing science

data being used around the world by scientists studying the environment.

Griffin Elementary sixth-grade science teacher Roberta Cramer was the first to put her students to work measuring longitude, latitude and elevation with a Global Positioning System device, which uses relays from satellites in orbit above the earth.

The Global Learning and Observations to Benefit the Environment program, or GLOBE, is a hands-on project where students work under the guidance of GLOBE-trained teachers to make environmental observations and measurements and report them to a central processing facility.

Cramer's students record minimum, maximum and average daily temperatures 11 a.m. each day. The students also take note of the cloud cover and precipitation at that time. Water temperatures and acidity also are analyzed. The information is then sent through the Internet information highway to educators and scientists all over the world who are studying the environment.

Global images generated from the data are sent back to students for study.

Cramer said scientists for years have been retrieving information about the environment from satellite photographs. The data being collected by students around the world is being used as a way to verify the

The Global Learning and Observations to Benefit the Environment program, or GLOBE, is a hands-on project where students work under the guidance of GLOBE-trained teachers to make environmental observations and measurements.

accuracy of the satellite images.

"The bottom line is students are learning science research, which is basically simple. It's a matter of accuracy and collecting data over a long period of time," Cramer said.

"This is a hands-on activity with far-reaching implications for scientists all over the world," Cramer said. "It isn't often that kids are doing science that will be used by other scientists. That is what makes this program unique."

Before they could get down to the business of collecting information and sending it around the globe, students at Griffin Elementary spent a lot of time choosing a research site to locate the weather station built and donated by Rick Fuller, a Griffin Elementary parent.

Science methodology was introduced while choosing the site with a grid system approach to rating potential locations based on a variety of criteria.

"They were asked to document their method of choosing a site and to reflect in writing on how and why they chose the site," Cramer said.

In the fall, while waiting for the measuring equipment to arrive, students learned about cloud cover and maintained a science journal. Accuracy in recording observations was stressed, Cramer said.

The special Global Positioning System device will travel to Rosy Mound, Ferry, Central, Robinson and Peach Plains elementary schools as well as the Junior High School and Community Education, where students will collect similar information and send it off to scientists.

Students at various elementary levels will participate. For example, second-graders can measure air temperatures and fifth-graders can sample local plant and animal life. First-graders will record cloud cover and sixth-graders will analyze water quality.

From there the device will be sent to another district until next year when Grand Haven students will repeat their effort at being part of the global picture.

GLOBE is managed by a team of agencies headed by the National Oceanic and Atmospheric Administration. Other agencies are: the National Aeronautics and Space Administration, the National Science Foundation, the Environmental Protection Agency and the Departments of Education and State.

The leadership also includes the Office on Environmental Policy and the Office of Science and Technology Policy in the President's Executive Office.

Project spurs student growth

By Edward Patenaude
Telegram & Gazette Staff

DUDLEY — A hands-on program that joins students, educators, and scientists in studying the global environment is a big hit with ninth-graders at Shepherd Hill Regional High School.

"I call it real science," says lead teacher Anthony R. Surozenski. "We've made a three-year commitment."

The science department at the district high school is providing day-by-day weather and related information for scientists affiliated with Global Learning and Observations to Benefit the Environment in Boulder, Co.

While students in Surozenski's ninth-grade science class are doing most of the work, checking information at a weather station, a soil moisture reading site, and a hydrology location, the program is open to the community. "We could use some help on weekends and during vacations," Surozenski says.

The weather and soil stations are on the Shepherd Hill campus, and water readings are made near a culvert connecting Mosquito and Wallace ponds on Dudley-Oxford Road, about a mile from the school.

"WE'RE NOT ALONE"

"It does not take very long to learn what has to be done nor does it take long to do the actual recording of data," said Surozenski, calling for assistance because readings must be taken between 11 a.m. and noon every day of the year.

"We've been working with this program since April," Surozenski said. "We're not alone. There are 1,600 (schools) in the United



Edward Fox, 14, measures the height of a tree outside Shepherd Hill with a clinometer.

States and other countries gathering information so scientists can get a better understanding of the environment."

Students in last year's freshman science class walked the hilltop campus, identifying areas that might be used for ongoing weather and moisture readings and biometrics, the statistical study of biological data.

Information is forwarded via the Internet to Boulder, where it can be accessed by research scientists. Shepherd Hill readings are fixed to a 15-kilometer square that covers a region from Webster Lake westerly to the Quinebaug River, and includes most of the ponds, and a lot of woodlands and open areas in Dudley. The information is matched to reports from other schools and locations by the 100 scientists participating in the program. It is anticipated that data will improve understanding of the earth.

Students have established a land cover site near a corner of

the Dudley-Oxford Road school. They recently checked tree leaf growth above a given section to determine the amount of sunlight that reaches the ground. The tests will record plant growth through the four seasons.

The Shepherd Hill program has been mostly outside to date, but it will become an in-class activity as the weather turns cold, Surozenski said. While important and part of the process, field readings will be limited. "We'll be into the computer end of it when we can't get outside."

The program has been well accepted by the school's science classes, Surozenski says. There's a sense of accomplishment, the knowledge by students that activities will improve understanding of the planet. There's generally interesting information to share, according to Surozenski. For example, more than 3 inches of rain fell Oct. 21, and tests of water quality in the town ponds has generally been within acceptable pH levels.

Although a ninth-grade study, the volunteer aspect of the study is open to anyone in the community. There were a few gaps in the summer 1995 readings, but scout groups and others came to the fore, Surozenski said.

Debra Warme and her two sons, Christopher, a fifth-grader, and Jonathan, a fourth-grader, assumed responsibility for readings through the second week in July. Her husband, Kurt, is the leader of a Cub Scout pack just getting reorganized and Surozenski sought help, Debra Warme said. "He ended up with us," she said. "We enjoyed going up there."

"HANDS-ON APPROACH"

Surozenski and about 20 students were in a wooded section behind the school yesterday afternoon. The ninth-graders, mostly from the Charlton side of the two-town district, said the Globe science project offers a hands-on approach to science.

"It is a lot of fun because the information can be used in so many great ways," Tony Almeida said.

Enthusiasm for the project has brought Almeida to school on weekends, Surozenski said. Almeida and his parents, Sandra and Joseph A. Jr., are among the volunteers who visit the Dudley-Oxford Road campus when the school is closed.

Science is interesting but the outdoor sessions add a dimension to the school day, Jessica Beesley said. Zoe Ferris offered a similar note. Besides this, good grades are likely, she predicted.

"It's hands-on experiences, not like sitting in a classroom," Andrea Bardier said while drawing measurements on a form.

Utiliser avec la permission du Telegram & Gazette, Worcester, MA.

Ecrire un communiqué de presse GLOBE

5 points sont importants pour faire un bon communiqué de presse: Qui, quoi, quand, où et pourquoi. Si possible, rajoutez un commentaire. Il est important d'avoir tous ces points dans la première phrase ou en deux phrases. Utilisez des mots courts et faites des phrases courtes, ainsi que de petits paragraphes. 2 phrases font un bon paragraphe. Un communiqué de presse doit tenir sur 1 ou 2 pages.

Rappelez-vous

- Toujours donner la date, l'heure et le lieu exacts de votre événement, en indiquant les facilités de parking.
- Faire deux ou trois phrases générales pour décrire GLOBE, en indiquant le nombre d'écoles

et de pays participants. (Consultez www.globe.gov pour des données à jour.)

- Vérifiez la précision de tous les points de votre communiqués : lieux, dates, ou orthographes des noms.
- Mettre le nom du contact de l'école et son téléphone en haut du communiqué et imprimer le communiqué avec du papier à en-tête de l'école.

Exemple de
communiqué de presse

Nom du contact
Numéro de tel
Email
Ecole

Des étudiants locaux assistent les scientifiques dans la collecte de données environnementales

Les élèves de **(Nom de l'école)** intègrent un réseau international de jeunes élèves qui prennent des mesures scientifiques de la Terre et partagent leurs observations avec d'autres étudiants et scientifiques du monde entier en utilisant les systèmes technologiques les plus avancés.

(Nom de l'école) rejoint ainsi le programme GLOBE, un partenariat d'éducation scientifique international sur l'environnement. Les élèves GLOBE contribuent à une meilleure compréhension de la planète en faisant des observations régulières en des milliers de lieux du monde entier et en partageant leurs informations par Internet.

(Nom du professeur) a participé à un atelier réunissant scientifiques et éducateurs GLOBE pour recevoir une formation sur les procédures de mesures et le système informatique GLOBE.

(Mettre une citation du professeur)

Les élèves sélectionneront un site d'étude proche de l'école où ils prendront des mesures régulières de nombreux paramètres atmosphériques, hydrologiques, biologiques et géologiques. Ils enverront résultats par Internet à un centre de traitement de données GLOBE. Ces données seront associées à celles d'autres écoles ainsi qu'à d'autres ressources scientifiques, tel que l'imagerie satellite, pour créer des images en ligne de la Terre. Les données des étudiants GLOBE sont ouvertes au public sur le site web www.globe.gov.

Le programme GLOBE est soutenu et coordonné par la NASA et la National Science Foundation avec l'aide du département d'état américain. GLOBE un programme de la NASA sous maîtrise d'œuvre de la University Corporation for Atmospheric Research.
(Insérer ici par qui le programme GLOBE est soutenu au niveau local...)

Pour plus d'information contacter **(Insérer le nom de l'enseignant GLOBE et son numéro de téléphone)**

Introduction à la télédétection

Introduction

Nous percevons notre environnement avec nos sens. Certains sens demandent d'entrer en contact avec ce que l'on veut sentir (le toucher et le goût). D'autres nous permettent de percevoir à distance (la vue et l'ouïe). Dans le second cas, nous percevons des objets ou phénomènes grâce à nos yeux ou de nos oreilles. Nous faisons de la télédétection. En utilisant un microscope, un télescope, un appareil photo, un ampli, une télévision, nous augmentons nos capacités de télédétection. Ces technologies nous permettent de voir plus loin, avec plus de détails, et de percevoir des signaux faibles que nos sens ne perçoivent pas.

Nos capacités de télédétection sont en coordination avec une source d'énergie, le traitement des données et les capacités de stockage. Nous tournons la tête pour observer avoir une meilleure vue ou entendre mieux, prenons des décisions basées sur nos sens et nous souvenons des images et sons. Pour mieux voir notre environnement, nous pouvons monter sur une échelle, un arbre ou une colline et avons ainsi une vue plus large. Avant l'invention des montgolfières lors du siècle dernier, c'était le seul moyen pour l'être humain d'avoir une vue plongeante sur la Terre. Avec l'invention de la photo au milieu du XIX^{ème} siècle, on a commencé à prendre des photos à partir des ballons. L'une des premières photos fut celle de Boston, Massachusetts, USA en 1860 prise à 1200 pieds au dessus de la ville. Une photo particulièrement fascinante fut prise en 1906, lors du tremblement de terre de San Francisco, faite en utilisant une combinaison de 17 cerfs-volants attachés à un bateau ancré dans la baie de San Francisco!

Avant 1960, le plus utilisé des systèmes de télédétection était l'appareil photo bien que les radars et films infrarouge eurent été développés et utilisés pendant la seconde guerre mondiale. La télédétection spatiale a commencé en 1960 avec le lancement du premier satellite Television Infrared Observation Satellite (TIROS 1). La série de satellites TIROS était initialement conçue pour la

fourniture de photos de nuages et ils étaient les prédécesseurs des satellites météo en orbite polaire National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Le premier satellite de télédétection pour l'étude du sol fut le Earth Resources Technology Satellite (ERTS 1) lancé par la NASA en juillet 1972. Plus tard, ce satellite se renommera en Landsat 1 et deviendra le premier d'une série de satellites Landsat conçus pour l'imagerie et la cartographie des caractéristiques de la surface terrestre. Aujourd'hui, des douzaines de satellites environnementaux ont été lancés et sont opérationnels pour le compte de nombreux pays ou d'organisations internationales.

A l'origine, le coût des technologies limitait leur utilisation à des pays développés ou des compagnies privées. Plus récemment, la puissance des ordinateurs et la prolifération de satellites de nombreux pays en ont généralisé l'utilisation. Aujourd'hui, de petites universités ou sociétés, des écoles primaires et secondaires, des urbanistes, des groupes environnementaux, voire des personnes isolées peuvent utiliser la technologie de télédétection par satellite.

De nombreuses images obtenues par des télédétection apparaissent tout au long du guide. Certaines ressemblent à des photos, et elles sont bien des photos. Le Blue Marble, peut-être l'image la plus connue de la Terre prise de l'espace, est une photo prise par les astronautes d'Apollo 17 pendant leur voyage sur la lune en décembre 1972. Voir l'image BO-4. D'autres images sont plus proches de la peinture abstraite. Aujourd'hui la plupart des images de télédétection ne sont pas des photos; il s'agit d'images numériques prises par des détecteurs et converties en nombres qui sont transmis, stockés et affichés par les ordinateurs. Les instruments de télédétection sur Landsat sont de ce type. Chaque fois qu'il est possible de le faire, chaque école GLOBE aura une image prise par Landsat de son site d'étude GLOBE prise par un instrument nommé Thematic Mapper (TM).

