



Programme GLOBE au Niger

Programme de l'Atmosphère

Liste de vérification pour l'installation du site d'étude atmosphérique

L'installation du site d'étude peut sembler difficile à cause de tous les protocoles qu'on doit suivre. Pour améliorer cette situation, voici une liste de vérification de ce qui doit être fait et les protocoles liés à chaque étape.

Tache	Protocoles
1. Sélectionner quelques sites possibles à l'école.	Établir le site d'étude -1
2. Avec l'emploi d'un mètre ruban et d'un clisimètre, choisir le meilleur site d'étude parmi les options	Établir le site étude -1
3. Faire la documentation du site étude	Établir le site d'étude -2
4. Si nécessaire, commander la fabrication de l'abri d'instruments	Établir le site d'étude -3
5. Installer l'abri au site d'étude	Établir le site d'étude -1
6. Installer et calibrer le thermomètre digital et envoyer la documentation résultant à GLOBE	<ul style="list-style-type: none"> - Étalonner le thermomètre d'étalonnage : Établir le site d'étude -4 - Installer le thermomètre digital dans l'abri, mais ne pas encore placer la sonde de sol dans la terre : Établir le site d'étude -5 - Étalonner les deux sondes du thermomètre digital à la fois : Établir le site d'étude -8 - Enterrer la sonde du sol: Établir le site d'étude -5 - Réinitialiser le thermomètre digital : Établir le site d'étude -6
7. Si on a un pluviomètre, le faire installer au site étude	Établir le site d'étude -10
8. Si, après un certain temps, des difficultés apparaissent au niveau du thermomètre ou si la pile doit être changée, faire une vérification du capteur enfoui du thermomètre digital.	Établir le site d'étude -7 Établir le site d'étude -9

Choix du site d'étude et positionnement de l'abri d'instrument

Établir le site d'étude – Activité 1

Matériel / Préparatifs :

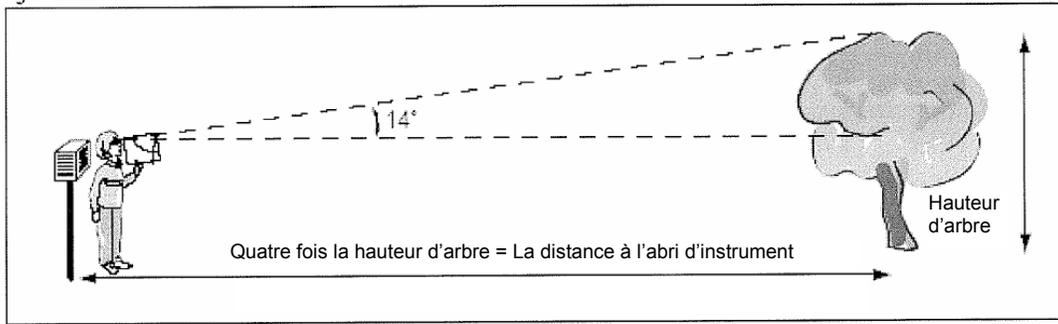
- Mètre ruban
- Clisimètre (*voir les instructions ci-dessous*)
- Matériaux pour que vous puissiez vous-même construire un clisimètre :
 - Bout de carton dont la superficie est un peu plus grande que celle d'une demi-feuille d'un cahier
 - Rondelle ou une pièce de 25 CFA ou une vieille clé (on a besoin de quelque chose en métal qui peut être suspendue au bout du fil pour ajouter un peu de poids)
 - Fil en nylon ou coton de 25 cm
 - Tube de bic (stylo)

Déroulement:

Choix du site

1. Votre site d'étude doit être un lieu qui est éloigné des obstacles (ex. murs, bâtiments, grands arbres, etc.) sur un rayon d'au moins 10 m et qui fournit la vue la plus claire possible (non obscurée) du ciel. De plus, les mesures d'atmosphériques seront fréquemment prises et donc, les élèves doivent donc être capables d'aller au site et d'en retourner en peu de temps.
2. Le bon choix de votre Site d'étude atmosphérique et l'installation correcte de votre pluviomètre et de l'abri d'instrument sont cruciaux pour le succès de la mise en œuvre de cette étude.
3. Le site idéal pour faire des mesures atmosphériques est un site ouvert car rien ne bloque les précipitations en créant une **zone sous le vent à l'abri de la pluie**. L'air est libre de circuler autour des instruments ; la chaleur des bâtiments individuels n'altère pas les mesures de manière significative et une grande partie du ciel peut être observée.
4. En choisissant votre site, quelques compromis peuvent s'avérer nécessaires entre les conditions idéales pour les observations scientifiques et les contraintes logistiques de l'école et de ses alentours. C'est acceptable. L'important pour garantir les mesures de vos élèves est de documenter la nature de votre site étude et ses alentours.
5. Comment vérifier que le site d'étude proposé est assez ouvert : Se tenir debout au site d'installation proposé et regarder les sommets des objets à travers un clisimètre. Le clisimètre, lorsque lu par un camarade devrait indiquer un angle de moins de 14°. Tout objet qui présente un angle de plus de 14° doit être noté pendant la documentation du site d'étude. La figure suivante illustre le site idéal et l'emploi du clisimètre :

Figure AT-1C-9

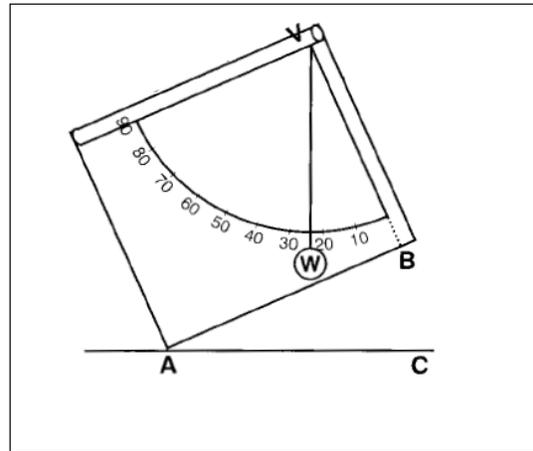


6. Les arbres, les bâtiments, et les autres structures sont à une distance au moins quatre fois leur hauteur. Par exemple, si votre site est entouré d'arbres qui font 10 m de haut, placer vos instruments à au moins 40 m de ces arbres. À de telles distances, les arbres, les buissons ou les bâtiments peuvent être favorables en cassant le vent, rendant ainsi la lecture de vos mesures de pluviosité et d'enneigement plus précis. Aussi, tous bâtiments et murs doivent être à au moins 10 m de l'abri d'instrument.

Fabrication d'un Clisimètre

***NB :** Si un photocopieur vous manque, voir les leçons modifiées du clisimètre qui se trouvent dans l'Annexe du protocole des arbres et bois de chez nous pour d'autres options de fabrication.*

1. Un **clisimètre** est un instrument utile et simple pour mesurer l'inclinaison de la terre (ou dans certains cas, la hauteur d'un objet spécifique).
2. Coller une copie de la fiche du clisimètre (*suivant*) sur un morceau de carton de la même taille.
3. Percer un trou à travers le cercle tracé sur la fiche. Passer une ficelle de 25 cm à travers ce trou et fixer une de ces extrémités à l'endos du carton avec du ruban adhésif.
4. Toujours avec du ruban adhésif, attacher un écrou, une rondelle ou une pièce de 25 CFA sur l'autre extrémité de la ficelle pour que elle puisse glisser à travers la surface du carton sans touchant les bords de ceci.
5. Coller une paille pour boire ou un tube de Bic libéré de son réservoir à encre à l'aide du ruban adhésif le long de la ligne désignée sur la fiche. Vérifier que le ruban adhésif n'obstrue pas les extrémités de la paille pour boire ou tube de Bic.



Positionnement de l'abri d'instrument et du thermomètre

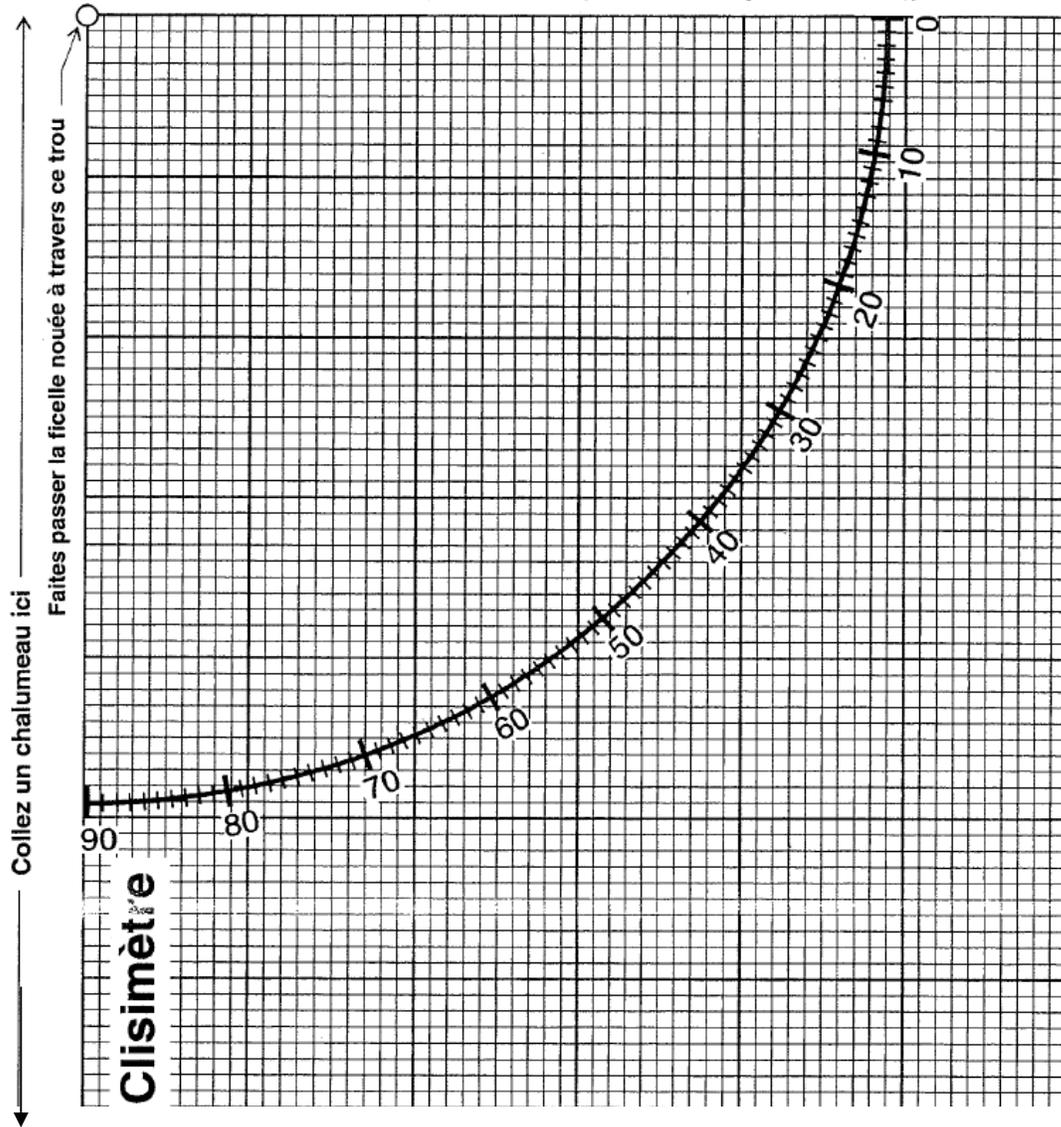
***NB :** Cette partie est une vue d'ensemble du processus de positionnement. Pour les instructions détaillées, voir Établir le site d'étude 5, 6, et 8.*

1. L'abri d'instrument doit être monté dans tel façon alors que le sonde du thermomètre digital à l'intérieur est 1,5 m au dessus la surface du sol. Cela permet d'éviter que la chaleur du sol altère la lecture de la température. Aussi, l'abri doit être monté sur le côté nord du poteau. Ce positionnement permet de protéger le thermomètre de la lumière solaire directe quand la porte de l'abri est ouverte pour faire des lectures.
2. Le poste sur lequel est monté l'abri doit être solidement fixé au sol pour minimiser les vibrations causées par les vents forts qui sont susceptibles de faire bouger les indicateurs du thermomètre
3. Prolonger la vie du poteau en le couvrir avec l'huile du moteur d'occasion avant de le fixer dans le sol. Cet acte ralentira l'avance des insectes et les moisissures dans le poteau.
4. Monter le thermomètre dans l'abri de façon à ce qu'il y ait un passage d'air autour du boîtier du thermomètre. Cela est possible en utilisant des blocs ou des séparateurs entre le thermomètre et le mur arrière de l'abri. Aucune partie du thermomètre ne doit toucher les murs, le sol ou le toit de l'abri.
5. La sonde à l'air du thermomètre doit être suspendue à l'intérieur de l'abri sans toucher les murs.

Sécurité pour vos instruments

1. Certains établissements scolaires ont signalé des problèmes de vandalismes à leurs sites étude GLOBE, en particulier avec le pluviomètre et l'abri d'instrument. Chaque école doit déterminer les mesures de sécurité qui lui conviennent le mieux. Certaines écoles placent leur abri d'instrument dans un lieu proéminent où toute la communauté peut l'admirer et le surveiller. D'autres écoles ont mis des clôtures en grillage autour de leurs sites atmosphériques. Cela est parfaitement acceptable tant que les clôtures n'interfèrent en aucun cas avec les instruments. Le plus important est que la clôture soit assez grande et que sa taille soit en dessous de celle du bord de pluviomètre montée sur son poteau. Ainsi, il est recommandé de monter le pluviomètre sur le poteau de l'abri d'instrument.

Clisimètre



Documentation de votre site d'étude de l'atmosphère

Établir le site d'étude – Activité 2

Matériel / Préparatifs :

- Ruban à mesurer de 50 m
- Clisimètre (voir *Établir le site d'étude – Activité 1*)
- Fiche de définition du site (suivant)
- Boussole* (voir avec un représentant GLOBE)
- Récepteur GPS* (voir avec un représentant GLOBE)
- Appareil photo numérique* (voir avec un représentant GLOBE si un appareil vous manque)

**On peut commencer la définition du site sans ces appareils.*

Déroulement:

1. Pour faire un compte-rendu de vos mesures d'atmosphériques à GLOBE, on doit définir le site d'étude d'atmosphère dans le système de mesures de GLOBE.
2. Pour permettre aux élèves de commencer rapidement, on peut initialement définir le site en donnant son nom et en l'assignant aux mêmes coordonnées GPS que celles de l'emplacement de l'école. Ensuite, quand on a mesuré la latitude, la longitude et la hauteur via un récepteur GPS avec un agent GLOBE de la CGPE, on peut modifier la localisation du site étude en fournissant ces informations.
3. D'autres caractéristiques du site qui peuvent être importantes pour les utilisateurs des mesures sont : la hauteur du pluviomètre et du thermomètre digital, de la pente du terrain du site (grâce au clisimètre), etc. Il sera intéressant de noter ces mesures et les fournir à GLOBE.
4. Dans plusieurs écoles, un site étude idéal n'existe pas. Les scientifiques peuvent continuer d'utiliser certaines mesures de ces écoles, mais toutes les informations qui font que votre site n'est pas idéal sont à fournir. Ces informations sont appelées des **métadonnées** et sont déclarées comme partie intégrante de la définition du site étude. Il est important pour les scientifiques de connaître toutes conditions locales qui pourraient fausser la température dans l'abri d'instrument, la quantité d'eau dans le pluviomètre, la capacité des élèves de voir tout le ciel, etc.

Remplir le fiche de définition du site

1. Compléter les informations du haut de votre fiche de définition du site.
2. Mesurer la latitude, la longitude et l'élévation du site avec un système GPS.

Note : Vous pouvez sauter cette étape jusqu'à ce qu'un représentant GLOBE vienne pour rendre visite à votre école. Si nécessaire, les instructions de GPS dans l'annexe du module Atmosphère.

3. Décrire tous les obstacles autour de votre site en employant le clisimètre. Un objet devient un obstacle si, lorsque l'on regard à travers le clisimètre, son sommet se présente à un angle supérieur à 14° de l'installation de l'abri.

4. Décrire tout bâtiment ou mur à moins de 10 m de votre abri.
5. Si vous rapportez des arbres ou des bâtiments à l'étape trois ou quatre, prenez des photos des alentours de votre site (vers le nord, l'est, le sud et l'ouest). Numéroté chaque photo électroniquement ou sur l'arrière de chacun avec un stylo. Noter ces numéros à côté de leurs directions cardinales sur la fiche.

NB : Si un appareil photo vous manque, vous pouvez sauter cette étape jusqu'à ce qu'un représentant GLOBE vienne pour rendre visite à votre école.)

Mesurer la pente et son orientation

1. Choisir un partenaire ayant les yeux à la même hauteur que les vôtres.
2. Lui demander de rester debout à 5 m de vous le long de la pente la plus abrupte de votre site.
3. Regarder ses yeux par le tube du clisimètre. Dire à quelqu'un autre de lire l'angle sur le clisimètre et le noter comme « La pente du site » sur la Fiche de définition du site.
4. Sans bouger, orienter la boussole de sorte que l'aiguille rouge pointe au nord (le « N » sur la plastique de la boussole. Puis, toujours à l'aide de la boussole, prélever la direction de votre partenaire par rapport à vous. Pour se faire, il s'agit de prélever le numéro sur la boussole qui indique la direction de votre partenaire lorsque l'aiguille rouge indique toujours le nord. Mettre cette donnée sur la Fiche de définition du site.

NB : Si une boussole vous manque, on peut en emprunter un d'un représentant GLOBE ou sauter cette étape jusqu'à ce qu'un représentant GLOBE vienne visiter votre école.)

Concernant les instruments que vous avez installés, voir les protocoles suivants :

1. Mesurer et noter la hauteur du sommet du pluviomètre à partir de la surface du sol en centimètres.
2. Mesurer et noter la hauteur de la sonde du thermomètre digital à partir de la surface du sol (encore en centimètres).
3. Noter la couverture du sol en dessous de votre abri d'instrument.

Fiche de mesures de la définition du site

Nom de l'école : _____ Nom de la classe ou du groupe : _____

Noms des élèves responsables de la fiche de définition du site : _____

Date : _____ Nom du site (donner au site un nom unique) : _____

Localisation : Latitude : _____ ° N ou S Longitude : _____ ° E ou O

Altitude : _____ mètres Cochez : Nouveau site Réactualisation

Source des mesures de localisation (cocher) : GPS Autre _____

Obstacles (cocher) : Aucun obstacle Obstacles (Les décrire ci-dessous)

(Les obstacles peuvent être des arbres, des bâtiments ou autres éléments qui sont situés à un angle supérieur à 14° dans le champ de vision depuis le site.)