Image BO-4: La boule bleue – Photographie prise d'Apollo 17, Décembre 1972



Source: NASA

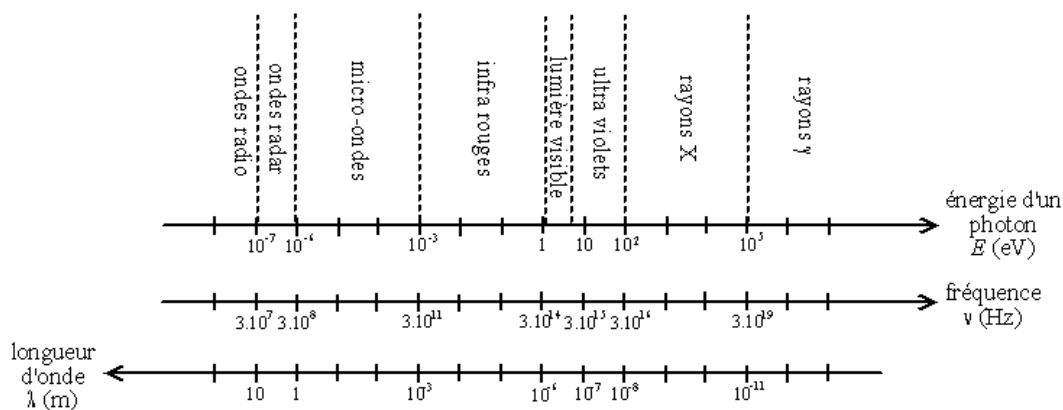
Quelles propriétés du site d'étude GLOBE mesure le Thematic Mapper ?

Les capteurs du TM enregistrent le rayonnement du soleil dans le visible et l'infrarouge, réfléchi par la Terre vers l'espace. TM comprend aussi des capteurs qui détectent le rayonnement infrarouge émis par la Terre mais cette capacité n'est pas utilisée par GLOBE.

La lumière visible est une onde électromagnétique qui peut être détectée par notre principal organe de détection, l'oeil. Il est dit que l'oeil humain nous fournit 90% des informations que nous recevons sur notre environnement. La lumière visible n'est cependant qu'une petite partie du spectre des ondes électromagnétiques. Voir l'image BO-5. Ces ondes forment un spectre continu

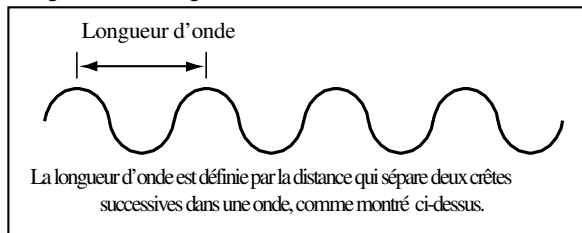
dans lequel les différentes ondes sont caractérisées par leurs longueurs d'ondes. Elles sont généralement mesurées en micromètre qui vaut 10^{-6} m ou en nanomètre qui vaut 10^{-9} m. Les ondes les plus courtes sont les rayons gamma qui font 10^{-6} micromètres alors qu'à l'autre bout de l'échelle on a les ondes radio et TV qui font 10^{+8} micromètres. La lumière visible est au milieu du spectre, la lumière violette étant la plus courte et la lumière rouge la plus longue. Mesurées en nanomètre, les longueurs d'onde du visible vont de 400 nm pour le violet à 700 nm pour le rouge. De chaque côté du spectre visible, il y a d'autres longueurs d'onde mesurables par télédétection. Juste après le visible on a les 3 bandes de l'infrarouge, proche, moyen et thermique.

Image BO-5: Spectre des ondes électromagnétiques



Les noms donnés aux bandes électromagnétiques sont au centre d'une bande mais chaque type d'ondes n'est pas clairement séparé. Il faut imaginer un arc-en-ciel avec ses bandes de rouge, orange, jaune, vert, bleu et violet. Les couleurs de la lumière visible se mélangent les unes aux autres. Pour notre usage, nous utiliserons les noms indiqués au centre de chaque bande.

Image BO-6: Longueur d'onde

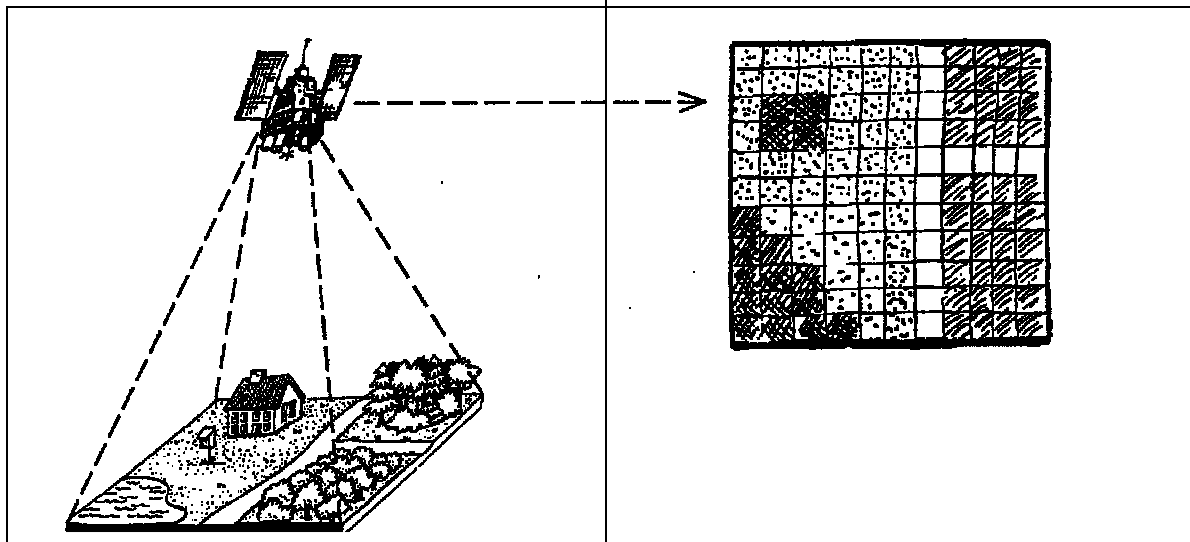


Quand vous pensez à des longueurs d'ondes, vous pouvez penser aux vagues de l'océan. Les longueurs d'onde sont mesurées d'une crête d'une onde à la crête de la prochaine. Penser aux vagues que vous voyez dans les océans ou les lacs, quelle distance sépare les crêtes de ces vagues ?

L'image du site d'étude GLOBE est donnée par le TM dans trois bandes visibles (bleu, vert et rouge), une bande de l'IR proche, deux bandes de l'IR moyen. Ces données sont utilisées pour évaluer la taille et l'état des récoltes, des forêts et d'autres formes de végétations.

Dans chaque bande, le TM mesure l'intensité de lumière qui atteint le détecteur à partir d'un point précis sur Terre et enregistre cette intensité comme un nombre entre 0 et 255. Dans le système binaire, cela prend 8 chiffres pour compter jusqu'à 255 et chaque chiffre correspond à un bit, le TM donne donc des données en 8 bits. Les détecteurs et l'optique du TM ont été construits de sorte qu'à partir des 705 km d'altitude de l'orbite de Landsat, un pixel représente 30m par 30m de la surface de

Image BO-7: Surface quadrillée



Cela représente comment un satellite voit une surface comme pixel.
Source: Jan Smolik 1996 TEREZA Association

la Terre. C'est pour cela que le TM a une résolution spatiale de 30m. Les objets plus petits que 30m seront confondus avec ce qui les entourent et ne pourront pas être vu directement sur l'image TM.

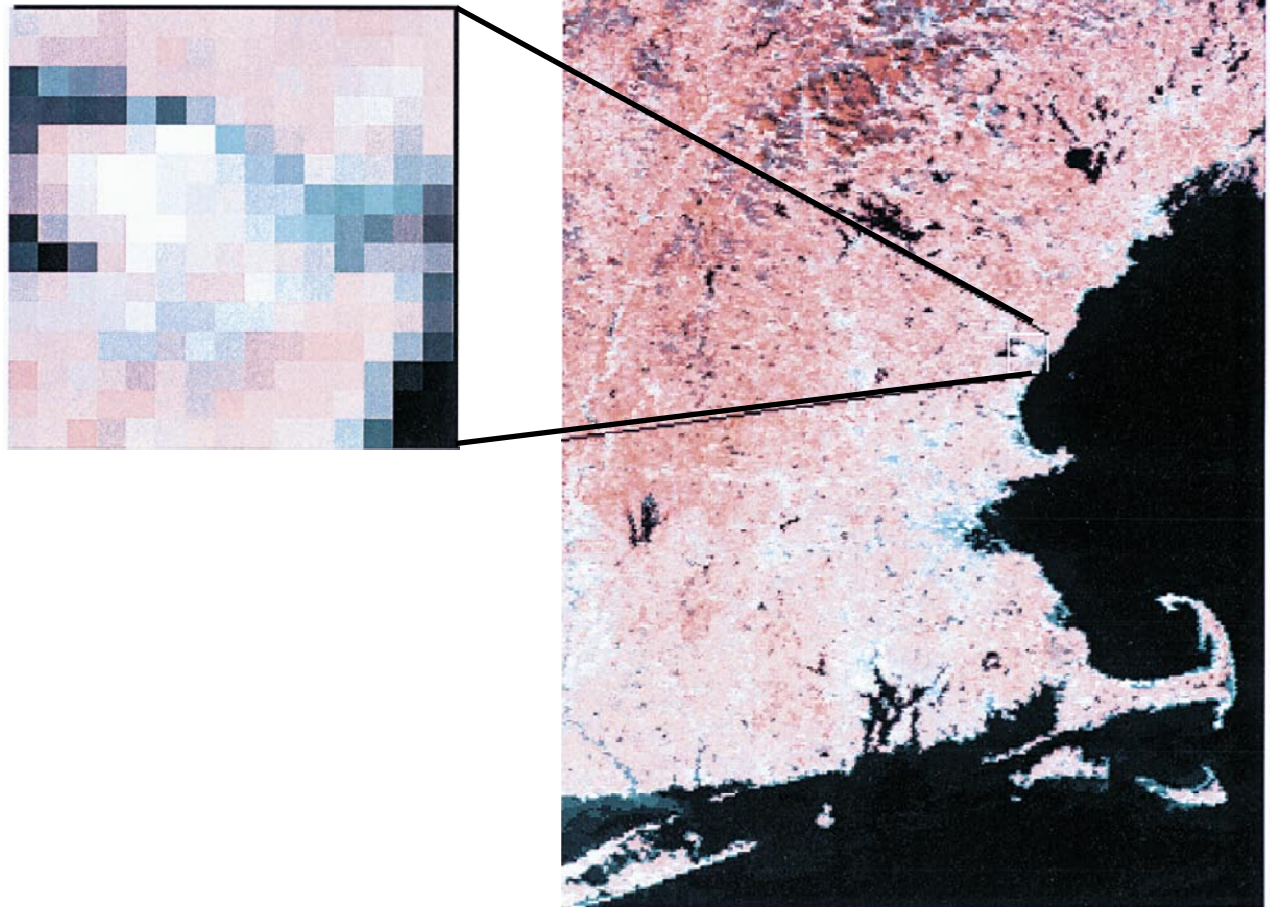
Images satellite

Une image plus large la surface de la Terre peut être obtenue en assemblant les intensités mesurées des pixels de 30m sur 30m qui sont adjacents. Si vous regardez sur l'écran de TV ou d'ordinateur ou sur des images des journaux avec une loupe vous verrez des petits points de couleurs. Normalement, l'oeil voit une image continue de ce tableau de points. En fait chaque point est un pixel. Pour faire une image numérique à partir des données du TM, l'ordinateur utilise chaque valeur d'intensité pour déterminer la brillance du pixel. Quand il est totalement affiché, chaque pixel de l'image sur l'ordinateur correspond à un point de la Terre. Ce concept peut être observé par le flou qui apparaît quand on zoome sur une partie de l'image. Voir l'image BO-8. Les images BO-9 à BO-12 montrent plusieurs images satellites de la même zone, le Pease International Tradeport dans Portsmouth, New Hampshire, USA à différentes résolutions spatiales pour montrer l'influence de la taille des pixels sur la qualité de l'image.

un groupe de bloc de taille égale. Chaque bloc est appelé un
for Environmental Education, République Tchèque

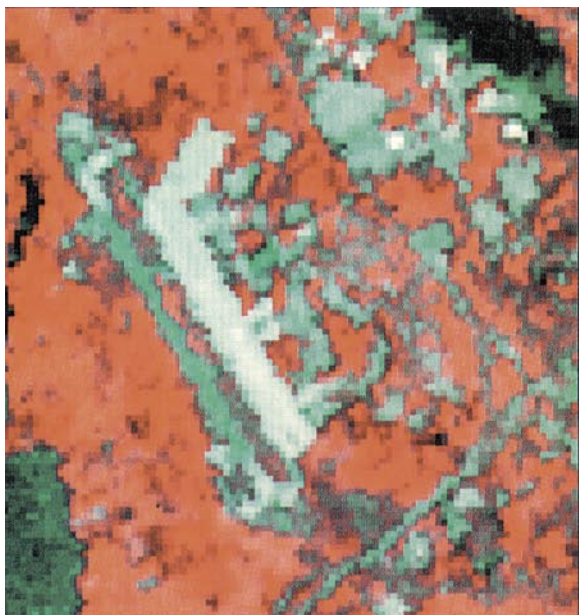
Image BO-8:Image AVHRR

15 pixels x 15 pixels



Source: NASA

Une image infrarouge en fausse couleur de la Nouvelle Angleterre prise par le capteur Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) embarqué sur le satellite NOAA. Chaque pixel de la scène fait 1,1 km de côté. La partie zoomée montre une surface de 15 pixels par 15 pixels ce qui est à peu près la taille d'un site d'étude GLOBE et montre la même partie de Portsmouth, N.H., comme les images 9 à 12. Les pixels les plus brillants représentent la piste d'atterrissage et la surface autour utilisée pour garer les avions et les véhicules de service.



Landsat Multispectral Scanner – 80m pixel



Landsat Thematic Mapper – 30m pixel

Image BO-9

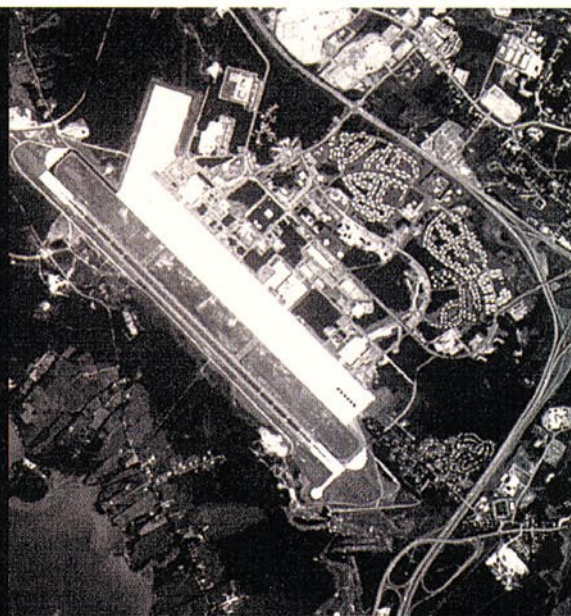
Cette image du TM de Landsat montre la même aire que celle de l'image 8 avec une résolution de 80 mètres du scanner multispectres qui était à bord des 5 premiers satellites Landsat. Dans cette vue, on voit le parking mais aussi d'autres détails sur le sol.

Image BO-10

La même image du TM avec une résolution de 30m. On peut voir les routes principales. Et on peut même commencer à voir les maisons. Ces données sont préférées pour beaucoup d'études écologiques et environnementales car elles ont une bonne résolution spectrale et spatiale.



SPOT Multispectral Scanner – 20m pixel



SPOT Panchromatic Band – 10m pixel

Image BO-11

Pease, N.H., avec une résolution de 20m par le satellite français SPOT. On peut voir les routes et bâtiments secondaires.

Image BO-12

Pease, N.H. avec une résolution de 10 m par l'imageur panchromatique du satellite français SPOT.

Sources: Utilisées avec la permission de Earth Day Forest Watch Program, Université du New Hampshire, Dr. Barry Rock et Mr. Gary Lauten



Image BO-13: Une étendu d'eau à Cambera, Australie, vue dans l'IR proche seulement. Notez que l'eau y apparaît en noir. Source: EROS Data Center

Au fur et à mesure que la taille des pixels diminue, la quantité d'informations nécessaires pour faire une image de même surface augmente. Les limites de stockage des ordinateurs rend impossible le traitement de données hautes résolutions sur de grandes surfaces. Les objectifs de la mission doivent prendre en compte quel satellite va être utilisé. Pour GLOBE, les pixels de 30m par 30m de Landsat sont les plus appropriés. Avec ces pixels, une aire de 15km par 15km est couverte par une image 512 pixels par 512 pixels. Stocké chaque bande du TM en tant qu'image nécessite 256 ko de mémoires et 5 bandes rentrent donc sur une disquette.

Nos yeux peuvent voir aussi bien en couleur qu'en noir et blanc. Si seulement une bande de données TM est utilisée pour construire une image, elle peut être totalement représentée en utilisant 256 contrastes de gris que nos yeux perçoivent comme différentes brillances. Voir les images 12 et 13. La gamme complète de couleur que l'on peut voir peut être reproduite par la combinaison de 3 couleurs par exemple le rouge, le vert et le bleu sur un écran d'ordinateur ou le jaune, le rouge et le bleu quand on mélange des peintures. Voir l'image 14. Sur un écran d'ordinateur ou sur une image imprimée, chaque pixel est produit par une combinaison de rouge, de vert et de bleu.

Cela permet de voir des images dans trois bandes spectrales simultanément. Si on laisse l'intensité sur la bande rouge déterminer la quantité de rouge d'un pixel, et qu'on fait pareil pour le vert et le bleu, l'image qui en ressort sera très proche de ce qu'on aurait vu avec nos yeux en regardant la surface de la Terre, on parle donc d'image visible.

Alternativement, la proportion de rouge peut être déterminée par l'intensité d'IR proche détecté, la proportion de vert par celle de rouge et celle de bleu par celle de vert pour produire une image IR en fausses couleurs correspondant à ce que l'on verrait sur un film photographique sensible aux IR. Voir l'image 15 qui montre une étendue d'eau à Prague en République Tchèque. D'autres combinaisons de bandes sont possibles mais nous sommes toujours limités par nos yeux pour voir plus de 3 bandes dans une simple image.

Signatures spectrales

Considérons ce que signifient les différentes couleurs. Quand la lumière du soleil (qui englobe toutes les couleurs) touche un objet, certaines couleurs sont absorbées et les autres réfléchies. Par exemple, un objet qui apparaît rouge réfléchit la lumière rouge et absorbe toutes les autres couleurs. Voir l'image 16. Si toutes les couleurs sont réfléchies, l'objet apparaît blanc, si toutes sont absorbées l'objet est noir. La clé pour interpréter des données multispectrales est la compréhension des propriétés de réflexion des surfaces et objets vus par le capteur. Les tendances d'un objet à réfléchir ou absorber des radiations solaires à différentes longueurs d'onde donne sa signature spectrale. Voir l'image 14. Comme une personne peut être reconnue à sa photo, les signatures spectrale et spatiale peuvent être combinées pour identifier un objet ou une surface. On peut prédire les signatures spectrales des objets dans le visible puisque c'est dans cette région du spectre que nous voyons. Par exemple on peut prédire que l'océan sera fortement réfléchissant dans le bleu et l'océan apparaît bleu dans une image du visible parce que beaucoup de lumière entrante est absorbée et seule la lumière bleue est réfléchi. On attendra de la végétation qu'elle réfléchisse beaucoup dans le vert puisque les feuilles sont vertes et ainsi de suite.

TM n'est pas limité à la détection dans le visible. Les scientifiques ont appris à interpréter les réflexions en dehors du spectre du visible et dans beaucoup de cas, c'est ces informations invisibles qui font la puissance de l'imagerie spectrale. L'IR proche est pratiquement absorbé complètement par l'eau alors que les terres et particulièrement la végétation réfléchissent l'IR proche. Donc, les bandes d'IR proche sont utiles pour différencier l'eau de la terre. De plus les IR proches sont utiles pour localiser différentes espèces de végétation et déterminer si ou non des plantes sont en bonne santé. L'IR moyen est sensible à l'humidité et donc très utile dans l'étude de la végétation.

Orbites et instruments du satellite, période et fréquence d'observation

Un autre aspect important de la télédétection par satellite est la fréquence de passage, c'est-à-dire combien de fois un satellite passe sur un point de la surface du globe. Ceci est déterminé par l'orbite du satellite et la largeur des images qu'il prend de la surface de la Terre. Plus l'altitude est haute plus le satellite met de temps pour faire le tour de la Terre.

En règle générale, plus la taille des pixels est petite plus le champ de vue est étroit. L'orbite de Landsat et la largeur des images TM ont été choisies pour fournir une couverture de chaque point de la Terre en moins de 16 jours (à part pour certains points près des pôles qui ne sont jamais imagés). L'orbite a aussi été choisie de sorte que Landsat passe à la même latitude à la même heure locale chaque jour. A l'équateur il est à peu près 9h45. Ces orbites sont appelés héliosynchrones. L'angle du soleil, les ombres et tous les effets visibles restent les mêmes sur les images TM ou varient lentement en des proportions prévisibles.

Au fur et à mesure des saisons, la réflectivité des surfaces change principalement à cause des changements dans la végétation et la proportion de neige et de glace dans les mers. Les changements dans la végétation se produisent lentement, résultat des changements de saisons dans les plantes à feuilles caduques et la quantité d'humidité due aux précipitations.