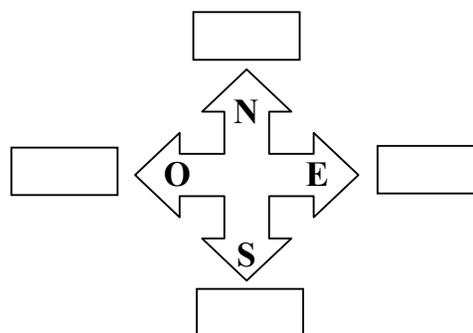
Description : _____

Des bâtiments se trouvent à l'intérieur d'un rayon de 10 m depuis l'abri météo :

Aucun bâtiment Bâtiments (Les décrire ci-dessous)

Description : _____

Nombre de photo et orientation



Autres mesures sur le site :

Degrés de la pente la plus prononcée

(du clisimètre) : _____

La direction de la pente (de la boussole) mesurée du

bas : _____

Hauteur du haut du pluviomètre : _____ cm

Hauteur de la sonde à l'air du thermomètre digital : _____ cm

Hauteur de la pince pour la mesure de l'ozone : _____ cm

Type de surface sous l'abri météo. (Cocher l'un) : Trottoir/goudron Terre nue

Herbes rases (< 10 cm) Herbes Longues (> 10 cm) Sable

Toit (décrivez) : _____

Autre (décrivez) : _____

Remarques complémentaires sur le site : _____

Construction de votre abri d'instrument

Établir le site étude – Activité 3

Matériel / Préparatifs :

- Le plan d'abri
- Le financement

Déroulement:

1. L'abri d'instrument GLOBE doit être fabriqué à partir de bois léger, d'environ 2 cm d'épaisseur, et peint en blanc à l'intérieur comme à l'extérieur.
2. Un verrou doit être installé pour éviter le vol et l'altération des instruments.
3. Les blocs montés doivent être installés à l'intérieur pour éviter que le thermomètre digital ne touche la face arrière.
4. Les diverses pièces de l'abri instrument doivent être vissées ou collées et clouées ensemble.
5. Les plans sont spécifiques en unité métrique. Vous aurez sans doute besoin de faire quelques ajustements mineurs selon les dimensions locales du bois disponible dans votre région.
6. Le principal critère à prendre en compte pour fabriquer des lamelles est qu'elles permettent la ventilation de l'abri tout en évitant que la lumière et la pluie ne rentrent directement. Pour se faire, nous suggérons que chaque lamelle se chevauche légèrement sur les lamelles adjacentes (voir figure AT-IC-1). Il devrait aussi y avoir un écart entre les lamelles d'environ 1 cm et l'angle de la lamelle doit être entre 50 à 60° de l'horizontale.
7. Un bon menuisier peut faire ce travail et en plus d'un poteau d'installation pour 20.000 CFA tout au plus.



Figure AT-IC-1

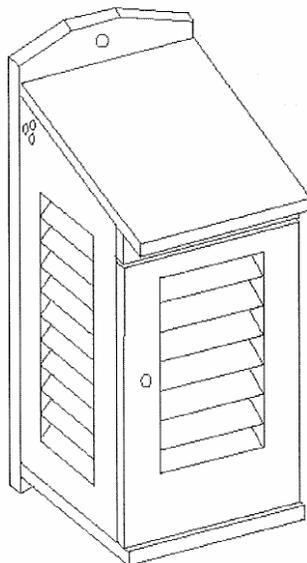
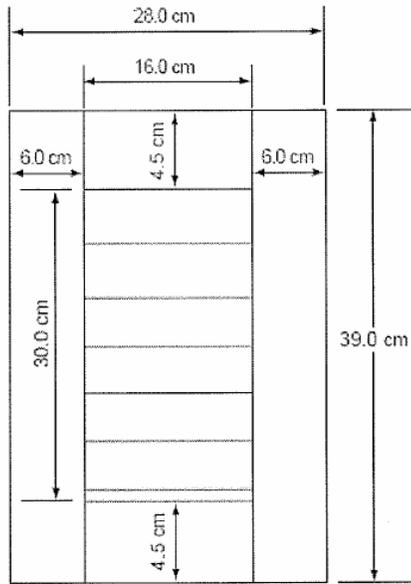
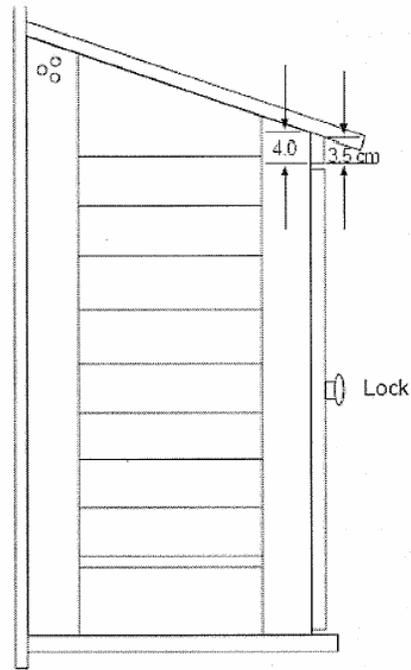


Figure AT-IC-2: Instrument Shelter Dimensions

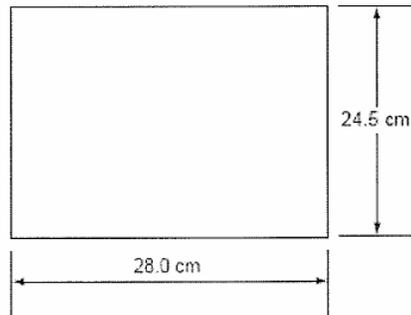


Porte avant

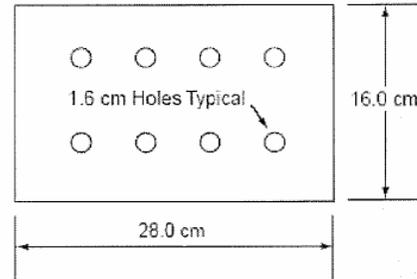
Note : les lamelles font 0,64 cm d'épaisseur et 4,5 cm de large



Vue de coté



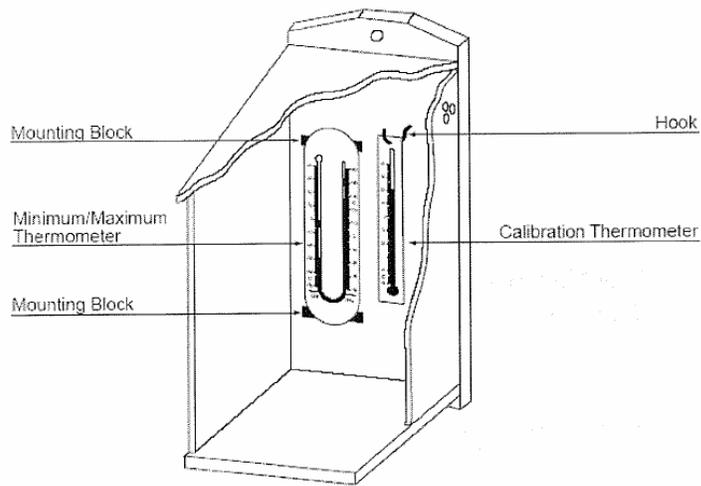
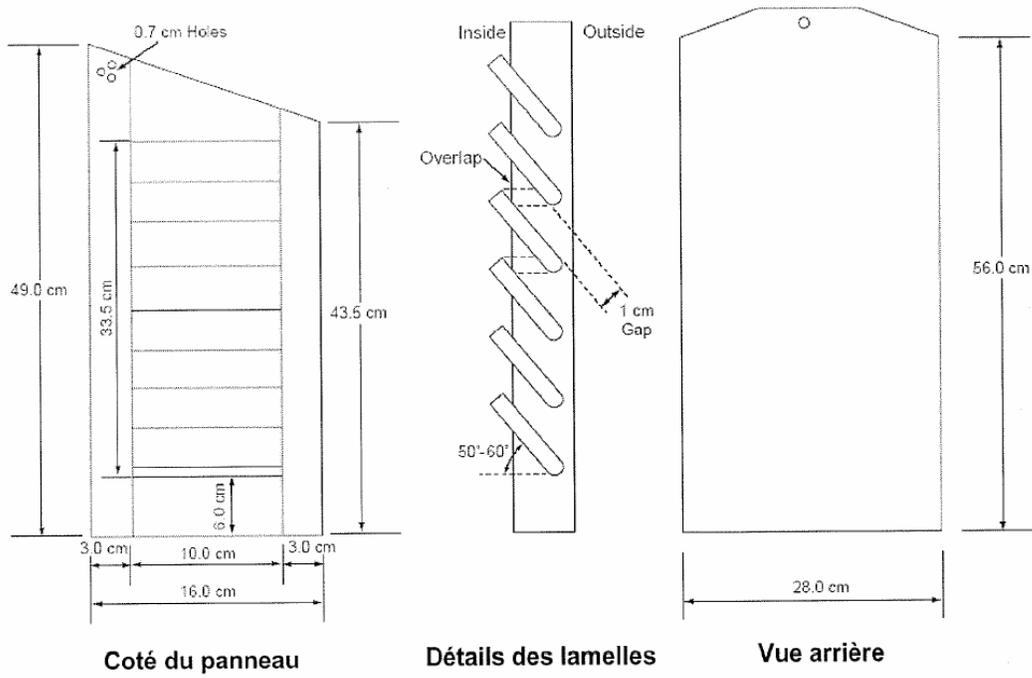
Toit



Vue de dessous

Les dimensions extérieures incluent les panneaux de lamelles.

Figure AT-IC-3



Étalonnage du thermomètre d'étalonnage

Établir le site étude – Activité 4

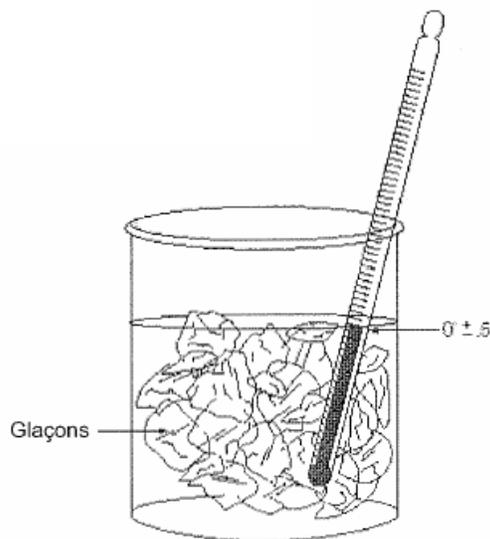
Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre d'étalonnage (un thermomètre à liquide avec une exactitude de $0,5^{\circ}\text{C}$ au moins)
- Glaçons
- Récipient propre d'un volume d'au moins 250 ml
- Eau (*idéalement de l'eau distillée, mais l'essentiel est qu'elle soit propre*)

NB : Au Niger, les bouteilles rondes étiquetées "eau distillée" de Côte d'Ivoire contiennent de l'eau sale. De même, les vendeurs de batterie à Niamey qui déclarent qu'ils ont de l'eau distillée actuellement ont l'eau filtrée (pas distillée) de la société Caterpillar. La seule forme de l'eau distillée que nous avons trouvée ici est l'eau distillée Nigérienne du CNES (20.72.39.23). Elle est vendue dans des bouteilles carrées d'un litre. Les stations services Total vendent cette marque habituellement, mais pas les stations OiLibya.

Déroulement:

1. Préparer dans le récipient un mélange d'eau fraîche et de glaçons, présentement deux fois plus de glaçons que d'eau.
2. Placer le thermomètre de référence dans le bain de glace ainsi créé. Le réservoir du thermomètre doit être totalement immergé.
3. Laisser l'ensemble reposer de 10 à 15 minutes.
4. De temps en temps, agiter doucement le thermomètre dans le bain de glace afin qu'il soit parfaitement refroidi
5. Relever la température ; si elle est comprise entre $-0,5$ et $+0,5^{\circ}\text{C}$, le thermomètre est précis.
6. Si la température est supérieure à $+0,5^{\circ}\text{C}$, vérifier s'il y a toujours de la glace dans votre récipient. Sinon, ajouter plus de glace et répéter les étapes 3 à 5.
7. Si la température est inférieure à $-0,5^{\circ}\text{C}$, c'est possible qu'il y a du sel dans votre récipient. Verser le mélange, laver bien le récipient et répéter les étapes 1 à 5 avec de l'eau pure.
8. Si la température n'est toujours pas comprise entre $-0,5$ et $+0,5^{\circ}\text{C}$, changer de thermomètre. Si vous avez utilisé ce thermomètre pour des mesures antérieures, avertir GLOBE.



Installation d'un thermomètre digital à mémoire

Établir le site d'étude – Activité 5 (Faire avec les activités 6 et 8 à la fois)

Matériel / Préparatifs :

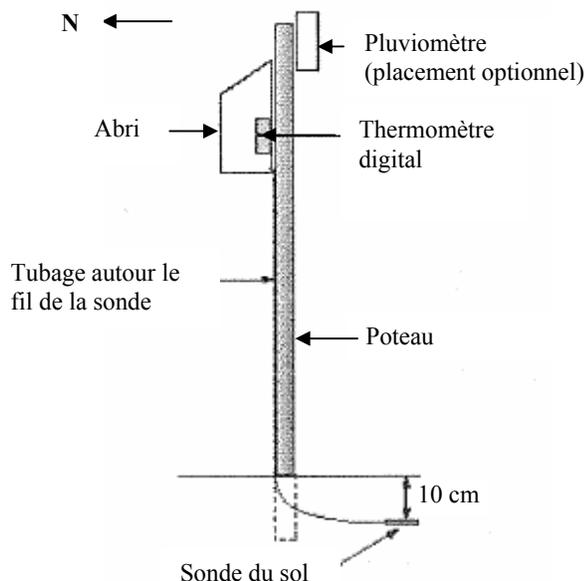
- Outils pour creuse.
- Attaches de ficelles en plastique ou de fils de fer pour attacher le tuyau au poteau
- Abri d'instrument GLOBE (déjà installé)
- Tuyau ou tube de 120 x 2,5 cm pour protéger le fil de la sonde de sol
- 3 pointes ou vis
- Thermomètre à liquide étalonné
- Le temps du midi solaire pour votre location sur la date laquelle on compte faire la réinitialisation du thermomètre digital (disponible sur l'Internet ou d'un service météorologique local)

Déroulement:

1. Fixer le boîtier du thermomètre digital sur le mur du fond de l'abri avec deux pointes ou vis. Le boîtier doit être placé de façon à faciliter la lecture de l'appareil.
2. Suspendre à l'air la sonde, nommée « LEFT SENSOR », à un troisième point placé sur le toit de l'abri de façon qu'elle n'ait aucun contact avec les parois de l'abri et que de l'air circule autour d'elle.
3. Étalonner les deux sondes en suivant Établir le site d'étude – Activité 8.

Continuer seulement si on a étalonné les deux sondes du thermomètre (Activité 8)

4. Faire passer la sonde de sol, nommée « RIGHT SENSOR », par le trou dans le plancher de l'abri. Passer également la sonde par le tube protecteur. Attacher le tube le long du poteau avec du fil de fer ou autre matériel.
5. Placer la sonde de sol dans un trou de 11 cm de profondeur orienté à la face sud de l'abri. Enfoncez la sonde à l'horizontal.
6. Reboucher le trou avec la terre excavée. Ne pas couvrir la location de la sonde avec une roche ni trop tasser le sol au-dessus de la sonde.
7. Attacher soigneusement tout câble de sonde excédentaire dans l'abri avec de la ficelle ou du fil. Tenter de garder le plus de câble possible dans l'abri.
8. Fermer l'abri et le thermomètre et attendre le midi solaire pour faire la réinitialisation du thermomètre digital (Établir le site d'étude – Activité 6) et compléter l'installation.



Réinitialisation d'un thermomètre digital à mémoire

Établir le site étude – Activité 6

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre placé dans l'abri
- Stylo ou un clou
- Fiche d'étalonnage et réinitialisation du thermomètre digital (*ci-inclus*)
- Montre précise ou tout autre moyen de mesure de temps

Déroulement :

1. Après que vous ayez installé le thermomètre digital, changé sa pile ou après une interruption de fonctionnement de thermomètre vous serez obligé de réinitialiser le thermomètre.
2. Déterminer le moment de réinitialisation approprié qui correspond à l'heure moyenne du midi solaire dans votre région. Il est important que ce moment de réinitialisation soit dans un intervalle d'une heure autour du midi solaire. Vous pouvez obtenir le temps local du midi solaire à l'aide d'internet ou une autre source de mesures météorologiques.

NB : Le midi solaire n'est pas obligatoirement le midi de la montre selon la saison et la position de l'abri dans son fuseau horaire. Donc, on doit chercher l'heure précise avant de continuer.

3. Aller à l'abri un peu avant le moment choisi et ouvrir l'abri ainsi que le couvercle du thermomètre
4. Au moment choisi, utiliser le clou pour appuyer sur le bouton « RESET » placé au milieu du panneau de contrôle.
5. L'écran va s'éclairer brièvement puis il commencera à afficher la température courante. L'appareil est désormais réinitialisé. Noter le moment exact dans la section « Temps de réinitialisation » de la Fiche d'étalonnage et réinitialisation d'un thermomètre digital.
6. Envoyer le moment de réinitialisation ainsi que la date à GLOBE (en temps local et en heure universelle).
7. Procéder au « Établir le site d'étude – 8, Étalonnage du thermomètre digital » pour compléter la fiche de mesures.

Fiche d'étalonnage et de réinitialisation du thermomètre digital

Nom de l'école : _____ Site d'étude : ATM _____

Nom des observateurs : _____

Date : _____

Heure de réinitialisation

NB : Le thermomètre devrait être initialisé seulement lors de la première mise en marche, après un changement de batterie ou si l'heure du zénith (midi solaire) diffère de plus d'une heure de votre heure d'initialisation.

Date : Année _____ Mois _____ Jour _____

Heure locale _____ Heure universelle _____

Est-ce que la réinitialisation est due à un changement de batterie ? _____

Étalonnage

Lecture de thermomètre						
Lecture n°	Date (jour / mois / année)	Heure locale	Heure universelle	Lecture du thermomètre d'étalonnage (C°)	Lecture de la sonde- air (C°)	Lecture de la sonde- sol (C°)
1						
2						
3						
4						
5						

Vérification de l'erreur du capteur enfoui du thermomètre digital

Établir le site étude – Activité 7

Matériel / Préparatifs :

- Sonde enfouie du thermomètre digital
- Fiche vérification des erreurs du capteur au sol (*ci-dessous*)
- Thermomètre de sol (*ou thermomètre d'étalonnage*)

Déroulement:

1. Ouvrir la porte de l'abri.
2. Choisir un emplacement intact à environ 15 cm de la sonde enfouie.
3. Mesurer la température à une profondeur de 10 cm avec un thermomètre de sol suivant ses instructions d'utilisation. Ces instructions se trouvent dans le Protocole sol.

NB : Si un thermomètre de sol vous manque, on peut avoir une idée en employant la méthode suivante :

- a. Planter une barre de fer qui a le même diamètre que le thermomètre d'étalonnage dans la terre à une profondeur de 10 cm. Essayer de ne plus perturber le sol.
 - b. Retirer la barre et placer le thermomètre d'étalonnage dans le trou. Ne forcer pas le thermomètre au risque de l'endommager.
 - c. Couvrir légèrement le reste du thermomètre avec un peu de sol, couvrir le thermomètre et aussi la terre au dessus de la sonde enfouie avec une couverture d'ombre temporaire qui n'empêche pas de l'air à circuler.
 - d. Attendre au moins une heure avant de commencer les prélèvements tel que décrit ci-haut pour le thermomètre de sol.
4. Noter cette valeur dans la fiche de mesures.
 5. Relever la température courante de la sonde au sol en appuyant une fois le bouton « ON » (à droite) qui correspond à la sonde enfouie et la noter.
 6. Répéter les étapes 2 à 8 au moins quatre fois avec au moins une heure d'intervalle entre chaque prélèvement.
 7. Calculer la valeur moyenne de la température du sol grâce au thermomètre d'étalonnage.
 8. Calculer la valeur moyenne de la température du sol grâce au thermomètre digital.
 9. Calculer la valeur d'erreur absolue en soustrayant la moyenne d'étalonnage de la moyenne digitale.
 10. Si la valeur absolue de l'erreur est supérieure à 2°C, déterrer la sonde et ré-étalonner les deux sondes (air et sol) suivant les instructions d'étalonnage. Si la valeur absolue de l'erreur est inférieure à 2°C, laisser la sonde enfouie et ré-étalonner uniquement la sonde aérienne.

Fiche de mesures de la vérification des erreurs du capteur sol

Nom de l'école : _____

Date : _____

Lecture de thermomètre					
Lecture n°	Date (jour / mois/ année)	Heure locale	Heure universelle	Lecture du thermomètre du sol (C°)	Lecture de la sonde-sol du thermomètre digital (C°)
1					
2					
3					
4					
5					
Total de cinq lectures ¹ :					
Moyenne de cinq lectures ² :					
Erreur du capteur du sol ³ : (= colonne 2 – colonne 1)					

1 : Additionner tous les cinq températures pris de chaque thermomètre.

2 : Moyenne des 5 lectures du thermomètre de sol = le total des 5 lectures du thermomètre de sol /5

Moyenne des 5 lectures du capteur de sol digital = le total des 5 lectures du capteur de sol /5

3 : Erreur du capteur de sol = moyenne digital – moyenne du thermomètre du sol

Si la valeur absolue de l'erreur du capteur sol est plus grande ou égale à 2°C, alors déterrer la sonde et ré-étalonner autant le capteur air que le capteur sol en suivant le protocole Étalonnage d'un capteur du thermomètre digital à mémoire. Si la valeur absolue de l'erreur de la sonde de sol est inférieure à 2°C, laisser la sonde de sol enterré et procéder au réétalonnage uniquement de la sonde d'air.

Étalonnage d'un capteur du thermomètre digital à mémoire

Établir le site étude – Activité 8

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre de référence vérifié (*Établir le site étude – Activité 4*)
- Thermomètre digital
- Fiche de relevée de mesures étalonnage et réinitialisation d'un thermomètre digital (*suivant Établir le site d'étude – Activité 6*)

Déroulement :

1. Ouvrir la porte de l'abri à l'instrumentation et y placer le thermomètre de référence ainsi que les deux sondes (air et sol) dans l'abri de façon à ce que l'air circule autour et qu'ils ne touchent pas les parois. Fermer la porte de l'abri.
2. Attendre au moins une heure, puis ouvrir la porte d'abri. Relever la température de référence au demi-degré le plus près et l'enregistrer sur la fiche d'étalonnage et réinitialisation du thermomètre digital (ci-dessous).
3. Allumer l'affichage de la température du sol appuyant sur le bouton ON de la sonde du sol (situé en haut à gauche sur le panneau de contrôle). Noter la température.
4. Allumer l'affichage de la sonde de l'air appuyant sur le bouton ON situé en haut à droite sur le panneau de contrôle. Noter la température.
5. Refermer le couvercle du thermomètre digital et la porte de l'abri.
6. Répéter les étapes 2 à 5 quatre autres fois avec au moins une heure entre chaque mesure. Essayer de répartir au moins 5 relevés sur une journée.
7. Envoyer les mesures d'étalonnage à GLOBE.

Remplacement de la pile du thermomètre digital

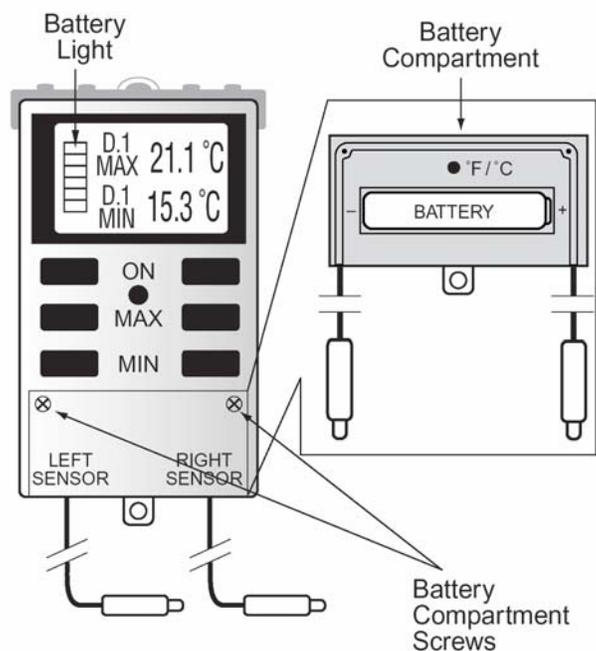
Établir le site étude – Activité 9

Matériel / Préparatifs :

- Pile AA neuve
- Tournevis à petite tête

Déroulement :

1. La pile se trouve dans la partie inférieure du thermomètre, sous le panneau de contrôle.
2. Dévisser les deux petites vis dans les coins supérieurs du compartiment et soulever le couvercle.
3. Changer la pile, s'assurant de bien respecter la polarité (le pôle négatif doit être en contact avec le ressort).
4. Refermer le couvercle et le revisser. Une fois la pile changée, ré-étalonner l'appareil.
5. Réinitialiser le thermomètre suivant le guide « Réinitialisation d'un thermomètre digital à mémoire » (Établir le site d'étude – Activité 6).
6. Ré-étalonner les sondes en suivant les guides « Vérification d'erreur du capteur enfoui du thermomètre digital » (Établir le site d'étude – Activité 7) et puis « Étalonnage d'un capteur du thermomètre digital à mémoire » (Établir le site d'étude – Activité 8).



Installation (et fabrication) d'un pluviomètre

Établir le site étude – Activité 10

Matériel / Préparatifs :

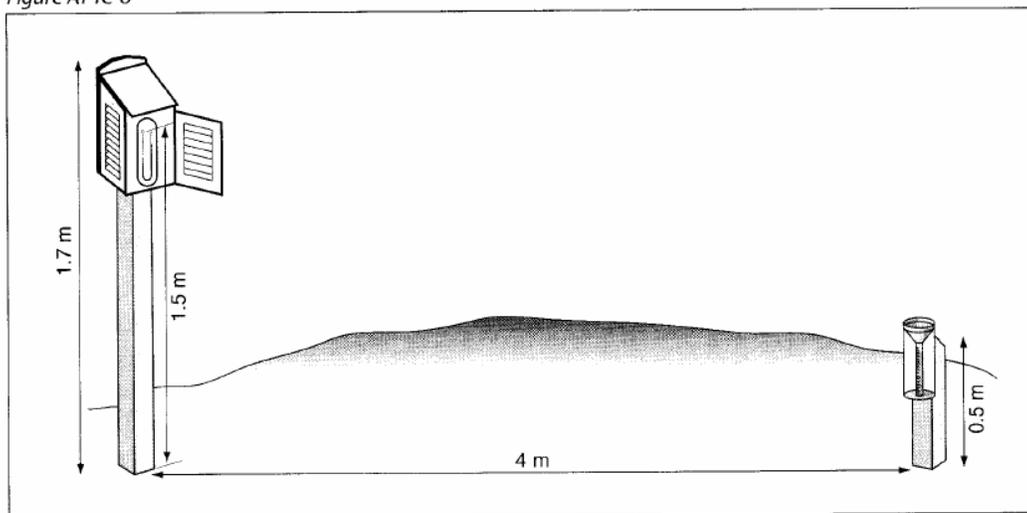
- Pluviomètre (si non disponible, le construire vous-même – voir les instructions ci-dessous)
- Poteau d'au moins 0,75 m
- Huile de moteur d'occasion pour peindre le poteau pour le protéger contre les insectes et moisissures
- Les nécessaires pour fixer le pluviomètre au poteau et le poteau dans le sol

Déroulement:

Le Positionnement de l'Indicateur de pluie

1. Comme le vent est l'une des plus grandes causes d'erreurs dans les mesures d'indicateurs de pluie, le meilleur positionnement pour le pluviomètre est sur un poste aussi bas et aussi pratique que possible. Le haut de pluviomètre doit être environ 0,5 m du sol et est situé à 4 m plus loin de l'abri pour que ce dernier ne bloque pas la pluie qui est collectée dans le pluviomètre.

Figure AT-IC-8



2. Assurez-vous que le dessus du pluviomètre est environ 10 cm plus haut que celui du poteau. Si possible, couper le haut du poste à 45° pour que les gouttes de pluie n'éclaboussent pas le pluviomètre.
3. Si ce n'est pas pratique de placer le pluviomètre et l'instrument sur des poteaux séparés, ils peuvent être montés sur un seul poteau avec le pluviomètre sur la partie opposée à l'abri. Respecter aussi ces instructions pour l'installation du pluviomètre par rapport à la partie la plus haut de l'ensemble de poteau et abri.

La fabrication d'un pluviomètre (Voir aussi les indications des séances « GLOBE pluviomètre »)

1. Si on a une éprouvette graduée, mais qu'un pluviomètre se manque, on peut fabriquer soi-même un pluviomètre.
2. Prendre un récipient assez profond avec les bords droits comme pluviomètre. Deux grosses boîtes de pâte de tomate collées sur l'une sur l'autre et dont le fond de la plus haute a été retiré, avec le fond enlevé de celle d'en haut peuvent suffire. Un ferblantier peut faire ce travail facilement pour un petit prix. Le fixer sur un poteau ou sur un objet bien plat et légèrement surélevé du sol (0,5 m). Ne percer aucun trou dans les boîtes au risque de créer une voie d'échappement de la pluie tombée. Vérifier aussi qu'on peut enlever la boîte réceptrice et verser son contenu pour mesurer.

Pour calculer la profondeur de la pluie tombée, on fait le calcul suivant :

$$\text{Profondeur de la précipitation} = \frac{\text{Volume d'eau en ml} \times 10}{\text{Superficie de l'embouchure du récipient en cm}^2}$$

Rappel de la superficie d'un cercle = $\pi \times \text{Rayon}^2$

$$\text{et du Rayon} = \frac{\text{Diamètre du cercle}}{2}$$

Introduction au programme GLOBE et à l'atmosphère

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Allumettes
- ❑ Liste des pays participants du programme GLOBE (*voir ci après*)
- ❑ Carte du monde ou un globe terrestre (*Si on n'en dispose pas, il y a une petite carte du monde ci après*)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Introductions dans la salle et constitution des groupes :

1. Chaque élève se présente (peut être son nom, sa classe, matière préférée et son repas préféré).
2. Diviser la salle en groupes de 5 à 6 élèves pour faire les prélèvements et travaux pendant l'année. Peut-être les donner des noms basés sur les pays GLOBE, les couches de l'atmosphère, ou encore d'autres objets à caractère scientifique.

Introduction au programme GLOBE

1. Écrire « Englober » au tableau et demandez aux élèves le sens du mot. « Englober » signifie réunir en un tout. Demander ce que c'est ce qu'un « globe » ? Expliquer que GLOBE est aussi le nom de notre programme.
2. Expliquer le sens de l'acronyme du programme « Global Learning and Observations to Benefit the Environment » C'est-à-dire, « études et observations du globe au profit de l'environnement ».
3. Écrire l'expression tourne-langue (casse-langue) suivante au tableau : Le programme GLOBE englobe l'étude du globe partout dans le globe.
4. Le programme GLOBE a démarré en 1996. Douze ans après il a grandi et il se réalise dans plus de 7500 écoles dans 110 pays. Les élèves de ces écoles sont devenus des scientifiques et ils font de la recherche sur leur propre environnement. Ensuite, comme de grands scientifiques, ils partagent leurs mesures avec d'autres élèves et des scientifiques professionnels sur Internet.
 - a. Définition : **Internet** est le réseau pour les ordinateurs qui leur permet de communiquer entre eux. C'est un réseau (comme le réseau pour les téléphones portables) adapté aux ordinateurs.
 - b. Demander aux élèves qui ont déjà navigué sur Internet de lever le doigt. Écrire l'adresse de site Internet du programme GLOBE au tableau www.globe.gov et expliquer que dessus sont disponibles toutes les mesures des pays membres.
5. Le gouvernement nigérien a invité le Programme GLOBE à commencer son action dans le pays en novembre 2005. Le bureau dépend du Ministre de l'éducation nationale et est situé au sein de la cellule pour la généralisation et la pérennisation de l'éducation environnementale (CGPE).

Les objectifs du programme GLOBE

1. Le programme GLOBE a deux objectifs complémentaires : la **science** et l'**éducation**.
2. A notre niveau, le programme veut vous aider à :
 - Devenir de bons scientifiques ;
 - Mieux comprendre votre environnement ;
 - Comprendre la méthode scientifique ;
 - Utiliser des appareils scientifiques ;
 - Prélever des mesures et les analyser ;
 - Employer l'Internet pour mettre nos mesures à la disposition des élèves et scientifiques du monde entier ; et
 - Créer des liaisons d'étude entre les sciences, les mathématiques, l'informatique, et l'environnement.
3. Les jeunes scientifiques GLOBE étudient 5 domaines de leurs environnements :
 - L'atmosphère (météorologie)
 - L'eau (hydrologie)
 - Les sols (pédologie)
 - La couverture de sol et leur biologie (végétation)
 - Le changement des saisons (phénologie)
4. Nous allons commencer avec l'étude de **l'atmosphère**. Mais tout d'abord nous allons faire un petit jeu.

Jeu : à la découverte des pays GLOBE du monde

1. Diviser la classe en équipes. Dire à chaque équipe de prendre une feuille de papier et un crayon.
2. Expliquer que GLOBE est présent dans beaucoup des pays et sur tous les continents.
3. Expliquer qu'on allumera une allumette et que pendant le temps qu'elle brûlera, ils devront écrire les noms de pays qu'ils connaissent.
4. Lorsque l'allumette est consumée, en allumer une autre et continuer le jeu.
5. A la fin de la deuxième allumette, ramasser toutes les feuilles. Encercler les noms de tous les pays GLOBE cités, et les écrire sur le tableau. Une équipe gagne un point pour chaque pays GLOBE qu'elle a identifié. Reporter les points de chaque équipe sur le tableau.
6. Une fois écrits au tableau les pays GLOBE identifié par les équipes, faire le total des points et désigner l'équipe gagnante.
7. Ne pas effacer les pays GLOBE du tableau et demander aux élèves s'ils ont pensé à d'autres pays. Dans ce cas, les inscrire à la suite sur le tableau.
8. Montrer aux élèves les pays de la liste sur une carte ou un globe (*Si nécessaire, il y a une petite carte du monde ci après.*).
9. **Modification 1** : Chaque fois qu'on joue, leur montrer 5 ou 6 nouveaux pays qu'ils ne connaissent pas. Ainsi en renouvelant le jeu, les élèves apprendront les pays du monde.
10. **Modification 2** : Donner à chaque équipe une carte du monde (*ci après*). Puis, donner le nom d'un pays que chaque groupe doit localiser sur la carte (avec le doigt). Donner un point à l'équipe qui a raison et corriger les équipes qui ont tort.

Faire une introduction à l'atmosphère

1. Définition : **L'atmosphère** est la couche d'air qui enveloppe la terre sur une épaisseur de plus de 1000 km.
2. Les différentes couches de l'atmosphère sont :
 - La troposphère : du sol à 12 km d'altitude.
 - La stratosphère : de 12 km à 50 km.

- La mésosphère : de 50 km à 85 km.
 - La thermosphère : à plus de 85 km.
3. Quelques informations sur chaque couche de l'atmosphère :
- a. **La troposphère** : Dans cette couche se produisent la plupart des phénomènes météorologiques (nuages, pluie, neige, vent...) qui influencent l'existence des êtres vivants. Cette couche est aussi utilisée par la plupart des avions.
 - b. **La stratosphère** : Cette couche filtre les rayons solaires grâce à un gaz appelé **ozone** protégeant ainsi les êtres vivants de rayons solaires nocifs qui brûlent les êtres vivants à la surface de la terre. Aux niveaux supérieurs : Ozone se forme de trois atomes d'oxygène collés ensemble (O₃).
 - c. **La mésosphère** : Cette couche est responsable de la formation des **étoiles filantes**, qui sont des morceaux de pierre ou de la poussière qui brûle lorsqu'ils entrent dans l'atmosphère.
 - d. **La thermosphère** : Parce que cette couche est la première à être chauffée par les rayons du soleil, l'air à ce niveau peut atteindre une température de plus de 1500°C. Sa partie extérieure s'appelle **l'ionosphère**.