Image BO-14: Réflectance de quelques objets

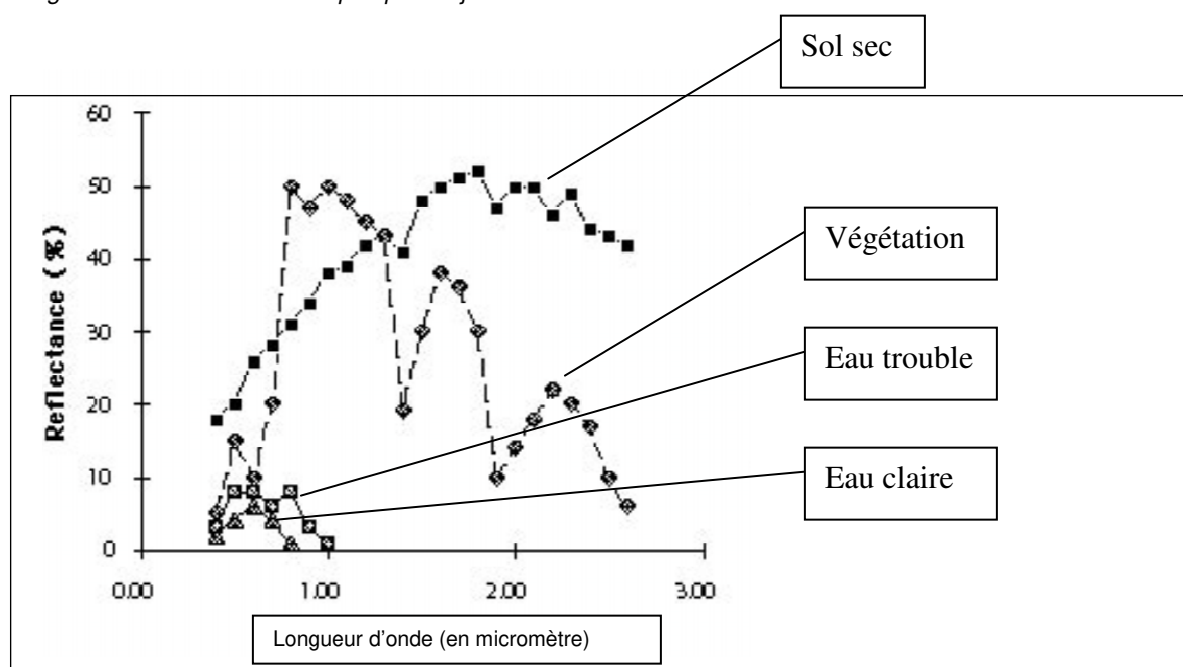


Image BO-15: Image de Prague en fausses couleurs

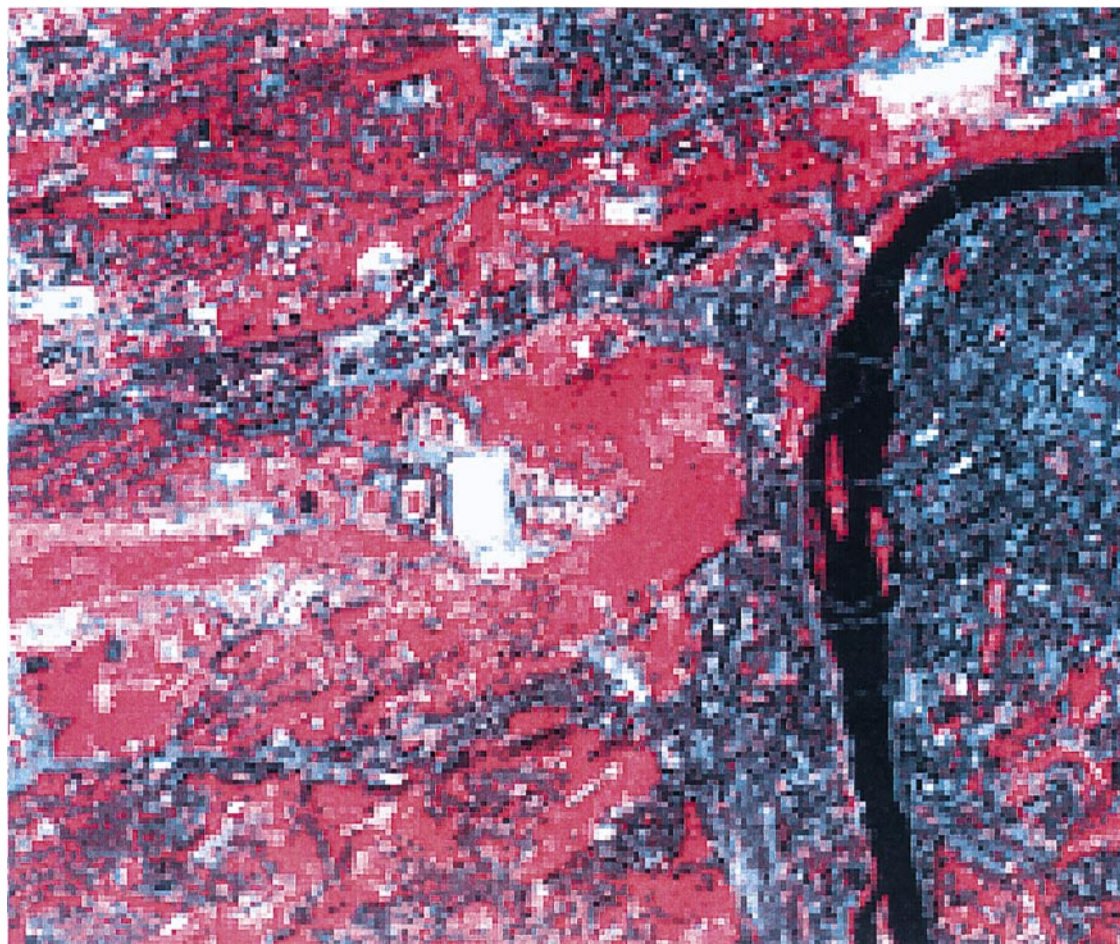
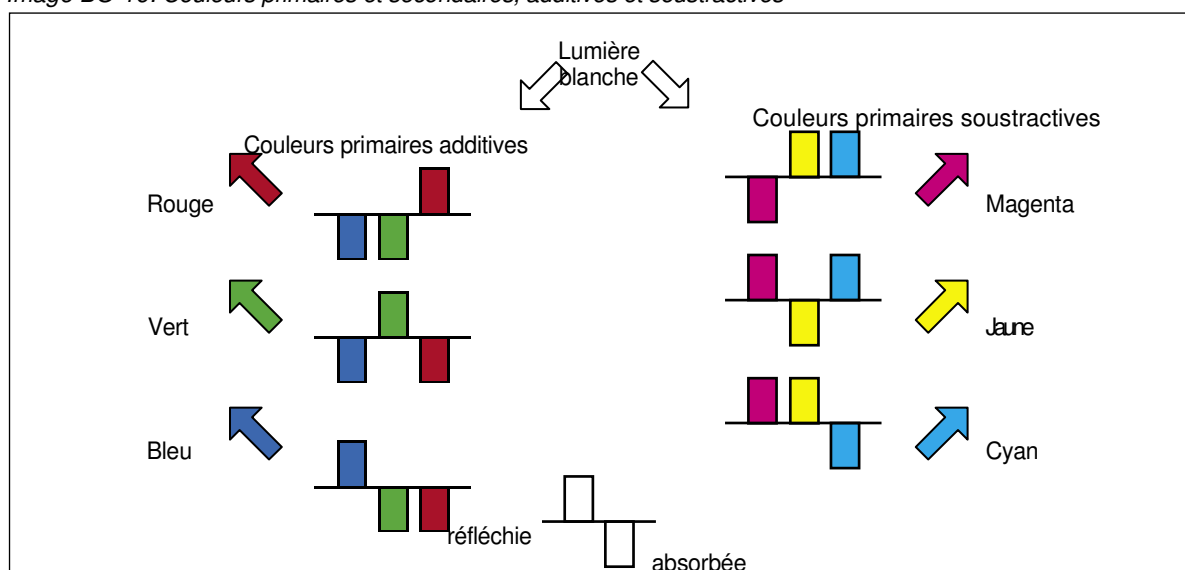


Image BO-16: Couleurs primaires et secondaires, additives et soustractives



Les couleurs additives primaires et secondaires sont produites lorsque des objets absorbent et réfléchissent des combinaisons de couleurs trouvées dans la lumière blanche. Source: GLOBE

Les mesures GLOBE et leurs instruments

Les mesures environnementales de GLOBE sont dans 5 domaines: Atmosphère/Climat, Hydrologie, Couverture du sol/Biologie, Sols, et Phénologie. Les pages suivantes résument les spécifications actuelles pour les instruments. Les mesures et instruments GLOBE sont différenciés selon les niveaux de capacités.

Mesure	Instrument	Niveau
<i>Atmosphère/Climat</i>		
Type et couverture des nuages naturels et artificiels	Charte des nuages	Tous
Aérosols	Photomètre solaire, voltmètre numérique	Intermédiaire et avancé
Vapeur d'eau	Instrument pour la vapeur d'eau GLOBE/GIFTS	Intermédiaire et avancé
Pression Barométrique *	Baromètre anéroïde ou altimètre ou baromètre numérique	Tous
Humidité relative	Hygromètre numérique, Thermomètre (calibration ou Maximum/minimum)	Tous
	Psychomètre à fronde, protection pour Instrument, thermomètre à calibration	Tous
Précipitations liquides	Jauge de pluie/pluviomètre	Tous
Précipitations solides	Planche à neige, jauge de pluie(pluviomètre), Bâton pour la profondeur de neige	Tous
pH des précipitations	Papier pH	Primaire
	pH-mètre, 3 solutions tampons pour le pH (7, 4, et 10)	Intermédiaire et avancé
Protocole de mesures numériques des températures max et min de l'air et du sol plusieurs fois par jour	Thermomètre numérique Maximum/Minimum, Thermomètre à calibration, thermomètre pour le sol, abris pour les instruments	Tous
Température de l'air: Maximum, Minimum, et actuelle	Thermomètre numérique Maximum/Minimum, Thermomètre à calibration, abris pour les instruments météo	Tous

* Voir la version complète du Guide des enseignants disponible sur le site web de GLOBE et par CD-ROM.

Mesure	Instrument	Niveau
Température de surface	Thermomètre Infrarouge (TIR)	Intermédiaire et avancé
Surface d'ozone	lecteur optique d'ozone, Bande chimique de testeur d'ozone, station de mesure de l'ozone, sacs hermétiques, instrument pour direction du vent	Tous
Protocoles sur les stations météo automatisées *	Station météo avec un journal de données sur ordinateur, Thermomètre à calibration, Jauge de pluie	Intermédiaire et avancé
Hydrologie		
Transparence — seulement pour sites d'eaux profondes	Disque Secchi, corde de 5 m	Tous
Transparence — A la surface de l'eau	Tube de transparence	Tous
Température de l'eau	Thermomètre rempli de liquide organique	Tous
Oxygène dissous	Kit pour l'oxygène dissous	Intermédiaire et avancé
pH de l'eau	Papier pH	Primaire
	pH-mètre, 3 solutions tampons pour le pH (7, 4, et 10)	Intermédiaire et avancé
Conductivité Electrique – Sites d'eaux fraîches seulement	Appareil de contrôle des solides dissous (conductivité), solution de calibration	Tous
Salinité – Sites d'eaux salées et saumâtres	Hydromètre, 500 mL éprouvette graduée en plastique, Thermomètre rempli de liquide organique	Tous
Méthode de titrage de salinité*– Sites d'eaux salées et saumâtres	Kit de salinité	Facultatif Intermédiaire et avancé
Alcalinité	Kit d'alcalinité	Intermédiaire et avancé
Nitrate	Kit de nitrate	Intermédiaire et avancé
Macro invertébrés en eau douce*	Gants en latex, bocaux transparents en plastique, petites fioles en plastique, bouteille plastique en spray ou jet, réservoir de 20 mL, seringues, goutte-à-goutte, forceps en plastique ou métal, loupes	Intermédiaire et avancé

* Voir la version complète du Guide des enseignants disponible sur le site web de GLOBE et par CD-ROM.

Mesure	Instrument	Niveau
Macro invertébrés en eau douce* (suite)	Seaux blancs de 5-L, Plateaux blancs, plateau d'échantillonnage, passoire 0.5 mm (ou plus petit), tamis entre 2 et 5 m, classeur d'identification des macro invertébrés locaux, bouteilles de spécimens avec une solution de préservation (70% éthanol) et couvercles fins (Facultatif), quadrant d'1 x 1 m (Facultatif)	
Sol		
Caractérisation du sol – pente, profondeur d'horizon, Structure, Couleur, Consistance, Texture, Carbonates	Clinomètre, Appareil photo, canne d'un mètre, tableau des couleurs, échantillons, boîte, autres conteneurs, pelle ou vrille	Tous
Masse volumique	Boîtes d'échantillonnage en métal ou autres conteneur, four qui assèche, éprouvette graduée, tamis	Tous
Densité des particules du sol	Erlenmeyer de 100 mL avec bouchon, source de chaleur, Thermomètre, Balance	Intermédiaire et avancé
Répartition par taille des particules	Éprouvette graduée de 500 mL, Réactif dispersif du sol (Sodium Hexametaphosphate), conteneurs de 250 mL ou plus, Thermomètre, éprouvette graduée de 100 mL, canne d'un mètre	Tous
pH du sol	Papier pH, mètre et solution tampon pour pH, vas à bec de 100 mL, balance	Tous
Fertilité du sol	Kit NPK pour le sol	Intermédiaire et avancé
Humidité du sol	Balance, canne d'un mètre, four à assécher, Boîte d'échantillons, autres conteneurs de sols, vrille (pour échantillons en profondeur), 50 m de mesure	Tous
Humidité du sol par capteur*	Instrument de mesure d'humidité, Capteur d'humidité du sol, tuyaux en PVC	Facultatif, Secondaire

* Voir la version complète du Guide des enseignants disponible sur le site web de GLOBE et par CD-ROM.

Mesure	Instrument	Niveau
Infiltration *	Infiltromètre à anneaux doubles	Facultatif, Tous
Température du sol	Thermomètre pour sol	Tous
Protocole sur l'observation automatisée de la température de l'air et du sol *	Logiciel et journal de données à 4 entrées, 1 capteur de température pour l'air, 3 capteurs de température du sol, câble pour l'interface capteur ordinateur, boîte étanche, Dessiccatif, abris pour instrument	Facultatif Intermédiaire et avancé
Protocole numérique sur les températures max et min du sol et de l'air*	Thermomètre numérique Maximum/Minimum, Thermomètre à calibration, thermomètre pour le sol	Tous
Protocole sur l'observation automatisée par station de la température de l'air et du sol *	Station météo qui mesure la température et l'humidité avec un journal de données stocké sur ordinateur, thermomètre à calibration	Intermédiaire et avancé
Système Terre		
Floraison	Guide des plantes locales, boussole, appareil photo, règle	Tous
Défraichissement	Guide des plantes locales, boussole, appareil photo, Guide des couleurs de plantes GLOBE	Tous
Bourgeons	Guide des plantes locales	Tous
Couverture du sol/Biologie		
Cartographie de la couverture du sol	Image satellite, Logiciel MultiSpec (Facultatif)	Tous
Identification des espèces	Légende	Tous
Biométrie Circonférence des arbres Hauteur des arbres Couverture des voûtes Couverture du sol	Clinomètre et densimètre (les deux peuvent être faits par les élèves), Mètre à ruban de 50 m	Tous
Biométrie Biomasse de l'herbe	Four à assécher	Tous
GPS		
Latitude et longitude des sites d'études	Récepteur GPS	Tous

* Voir la version complète du Guide des enseignants disponible sur le site web de GLOBE et par CD-ROM.

Instruments spécifiques pour les mesures GLOBE

Un certain nombre d'instruments, de fournitures et de pièces d'équipement sont nécessaires pour faire les mesures GLOBE proprement. La plupart peuvent être achetés à des fournisseurs et certains peuvent être construits par des élèves de l'école. Les protocoles de mesure GLOBE sont divisés en 3 types qui dépendent du degré d'implication, des attentes et du lieu d'implémentation des écoles GLOBE. Ces types sont : basique, avancé et Facultatif. Les tableaux suivant listent les instruments nécessaires pour chaque type de mesure. Les mesures GLOBE sont aussi différenciées par le niveau requis pour les faire. Dans la colonne KIT des tableaux suivant, P indique un niveau primaire, M un niveau moyen, S un niveau secondaire. Chaque kit comprend les instruments minimums que les écoles auront besoin d'acquérir pour faire le protocole GLOBE de base adapté au niveau d'éducation. Le A indique que l'instrument est inclus dans le kit pour tous les protocoles avancés, le E indique que l'achat de cet instrument est en supplément et n'est pas inclus dans le kit car chaque école doit déjà en avoir un ou peut se le faire prêter ou parce que l'instrument n'est nécessaire que si certaines options du protocole sont choisies. Le C indique que l'instrument peut être construit dans l'école ou avec l'aide de l'entourage de l'école.

Mesure de bases

Instrument	KIT(P,M,S,E,A,M)	Mesure	Niveau de capacité
Charte des nuages	E ¹	Type et couverture des nuages	Tous
Hygromètre numérique	P,M,S ²	Humidité relative	Tous
Psychomètre à fronde	P,M,S ²	Humidité relative	Tous
Thermomètre numérique Maximum/Minimum ou en forme de U	P,M,S	Température de l'air: Maximum, Minimum, et actuelle	Tous
Thermomètre à calibration, (Thermomètre rempli de liquide organique)	P,M,S	Température de l'air, Humidité relative, Température de l'eau, Salinité, Taille des particules du sol	Tous
Abris pour instruments météo	P,M,S,C	Température de l'air, Humidité relative, Températures de l'air et du sol automatisées	Tous
Jauge de pluie/pluviomètre	P,M,S	Précipitations, Liquide, Solide	Tous
Planche à neige	M	Précipitations, Solide	Tous
Bâton pour la profondeur de neige	E, C	Précipitations, Solide	Tous
Papier pH	P	pH des précipitations, de l'eau et du sol	Débutant

¹ une copie est fournie à chaque enseignant GLOBE pendant le stage.