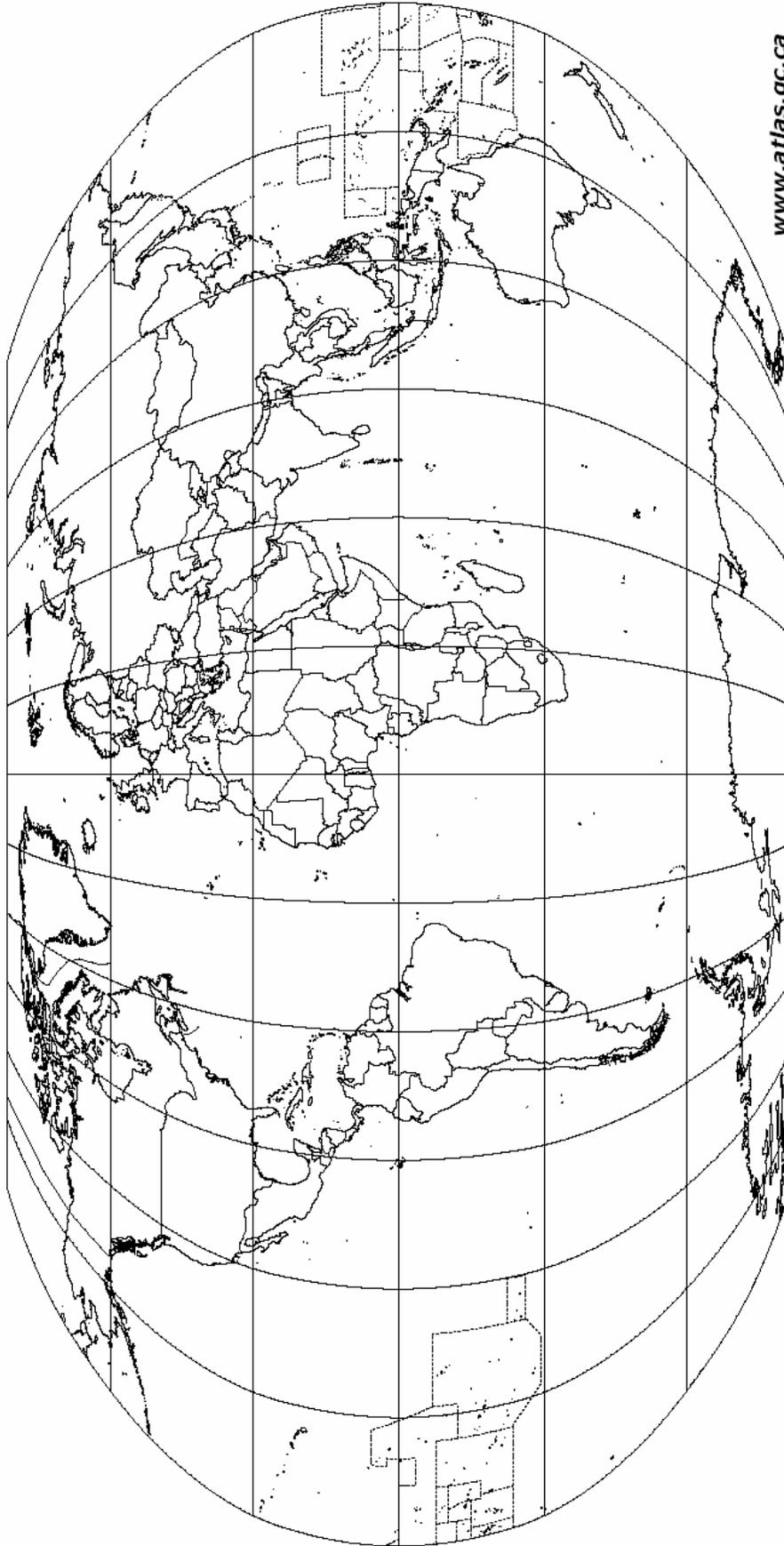
Méthode de révision : phrases de liaison

1. Au lieu de lire seulement le cahier pour mémoriser les choses, on peut employer une autre méthode telle que la création des **phrases de liaison**. Ces phrases sont employées afin de mémoriser une liste de mots, ou simplement l'ordre des mots dans une liste. Voici la méthodologie :
 2. Prendre la première lettre de chaque mot sur la liste.
 3. Avec ces lettres créer des mots puis les assembler en une phrase amusante ou facile à retenir. En mémorisant cette phrase, il devient aisé de retrouver la liste du départ.
 - **Exemple** : Chaque vecteur (force) a quatre caractères : **P**oint d'application, **S**ens, **L**ongueur, et **D**irection. Les premières lettres sont donc **P, S, L, et D** à partir desquelles on peut construire une phrase comme : Les **poules suivent les lapins doux**.
 4. Ainsi, chaque fois qu'on oublie les composants, on peut se les rappeler en répétant la phrase liée pour trouver la première lettre de chaque mot comme véhicule de rappel de chaque mot.
 - **Exemple 2** : Les couches d'atmosphère : **T**roposphère, **S**tratosphère, **M**ésosphère, et **T**hermosphère : **T, S, M, et T**. Donc, on peut employer la phrase, par exemple :
Trois Singes Montent sur la Table.
5. Pratique optionnelle : On peut dire aux élèves de créer des phrases eux-mêmes pour une autre liste (dans cette discipline ou dans une autre).

GLOBE pays du monde

 Afrique du Sud	 Équateur	 Kirgizstan	 Panama
 Allemagne	 Espagne	 Latvie	 Paraguay
 Arabie Saoudite	 Estonie	 Liban	 Pérou
 Argentine	 États-Unis	 Liechtenstein	 Philippines
 Australie	 Éthiopie	 Lituanie	 Pologne
 Autriche	 Fidji (îles)	 Luxembourg	 Portugal
 Bahamas	 Finlande	 Macédoine	 Qatar
 Bahreïn (archipel de)	 France	 Madagascar	 République Dominicaine
 Bangladesh	 Gabon	 Maldives (îles)	 République Tchèque
 Belgique	 Gambie	 Mali	 Roumanie
 Bénin	 Ghana	 Malta	 Royaume-Uni
 Bolivie	 Grèce	 Maroc	 Russie
 Bulgarie	 Guatemala	 Marshall (Îles)	 Rwanda
 Burkina Faso	 Guinée	 Mauritanie	 Sénégal
 Cameroun	 Hollande	 Mexique	 Serbie and Monténégro
 Canada	 Honduras	 Micronésie	 Sri Lanka
 Cap-Vert (îles du)	 Hongrie	 Moldova	 Suède
 Chili	 Inde	 Monaco	 Suisse
 Chypre	 Irlande	 Mongolie	 Surinam
 Colombie	 Islande	 Namibie	 Tanzanie
 Congo	 Israël	 Népal	 Tchad
 Corée du sud	 Italie	 Niger	 Thaïlande
 Costa Rica	 Japon	 Nigéria	 Trinidad et Tobago (îles)
 Croatie	 Jordanie	 Norvège	 Tunisie
 Danemark	 Kazakhstan	 Nouvelle-Zélande	 Turquie
 Égypte	 Kenya	 Ouganda	 Ukraine
 El Salvador	 Kuwait	 Pakistan	 Uruguay
 Émirats arabes unis		 Palau	

THE WORLD / LE MONDE



www.atlas.gc.ca

0 1 500 3 000 Km

© 2007. Her Majesty the Queen in Right of Canada, Natural Resources Canada.
Sa Majesté la Reine du chef du Canada, Ressources naturelles Canada.

Introduction au thermomètre digital

GLOBE température – Séance 1

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre digital
- Thermomètre à alcool
- Une grande feuille à afficher dans la salle de classe pour représenter graphiquement les résultats des mesures de température—axe horizontale : date ; axe verticale : température (*les sacs de ciment vides marchent très bien*).
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Explication (rappel) de l'échelle de température

1. Définition : **La température** est une mesure relative de la quantité de chaleur qui existe dans un corps.
2. Mesure : On mesure la température à l'aide d'un thermomètre gradué en degrés Celsius.

Jeu : estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.
2. Expliquer l'importance de savoir-faire les bonnes estimations.
3. Si cela n'a pas été fait pendant une autre séance, faire d'autres estimations sur le modèle d'une compétition des groupes. Par exemple, chaque groupe estime la taille des objets divers dans la salle. On peut mesurer aussi la distance entre les objets dans la salle, la taille des élèves, l'heure exacte... Puis faire mesurer les objets afin de vérifier les estimations en disant aux élèves de venir les mesurer avec une règle.

NB : L'exercice avec l'estimation des températures minimum et maximum du jour passé deviendra l'ouverture de chaque séance de l'atmosphère pour bien entraîner les élèves sur les estimations. Mais, il sera intéressant d'échanger ces estimations avec le jeu de pays de temps en temps pour aider les élèves apprendre à ce niveau aussi.

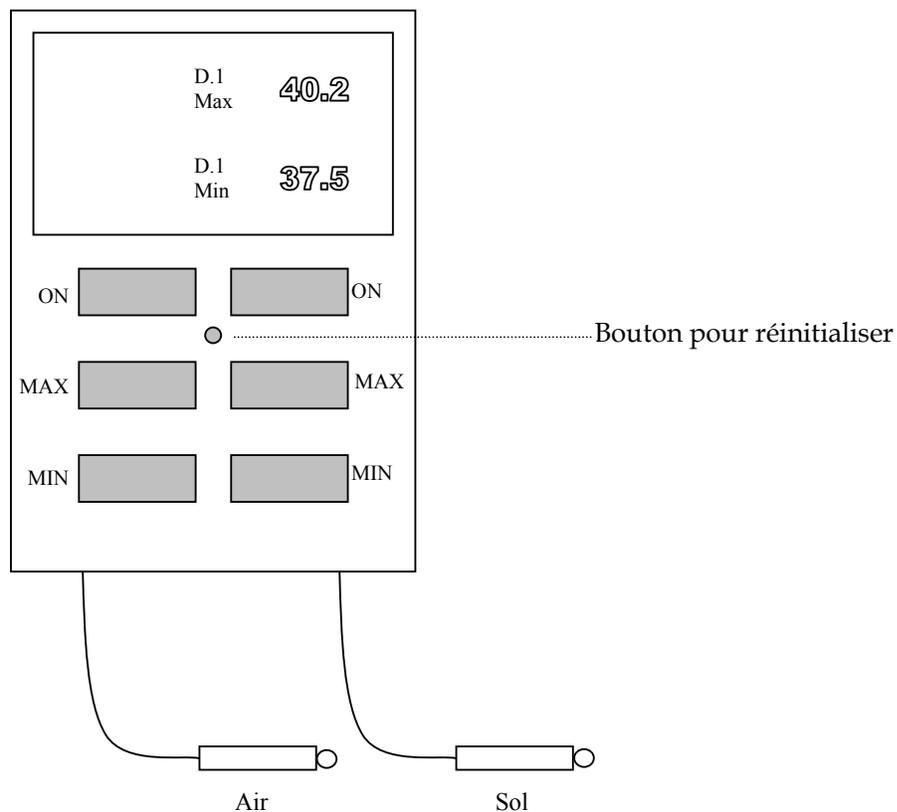
Explication du principe de fonctionnement du thermomètre digital et la prise de ses mesures

NB : Nous vous encourageons de faire cette leçon en ayant au site d'étude pour une explication active devant le thermomètre digital et puis retourner en classe pour une révision écrite.

1. Commencer avec les définitions des thermomètres différents pour faire distinguer aux élèves la différence.

2. Dire : Rappelons que nous utilisons un thermomètre pour connaître la température d'un corps. Il y a plusieurs sortes de thermomètres :
 - **Un thermomètre à alcool** ou **au mercure** est un tube de verre scellé qui contient un liquide et qui a une échelle graduée imprimée sur le verre. Lorsque la température change, le liquide dans le tube se contracte ou se dilate, comme toutes matières, et il bouge le long de l'échelle pour indiquer le changement de température.
 - **Un thermomètre digital** emploie une sonde et les composants électroniques pour mesurer la température au lieu de la dilatation un liquide. On plonge la sonde dans la matière de laquelle on veut connaître la température, et on lit le résultat sur l'écran.
3. Recopier au tableau le schéma du thermomètre digital ci-dessous et demander aux élèves de le recopier dans leur cahier en assez grand.

Schéma : Le Thermomètre Digital



4. Expliquer le sens des mots en anglais (ON= allumer/DAY (D)=jour)
5. Expliquer le sens des mots MAX (température maximale la plus élevée pendant une journée) et MIN (température minimale pendant toute d'une journée).

Explication de son utilisation (étapes d'emploi)

1. Noter à la fois l'heure et la date sur la fiche de mesures du thermomètre digital.

NB : L'heure GMT ou Universel est une heure après l'heure locale au Niger

2. Allumer l'affichage en appuyant sur le bouton ON de l'affichage de la sonde aérienne (situé en haut à gauche).

NB : la température affichée est la température courante.

3. Appuyer 2 fois sur le bouton MAX (situé au milieu à gauche).

NB : La valeur affichée après la première pression sur le bouton MAX est la plus haute température mesurée depuis le dernier moment de réinitialisation, et non sur un intervalle de 24h. Elle ne doit pas être relevée.

4. Le symbole MAX doit s'afficher à gauche de la température, surmonté du symbole **D.1**, qui signifie « Day 1 » ou « Jour 1 ». Noter la température sur la Fiche de mesures de température (suivant Séance 2).
5. Appuyer à nouveau sur MAX. Le symbole D.1 devient D.2 (qui signifie Jour 2). Noter la température. Recommencer cette étape pour voir la température enregistrée jusqu'à 6 jours (D.1 – D.6)
6. Pour relever les minimums, recommencer les étapes 5 à 7 en appuyant sur MIN (en bas à gauche) au lieu de MAX.
7. Pour les températures de sol, effectuer toutes les étapes précédentes en utilisant les boutons de la partie droite du pavé, et en lisant la partie inférieure de l'affichage.
8. Dès que tous les relevés sont effectués, refermer le couvercle de l'appareil. Ce dernier va s'éteindre automatiquement avec un certain délai

Faisant l'enregistrement des mesures sur la fiche de mesures de température

1. Si on fait le prélèvement **avant** l'heure à laquelle qu'on a initialisé le thermomètre (midi solaire), marquer la valeur de D.1 comme étant celle d'**hier**.
2. Si on fait le prélèvement **après** l'heure à laquelle on a initialisé le thermomètre (midi solaire), marquer la valeur de D.1 comme étant celle d'**aujourd'hui**.

Relevé APRÈS le moment de réinitialisation

Affichage digital			
Symbole	D.1	D.2	D.3
La valeur correspond à	Aujourd'hui	Hier	2 jours auparavant

Relevé AVANT le moment de réinitialisation

Affichage digital			
Symbole	D.1	D.2	D.3
La valeur correspond à	Hier	2 jours auparavant	3 jours auparavant

Pratique

1. Faire pratiquer les élèves sur la manipulation du thermomètre en leur disant d'expliquer les étapes à son voisin en appuyant les « boutons » sur leurs propres schémas du thermomètre. S'assurer que chaque élève a la chance d'expliquer les étapes.
2. Ensuite, appeler des élèves au tableau pour expliquer à toute la classe avec l'emploi des « boutons » de l'image sur le tableau.

Explication de prélèvements 2 fois par semaine

GLOBE température – Séance 2

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Thermomètre à alcool
- ❑ Représentation graphique des variations de la température dans le temps
- ❑ Deux foulards
- ❑ Scotch
- ❑ Noms des boutons du thermomètre écrit sur des grands bouts de papier. Faire cela deux fois pour avoir deux jeux de noms
- ❑ Fiche de mesures de température (*voir ci-après*)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève



Déroulement :

Jeu : estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

NB : C'est une répétition de la dernière séance, pour que les élèves fassent les bonnes estimations.

Explication du système de prélèvement

1. Expliquer que deux fois par semaine un groupe passera au thermomètre GLOBE pour prendre ses mesures et, les mettre à la disposition des scientifiques partout dans le Monde grâce à Internet, si possible. (Le groupe changera en rotation chaque fois.)
2. Les mesures à prendre pour le programme GLOBE
 - a. **Température maximale de l'air et du sol** : La température la plus élevée pendant la journée (24h, de midi à midi)
 - b. **Température minimale de l'air et de sol** : La température la plus basse pendant la journée (24h, de midi à midi)
3. Expliquer que deux fois par semaine ils noteront les mesures dans leur cahier et sur la fiche de mesures.
4. Puis, ils reviendront en classe et reporteront les mesures effectuées sur le graphique commun de la salle. Un exemplaire de ce graphique se trouvera à la fin de cette leçon.

NB : Aussi, de temps en temps, il peut être intéressant de demander aux élèves de calculer des statistiques de mesures pour les fixer sur un deuxième graphique comme pratique sur les calculs et les graphiques. Par exemple :

a. *Température Moyenne Journalière* : $T_{\text{moyenne}} = (T_{\text{max}} + T_{\text{min}}) / 2$

b. *Températures Moyennes Mensuelles (ou Hebdomadaires) : la température moyenne de toute une série prise pendant un mois (une semaine).*

$$\text{Ex. } T_{\text{moyennemax}} = (T_{\text{max1}} + T_{\text{max2}} + T_{\text{max3}} \dots T_{\text{max30}}) / 3$$

Jeu : Placer le bouton / révision du schéma

1. Expliquer : Maintenant, nous allons réviser l'utilisation de thermomètre digital au moyen d'un jeu.
2. Si on n'a pas les préparé avant : Découper de grands carrés de papier sur lesquels vous mettez le nom des boutons (Air on, Air max, air min, Sol on, Sol max et Sol min).
3. Demander à un volontaire de chaque groupe de venir au tableau et leur bander les yeux avec un foulard.
4. Donner à chacun un morceau de papier (par ex. AIR MIN ou SOL ON) sur lequel vous avez fixé un morceau de scotch. Que chaque volontaire montre ce mot à son groupe, puis faire tourner les élèves bandés.
5. Puis, chaque groupe doit guider verbalement son volontaire jusqu'à ce qu'il l'affiche au lieu correct. Celui qui réussit le premier gagnera un point pour son groupe.

Option plus calme : Les volontaires seront envoyés chacun leur tour au tableau pour afficher le bouton en papier au bon endroit. Les chronométrer, et donner un point au plus rapide.

Aller au site

1. Aller au site pour voir le thermomètre dans son abri et faire le prélèvement. Se rappeler de tenir compte du temps de prélèvement pour bien noter les températures aux jours correspondants sur la Fiche de mesures de température (voir ci-après).
2. Revenir en classe et remplir le graphique avec les mesures.
3. Mettre en marche un système de prélèvement de température deux fois par semaine par les élèves sur la Fiche de mesures de température et sur les graphiques.