² Seul un des ces instruments devrait être inclus dans n'importe quel kit GLOBE.

Mesure de bases (suite)

Instrument	KIT(P,M,S,E,A,M)	Mesure	Niveau de capacité
pH mètre	M,S	pH des précipitations, de l'eau et du sol	Intermédiaire et avancé
Solution tampons pH 4, pH 7 et pH 10	M,S,C	pH des précipitations, de l'eau et du sol	Intermédiaire et avancé
Appareil de contrôle des solides dissous (conductivité)	P,M,S ³	Conductivité Electrique - Sites d'eaux douces seulement	Tous
Solution de calibration	P,M,S,C ³	Conductivité Electrique - Sites d'eaux douces seulement	Tous
Hydromètre	P,M,S ⁴	Salinité — Sites d'eaux salées et saumâtres	Tous
500 mL éprouvette graduée en plastique	P,M,S ⁴	Salinité — Sites d'eaux salées et saumâtres	Tous
Disque Secchi, Corde	E,C	Transparence — seulement pour sites d'eaux profondes	Tous
Tube de transparence	C	Transparence — A la surface de l'eau	Tous
Equipement de sécurité — Gants et lunettes en plastique	A	Hydrologie : Oxygène dissous, Alcalinité, titrage de Salinité, Nitrate	Intermédiaire et avancé
Données d'images de télédétection	Lire la note 5	Cartographie de la couverture du sol, Détection des changements dans la couverture du sol	Tous
Légende	E ⁶	Identification des espèces, Floraison, Défraîchissement	Tous
Mètre à ruban de 50m	P,M,S	Disposition du site, Circonférence des arbres, Hauteur des arbres	Tous
Boussole	E	Sites d'échantillonnage de la couverture du sol, Définitions des sites de l'atmosphère et du sol, floraison, Défraîchissement	Tous
Clinomètre	E,C	Hauteur des arbres, inclinaison	Tous
Densimètre	C	Couverture des voûtes	Tous
Four pour assécher les herbes coupées	E	Biomasse de l'herbe	Tous

³ Inclus seulement dans le kit pour les eaux fraîches.

⁴ Inclus seulement dans le kit pour sites d'eaux salées et saumâtres.

⁵ Image fournie par GLOBE.

⁶ Choisir une légende appropriée à la végétation locale; une légende générale sera fourni à chaque professeur pendant le stage.

Mesure de bases (suite)

Instrument	KIT(P,M,S,E,A,M)	Mesure	Niveau de capacité
Vrille Dutch ⁷	E	Sol: Profil, masse volumique, Humidité du sol	Tous
Vrille pour sable ⁷	E	Sol: Profil, masse volumique, Humidité du sol	Tous
Vrille pour boue ⁷	E	Sol: Profil, masse volumique, Humidité du sol	Tous
Pelle	E	Sol: Profil, masse volumique, Humidité du sol	Tous
Appareil photo	E	Sol Profil, Site: Disposition, floraison, Défraîchissement	Tous
Canne d'un mètre	E	Sol: profondeur, humidité	Tous
Tableau des couleurs	P,M,S	Couleur du sol	Tous
Vinaigre blanc distillé	E	Sol : Carbonates libres	Tous
Bouteille d'acide	P,M,S	Sol : Carbonates libres	Tous
#10 tamis(2 mm de maille)	P,M,S	Sol : masse volumique	Tous
Four pour assécher le sol	E	Sol: humidité, masse	Tous
Balance	E	Gravimétrie de l'humidité du sol, masse volumique	Tous
Boîte pour le sol – 15	E,C	Gravimétrie de l'humidité du sol masse volumique — méthode de surface ou par piquet	Tous
Autres conteneurs pour le sol	E	Gravimétrie de l'humidité du sol, masse volumique	Tous
Eprouvette graduée de 100 mL	P,M,S	pH du Sol, masse volumique	Tous
Déplantoir de jardin	E	Gravimétrie de l'humidité du sol	Tous
Infiltromètre à anneaux doubles	E,C	Sol: Infiltration	Tous
Thermomètre de sol	P,M,S	Sol: Température	Tous
Guide des couleurs de plantes GLOBE	P,M,S	Défraîchissement	Tous
Récepteur GPS	E ⁸	Latitude, longitude et élévation	Tous

⁷ Sélectionner la vrille adaptée au type de sol.

⁸ Si vous n'avez pas accès à un récepteur GPS, contactez votre coordinateur GLOBE national.

Mesure de bases (suite)

Instrument	KIT(P,M,S,E,A,M)	Mesure	Niveau de capacité
kit d'oxygène dissous	A	Oxygène dissous	Intermédiaire et avancé
kit d'alcalinité de l'eau	A	Alcalinité	Intermédiaire et avancé
Kit des nitrates de l'eau	A	Hydrologie: Nitrate	Intermédiaire et avancé

Mesures avancées

Instrument	KIT(P,M,S,E,A,M)	Mesure	Niveau de capacité
Photomètre solaire	E	Aérosols	Intermédiaire et avancé
Instrument pour la vapeur d'eau GLOBE/GIFTS	E	Vapeur d'eau	Intermédiaire et avancé
voltmètre numérique	E	Aérosols	Intermédiaire et avancé
Baromètre anéroïde	A	Pression Barométrique	Tous
altimètre	A	Pression Barométrique	Tous
Thermomètre Infrarouge	A	Température de surface	Intermédiaire et avancé
Lecteur optique d'ozone	A	Surface d'ozone	Tous
Bande chimique de testeur d'ozone	A	Surface d'ozone	Tous
station de mesure de l'ozone	C	Surface d'ozone	Tous
sacs hermétiques	E	Surface d'ozone	Tous
instrument pour direction du vent	E, C	Surface d'ozone	Tous
Hydromètre	A ⁹	Sol: Taille des particules	Tous
500 mL éprouvette graduée en plastique	A ⁹	Sol: Taille des particules	Tous
Réactif dispersif du sol	A	Sol: Taille des particules	Tous
Erlenmeyer de 100 mL avec bouchon	A	Sol: Densité des particules	Tous
source de chaleur	A	Sol: Densité des particules	Tous
Kit NPK pour le sol	A	Fertilité du sol	Intermédiaire et avancé
Logiciel MultiSpec	Voir la note 10	Activitée non supervisée	Intermédiaire et avancé

⁹ Nécessaire seulement si de tels instruments n'ont pas été acheté pour mesurer la salinité (Mesures de base - Sites d'eaux salées et saumâtres).

¹⁰ Téléchargeable à partir de Purdue University <http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/Index.html>

Mesures Facultatives

Instrument	KIT(P,M,S,E,A,M)	Mesure	Niveau de capacité
Kit salinité		Salinité — Méthode de titrage	Facultatif Intermédiaire et avancé
Capteurs d'humidité du sol (4)		Humidité du sol par capteur	Facultatif secondaire
Instrument de mesure d'humidité		Humidité du sol par capteur	Facultatif secondaire
tuyaux en PVC		Humidité du sol par capteur	Facultatif secondaire
Logiciel et journal de données à 4 entrées		Observation automatisée des températures du sol et de l'air	Facultatif Intermédiaire et avancé
1 capteur de température pour l'air, 3 capteurs de température du sol		Observation automatisée des températures du sol et de l'air	Facultatif Intermédiaire et avancé
boîte étanche		Observation automatisée des températures du sol et de l'air	Facultatif Intermédiaire et avancé
Dessiccatif		Observation automatisée des températures du sol et de l'air	Facultatif Intermédiaire et avancé
Station météo automatisée		Station météo automatisée	Facultatif Intermédiaire et avancé
Kicknet ou D-net		Macro invertébrés en eau douce	Facultatif Intermédiaire et avancé
quadrant		Macro invertébrés en eau douce	Facultatif Intermédiaire et avancé
tamis		Macro invertébrés en eau douce	Facultatif Intermédiaire et avancé

Spécifications des instruments GLOBE

Toutes les spécifications minimales des instruments GLOBE pour obtenir des données valides sont décrites dessous. Les écoles GLOBE pourront avoir des instruments qui ont des spécifications supérieures ou égales. Par exemple, les spécifications GLOBE pour le papier pH demande d'aller d'un pH de 2 à 9. Un papier pH qui va de 1 à 14 peut donc être utilisé.

Atmosphère/Climat

Types et couvertures des nuages – Tout niveau

Spécifications d'instrument: Chartes des nuages

La charte des nuages devra au moins montrer un exemple visuel des 10 types de nuages de base- cirrus, cirrostratus, cirrocumulus, altostratus, altocumulus, cumulus, nimbostratus, stratus, cumulonimbus, stratocumulus. La couverture nuageuse sera estimée visuellement. GLOBE fournira une charte des nuages à chaque coordinateur national du programme GLOBE.

Aérosols – Intermédiaire et avancé

Spécifications d'instrument: Photomètre solaire

Le photomètre GLOBE a 2 entrées électronico-optiques, une avec une longueur d'onde sensible à 505 nm et l'autre sensible à 625 nm. Les détecteurs LED pour chaque entrée doivent être obtenu directement auprès de l'équipe scientifique sur les aérosols de GLOBE.

Les détecteurs et leur batterie associée sont construits dans une boîte en métal ou en plastique d'environ 15 cm de long pour 5 cm de haut et 8 cm de profondeur. Les détecteurs doivent être monté sur un plan tel que les puces LED elles-mêmes à 12,5 cm de l'autre bout de la boîte et sur cette autre face, le diamètre du trou d'ouverture au soleil doit faire 5,5mm. Le bout arrondi de la LED, qui sert de lentille dans les applications habituelles des LED doit être aplati et poli. La ligne entre le trou d'ouverture et chaque détecteur doit être dégagée. Il n'y a pas besoin de lumière interne.

La lumière du soleil est alignée sur les détecteurs à l'aide de 2 équerres d'alignement monté en dehors de la boîte. La lumière du soleil passe dans un trou circulaire dans l'équerre frontale et brille sur les deux marques d'alignement sur l'équerre de derrière (une pour chaque entrée). Quand le rayon lumineux est centré sur une des marques d'alignement, il doit être aussi centré sur la LED de l'entrée correspondante. (Des moyens alternatifs d'alignement le soleil sur les détecteurs sont acceptables.)

L'électronique consiste en 2 ampli opérationnel basse tension amplifiant la transimpédance (ou des équivalents fonctionnels) pour convertir le courant des LED en une tension de l'ordre de 1 à 2 V en plein éclairage. Le bruit, le gain, la température de fonctionnement et autres spécifications doivent être similaires à ceux des ampli opérationnel Linear Technology LTC1050 ou LTC1051 (Les types 741 génériques ou leurs équivalents ne conviennent pas.) Des capacités de dérivation peuvent être incluses dans la boucle de résistance aux rétroactions pour prévenir une auto oscillation.

Les sorties du photomètre solaire doivent être observé en connectant un voltmètre numérique aux broches montées sur la boîte ou grâce à un voltmètre numérique intégré. Ce dernier devra au moins afficher 3 chiffres après la virgule pour des sorties de l'ordre de 1 à 2 V.

Spécifications de l'instrument: Voltmètre numérique

Un voltmètre numérique (ou multimètre) avec une mesure de la tension en courant continu qui détecte automatique l'ordre de la tension entre 0 et 20 ou que l'on peut régler manuellement pour une détection entre 0 et 2 V et 0 et 20 V. Pour des entrées de moins de 10 V (c'est à dire 9,999V), il doit afficher 3 chiffres après la virgule.

Vapeur d'eau – Intermédiaire et avancé

Spécifications de l'instrument: Instrument pour la vapeur d'eau GLOBE/GIFTS

L'instrument pour la vapeur d'eau GLOBE/GIFTS utilise le même principe que le photomètre solaire GLOBE dont les spécifications sont décrites dans Aérosols. Ils utilisent tous les deux des Diodes électroluminescentes (LEDs) pour mesurer la puissance du soleil dans des longueurs d'onde sélectionnées. Alors que le photomètre regarde dans longueurs d'onde du rouge et du vert, l'instrument pour la vapeur d'eau regarde dans les infrarouges plutôt que dans la lumière visible. Ce concept fut pour la première fois développé et décrit dans la presse scientifique par un membre de l'équipe scientifique du protocole sur la vapeur d'eau. [Mims, Forrest M. III, Sun photometer with light-emitting diodes as spectrally selective detectors, *Applied Optics*, **31**, 6965-6967, 1992].

La calibration des LEDs pour cet instrument nécessite un accès à un équipement et des données très précises et ne peut pas être reproduite par les élèves. Ces instruments peuvent être obtenus auprès de l'équipe GLOBE sur la vapeur d'eau.

Pression barométrique – Tout niveau

Spécifications de l'instrument: Baromètre anéroïde

Le baromètre anéroïde doit avoir une échelle précise entre 940 millibars et 1060 millibars. L'échelle doit être lisible au millibar près et l'erreur doit être inférieure à 3,5 millibars. Une aiguille de lecture doit être présente. Le baromètre doit pouvoir être calibré. Ce baromètre sera plus utile pour les postes qui sont sous les 500 mètres d'altitude. Les écoles plus hautes devront utiliser un altimètre.

Spécifications de l'instrument: Altimètre

Un altimètre est un type spécial de baromètre anéroïde conçu pour les hautes altitudes ainsi que pour la lecture de la pression atmosphérique réelle. L'échelle doit être en millibars et aller de 650 millibars à 1050 millibars, avec une précision à 3,5 millibars près. Il doit pouvoir être calibré. Il sera utilisé pour les mesures de pressions atmosphériques à des altitudes supérieures à 500m.

Spécifications de l'instrument: Capteur de pression barométrique numérique

La pression barométrique peut aussi être mesurée grâce à un capteur numérique. Ce capteur doit avoir une échelle allant de 940 à 1060 millibars avec une résolution d'un mbar et une précision à 3,5 mbars. La pression barométrique collectée grâce au capteur doit être une pression de station.

Humidité relative – Tout niveau

Spécifications de l'instrument: Hygromètre numérique

Un hygromètre ou capteur numérique doit fournir une humidité relative échelonner par 1% dans une échelle allant de 20 à 95 % avec une erreur de moins de 5 %. L'hygromètre numérique doit avoir un présentoir qui permet de le placer juste au dessus du sol de l'abris pour instrument, pendant que les mesures sont prises. La calibration est faite par le fournisseur et doit être garantie au moins deux ans avec la possibilité de recalibrage. Les batteries doivent être incluses. L'instrument ne doit pas être laissé dehors tous les jours.

Spécifications de l'instrument: Psychromètre à fronde

Les températures du réservoir sec et du réservoir mouillé doivent être mesurées avec un psychromètre à fronde, qui est composé de deux thermomètres. Les thermomètres doivent être lisibles uniquement en degrés Celsius par pas de 1°C et l'échelle doit aller de -1°C à 35°C avec une précision à 0,5°C près. Le psychromètre doit être placé dans une boîte de protection robuste ou avoir ces réservoirs montés sur un plateau rigide avec les anses nécessaires pour tourner et être hisser. Les thermomètres doivent être calibrés à l'usine avec une précision de 1°C, ce qui fournira une précision sur l'humidité relative de 5%. Les deux échelles doivent être ajustable par calibration ou avoir des réservoirs remplaçables. Chaque échelle doit être indiquée en Celsius. Les instructions d'installation et de pose sont fournies dans le Chapitre Atmosphère.

Spécifications de l'instrument: Thermomètre à calibration

Le thermomètre à calibration décrit dans la température de l'Air pourra être utilisé ici.

Spécifications de l'instrument: Thermomètre Maximum/minimum

Le thermomètre maximum/minimum décrit dans la température de l'Air pourra être utilisé ici.

Spécifications de l'instrument: Abris pour les instruments météo

L'abri pour instruments météo décrit dans la température de l'Air pourra être utilisé ici.

Surface d'ozone – Tout niveau

Spécifications de l'instrument: Bandes chimiques d'ozone

Les bandes chimiques d'ozone contiennent une solution de tinchloride dihydrate et de 1,5-diphenylcarbazine dissous dans de l'acétone. Quand elles sont exposées à l'air, l'ozone réagit avec le mélange et enclenche une réaction colorimétrique de couleur rose. Le niveau de concentration en ozone peut être mesuré par la quantification du changement de couleur sur la bande chimique exposée en utilisant un lecteur optique d'ozone.

Spécifications de l'instrument: Lecteur optique d'ozone

Le lecteur optique d'ozone fonctionne comme un simple spectrophotomètre qui comprend une LED qui émet de la lumière vers 540 nm et une photo diode qui capture la lumière qui se refléchit de la bande chimique exposée et la convertit en une tension électrique. Le lecteur doit être calibré pour la tension mesurée puisse être affichée en quantité d'ozone par milliard de particules d'air (ppb). Le niveau zéro d'ozone doit être programmé en insérant une bande non exposée dans le lecteur et se rappelant de la tension de sortie. Toute absorption au dessus de ce niveau à 540nm mesurera une concentration d'ozone spécifique.

Spécifications de l'instrument: Station de mesure de l'ozone

Les instructions pour construire une station de mesure d'ozone sont fournies dans la partie *Construction des instruments, sélection du site et mise en place* du chapitre sur l'Atmosphère.

Spécifications de l'instrument: Instrument pour la direction du vent

N'importe quel objet capable de donner la direction du vent, comme une girouette. Les instructions pour construire cet instrument sont données dans la partie *Construction des instruments, sélection du site et mise en place* du chapitre sur l'Atmosphère.

Précipitations, Liquide – Tout niveau

Spécifications de l'instrument: Jauge de pluie/pluviomètre

Les précipitations seront mesurées avec une jauge de pluie en plastique ayant une vue claire avec un collecteur qui a au moins un diamètre de 102 mm. La jauge de pluie doit avoir au moins 280 mm de hauteur avec une graduation indiquant la pluie collectée de 0.2 mm ou moins dans un cylindre intérieur clair. Il doit avoir la capacité de mesurer la chute de pluie de 280 mm sans déborder.

La forme de la partie extérieure doit aussi être cylindrique, et le débordement du cylindre intérieur devra être dirigé vers la partie extérieure de la jauge de pluie. Le cylindre extérieur doit pouvoir être utilisé dans la position inverse pour recueillir un échantillon de neige pour la mesure de la teneur en eau de la neige. La jauge de pluie doit être fournie avec le matériel nécessaire pour l'installation sur un pôle. Les instructions pour la pose sont fournies dans le "Guide des enseignants du programme GLOBE".

Les spécifications de l'instrument: Seau à renversement électronique

Un seau à renversement électronique pour mesurer les précipitations peut être utilisé conjointement avec une station météorologique automatisée. Il doit avoir une résolution d'au moins 0.25 mm.

Précipitations, Solide – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: Planche à neige

La profondeur d'une quotidienne chute de neige sera mesurée avec une planche en contreplaqué, peint en blanc, qui a approximativement pour dimensions 40 cm X 40 cm x au moins 1 cm d'épaisseur.

Les spécifications de l'instrument: Jauge de pluie

La jauge de pluie décrite dans Précipitation liquide sera utilisée pour cette mesure.

Les spécifications de l'instrument: Piquet pour neige profonde

Pour des profondeurs de neige de moins d'un mètre, une canne d'un mètre est recommandée. Quand la neige est plus profonde qu'un mètre, un piquet pour neige profonde est utilisé. Il peut être fait à partir un piquet de 2m en accrochant bout à bout deux cannes d'un mètre.

Le pH des précipitations – Tout niveau

Les mêmes instruments décrits en Hydrologie: Le pH de l'eau sera utilisé pour cette mesure.

La température de l'Air – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: Les thermomètres numériques Max/Min

Les thermomètres numériques max/min peuvent être utilisés. Ceux-ci peuvent avoir soit une exactitude de $\pm 0.5^\circ$ Celsius ou une précision d'au moins $\pm 0.5^\circ$ Celsius et une erreur d'offset qui est indépendante de la température. Ces thermomètres peuvent être soit des thermomètres numériques qui enregistrent quotidienne le max/min et qui sont vérifiés et remis à zéro chaque jour ou des thermomètres numériques max/min qui enregistrent les valeurs de température pour de nombreux jours.

Les thermomètres digitaux sur plusieurs jours max/min doivent pouvoir enregistrer des températures max/min sur des périodes de 24h qui peuvent être réglés pour commencer et terminer d'ici une heure du midi solaire locale.

Les spécifications de l'instrument: Le thermomètre Maximum/Minimum rempli de liquide organique

La température de l'air peut être mesurée avec un thermomètre maximum/minimum en forme de U. Le thermomètre maximum/ minimum devra être lisible seulement en degrés Celsius, avec des graduations maximum et minimum marquées avec des augmentations de 1.0° C, et les graduations doivent être capables de supporter des estimations de température au plus proche de 0.5° C. Le thermomètre doit être dans une robuste caisse protectrice, et être fourni avec le matériel nécessaire pour l'installation. Il doit être calibré à l'usine pour une précision de $+1.0^\circ$ C. Les deux graduations doivent être ajustables pour la calibration. Chaque graduation doit être clairement marquée pour indiquer Celsius, et avoir des indicateurs tels que "+" et "-" sur chaque graduation pour indiquer la direction de l'augmentation et la diminution de température.

De plus, chaque graduation doit être clairement marquée pour identifier quelle graduation est la maximum et laquelle est la minimum. Les instructions pour la pose et l'installation sont fournies dans le " Guide des enseignants du programme GLOBE ".

Les spécifications de l'instrument: Le senseur digital de température

Les senseurs digitaux de température peuvent aussi être utilisés pour contrôler la température. Ceux-ci doivent avoir soit une exactitude de $\pm 0.5^\circ$ Celsius ou une précision d'au moins $\pm 0.5^\circ$ Celsius et une erreur d'offset qui est indépendante de la température,

Les spécifications de l'instrument: Le thermomètre de Calibration

Le thermomètre maximum/minimum sera calibré avec un second thermomètre qui est un thermomètre rempli de liquide organique avec une gamme de températures de -5° C à 50° C. Le thermomètre doit être calibré à l'usine et testé avec des critères attribuables au N.I.S.T (The National Institute of Standards and Technology – Etats Unis) pour une exactitude de $+0.5^\circ$ C, avec des divisions de graduation de 0.5° C. Il doit être fourni avec une boîte en métal trouée au bout pour permettre la circulation et un trou en haut par lequel serait accroché le thermomètre dans l'abri pour instrument pour la calibration du thermomètre maximum/minimum.

Les spécifications de l'instrument: L'abri pour instruments météo

Un abri pour instruments météo est requis pour abriter le thermomètre maximum/minimum et le thermomètre de calibration pour assurer des mesures de la température de l'air scientifiquement utilisables. L'abri pour instruments météo doit être construit dans un matériel avec une valeur d'isolation thermique qui équivaut ou dépasse celle du bois de pin blanc séché (approximativement 2.0 cm d'épaisseur). Il doit être peint en blanc avec de la peinture de qualité pour l'extérieur. L'abri doit être aéré, et être assez gros pour permettre la circulation de l'air autour du thermomètre. Les dimensions intérieures doivent être au moins 45 cm de hauteur, 24.0 cm de largeur, et 12.0 cm de profondeur. L'abri doit avoir une porte avec des gonds devant, à claire-voie sur le devant et les côtés, et avoir des trous dans le bas et des trous sur la plus haute partie des côtés pour augmenter la ventilation si les claires-voies ne se prolongent pas au sommet des côtés. La porte doit contenir une serrure. L'abri pour instruments météo doit pouvoir être monté sur un mur ou poste. Le haut de l'abri doit être en pente vers le devant. Les parties de l'abri doivent être solidement attachées l'une à l'autre, soit en utilisant des vis ou avec des clous et de la colle. La jointure doit être scellée avec un composé calfatant résistant au temps. Les instructions pour construire cet instrument sont données dans la partie *Construction des instruments, sélection du site et mise en place* du chapitre sur l'Atmosphère.

La Température de surface – Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Le thermomètre infrarouge (IRT)

Le thermomètre infrarouge devrait être un instrument portatif. Il doit avoir une exactitude de $\pm 1^\circ$ C sur une gamme de -32° C à 72° C.

La Station météorologique automatisée– Facultatif, Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument : La Station météorologique automatisée

Une Station météorologique automatisée doit être reliée à un enregistreur de données et un ordinateur, et être capable d'enregistrer des données dans des intervalles de 15 minutes. L'entrée de données est simplifiée si le logiciel pour la station météorologique supporte l'option Export GLOBE Data.

Les senseurs attachés à la station météorologique doivent rencontrer les spécifications suivantes:

Température: Doit avoir soit une exactitude de $\pm 0.5^\circ$ Celsius ou une précision d'au moins $\pm 0.5^\circ$ Celsius et une erreur d'offset qui est indépendante de la température.

La pression barométrique: Doit avoir une gamme de pression entre 940 et 1060 mbars avec une résolution d'un mbar et une exactitude de 3.5 mbars sur sa gamme entière.

Humidité Relative: Doit avoir une mesure digitale de l'humidité relative au plus proche de 1%. Au delà d'une gamme d'humidité de 20-95%, l'exactitude doit être d'au moins 5%.

Chute de pluie: Doit avoir une résolution d'au moins 0.25 mm.

Anémomètre: Doit avoir une précision de $\pm 5\%$ et une gamme d'au moins 0-34 m/s

Vous pouvez reporter les données prises en utilisant n'importe quel senseur qui rencontre ces spécifications . Afin d'effectuer un protocole de station météorologique et une entrée de données qui lui est relative par courrier électronique ces senseurs doivent être rattachés à une station météorologique qui est capable d'enregistrer des données dans des intervalles de 15 minutes.

Si un senseur ou plus de votre station météorologique ne rencontre pas les spécifications ci-dessus, vous pouvez toujours reporter les données collectées avec les senseurs qui rencontrent bel et bien ces spécifications.

Hydrologie

La température de l'eau - Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: Le thermomètre rempli de liquide organique

Le thermomètre de calibration ou le senseur de température digital décrit dans “ la température de l'air” sera utilisé pour cette mesure.

Transparence - Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: Disque Secchi (pour les sites d'eau profonde seulement)

Une corde d'une longueur de 5m et un disque avec un diamètre de 20 cm. Le disque devra être coloré avec de la peinture ou d'autres moyens appropriés de telle sorte que les quadrants alternés de chaque côté soient noirs et blancs, Le disque doit être fait de telle façon qu'il ne sera pas déformé ou abîmé par l'immersion répétée dans l'eau, y compris l'eau de mer.

Il doit être biaisé de telle sorte qu'il reste horizontal pendant qu'il est baissé par la corde dans l'eau.