Fiche de mesures de température

Site nom et location: _____ Mois et année : _____

Temps des prélèvements:

Heure locale : _____ Heure universelle: _____

Coordonnées

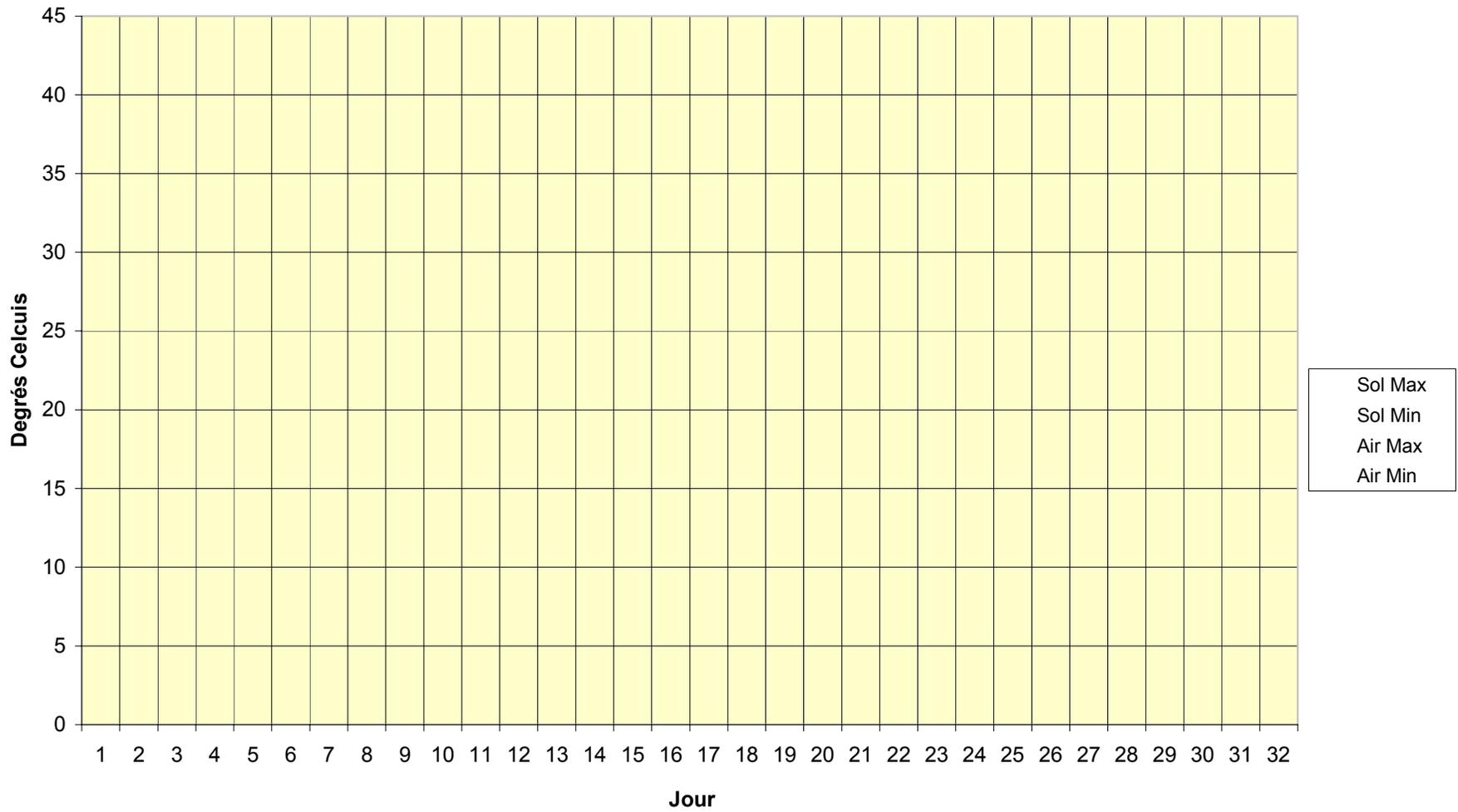
Altitude: _____ Latitude: _____ Longitude: _____

NB : Si vous lisez votre thermomètre **après** l'heure d'initialisation, D.1 est **aujourd'hui**.

Si vous lisez votre thermomètre **avant** l'heure d'initialisation, D.1 est **hier**.

Jours	Air		Sol	
	Température maximale	Température minimale	Température maximale	Température minimale
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Température



Construction et explication d'un thermomètre liquide

GLOBE température – Séance 3a

NB : Si cette activité est trop difficile pour le niveau des élèves, on peut construire un thermomètre ensemble, comme démonstration, au lieu de le faire en groupes.

NB : Les classes au niveau primaire feront seulement la première leçon. Les niveaux supérieurs peuvent prendre les mesures en suivant les instructions à la fin de cette leçon et puis continuer à la leçon suivante.



Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre d'étalonnage
- Températures d'hier
- Bouteille pour chaque groupe qui a un trou percé dans le bouchon. Le trou sera juste assez grand pour faire passer une paille ou un tube d'un stylo (*les assez petites bouteilles marchent bien*)
- Tubes du Bic (1 par groupe) ou des pailles
- Jolly Jus (1 paquet d'une couleur foncée pour la classe) ou un autre colorant d'eau
- Une bonne argile ou une pâte fabriquée à partir de la recette ci dessous :

$\frac{3}{4}$ d'un petit gobelet de farine plus $\frac{3}{4}$ d'un petit gobelet sel bien mélangé avec environ $\frac{1}{4}$ d'un petit gobelet d'eau. Ajouter l'eau en parties pour assurer que la pâte ne devienne collante. La pétrir bien pour qu'elle devienne plus élastique.

- Seau vide pour chaque groupe
- Seau d'eau chaude (*mais pas trop chaude*)
- Seau d'eau glacée (*l'eau de canari*)
- Seau d'eau tiède, mélangée avec le paquet de Jolly Jus
- Quelques tasses pour verser de l'eau
- Feutre (*si possible*) ou un peu de scotch pour marquer le niveau d'eau
- Cahier GLOBE de chaque élève
- Règle pour chaque groupe*
- Montre*

**matériaux optionnels*

Déroulement :

Jeu : Estimation des températures MAX/MIN d'hier

1. Demander à tous les groupes de mettre leur estimation des températures maximales et minimales d'hier sur un bout de papier. Rassembler les papiers et noter les réponses au tableau. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Explication d'un thermomètre

1. Rappel : Demander « qu'est-ce qu'un thermomètre ? »
2. Reproduire le schéma d'un thermomètre à alcool au tableau.
3. Faire une description du schéma:
 - a. Tube en verre sellé
 - b. Canal à travers le tube en verre
 - c. Réservoir en verre
 - d. Liquide (le plus souvent de l'alcool coloré)
 - e. Échelle en °C fixé sur le long du tube.
4. Montrer un thermomètre et demander comment il fonctionne. Ne pas fournir de réponse aux élèves.
5. Expliquer que nous allons répondre à cette question en construisant des thermomètres nous-mêmes.

Fabrication d'un thermomètre

1. Cette expérience nous permet de voir comment la dilatation se fait avec la fabrication d'un thermomètre.

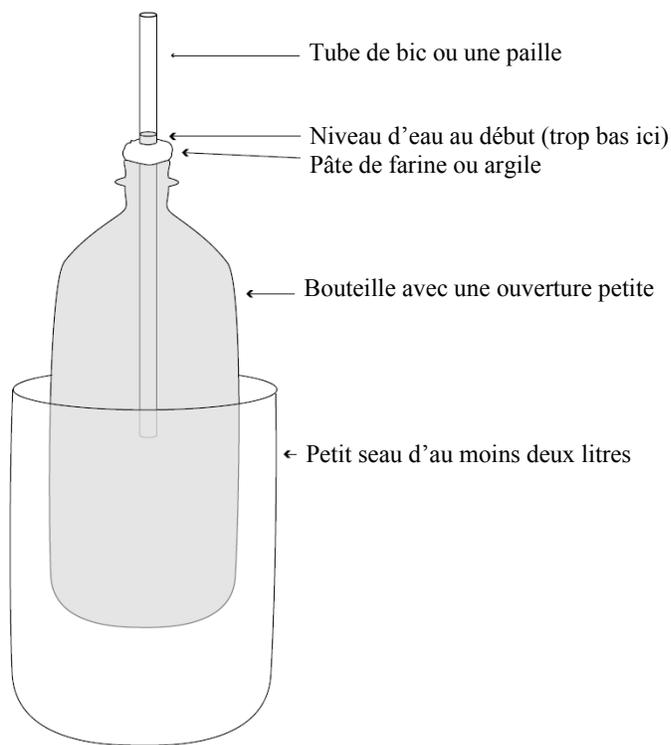


Figure AT-TH-6

2. Demander à tous les groupes de ranger leur bouteille et bic sur leurs tables.
3. Donner aux élèves un morceau de la pâte et un seau ou bassine.
4. Demander aux élèves d'enrouler la pâte autour du milieu du tube comme sur l'image ci-dessous.

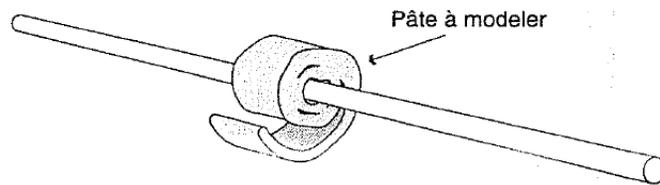


Figure ATM-L-5

5. Demander aux élèves de remplir les bouteilles avec l'eau colorée jusqu'à l'ouverture.
6. Dire aux élèves de percer un trou dans le couvercle dans lequel ils font passer le tube de bic jusqu'à la pâte et puis rebouchent les bords du trou avec la pâte.
7. Remettre le bouchon sur la bouteille. Vérifier qu'il n'y a aucune fuite autour le tube. Essuyer les gouttes d'eau du bouchon et ajouter plus de pâte si nécessaire pour que pour qu'aucune goutte d'eau ni d'air n'échappe.
8. Si nécessaire, ajouter de l'eau colorée au tube à l'aide d'un compte-goutte (ou pressé d'un chiffon mouillé) à lever le niveau d'eau jusqu'au milieu du tube. De cette façon l'eau peut se contracter et se dilater de manière visible pour eux.
9. S'il y a des feutres, leur demander de marquer le premier niveau d'eau sur le tube. Si les feutres vous manquent, utiliser le scotch ou une méthode abordable pour repérer ce niveau.
10. Chaque groupe met sa bouteille préparée, un thermomètre simple maintenant, dans le récipient dans lequel on versera l'eau chaude et froide du groupe. Attraper la bouteille au niveau de son cou pour que l'eau colorée ne soit pas pressé du tube.

***NB:** A ce moment, les classes supérieures devraient passer à la partie suivant intitulée « Procédure aux élèves plus avancés » pour la création d'un tableau de mesures et le prélèvement des mesures quantitatives.*

Faire les observations avec l'emploi du nouveau thermomètre

1. Ajouter un peu de l'eau chaude au récipient externe de chaque groupe. Dire aux élèves de regarder l'eau dans le tube soigneusement pour un changement pendant qu'on ajoute de l'eau aux autres récipients.

***Note:** Assurer qu'on n'ajoute trop de l'eau chaude au début. Trop de l'eau chaude amènera l'eau colorée à faire déborder du tube. L'eau devrait se déplacer environ 40 mm si la température de l'eau a un changement de 25°C.*

2. Si on ne voit un assez grand changement, ajouter encore de l'eau chaude.
3. Demander aux élèves de décrire ce qui s'est passé au niveau d'eau dans le tube du thermomètre. Réponse : Le niveau d'eau a avancé dans le tube (parce que l'eau s'est dilatée).
4. Leur dire de retirer leur thermomètre du l'eau chaude par le cou de la bouteille sans la pressée. Leur dire de verser l'eau chaude dans le récipient.
5. Placer encore le thermomètre dans le récipient.
6. Répéter les étapes 1 et 2 mais cette fois-ci, employer l'eau fraîche.
7. Demander aux élèves de décrire ce qui s'est passé au niveau d'eau dans le tube du thermomètre. Réponse : Le niveau d'eau a baissé dans le tube (parce que l'eau s'est contractée).

L'Explication de ce que nous venons d'observer (réviser si nécessaire pendant le niveau des élèves)

1. **L'origine de ce changement en volume** : Chaque matière est composée d'atomes et de molécules. Lorsque la température est froide, les molécules contiennent peu d'énergie ; elles ne peuvent pas beaucoup bouger donc elles restent proches l'une de l'autre et elles n'occupent pas beaucoup d'espace. Mais lorsque la chaleur augmente, elles gagnent de l'énergie et commencent à bouger. Chaque molécule a besoin d'espace pour bouger; c'est ainsi qu'elles s'éloignent l'une de l'autre et produisent une augmentation de volume de la matière.
2. **Activité de compréhension** : Une analogie : Dire aux élèves qu'ils sont les molécules. Il fait froid donc ils se serrent tous dans un seul coin de la salle sans bouger : leur faire observer l'espace occupé (il est petit). Puis, leurs expliquer qu'ils gagnent beaucoup d'énergie maintenant et commencent à danser et à bouger. Après un peu de temps, leur dire d'arrêter et d'observer l'espace qu'ils occupent à ce moment.

Fonctionnement du Thermomètre

1. Le fonctionnement du thermomètre est basé sur la dilatation du liquide (augmentation du volume) qu'il contient. S'il fait chaud, le liquide monte dans le tube très fin pour les raisons ci-dessus et on dit que la température s'élève. S'il fait froid, le liquide descend dans le tube et on dit que la température diminue.
2. L'échelle principale de température est l'échelle exprimée en degré Celsius (°C)
 - a. Cette échelle a été créée en fixant zéro degré Celsius (0°C) comme étant la température à laquelle l'eau gèle et 100 degrés Celsius (100°C) la température à laquelle l'eau bout. Entre les deux, la distance est divisée en 100 graduations créant ainsi la distance d'un degré, ce qui permet de pouvoir lire la température en continu.
3. Demander la température du corps humain. (37°C)
4. Passer un ou plusieurs thermomètres dans la classe et demander à chaque élève de le lire en silence et de l'écrire sur son ardoise
5. Dévoiler la réalité.
6. Avec l'aide d'un schéma sur le tableau, expliquer aux élèves comment on lit un thermomètre pour ceux qui n'ont pas eu la bonne réponse.
7. Repasser les thermomètres pour que ceux qui n'ont pas correctement lu l'échelle puissent le faire.

Pour les élèves plus avancés au collège ou au lycée

1. Faire recopier aux élèves le tableau suivant dans leur cahier pour qu'ils puissent relever les mesures de température.

Déplacement de l'eau colorée

0 min	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	Changer l'eau	12 min	14 min	16 min	18 min	20 min

2. Ajouter un gobelet d'eau chaude au récipient externe de chaque groupe.

Note: Assurer qu'on n'ajoute trop de l'eau chaude au début. Trop de l'eau chaude amènera l'eau colorée à faire déborder du tube. L'eau devrait se déplacer environ 40 mm si la température de l'eau a un changement de 25°C.

3. Si on ne voit un assez grand changement, ajouter encore de l'eau chaude. Assurer que chaque groupe reçoivent la même quantité d'eau chaude.
4. Leur dire d'observer la dilatation d'eau et de mesurer la distance en millimètres que la surface de l'eau s'est déplacée à partir du niveau de l'eau au départ. Prendre une mesure chaque deux minutes pendant dix minutes et noter les valeurs. Attendre jusqu'à ce que tous groupes finissent avant de continuer.
5. Demander aux élèves de retirer leur bouteilles de l'eau chaude par le cou de la bouteille. Leur rappeler de ne pas presser la bouteille.
6. Verser l'eau chaude et mettre l'eau fraîche dans chaque seau (récipient). L'eau du canari marchera bien.
7. Observer la contraction de l'eau. Mesurer encore le mouvement de la surface d'eau à partir du niveau de l'eau au départ, avant d'ajouter l'eau chaude, chaque deux minutes jusqu'à dix minutes. Vérifier que les mesures qui sont faites au-dessous de niveau au début (la ligne en encre ou scotch) portent un signe négatif.
8. Dès que les élèves ont fini, leur dire de vider tous les récipients et de les ranger propre.
9. Ramasser les mesures de chaque groupe ou leur dire de les garder sans les perdre en attendant la prochaine séance.

Construction et explication du fonctionnement d'un thermomètre Liquide (pour les niveaux secondaires seulement)

GLOBE température – Séance 3b

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre à alcool
- Mesures de la dernière séance
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

NB : C'est une répétition pour que les élèves fassent les bonnes estimations.

Faire la moyenne et le graphique des mesures de l'expérience

1. Recopier le tableau suivant au tableau et demander à chaque groupe de venir remplir une ligne avec ses mesures. Vérifier que les mesures qui sont faites au-dessous du niveau initial portent un signe négatif.

Mesures de la classe : le déplacement d'eau colorée

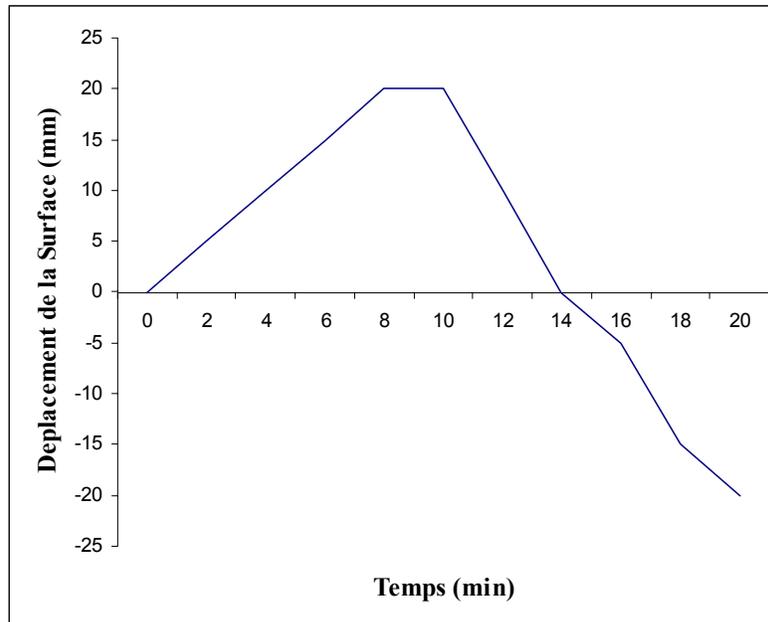
Groupe	0 minutes (mm)	2 minutes (mm)	4 minutes (mm)	6 minutes (mm)	8 minutes (mm)	10 minutes (mm)
1	0					
2	0					
3	0					
4	0					
Moyennes :						

(Suite)

Groupe	Fait échanger l'eau	12 minutes (mm)	14 minutes (mm)	16 minutes (mm)	18 minutes (mm)	20 minutes (mm)
1	rapidement					
2	à					
3	ce					
4	moment					
Moyennes :						

2. Dire à chaque groupe de prendre une colonne et de calculer la moyenne des valeurs qu'elle contient. Dire aux élèves de mettre ces mesures dans le tableau.
3. Tracer un graphique représentant la variation des moyennes dans le temps (l'axe horizontal représente le temps en minutes et l'axe vertical représente la distance en millimètres à partir du niveau d'eau initial; attention : le graphique doit pouvoir accepter les nombres négatifs).
4. Demander aux élèves d'expliquer le graphique. Que peuvent-ils déduire de ce graphique ? Quelles conclusions peuvent-ils en tirer?