Les spécifications de l'instrument: Le Tube de turbidité (pour l'eau de surface)

Un tube clair en plastique, approximativement de 1.2 m de long et 4.5 cm de diamètre, avec un bouchon blanc qui s'adapte solidement sur la fin du tube, Le bouchon de fin doit afficher un motif qui consiste à alterner des quadrants noirs et blancs sur le côté qui est vu en regardant le tube en bas.

Le pH de l'eau – Tout niveau

Note: Les critères de l'instrument pour cette mesure varient selon le niveau d'aptitude. Sélectionnez s'il vous plaît l'instrument approprié pour vos étudiants.

Niveau d'aptitude - Débutant

Les spécifications de l'instrument: le papier pH

Le pH de l'eau stagnante à ce niveau d'aptitude sera mesuré avec du papier pH qui peut être acheté en bandes ou rouleaux. Le papier pH doit avoir une exactitude d'au moins ± 1.0 unités de pH, avec une gamme de 2 à 9 unités de pH. Pour des échantillons d'eau avec une faible conductivité le papier pH doit être précis dans des niveaux de faible conductivité.

Niveau d'aptitude - Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: le pH Mètre

Le pH de l'eau stagnante? à ce niveau d'aptitude sera mesuré avec un pH mètre. Le pH mètre doit avoir une exactitude de 0.1 unité de pH, et une gamme de pH 1 à pH 14, à des températures de 0 C à 50 C. Le dispositif devra automatiquement compenser la lecture quand il est placé dans des solutions de température qui diffère.

Le pH mètre doit être capable d'être calibré en utilisant au moins deux solutions tampons au pH connu: pH 4, 7, or 10.

Niveau d'aptitude – Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Les tampons

Les solutions tampons de pH sont requises pour calibrer le stylo pH et le pH mètre. Les solutions tampons devraient avoir une valeur de pH 4.0, pH 7.0 et pH 10.0.

Oxygène dissous –Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Le kit d'oxygène dissous

Un kit de test d'oxygène dissous peut être acheté Les professeurs ou les fabricants qui souhaitent utiliser ou préparer une autre version devraient s'assurer qu'il rencontre aussi les critères suivants:

- Permet la mesure de l'oxygène dissous avec une exactitude d'au moins +/- 1 mg/L
- Contient tous les produits chimiques et les récipients spéciaux pour effectuer cette mesure basée sur la méthode de titrage de Winkler. Cette méthode est décrite dans “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, 19ème édition, 1995, une publication de l’ “American Public Health Association, Washington, DC”.
- Contient des instructions claires pour l'utilisation du kit pour faire cette mesure en utilisant une procédure basée sur la méthode de titrage de Winkler.

Alcalinité –Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Le kit d'alcalinité de l'eau

Un kit d'alcalinité de l'eau peut être acheté. Les professeurs ou les fabricants qui souhaitent utiliser ou préparer une autre version devraient s'assurer qu'il rencontre aussi les critères suivants:

- Permet la mesure de l'alcalinité totale avec une précision d'au moins 6.8 mg/L comme le CaCO_3 (bas de gamme, sous 136 mg/L), et 17 mg/L comme le CaCO_3 (haut de gamme, au-dessus de 136 mg/L).
- Contient tous les produits chimiques et les récipients spéciaux pour effectuer la titrage de l'alcalinité, y compris:
 - 1) Un “indicateur rouge de Bromocrésol vert de méthyle” et une mesure pour additionner la quantité requise à l'échantillon, 2) de l'acide sulfurique pour le titrage, et la méthode pour délivrer l'acide à l'échantillon pour atteindre l'exactitude requise, 3) des récipients et des bouteilles de mesure pour le titrage. Cette méthode est décrite dans la 19ème édition, 1995, une publication de l’ “American Public Health Association, Washington, D.C.”
- Contient des instructions claires pour l'utilisation du kit pour faire cette mesure, basée sur le titrage acide d'un indicateur rouge de Bromocrésol vert de méthyle.
- Des gants en plastique et des lunettes de sécurité

Les spécifications de l'instrument: L'Equipement de Sécurité

Des gants en plastique et des lunettes de sécurité doivent être utilisés en faisant cette mesure.

Conductivité électrique (pour des points d'eau fraîche) –Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: Le testeur de solides totalement dissous de type électrode (Conductivité mètre)

Ce dispositif devra mesurer la conductivité électrique de solutions liquides en utilisant deux électrodes de métal séparées par une distance fixe, Le dispositif devra être conçu pour être portatif, et fonctionnant à piles, sans fil électrique attaché. Le dispositif devra employer une méthode pour compenser automatiquement la valeur de la conductivité indiquée relative aux changements de température de la solution. La gamme de mesure devra être au moins de 0-1990 microSiemens/cm, avec une résolution de

10 microSiemens/cm, une exactitude de +/- 2% sur l'échelle totale, et une température d'exploitation de 0-50 C. Le dispositif devra être capable d'être calibrer en utilisant une solution standard.

Les spécifications de l'instrument: la calibration standard

Une solution standardisée de KCl et d'eau ou de NaCl et d'eau qui a une conductivité entre 500 +/- 0.25% et 1500 +/- 0.25% microSiemens à 25C.

Salinité (pour des points d'eau saumâtre et salée) - Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: La méthode de l'Hydromètre

Le même instrument décrit dans “ La taille des particules du sol “ sera utilisé pour cette mesure,

Un cylindre clair en plastique de 500 mL et un thermomètre rempli de liquide organique pour l'utilisation avec l'hydromètre sont requis. Le cylindre de 500 mL pour “ La taille des particules du sol” peut être utilisé. Le thermomètre de calibration pour “La température de l'air” peut être utilisé ?

Les spécifications de l'instrument: La méthode de titrage de salinité- Facultatif, Intermédiaire, avancé

Un kit de salinité peut être acheté. Les professeurs ou les fabricants qui souhaitent utiliser ou préparer une autre version devraient s'assurer qu'il rencontre aussi les critères suivants:

- Gamme: 0 - 20 parties pour milliers (ppm)*
- Plus petite augmentation: 0.4 ppm
- Méthode/chimie: titrage au chlorure
- Nombre approximatif de tests: 50
- Contient des instructions claires pour l'utilisation du kit pour faire cette mesure, basée sur la méthode de la titrage au chlorure.

*Le titre doit pouvoir être rempli de nouveau pour l'utilisation dans des eaux de salinité plus élevée.

Nitrate - Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Le kit de nitrate de l'eau

Un kit de nitrate peut être acheté. Les professeurs ou les fabricants qui souhaitent utiliser ou préparer une autre version devraient s'assurer qu'il rencontre aussi les critères suivants:

- Gamme: 0 - 10 ppm NO₃-N (eau typique) ou une gamme avec la plus haute concentration, plus grande que ce qui est habituellement observé pour votre eau du corps(eau polluée),
- Plus petite augmentation: 0.05 ppm NO₃-N pour la gamme 0 -1 ppm NO₃-N; 0.5 ppm NO₃-N pour la gamme 1 - 5 ppm NO₃-N; 1 ppm³ NO₃-N pour la gamme 5 - 10³ ppm NO₃-N; 2 ppm³ NO₃-N pour des concentrations³ plus grandes que³ 10 ppm NO₃-N
- Contient des instructions claires pour l'utilisation du kit pour faire cette mesure,

Macro invertébrés en eau douce – Facultatif, Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Kicknet

Doit avoir les dimensions de 1 m X 0.9 m, et fait d'un grillage de mailles de 0.5 mm .

Les spécifications de l'instrument: D-net

Doit être en forme de “D” avec une base de 40 cm de long, et fait d'un grillage de mailles de 0.5 mm,

Les spécifications de l'instrument: Quadrant

Doit être un carré avec des dimensions internes de 1 m X 1 m. Peut être fait à partir de matériaux localement disponibles.

Les spécifications de l'instrument: tamis

Deux tamis sont requis :

1. l'un avec un maillage de 0,5 mm ou moins
2. le deuxième avec un maillage de 2-5 mm

Caractérisation du sol

Pente du sol - Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: clinomètre

Un clinomètre tel qu'il a été décrit dans les précisions sur la Surface du terrain.

Profil pédologique – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: caméra

Une caméra avec film couleur ou une caméra numérique.

Les spécifications de l'instrument: un mètre

Une règle fixée à demeure, graduée en cm et mm.

Les spécifications de l'instrument: tarière pour sol (facultatif)

Voir la liste des différentes tarières après le paragraphe Humidité du sol ci-dessous.

Structure du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: aucune

Couleur – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: diagramme des couleurs

Un diagramme des couleurs du sol conçu spécialement pour le programme GLOBE peut être acheté. Il contient au moins 200 couleurs et utilise le Système Munsell de Notation de Couleurs. Ce diagramme souple résiste à toutes les conditions météorologiques et a de larges bandes de couleur qui sont en relief afin de faciliter la lecture. La gamme de couleur comprend toutes les teintes qui se trouvent sur le spectre International des couleurs du sol, mais fournit cependant un spectre précis de valeurs et de couleurs qui aident les étudiants pour l'identification. Les fabricants qui désirent préparer une autre version doivent contacter le Programme GLOBE pour la liste complète des couleurs.

Consistance du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: aucune

Texture du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: aucune

Carbonates libres – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: vinaigre

Du vinaigre blanc distillé. Du vinaigre ordinaire peut être utilisé.

Les spécifications de l'instrument: pulvérisateur d'acide

Une bouteille capable de contenir sûrement au moins 200mL d'acide est requise.

Echantillon pour la masse volumique, la taille des particules, le pH du sol, et les protocoles de fertilité – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: tamis

Le tamis n°10 avec 2mm de maillage attaché à une charpente.

La masse volumique du sol - Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: cylindre gradué de 100 mL

Un cylindre de verre d'une capacité de 100 mL, gradué en mL ou moins, avec des graduations allant au minimum de 10mL à 100mL.

Les spécifications de l'instrument: Balance et tarières

La balance et la vrille utilisées pour l'Humidité Gravimétrique du Sol seront utilisées pour la Masse volumique.

Les spécifications de l'instrument: Boîtes de conserve d'échantillons de terre et récipients pour autres sols

Les boîtes de conserves et les récipients devront respecter les mêmes exigences que celles données pour ces objets dans l'Humidité Gravimétrique du Sol.

La taille des particules du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: hydromètre

L'hydromètre utilisé devra respecter les exigences suivantes :

- calibré sur une température spécifique pour l'eau et l'échantillon (ex. 15,6°C / 15,6°C)
- l'amplitude (pesanteur spécifique / sans unité) : 1,0000 - 1,0700
- plus petit incrément (sans unité) : 0,0005

Les spécifications de l'instrument: thermomètre

Le thermomètre d'étalonnage décrit dans Température de l'Air sera utilisé pour cette mesure.

Les spécifications de l'instrument: cylindre transparent en plastique, gradué, capacité 500mL

Un cylindre transparent en plastique, gradué, d'une capacité de 500mL, gradué au moins du 500 mL. Le cylindre doit être en plastique transparent, et non pas en plastique givré ou en verre.

Les spécifications de l'instrument: une solution diffuse

De la poudre de hexamétaphosphate de sodium ou une solution diluée à 10%, ou bien de l'hexamétaphosphate de sodium, ou encore un détergent non moussant.

La densité des particules du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: fiole Erlenmeyer de 100mL

Une fiole Erlenmeyer résistant à la chaleur, avec un bouchon, capable de contenir 100mL de solution.

Les spécifications de l'instrument: source de chaleur

Une source de chaleur capable de porter 100mL d'une solution d'eau et de terre à faible ébullition, et de maintenir cette ébullition au moins 10 minutes.

Le pH du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: instruments de mesure du pH

Les mêmes instruments décrits dans Hydrologie : le pH de l'eau sera utilisé pour cette mesure.

Les spécifications de l'instrument: cylindre gradué – 100 mL

Le même instrument qui a été décrit dans Masse volumique sera utilisé pour cette mesure.

Humidité du sol

L'humidité gravimétrique du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: balance

Cette balance doit pouvoir peser 300 grammes avec une précision de +/- 0,1 gramme. Elle peut être mécanique ou électronique. On peut généralement se procurer une balance localement, par exemple dans le laboratoire scientifique d'un lycée.

Les spécifications de l'instrument: étuves (sols) (= four pour sécher)

Une étuve capable de supporter une température de 95-105°C pour au moins 10 heures, ou une température de 75-95°C pour 24 heures. Le four doit être ventilé, et avoir une dimension intérieure d'au moins 25cm x 30cm x 25 cm. On peut généralement se procurer un tel four localement, par exemple dans le laboratoire scientifique d'un lycée.

Les spécifications de l'instrument: four séchant à micro-ondes

N'importe quel four à micro-ondes compatible avec un usage scolaire.

Les spécifications de l'instrument: boîtes de conserve pour échantillons de terre

15 boîtes de conserve rondes pour échantillons. Un récipient métallique d'un diamètre de 7cm, d'une hauteur de 5cm, avec un couvercle détachable est approprié, ainsi que de petites boîtes de conserve à nourriture rondes, une fois lavées. Les boîtes doivent pouvoir être percées à leur base d'un petit trou.

Les spécifications de l'instrument: autres récipients pour sols

15 récipients, assez larges pour que l'on puisse y transvaser les échantillons de sols directement à partir de la vrille, sans perte d'échantillon. Des jarres en verre, des récipients à nourriture en plastique avec des couvercles, ou d'autres récipients qui peuvent être couverts et qui peuvent contenir les échantillons de sol, pendant qu'ils sont séchés dans l'étuve choisie.