Exemple d'un graphique des résultats possibles



Génération des explications possibles

1. Dire aux élèves d'écrire un rapport de quelques phrases au sujet de ce qu'ils ont vu et d'écrire une explication possible : « Pourquoi la surface de l'eau est-elle montée et puis est-elle descendue ? »
2. Permettre aux élèves de partager leurs explications avant de passer à l'explication.

NB : Même si son explication n'est pas la bonne, il ne faut pas condamner un élève pour sa réponse; il faut en effet l'encourager pour son effort de création d'explication. Le fait de réfléchir et d'établir des hypothèses est bon pour le cerveau; c'est comme ça qu'on acquiert la démarche scientifique.

L'Explication de ce que nous venons d'observer

1. **L'origine de ce changement en volume** : Chaque matière est composée d'atomes et de molécules. Lorsque la température est froide, les molécules contiennent peu d'énergie ; elles ne peuvent pas beaucoup bouger donc elles restent proches l'une de l'autre et elles n'occupent pas beaucoup d'espace. Mais lorsque la chaleur augmente, elles gagnent de l'énergie et commencent à bouger. Chaque molécule a besoin d'espace pour bouger; c'est ainsi qu'elles s'éloignent l'une de l'autre et produisent une augmentation de volume de la matière.

2. **Activité de compréhension** : Une analogie : Dire aux élèves qu'ils sont les molécules. Il fait froid donc ils se serrent tous dans un seul coin de la salle sans bouger : leur faire observer l'espace occupé (il est petit). Puis, leurs expliquer qu'ils gagnent beaucoup d'énergie maintenant et commencent à danser et à bouger. Après un peu de temps, leur dire d'arrêter et d'observer l'espace qu'ils occupent à ce moment.

Fonctionnement du Thermomètre

1. Le fonctionnement du thermomètre est basé sur la dilatation du liquide (augmentation du volume) qu'il contient. S'il fait chaud, le liquide monte dans le tube très fin pour les raisons ci-dessus et on dit que la température s'élève. S'il fait froid, le liquide descend dans le tube et on dit que la température diminue.
2. L'échelle principale de température est l'échelle exprimée en degré Celsius (°C)
 - Cette échelle a été créée en fixant zéro degré Celsius (0°C) comme étant la température à laquelle l'eau gèle et 100 degrés Celsius (100°C) la température à laquelle l'eau bout. Entre les deux, la distance est divisée en 100 graduations créant ainsi la distance d'un degré, ce qui permet de pouvoir lire la température en continu.
3. Demander la température du corps humain. (37°C)
4. Passer un ou plusieurs thermomètres dans la classe et demander à chaque élève de le lire en silence et de l'écrire sur son ardoise
5. Dévoiler la réalité.
6. Avec l'aide d'un schéma sur le tableau, expliquer aux élèves comment on lit un thermomètre pour ceux qui n'ont pas eu la bonne réponse.
7. Repasser les thermomètres pour que ceux qui n'ont pas correctement lu l'échelle puissent le faire.

Étude de l'abri

GLOBE température – Séance 4

Matériel / Préparations :

- Abri (boîte) blanc fabriqué en carton (très simple)
- Abri (boîte) noir fabriqué en carton et couvert avec les sachets noirs ou de peinture noir (encore très simple)
- Deux thermomètres d'étalonnage
- Cahier GLOBE de chaque élève



Déroulement :

Explication simple de la réalisation d'une expérience

1. Tous les scientifiques suivent un processus fixe lorsqu'ils sont en train de faire une expérience.
2. Généralement, ils emploient les étapes suivantes :
 - a. **Problème** : Un énoncé de la question qui se pose à eux.
 - b. **Hypothèse** : Une prévision de résultat que l'expérience produira
 - c. **Procédure** : Une explication du déroulement de l'expérience pour que les autres scientifiques puissent voir comment qu'ils ont fait.
 - d. **Données** : Plusieurs expérimentations pendant lesquelles on prélève les mesures.
 - e. **Conclusion** : Examen des mesures pour faire la validation ou l'infirmité de l'hypothèse. Dans le premier cas, identifier un autre problème qui repose sur cette conclusion. Dans le second cas, reprendre l'expérience au b.
3. Expliquer que nous suivrons ce processus pour bien comprendre la couleur de l'abri.

Description du problème

(Chaque élève/groupe doit travailler sur son propre papier)

1. Faire recopier aux élèves le problème qui suit dans leur cahier.

Problème : Est-ce que la couleur de l'abri d'instrument joue un rôle sur la température prise par le thermomètre qui est à l'intérieur?

Formulation d'une hypothèse

1. Maintenant, chaque élève doit formuler et écrire une **Hypothèse** qui répond au **Problème**.



NB : Le professeur ne doit pas donner aux élèves une réponse. Aussi, il doit exiger que leurs hypothèses soient seulement leurs propres prévisions et il n'y a pas une unique réponse à ce niveau.

Le professeur, sans donner de réponse, peut les guider en expliquant que leurs hypothèses peuvent suivre la forme suivante :

Hypothèse : Si l'abri est _____ (blanc / noir), la température dans cet abri sera _____ (plus / moins) élevée par rapport à l'autre abri parce que _____.

2. Demander à quelques élèves de partager leurs hypothèses avec la classe.

NB : Rappeler que toutes les hypothèses sont valables et méritent des encouragements. Ne juger aucune réponse.

Explication de la procédure

1. La prochaine étape est de décrire la **Procédure**. Lire la procédure qui suit :
 - Nous avons construit deux abris identiques, l'un blanc et l'autre noir.
 - Nous avons suspendu un thermomètre d'étalonnage dans chaque abri, en vérifiant que le thermomètre ne touche aucune paroi de l'abri.
 - Nous allons prélever la température de chaque abri au début lorsque les deux sont ensemble dans la salle. Ce prélèvement initial, appelé **le contrôle**, sera utilisé comme comparaison avec les mesures prises à la fin de l'expérience.
 - Puis, nous allons placer les deux abris au soleil pendant 15 minutes, et mesurer après cette durée la température de chaque abri.

Expérimentation et prélèvements de mesures

1. Suivre les étapes au-dessus – prélever la température au commencement, placer les deux abris au soleil et attendre 15 minutes, et prélever la température encore.
2. Pendant les 15 minutes, tracer au tableau un tableau de mesures et le faire copier aux élèves dans leur cahier :

Tableau de relevés : Les températures dans chaque abri

	Température de l'abri au début (°C)	Température de l'abri après 15 minutes au soleil (°C)
Abri blanc		
Abri noir		

3. S'il reste du temps, faire le jeu de l'estimation de la température actuelle ou de la température maximale et minimale d'hier. Alternativement, faire le jeu de pays du monde ou s'entraîner à pratiquer la formulation d'hypothèses pour des problèmes variés.

Les relevés:

	Température de l'abri au début (°C)	Température de l'abri après sa sortie au soleil (°C)	Nonces
Abri blanc	26	35	Le c part des r
Abri Noir	26	39	1 les 2 les 3 les

- Après 15 minutes, relever les températures dans les deux abris et observer les mesures ensemble. Les reporter dans le tableau.
- Demander aux élèves de décrire ce qui s'est passé. (Les deux abris ont la même température au début, mais au soleil la température dans l'abri noir s'est élevée beaucoup plus que la température dans l'abri blanc.)
- Ainsi, l'abri noir ne rapporte pas une température précise car il a été surchauffé par le soleil.

Écrire les conclusions

- Dire aux élèves d'écrire une petite conclusion à la fin de leur expérience fondée sur les explications qu'ils viennent d'avoir et d'expliquer si leur propre hypothèse était confirmée ou infirmée.

Les effets des couleurs ailleurs

- Expliquer que plusieurs choses dans le monde (naturel et façonné par l'homme) ont une couleur basée sur leur fonction par rapport à la chaleur. En voici quelques exemples :
 - Dans les villes aux climats chauds les bâtiments sont peints en blanc afin de réfléchir la lumière et de rester frais.
 - Des gens portent seulement des vêtements de couleurs claires pour ne pas absorber trop de chaleur et éviter un réchauffement excessif.
 - Les grandes villes, comme Niamey, sont plus chaude que les villages alentours parce que les bâtiments et goudrons sont foncés et ils absorbent de la chaleur. Donc, la ville reste plus chaude, même pendant la nuit.
 - Certains animaux, tel que des lézards, peuvent changer la couleur de leur peau pour pouvoir au choix absorber de la chaleur pour les réchauffer ou réfléchir de la lumière pour les garder frais.

Plus de pratique

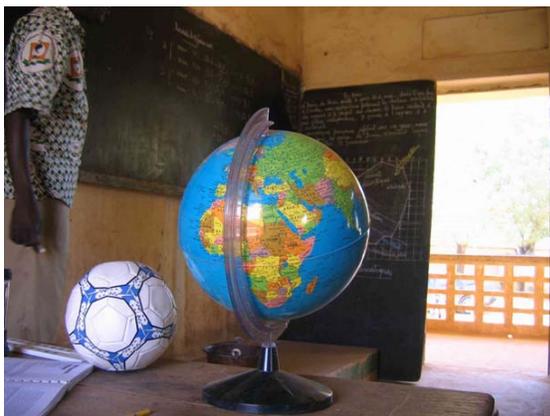
- Si on a du temps on peut pratiquer la création des hypothèses avec les élèves ou on peut faire une deuxième expérience dans laquelle un abri a des lamelles et l'autre est sans ventilation. On peut faire cette expérience aussi comme une deuxième séance pendant laquelle les élèves gèrent l'expérience eux-mêmes.

Lien entre température et environnement

GLOBE température – Séance 5

Matériel / Préparations

- Thermomètre à l'alcool
- Football ou un globe terrestre
- Feuille de papier
- Torche
- Cahier GLOBE de chaque élève



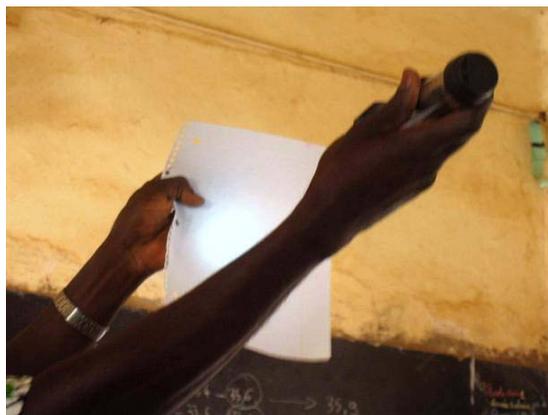
Déroulement :

Jeu : estimation de la température actuelle (ou min/max d'hier)

1. Demander aux groupes leurs estimations de température actuelle (ou min/max d'hier) et les écrire au tableau. Demander à quelques élèves de lire le thermomètre à alcool et voir quelle équipe est la plus proche.

Étude des causes et des variations de la température de la météo

1. **Ses variations journalières** : Pourquoi y a-t-il une différence entre la température à 9h et celle à midi ? (Mouvement du soleil de l'est à l'ouest)
 - a. Lorsque la Terre tourne sur son axe, elle présente des zones différentes au soleil. Lorsqu'il est midi dans une zone, celle-ci est directement exposée au soleil et donc frappée par beaucoup des rayons solaires ce qui la réchauffe. Au contraire, pendant la matinée avant 10h et le soir à partir de 16h cette zone n'est pas directement sous le soleil et reçoit donc moins de soleil : il fait moins chaud.
 - b. Pour montrer cet effet aux élèves, faire l'expérience suivante:
Éclairer une feuille de papier avec une torche orientée de manière perpendiculaire à la feuille. Observer l'intensité de la lumière sur la feuille et le cercle parfait qu'elle forme. Cela représente une zone frappée directement par le soleil.
Ensuite orienter la feuille de manière à ce que la lumière vienne quasi parallèlement à la feuille : la tache de lumière se transforme en ovale et elle est moins brillante parce que la lumière éclaire une surface plus grande qu'avant. Cela représente une zone qui n'est pas frappée directement par le soleil, comme ici pendant la matinée.
 - c. Maintenant, démontrer le même effet sur une surface arrondie pour modéliser l'effet du soleil sur le Monde. Prendre un ballon (ou un globe terrestre) et faire une



croix à sa surface pour marquer notre position (ou leur montrer notre position sur le globe terrestre). Puis, éclairer la surface avec une torche et faire tourner le ballon (ou le globe) : la croix entre puis sort de la partie brillante de la lumière et passe petit à petit à la partie non-éclairée. Notre village fait exactement la même chose par rapport au soleil pendant la rotation journalière de la Terre.

2. **Ses variations mensuelles** : Pourquoi y a-t-il une différence entre la température à midi en janvier et celle à midi en avril ? (Mouvement du soleil dans le sens Nord-Sud)
 - a. La Terre est inclinée sur son axe de rotation. (Incliner le ballon pour leur montrer cette réalité.) Cette inclinaison cause un changement d'intensité des rayons de la lumière qui arrivent à la surface de la Terre ce qui cause les changements saisonniers. (Aux élèves supérieurs: changements latitudinaux au lieu de changements longitudinaux).
 - b. Répéter les mêmes démonstrations que précédemment avec le ballon (et/ou le papier) mais au lieu de faire tourner le ballon, changer son inclinaison par rapport au soleil. Expliquer que lorsque la lumière frappe le Niger à 90° dans le sens Nord-Sud, c'est la saison chaude (Ex. mars, avril). Quand le soleil n'est pas directement au-dessus du Niger dans le sens Nord-Sud, c'est la saison fraîche (ex. novembre, décembre).
3. **Ses variations à travers le monde** : Pourquoi y a-t-il une différence entre la température à midi en avril ici et la température à midi en avril en Norvège ou au Sénégal ou à Lagos ?

Réponse : La variation de la température à travers le monde dépend encore une fois de l'inclinaison de la Terre par rapport à la position du soleil.

 - a. **Exercice** : Chercher sur le globe terrestre les déserts du Monde. La plupart d'entre eux sont vers l'équateur, là où le soleil tape directement pendant une grande partie de l'année. Le soleil joue donc un rôle dans l'existence de ces déserts.
4. **Autres sources de variations**
 - a. **La proximité de l'eau** : Les grands masses d'eau gardent relativement stable la température de l'air qui les entoure parce que l'eau peut absorber et relâcher de grandes quantités de la chaleur. Pendant la journée, lorsqu'elle reçoit de la chaleur du soleil, l'eau absorbe cette chaleur et garde ainsi l'air plus frais; pendant la nuit l'eau relâche de la chaleur ce qui réchauffe l'air.
 - b. **L'altitude** : Les lieux en haut sont plus frais que les lieux en bas. Chaque 1000m en altitude provoque un abaissement de $6,5^\circ\text{C}$ de la température extérieure.

L'impacte de la température sur l'environnement

NB : Il est possible que cette partie doive être modifiée voire supprimée en fonction du niveau de vos élèves.

1. Parce que la température influence beaucoup la vie, les plantes et animaux sont bien adaptés à vivre dans un milieu avec des températures habituelles. Voici quelques exemples d'adaptations au milieu de vie :

- **Exemple** : Au Pôle Nord, où il fait très froid, les ours blancs ont une fourrure qui conduit la lumière à l'intérieur de chaque poil pour qu'elle arrive à la peau et réchauffe l'animal. Mais ils souffrent trop sous un soleil qui brille fortement.



- **Exemple** : Le pin (un arbre) porte des feuilles très petites couvertes en bougie. Celles-ci le protègent du froid et de la congélation. Par contre elles ne peuvent pas survivre à la chaleur.



- **Exemple** : Les cactus (plantes désertiques) ont une peau très épaisse et ils ne font les échanges gazeux que pendant la nuit pour éviter une grande perte d'eau pendant la chaleur de la journée. Mais ils ne peuvent pas se protéger d'un manque de soleil.



- **Exemple** : Les crocodiles sont bien adaptés aux eaux et aux régions chaudes. Ils utilisent la chaleur de l'eau et de l'air pour chauffer leurs corps. Mais ils meurent dans l'eau froide car ils ne peuvent pas chauffer leur corps eux-mêmes.



***NB** : Sources des photos : Ours blanc de USGS, Alligator de NASA, Cactus de Free Nature Pictures, pin de USDA NRCS et feuilles de pin de NPS.*

2. Lorsque la température d'un lieu se modifie, même de quelques degrés, la flore et faune supportent plus ou moins bien ce changement : certains peuvent ainsi disparaître de la Terre.

Le réchauffement climatique (Le changement du climat)

GLOBE température – Séance 6

Matériel / Préparatifs :

- Montre
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

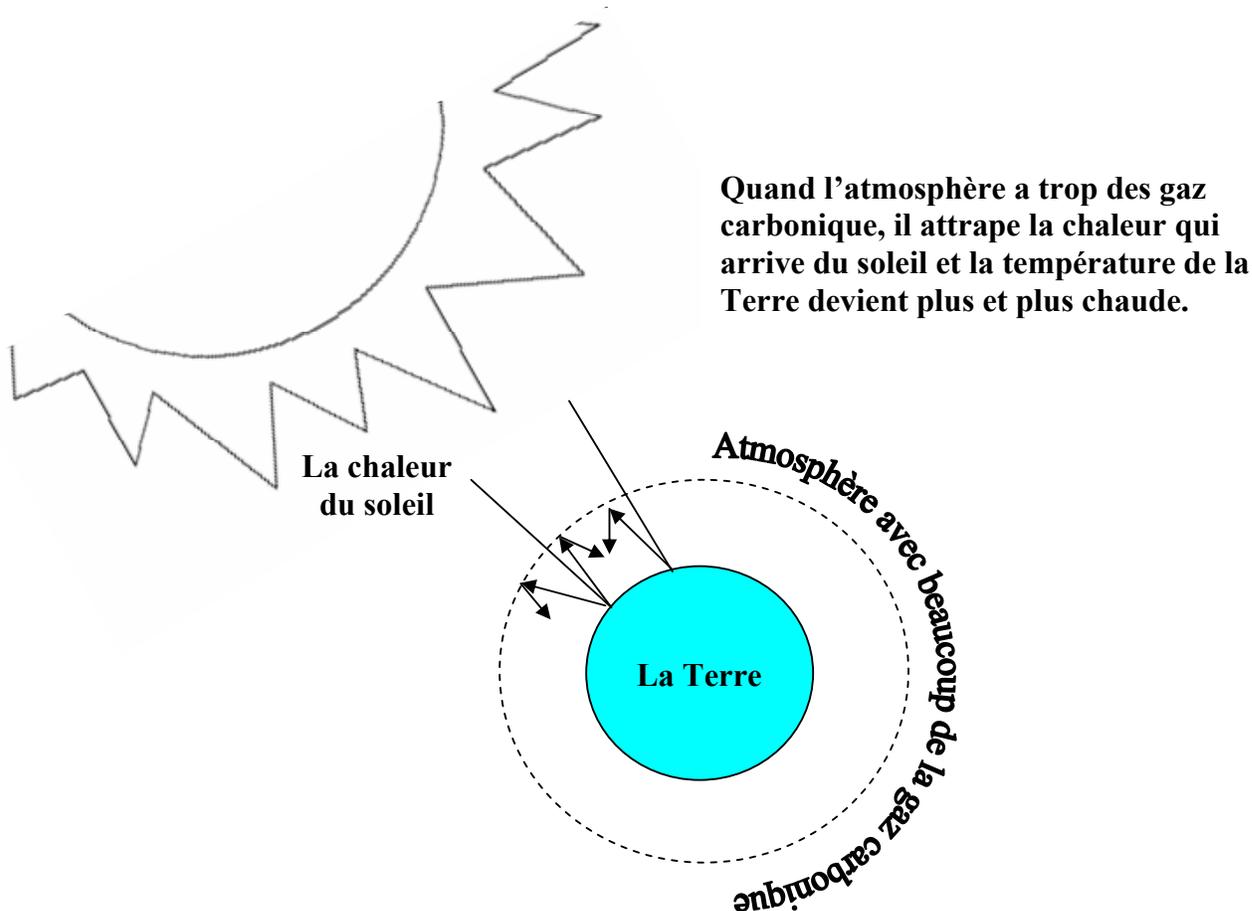
Révision des causes de variations de température

1. Demander aux élèves : « Quelles sont les sources de changements de la température ? »
 - Les élèves doivent répondre l'angle du soleil par rapport du temps de la journée, l'angle du soleil par rapport à l'inclinaison de la Terre, la proximité de l'eau, et l'altitude de lieu.

Explication de la science du réchauffement climatique

1. Dire qu'il y a un nouveau facteur qui est en train de modifier la température sur tout le globe, et qu'il vient des activités humaines : C'est le réchauffement climatique.
 1. Définition : **le réchauffement climatique** est exactement ça – l'augmentation de la température de la Terre et son atmosphère.
2. **Explication** : Dire que le réchauffement climatique vient du rejet des **gaz à effet de serre** (surtout le gaz carbonique parmi les autres gaz nuisibles) dans l'atmosphère par les humains. Ces gaz piègent la chaleur dans l'atmosphère. Ces gaz à effet de serre font comme une couverture (ou manteau) pour la Terre. Ils réfléchissent la chaleur vers la Terre et ne lui permettent pas de s'échapper dans le cosmos. C'est pourquoi on les dit « à effet de serre ».
3. **Analogie** : Imaginez que vous êtes dans une voiture le soir. Le soleil au dehors est ardent. Toutes les fenêtres et les portes sont fermées. Qu'est-ce qui va se passer dans la voiture par rapport à la variation de la température ? »
 - Les élèves doivent répondre que la température va monter.« La température va être plus chaude que dehors ? »
 - Oui, beaucoup plus chaude.« Pourquoi ? »
 - Parce que la chaleur est gardée dans la voiture par les vitres qui sont fermées. Expliquer que les gaz à effet de serre font la même chose : les gaz agissent comme les vitres de la voiture et gardent la chaleur dans l'atmosphère. Ainsi l'atmosphère se réchauffe.
4. **Dessiner** ce schéma d'explication visuelle sur le tableau, et demander aux élèves de le copier en même temps dans leur cahier :

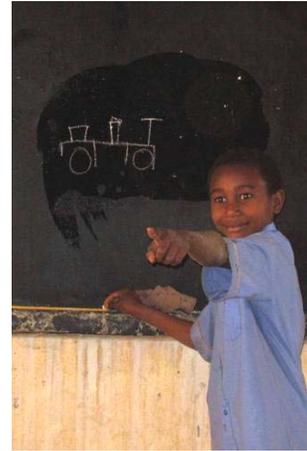
Schéma du réchauffement climatique



Jeu : Explication des sources des gaz carbonique

1. Demander : « Quelle sont des sources des gaz carbonique? »
2. Après qu'ils aient proposé quelques réponses, leur proposer un jeu pour en trouver davantage.
3. Déroulement et règles du jeu :
 - a. Mettre les élèves en groupes et leur expliquer les règles du jeu suivant:
 - b. Le premier groupe choisit un représentant qui vient au tableau.
 - c. Le professeur lui montre une des phrases suivantes, mais il ne la montre pas et ne la révèle pas aux autres élèves.
 - d. Le représentant a une minute pile (*ou moins si c'est trop facile pour les élèves*) pour dessiner les images au tableau qui illustre la phrase (la source de gaz carbonique). Il peut **seulement** dessiner – il ne peut ni parler ni écrire aucun mot. S'il parle, il perd le point et c'est à l'équipe suivante de jouer.
 - e. Les membres de son groupe doivent essayer de deviner la phrase. S'ils pensent avoir trouvé ils doivent la dire à haute voix pour que le représentant (au tableau) puisse signaler « oui » ou « non » sans parler pendant qu'il continue de dessiner.
 - f. Si le groupe devine la vraie réponse, il marque un point et le professeur écrit la phrase sur le tableau.
 - g. Chaque équipe joue à tour de rôle jusqu'à ce que toutes les phrases de la liste soient jouées.
 - h. L'équipe qui a deviné plus de phrases que les autres gagne.

4. Voici les phrases des sources des gaz du réchauffement climatique :
- Les feux de bois
 - Le charbon en combustion
 - Les feux de déchets
 - Les cuisinières à gaz
 - Groupes électrogènes
 - Les voitures
 - Les motos
 - Les camions
 - Les grandes usines
 - L'électricité (centrale électrique)
5. Après le jeu, réviser toutes les sources des gaz carbonique ci-dessus. Expliquer que c'est quand on brûle l'essence, le pétrole, le kérosène, le bois, le gasoil, les plastiques, les déchets, le charbon, etc. qu'on produit le gaz carbonique et d'autres gaz à effet de serre qui sont responsables du réchauffement climatique.



Pourquoi avons-nous davantage de gaz carbonique dans l'atmosphère actuellement qu'il y a 100 ans?

1. Parce que nous avons plus des véhicules, plus de générateurs, plus de feux, plus d'humains qu'avant. Aussi, nous avons moins de lieux qui peuvent emmagasiner ces gaz en excès, comme les arbres.

Quelles sont quelques conséquences de l'augmentation du réchauffement climatique ?

1. Beaucoup des espèces de plantes et d'animaux disparaîtront de la Terre (être éteint) parce qu'ils seront incapables de s'adapter assez rapidement au changement du climat. Ces espèces seront éteintes. D'**être éteint** veut dire qu'une espèce disparaît définitivement de la Terre.
2. Il y aura aussi une augmentation de la durée et de l'intensité de la sécheresse, surtout dans des pays qui sont déjà arides comme le Niger. Cela pourra être suivi par les pertes de récoltes, puis les famines.
3. Le niveau des océans va changer également. Si la moyenne annuelle de la température de la terre augmente seulement de 2°C, toute la glace aux pôles fondra. Cela commencera avec celle du Groenland qui fera monter de 7m le niveau des océans. Cette situation aura beaucoup de conséquences, même ici au Niger. En effet les habitants des zones côtières se réfugieront dans d'autres zones lorsque leur village sera recouvert par les eaux (comme ça pourrait être le cas au Nigéria). De plus, nombre de nos produits consommables viennent du Nigéria, ce qui posera peut-être problème en cas de remontée des océans.

Qu'est-ce que nous pouvons faire pour combattre cette situation ?

1. Planter des arbres ! Le Niger a plus des arbres maintenant qu'il y avait il y a 30 ans parce que les Nigériens ont commencé à replanter des arbres, mais ce n'est pas encore suffisant.
2. Réduire nos émissions personnelles de gaz carbonique.
3. Essayer de persuader les gouvernements du Monde de travailler pour l'humanité en réduisant leurs émissions annuelles de gaz de réchauffement climatique.

Vraiment, c'est un grand problème que nous tous devons vaincre tous ensemble et tout de suite.

Étude des graphiques et des courbes

Étude des graphiques – Séance 1

Matériaux / Préparations

- La règle du tableau
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Jeu : estimation de la température actuelle (ou min/max d'hier)

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle (ou min/max d'hier) et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.



NB: On peut aussi jouer aux « pays GLOBE du monde »

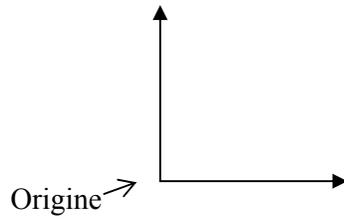
Importance des graphiques

1. Demander aux élèves: « Qu'est-ce qu'un graphique ? Pourquoi utilisons-nous les graphiques ? Pourquoi sont-ils importants ? »
2. Dès que les élèves ont partagé leurs idées, expliquer qu'un graphique est une représentation visuelle de deux séries de nombres qui sont liées l'une à l'autre. C'est-à-dire que les séries de nombres dépendent l'une de l'autre, comme par exemple le nombre de kilomètres que l'on a parcouru pendant un certain nombre d'heures. Les heures composent une série de nombres et les kilomètres sont l'autre série de nombres.
3. Un graphique nous permet de voir les changements qui se produisent entre les deux séries de nombres.
4. Les variations générales de la courbe sont appelées **les tendances**.
5. Une courbe représente souvent un changement à travers le temps. Nous allons voir quelques exemples de ceci aujourd'hui.

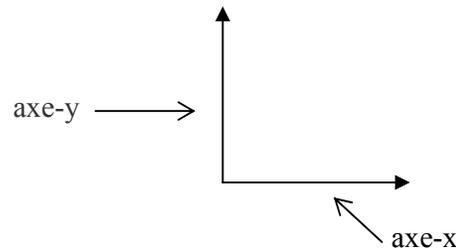
Comment construire un graphique

NB : Bien sûr que des élèves du niveau primaire n'auront pas besoin de tous les termes suivants, ils peuvent toujours apprendre la construction des graphiques avec l'emploi d'un vocabulaire adapté à leur niveau. Les élèves du primaire peuvent toujours faire de bons graphiques eux-mêmes avec une bonne formation d'au moins une heure.

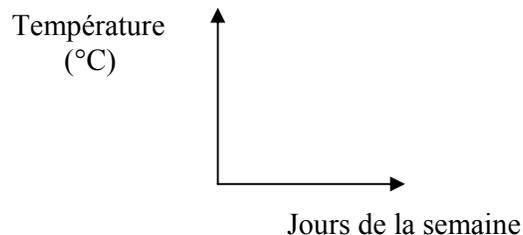
1. La construction d'un graphique commence avec le dessin de deux droites à angle droit l'une de l'autre. Ces deux droites se croisent en un point : **l'origine**.
 - a. Tracer le dessin suivant au tableau pendant l'explication :



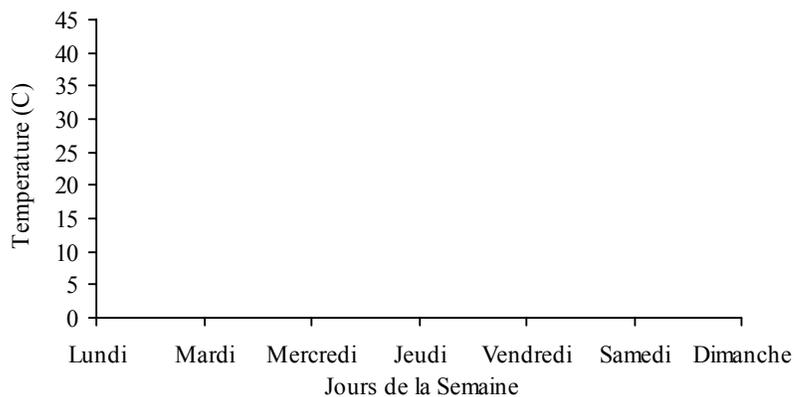
2. Chacune de ces droites s'appelle **un axe**. La droite horizontale s'appelle **l'axe horizontal** ou **l'axe-x**. La droite verticale s'appelle **l'axe vertical** ou **l'axe-y**.



3. Sur chaque axe se trouve une échelle qui correspond à l'une des deux séries de nombres qu'on va placer sur le graphique.
4. Chaque série de nombres s'appelle une **variable** (car elle varie en fonction de la seconde série de mesures). Presque toujours, si on a une variable qui appartient au temps, elle sera placée sur l'axe horizontal et l'autre variable sera placée sur l'axe vertical.
- Il y a toujours une variable qui **dépend** de l'autre variable. La variable qui est **dépendante** est placée sur l'axe vertical et la variable qui est **indépendante** est placée sur l'axe horizontal. Par exemple le temps est indépendant, parce qu'il avance sans être influencé par d'autres éléments; il est donc mis sur l'axe horizontal presque toujours.
 - Exemple: Prendre les deux variables, Température en degrés Celsius et Jours de la semaine. Parce que les Jours de la semaine sont une fonction du temps, son échelle sera mise sur l'axe horizontal et donc, la température sera mise sur l'axe vertical.

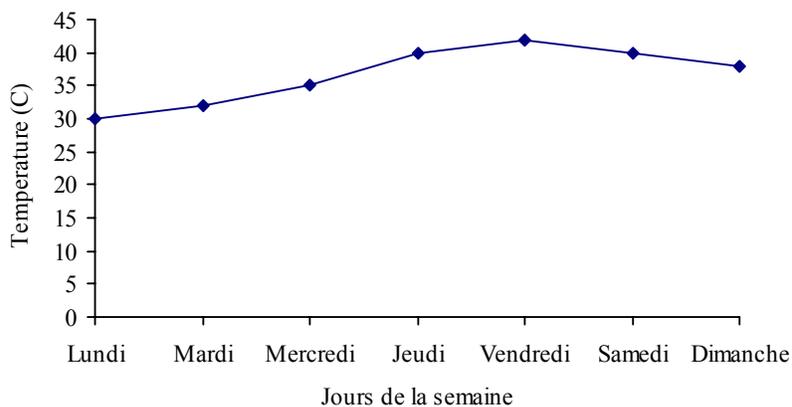


- c. Sur chaque axe, on met une échelle (comme une règle) qui correspond à sa graduation. Pour notre exemple:



- d. Puis, les points sont placés sur le graphique associant aux jours de la semaine la température qu'il y a fait.

Jour de la Semaine	Température (°C)
Lundi	30
Mardi	32
Mercredi	35
Jeudi	40
Vendredi	42
Samedi	40
Dimanche	38



- a. Exerçons nous avec un exemple :

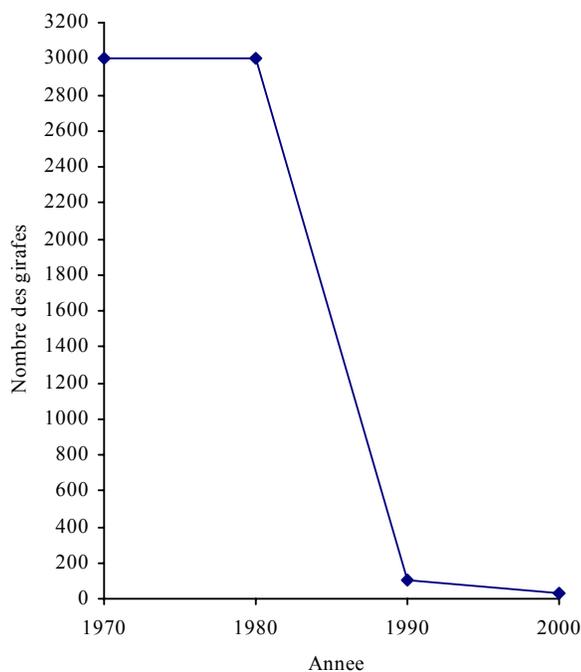
Exemple 1 : La population des girafes en Niger

1. Dire à un élève de venir au tableau et de construire un graphique sur les mesures suivantes :

Année	Nombre de girafes
1970	3000
1980	3000
1990	100
2000	30

- a. Au lieu de faire le travail pour l'élève, donner les petits conseils lorsqu'il se trompe. Les conseils qu'ils auront besoin pour ce graphique seront : le temps (l'année) sera mis sur l'axe horizontal et ils auront de l'aide en choisissant les échelles justes qui peuvent rentrer sur les axes qu'ils ont dessiné.

NB : La plupart des élèves ont des difficultés pour choisir une échelle appropriée à chaque axe et aussi à décider quelle variable va sur quel axe. Cette incapacité vient des professeurs qui donnent directement les axes et l'échelle aux élèves. Dans ces sessions, nous vous demandons de laisser les élèves se battre un peu et de donner seulement un peu d'aide si nécessaire car les élèves apprendront mieux en le faisant qu'en regardant faire.