Les spécifications de l'instrument: vrille Dutch pour combinaisons de sols

Une vrille Dutch (ou Edelman) pour combinaisons de sols, avec une extrémité supérieure ayant comme dimensions minimales 7cm de large et 18 cm de long. Le tout (tête et tige inclus) devra être d'au moins 120cm de long, afin d'être susceptible de creuser un trou pouvant aller jusqu'à 1m de profondeur. Elle devra être en une pièce.

Les spécifications de l'instrument: vrille Dutch pour sable

Une vrille conçue pour les sols sableux, avec une extrémité supérieure ayant comme dimensions minimales 7cm de large et 18 cm de long. Le tout (tête et tige inclus) devra être d'au moins 120cm de long, afin d'être susceptible de creuser un trou pouvant aller jusqu'à 1m de profondeur. Elle devra être en une pièce.

Les spécifications de l'instrument: vrille BUCKET

Une vrille Bucket (ou Riverside) conçue pour sols dur et fragile, avec une extrémité supérieure ayant comme dimensions minimales 7cm de large et 18 cm de long. Le tout (tête et tige inclus) devra être d'au moins 120cm de long, afin d'être susceptible de creuser un trou pouvant aller jusqu'à 1m de profondeur. Elle devra être en une pièce.

Les spécifications de l'instrument: vrille pour sols tourbeux

Vrille conçue pour sols tourbeux, avec une extrémité supérieure ayant comme dimensions minimales 7cm de large et 18 cm de long. Le tout (tête et corps inclus) devra être d'au moins 120cm de long, afin d'être susceptible de creuser un trou pouvant aller jusqu'à 1m de profondeur. Elle devra être en une pièce.

Capteur d'humidité du sol – Facultatif, secondaire

Les spécifications de l'instrument: capteur d'humidité du sol

Il devra être un capteur bloc en céramique, qui utilise une méthode comprenant une résistance électrique pour la mesure de MATRIC potentielle d'eau de sol. L'un des meilleurs capteurs bloc en céramique s'appelle le bloc Watermark ; il est recommandé pour cette mesure.

Les spécifications de l'instrument: mètre pour humidité du sol

Deux mètres peuvent être utilisés. L'un est fabriqué par Delmhorst, et figure les nombres de 0 à 100 (sec à mouillé). L'autre est fabriqué par Watermark, et figure 0 à 200. Les deux sont acceptables par les le système de données GLOBE. Veuillez contacter l'équipe scientifique d'humidité du sol de GLOBE si vous possédez un autre type de capteur ou de mètre.

Les spécifications de l'instrument: tube PVC

Le tube PVC aide à placer les capteurs d'humidité du sol sur le sol. Il devra mesurer 90 cm de longueur, et à peu près 2 cm de diamètre. D'autres tubes PVC sont requis pour baliser l'emplacement des capteurs. Ils devront mesurer 23cm de long, avec un diamètre d'approximativement 5 cm. Quatre pièces de ce matériau sont requises.

Infiltration – Facultatif, Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: infiltromètre à deux anneaux

Deux cylindres métalliques concentriques. Le cylindre intérieur doit avoir un diamètre allant de 10cm à 25cm. Le cylindre extérieur doit avoir un diamètre supérieur d'au moins 10cm à celui du cylindre intérieur. Les deux cylindres devront être de 10 à 15cm de haut, et ouvert aux deux extrémités. Certaines boîtes de conserve en métal peuvent convenir.

Température du sol

Température du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: thermomètre pour sol

Une sonde métallique inoxydable fort de 11 à 20cm, un cadran solide ou un thermomètre numérique avec une amplitude d'au moins -10 à 50°C (une échelle en degrés Celsius est requise), et d'une précision de 1% sur toute l'échelle (sur une amplitude maximale de 200°C) ou mieux est requis. Le capteur devra être dans la troisième partie inférieure de la sonde. Le capteur doit donner des mesures stables après un temps inférieur à 60 secondes, dans un bain isotherme. Les batteries, si nécessaire, doivent être incluses. Le capteur doit être ajustable à la procédure d'étalonnage, ainsi qu'à la précision possible déclarée. Les thermomètres à cadran doivent être munis contre la buée et couverts de plastique ou de verre incassable. Les graduations d'échelle de 1,0°C et 0,1°C sont préférables pour les thermomètres numériques et à cadran, respectivement. Les thermomètres composés de verre ne sont PAS acceptables.

Les spécifications de l'instrument: thermomètres numériques maximum et minimum

Voir la liste des thermomètres numériques maximum et minimum sous le paragraphe Température de l'Air.

Contrôle automatisé du sol et de l'air– Facultatif, Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Enregistreur de données à 4 canaux

Un enregistreur de données autonome, capable de collecter et de stocker des données venant de quatre capteurs thermiques (l'un pour l'air, éventuellement interne, et trois pour le sol – canaux externes). Il doit être capable de collecter les données à des intervalles de 15 et 60 minutes (fréquence d'échantillon) et de stocker au moins 3750 mesures (en y faisant correspondre temps/date) par canal (une capacité de 8Kb est préférable) dans une mémoire non-volatile. La précision dans le temps doit être +/- 1 minute par semaines. La température doit être enregistrée avec au moins 7 bits de résolution. L'enregistreur de données doit être alimenté par une batterie en lithium remplaçable, avec une durée de vie continue d'une année. Il doit avoir des amplitudes opérationnelles de -20 à +70°C, dans une atmosphère sans condensation d'humidité relative de 0-95%.

Les spécifications de l'instrument: logiciel et interface informatique (ordinateur) de l'enregistreur de données

Les câbles pour l'interface de l'ordinateur et le logiciel approprié pour lancer l'enregistreur et récupérer les données doivent être disponibles. L'interface de l'ordinateur doit être compatible avec MS WINDOWS. La compatibilité avec MAC est souhaitable mais n'est pas indispensable. Le logiciel doit permettre d'exporter les données en fichier texte ASCII et devra offrir un affichage graphique simple des données.

Les spécifications de l'instrument: capteurs thermiques pour l'air et le sol

La température de l'air peut être captée de l'intérieur si le temps de réponse est inférieur à 15 minutes ; sinon, un câble court (0,3m) (et un quatrième canal externe) doit être disponibles. Les capteurs thermiques pour le sol doivent être conçus pour fonctionner des années, enterrés à 1m de profondeur dans des sols non saturés. Leurs câbles doivent mesurer entre 3 et 6 m de long. Tous les capteurs et les câbles doivent résister à la météo et au soleil, puisqu'ils seront utilisés en extérieur, en permanence. Tous les capteurs doivent avoir une précision de +/- 0,5°C (sur 20°C) et une amplitude de -30 à +100°C.

Les spécifications de l'instrument: boîte étanche

Les instructions permettant de fabriquer une boîte étanche sont développées dans Protocole du Contrôle automatique du sol et de l'air.

Les spécifications de l'instrument: disséquant

100 mL de CaSO₄ et autres agents déshydratants.

Les spécifications de l'instrument: protection pour instruments

L'abri à instruments décrit dans Température de l'Air sera utilisé pour cette mesure.

Stations automatisées pour la température et l'humidité du sol – Facultatif, Intermédiaire, avancé

Les spécifications de l'instrument: Station automatisée pour la température et l'humidité du sol

Une station température/humidité du sol doit être reliée à une station météo avec un enregistreur de données relié à un ordinateur, et doit être capable d'exporter des données à des intervalles de 15 minutes. L'entrée de données est simplifiée si le logiciel pour la station météo comprend l'option « Exporter des données GLOBE ». Idéalement, il y aura quatre capteurs d'humidité du sol, trois capteurs de température du sol, et un capteur (facultatif) de température de l'air. Cependant, vous pouvez utiliser moins de capteurs.

Les capteurs utilisés avec la station température/humidité du sol doivent respecter les exigences suivantes :

Température : les capteurs doivent être conçus pour fonctionner des années, enterrés à 1m de profondeur dans des sols non saturés. Leurs câbles doivent mesurer entre 3 et 6 m de long. Tous les capteurs et les câbles doivent résister à la météo et au soleil, puisqu'ils seront utilisés en extérieur, en permanence. Tous les capteurs doivent avoir une précision de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (sur 20°C) et une amplitude de -30 à $+100^{\circ}\text{C}$.

Humidité du sol : des capteurs blocs en céramique, qui utilisent une méthode comprenant une résistance électrique pour la mesure potentielle d'eau du sol. L'un des meilleurs capteurs bloc en céramique s'appelle le bloc Watermark ; il est recommandé pour cette mesure.

Couverture du sol/Biologie

Surface du terrain – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *Image Landsat du Thematic Mapper (TM), logiciel MultiSpec.*

Le programme GLOBE présentera une image TM à toutes les écoles américains. Le logiciel MultiSpec est téléchargeable via Internet.

Identification des espèces – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *clés dichotomiques*

Les clés dichotomiques pour l'identification des arbres ne sont pas disponibles chez un fournisseur central, elles doivent être achetées localement.

Biométrie – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *mesure avec bande*

Une bande de 50m, graduée d'un côté tous les 2mm ou des unités inférieures.

Circonférence de l'arbre – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *mesure avec bande*

La mesure avec bande décrite dans le paragraphe Description du site biologique sera utilisée pour cette mesure.

Hauteur de l'arbre – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *mesure avec bande*

La mesure avec bande décrite dans le paragraphe Description du site biologique sera utilisée pour cette mesure.

Les spécifications de l'instrument: *clinomètre*

Le clinomètre peut être réalisé par des étudiants à partir des plans du Guide de l'Enseignant fourni par GLOBE, ou peut consister en un cadran mobile à l'intérieur d'une boîte métallique et d'une visionneuse à lentille. Pour la version avec le cadran mobile, l'échelle doit être graduée de 0 à 90° , tous les degrés.

Surface de la canopée – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *densimètre*

Le densimètre peut être réalisé par des étudiants, suivant les instructions données par le Guide de l'Enseignant du GLOBE.

Surface du sol – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *aucune*

Biomasse de l'herbe – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *balance*

Cette balance doit pouvoir peser 300 grammes avec une précision de +/- 0,1 gramme. Elle peut être mécanique ou électronique. On peut généralement se procurer une balance localement, par exemple dans le laboratoire scientifique d'un lycée.

Les spécifications de l'instrument: *étuves (plantes)*

Ce four doit être susceptible de contenir des échantillons à 50-70°C pendant deux jours au plus, et doit être ventilé afin de permettre à l'humidité de s'échapper. Les dimensions minimales de l'intérieur du four sont de 25cm x 30cm x 25cm. On peut généralement se procurer un four localement, par exemple dans le laboratoire scientifique d'un lycée. Le four devra être conçu pour sécher des échantillons biologiques, ou de la nourriture, et devra ne pas être un four à cuisine conventionnel, car il présenterait un risque d'incendie pendant l'expérience.

Le système Terre

Floraison – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *clés dichotomiques*

Les clés dichotomiques pour l'identification des arbres ne sont pas disponibles chez un fournisseur central, elles doivent être achetées localement.

Les spécifications de l'instrument: *appareil photo*

On trouve généralement un appareil photo avec un film couleur ou numérique localement.

Fanaison – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *guide de couleur des plantes*

Un guide fait avec du papier résistant aux conditions météorologiques, qui contient des bandes de couleur de référence basées sur le Système Munsell de Notation des Couleurs. Les couleurs suivantes devront être présentées : 5G 8/4, 5G 7/4, 5G 6/2, 5G 4/2, 5GY 3/2, 5GY 4/8, 2,5Y 8/6, 2,5Y 8/12, 5YR 7/12, 5GY 7/12, 5GY 6/10, 5GY 5/10, 2,5Y 6/6, 5Y 8/4, 7,5YR 8/4, 7,5YR 6/4, 7,5YR 5/4, 7,5YR 3/4, 5R 3/4, 2,5R 4/2, 2,5R 4/4, 2,5R 4/6, 2,5R 4/8, 2,5R 4/12.

Chaque bande de couleur doit être positionnée près d'un découpage qui permet une comparaison des couleurs entre les feuilles des plantes et les bandes de référence.

Les spécifications de l'instrument: *guide d'identification des plantes locales*

Les Guides d'Identification des Plantes Locales ne sont pas disponibles chez un fournisseur central ; ils doivent être achetés localement.

Les spécifications de l'instrument: *appareil photo*

On trouve généralement un appareil photo avec un film couleur ou numérique localement.

L'éclosion des bourgeons – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: *guide d'identification des plantes locales*

Les Guides d'Identification des Plantes Locales ne sont pas disponibles chez un fournisseur central ; ils doivent être achetés localement.

GPS

Latitude, Longitude et altitude des sites étudiés par GLOBE – Tout niveau

Les spécifications de l'instrument: récepteur pour Global Positioning System (GPS)

L'instrument doit être capable de :

- de préférence, capable d'exprimer latitudes et longitudes en décimales de degrés, à 0,0001 degré près (il peut exprimer alternativement des degrés complets, des minutes et des décimales de minutes à 0,01 minute près, mais cela demande une conversion avant de présenter les mesures à GLOBE)
- présenter l'heure sur un écran, en heures, minutes, secondes (unités UT)
- utiliser la donnée cartographique WGS-84
- présenter la hauteur en mètres