2. Le graphique construit par l'élève ressemblera ceci :
3. Demander aux élèves de décrire la courbe en utilisant les mots comme ascendant ou descendant, rapide ou léger, « Elle tend vers... »
4. Réfléchir à partir de la courbe : « Quelles sont les causes possibles pour cette baisse de population ? »
 - La chasse, le déboisement, la déforestation, la sécheresse, les maladies...
5. Demander aux élèves : « Pouvez-vous faire une prédiction pour 2020 ? »
6. Ajouter qu'en 2007, la population était remontée jusqu'à 150 animaux suite à de nombreux accouchements. Mettre cette donnée sur le graphique. « Quelles sont les causes possibles de cette augmentation de la population ? »
 - La lutte contre le braconnage, l'établissement d'un groupement des guides des villages autour la brousse qui contient les girafes pour que les girafes deviennent une source de revenu pour les villages.
7. Demander aux élèves : « Pouvez-vous faire une deuxième prédiction pour 2020 ? »

Exemple 2 : Pourcentage de la population vivant avec le sida en Afrique Sub-saharienne

1. Dire aux élèves de venir au tableau et de construire un graphique sur les données suivantes (données Rapport de l'ONU sur l'épidémie Globale du SIDA) :

Année	Pourcentage de la population vivant avec le SIDA
1980	0,5
1985	0,5
1990	3,0
1995	5,0
2000	6,5
2005	6,1

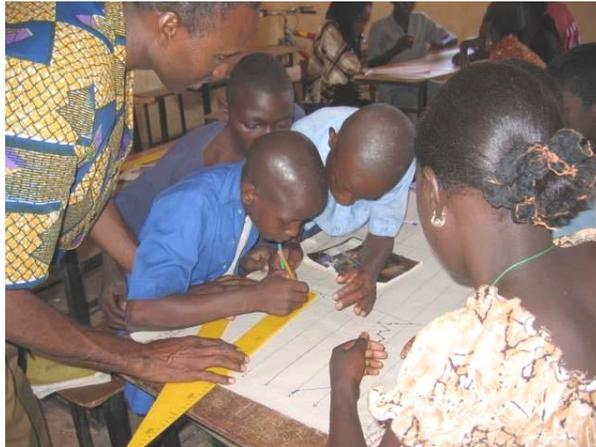
2. Demander aux élèves de décrire la courbe.
3. Quelles sont les raisons de cette grande augmentation en nombres d'infectés ? (rapports non protégés, infidélité, manque de suivi médical, il n'existe pas de remède contre le SIDA)
4. Faites une prévision pour 2010, 2020 ?
5. Le pourcentage de gens atteints du SIDA au Niger est d'environ 1,1%.
 - « Où se trouve le Niger par rapport à la moyenne de l'Afrique Sub-saharienne? »
 - « Qu'est ce que se passera si les citoyens du Niger ne se protègent pas contre le SIDA et les autres infections sexuellement transmissibles ? »

Retour aux graphiques

Étude des graphiques – Séance 2

Matériaux / Préparations :

- ❑ Thermomètre
- ❑ Mètre ruban ou règle de tableau d'un mètre
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève



Déroulement :

Jeu de la température actuelle (ou min/ max d'hier)

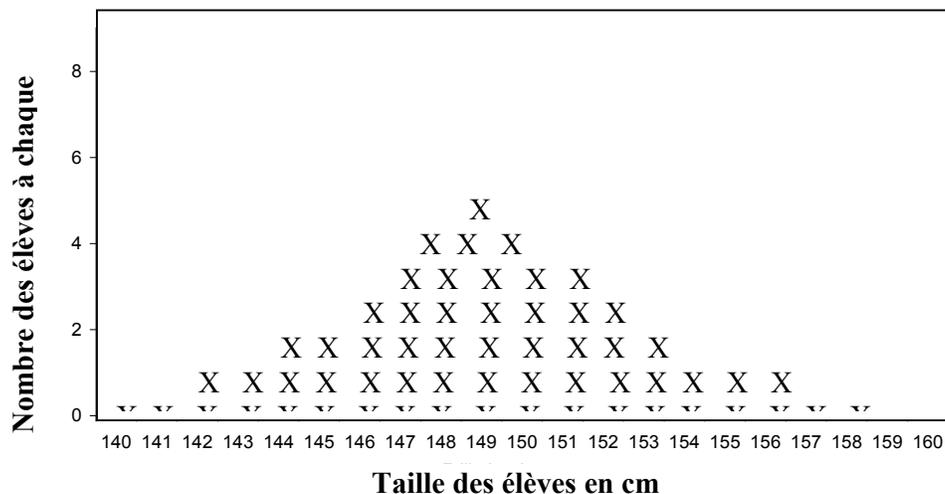
1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle (ou min/max d'hier) et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Exemple 3 : Histogrammes

NB : Les niveaux bas peuvent choisir de sauter cette explication et continuer directement à la section de pratique individuelle ci-dessous.

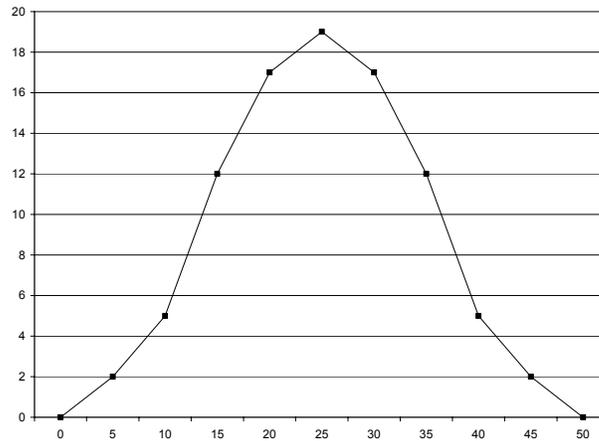
1. Dire aux élèves qu'on va étudier un autre type de courbe, qui s'appelle un histogramme.
2. Leur dire de construire les axes d'un graphique sur le tableau avec l'axe horizontal en centimètres et l'axe vertical en nombre d'élèves par taille. C'est aussi un bon moment pour réviser les variables indépendante et dépendante.
3. Prendre la taille de chaque élève dans la classe. Après chaque mesure, demander à l'élève de venir la marquer sur le graphique au tableau par une croix. Si une croix est déjà placée sur une taille, mettre la suivante au dessus de la première.

Un exemple des mesures des tailles pour une grande classe



4. Si la classe est assez grande, les élèves verront que les croix prennent la forme d'une cloche. Ces **courbes en cloches** se retrouvent partout dans la nature – la masse de chaque membre d'une espèce d'animaux, le nombre d'enfants par famille dans un pays, le revenu quotidien des familles à Niamey...

Schéma : Une courbe en cloche



5. **Explication des histogrammes** : Ce genre de graphique est un histogramme et c'est une bonne méthode pour voir le maximum, le minimum, la moyenne, la médiane, et la répartition d'une variable. De plus, on peut y observer les changements à travers le temps. Si on fait un premier histogramme et qu'on en fait un autre après quelque temps, lorsqu'on compare les deux, on peut voir les mouvements de la courbe vers la droite ou la gauche, si la courbe devient plus serrée ou plus aplatie, etc. Ces informations aident les scientifiques. Par exemple on peut voir l'évolution d'une population d'animaux, des notes d'une classe de CM2 au cours des années, ou de la taille des enfants pendant leur développement par rapport à la croissance des autres enfants.
6. Les situations où la courbe est différente d'une courbe en cloche ou les situations qui produisent un changement de la courbe à travers le temps sont intéressantes pour les scientifiques et ils les étudieront pour savoir pourquoi.

***NB** : Dans les classes de CM2 à 5ème, on verrait que les filles et les garçons forment deux courbes en cloche distinctes au lieu d'une seule. Cela est dû à l'arrivée de la puberté des filles bien avant les garçons le plus souvent et donc les filles grandissent avant les garçons.*

7. Trouver avec les élèves sur le graphique la plus grande taille de la classe, la plus courte taille, la médiane, la moyenne, et les irrégularités s'il en y existe dans le graphique.

***NB** : Si l'effectif de votre classe est inférieur à vingt ou trente personnes, il serait mieux de représenter le nombre des enfants dans la famille immédiate (même mère, même père) au lieu des tailles pour produire une bonne courbe à la fin.*

Pratique individuelle de la construction d'un graphique

1. On va revenir aux courbes linéaires. Demander à chaque élève de construire un graphique sur les données suivantes :

Précipitation moyenne annuelle à l'aéroport de Niamey 2000-2005

Mois	Précipitation en mm pendant chaque mois
1 (Janvier)	0
2 (Février)	0
3	0,1
4	7
5	16
6	102
7	149
8	158
9	94
10	12
11	0
12	0

2. Vérifier le travail de chaque élève en tournant dans la salle avant de prendre un élève de chaque groupe au tableau pour un concours de leur travail.
3. Demander aux élèves « Quel est le nom de cette forme de courbe ? »
4. Demander : « Quelles seront les conséquences si cette courbe se détend ? se limite ? »
5. « Où se trouvent les saisons sur le graphique ? Est-ce qu'il y a une corrélation entre la pluie et les saisons ? Laquelle ? »
6. Est-ce qu'il y a une corrélation entre la pluie et la fleuraison des manguiers ? les herbes/le mil ?
7. Pourquoi le manguiers se fleurit-il avant la pluie et le mil après le début de la saison pluvieuse ? »
 - Réponse : le manguiers a assez d'eau pour fleurir pendant la saison sèche grâce à ses racines profondes. Donc, il fleurit tôt et ses graines ont assez de temps pour se transformer en nouvelles plantes pendant la saison pluvieuse. Tandis que le mil n'a pas accès à l'eau pendant la saison sèche et il doit attendre la pluie pour grandir avant de fleurir.
8. Poser d'autres questions pertinentes aux élèves et leur dire qu'on continuera de faire les graphiques pendant la prochaine séance.

Plus de pratique avec les graphiques

Étude des graphiques – Séance 3

Matériaux / Préparations :

- Thermomètre
- Les graphiques des relevés de températures qui sont en cours (*si vous faites les prélèvements seulement*)
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Jeu de la température actuelle (ou min/max d'hier)

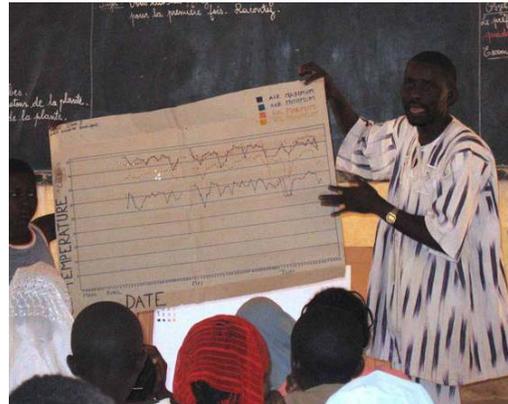
1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Vérifier que les courbes de la température sont à jour

1. Sinon, dire aux élèves de les mettre à jour.

Les mesures de la température (*sauter cette section si on ne fait pas les prélèvements de la température*)

1. Afficher les courbes de la température de votre établissement sur le tableau.
2. Demander aux élèves de décrire chacune des quatre courbes.
3. Commencer par une comparaison entre les maximums du sol et de l'air et faire la même chose pour les minimums. Pourquoi les mesures du sol sont-elles plus stables que celles de l'air ?
 - Réponse pour le niveau secondaire : comme l'air n'a pas beaucoup des molécules (masse) il est beaucoup soumis aux changements de position du soleil. Par contre, le sol, avec sa grande masse, résiste davantage aux changements.
 - Réponse pour niveau primaire : Le soleil chauffe l'air plus rapidement que le sol parce que l'air est très léger et la terre est très lourde et solide.
 - Analogie : Une grande marmite d'eau a plus de masse qu'une petite marmite d'eau. Donc, il prend plus de temps pour faire bouillir la grande marmite par rapport à la petite marmite parce que la grande exige plus de la chaleur pour faire bouillir.
 - Donc, si on prend la température de l'air et du sol toutes les heures pendant une journée, on va voir que les changements de température du sol sont moins marqués que ceux de l'air ; Par contre les changements au sol varient en même temps que ceux de l'air.
4. Si vous êtes en train de calculer les moyennes avec les élèves, leur demander :
« Pouvez-vous voir les changements graduels dans la courbe de moyenne quotidienne à travers quelques mois ? Qu'est-ce qui explique ces changements ? »
5. Poser et discuter la même question pour les moyennes hebdomadaires et mensuelles.



Pratique de la construction des axes

1. En utilisant les nombres suivants ou d'autres créés par vous-même, demander aux élèves de construire les axes des graphiques correspondants. Comme l'emphase est sur l'échelle des axes, il n'est pas nécessaire pour les élèves de faire la courbe sur les axes s'ils comprennent cette étape.

NB : On peut donner deux de ces tableaux aux élèves comme exercices en classe et puis donner les autres deux comme exercice à rendre qu'ils doivent faire à la maison.

Temps (sec.)	Volume d'eau (ml)
0	0
5	6
10	13
15	25
20	37
25	42

Distance traversée (km)	Nombre d'animaux observés
0	0
3	15
5	30
9	47
14	60
20	75

Temps (heures du matin)	Nombre des gens au baptême
5h00	5
6	15
7	90
8	50
9	25
10	12
11	5

Volume d'eau (ml)	Nombre d'amibes présentes
1	3
5	7
10	15
15	19
20	28
25	37

Introduction aux aérosols

GLOBE aérosols et nuages – Séance 1

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre
- Hygromètre (*optionnel*)
- Fiche de mesures de l'humidité relative (l'hygromètre)
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Jeu : estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.
2. Expliquer l'importance de savoir-faire les bonnes estimations.
3. Si cela n'a pas été fait pendant une autre séance, faire d'autres estimations sur le modèle d'une compétition des groupes. Par exemple, chaque groupe estime la taille des objets divers dans la salle. On peut mesurer aussi la distance entre les objets dans la salle, la taille des élèves, l'heure exacte... Puis faire mesurer les objets afin de vérifier les estimations en disant aux élèves de venir les mesurer avec une règle.

Introduction aux aérosols

1. **Définition** : Les **aérosols** sont des petites particules solides et liquides en suspension dans l'air, par exemple l'eau, les produits toxiques, la poussière ou la fumée.
2. **Importance des aérosols** : Les aérosols influencent le temps et le climat, car ils altèrent la pureté des rayons solaires. Plus il y a d'aérosols dans l'air et plus le ciel est brumeux.
3. **Quantité dans l'atmosphère** : Les aérosols varient selon les saisons mais de manière générale il y a beaucoup plus d'aérosols actuellement qu'il y en avait il y a deux siècles. Ce changement provient des activités humaines.
4. **Mesure du taux d'aérosols** : On mesure le taux d'aérosols à l'aide d'un photomètre.
5. **Pourquoi est-il important d'étudier les aérosols ?** Les scientifiques étudient les aérosols pour savoir de quelle manière leur concentration change avec les saisons et comprendre leur influence tel que :
 - a. Quels sont leurs effets sur le temps et sur le climat ?
 - b. Comment la fumée de grands feux de forêt gêne-t-elle la lumière du soleil à atteindre la surface de la terre ?
 - c. Quelle est la relation entre la pollution atmosphérique et les aérosols ?
 - d. Quelle est la relation entre les gros complexes industriels et les aérosols ?
 - e. Quelle relation existe-t-il entre les aérosols et le réchauffement climatique ?

L'eau : un aérosol très important

1. Définition : **L'humidité** est la quantité de vapeur d'eau présente dans un volume d'air.
2. Définition : **L'humidité relative** est le pourcentage de vapeur d'eau dans l'air par rapport à la quantité d'eau que l'air peut contenir lorsqu'il est saturé (Saturé = plein d'eau.)

$$\text{Humidité relative} = \frac{\text{Quantité d'eau dans l'air}}{\text{Quantité d'eau que l'air peut contenir}}$$

3. **Analogie** : L'air est comme une éponge. Il peut absorber une quantité fixe d'eau. Si on sort l'éponge du seau, elle est saturée. Si vous l'essorez, elle contient toujours un peu d'eau mais elle n'est plus saturée. L'air s'agit dans la même façon. Il peut être saturé et ne pas pouvoir tenir en plus d'eau ou il peut contenir un peu d'eau avec de l'espace pour plus. On peut calculer alors l'humidité relative de l'éponge comme celle de l'air.
4. Nous mesurons l'humidité relative à l'aide d'un **hygromètre**.

Introduction à l'hygromètre (Si vous n'avez pas d'hygromètre, passez cette partie pour arriver directement aux nuages.)

1. Image d'un hygromètre



2. Étapes d'utilisation
 - a. Allumer l'hygromètre en appuyant sur le bouton rouge à l'arrière de l'appareil.
 - b. Placer l'hygromètre dans l'abri d'instrumentation (à moins qu'il ne fasse très sec) de préférence dans un intervalle d'une heure autour du midi solaire. Mais, si on fait les mesures du photomètre, on peut faire les deux à la fois à partir de 12h00. Dans les cas où la pluie va arriver, simplement enregistrer 100% à cause de la pluie sur votre relevé des mesures
 - c. Après 30 minutes, lire l'humidité relative et noter quel instrument de mesure a été utilisé. Lire la température à ce moment là et l'enregistrer.
 - d. Rapporter l'hygromètre dans la classe et le ranger dans un endroit sec après l'avoir éteint. NE PAS LAISSER l'hygromètre dans l'abri toute une nuit.
3. Entretien :
 - a. Emmagasiner de l'hygromètre : On note que l'hygromètre doit être gardé dans un récipient sellé et sec.
 - b. Il est préférable que le récipient contienne aussi des grains de riz pour absorber toute humidité contenue dedans. Changer de temps en temps ce riz.
 - c. Si l'instrument n'est pas utilisé pendant une semaine ou davantage, il est préférable de retirer les batteries pour protéger l'appareil contre la fuite des batteries.

Fiche de mesures de l'humidité relative (l'hygromètre)

Site: nom et localisation: _____ Mois et Année : _____

Heure des prélèvements:

Heure locale : _____ Heure universelle: _____

Coordonnées :

Altitude: _____ Latitude: _____ Longitude: _____

Jour du Mois	Humidité Relative (%)	Métadonnées
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		

Introduction aux nuages

GLOBE aérosols et nuages – Séance 2

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre d'alcool
- Fiche d'identification des nuages (*suivant*)
- Des cartes pour le premier jeu des nuages – pour chaque groupe si possible (*suivant*)
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Introduction aux nuages

1. Souvent, l'eau dans l'air se rassemble pour former des nuages.
2. Définition : **Un nuage** est un ensemble visible de particules d'eau très fines, liquides ou solides, maintenues en suspension dans la troposphère et la stratosphère de l'atmosphère.
3. Comment se forment les nuages ? Les nuages se forment à partir des fines gouttelettes d'eau provenant de la condensation de la vapeur d'eau en altitude où il fait froid.
4. Explication : Les nuages sont constitués de la même chose que la vapeur d'eau qui sort d'une marmite ou d'une bouilloire. La seule différence est que la vapeur des nuages est froide au lieu d'être chaude.
5. Notre but d'étudier les nuages est de faire une observation du ciel chaque jour au même moment. Puis, nous allons envoyer nos mesures par Internet aux scientifiques et étudiants du programme GLOBE partout le monde.

Description des nuages

1. Demander à un élève de chaque groupe de venir au tableau et de dessiner un nuage qu'il a vu dans le ciel. (Si tous les élèves dessinent approximativement le même nuage, les enseignants peuvent dessiner eux-mêmes à côté un ou deux dessins de nuages différents.)
2. Demander à ceux qui ont dessiné de décrire oralement leurs nuages. Recueillir les mots utilisés (gros, petit, épais, bouffant, cotonneux, gris, noir, sombre, orageux, loin, écarté...) et les ranger dans les trois catégories suivantes: Forme, Couleur, Altitude.
3. Expliquer que les scientifiques utilisent presque les mêmes catégories pour différencier les 10 types des nuages.

Les différents types des nuages

1. Donner ou montrer aux élèves la fiche des nuages (située en annexe) pour faciliter cette séance. S'il en manque, vous dessinerez les nuages au tableau en plus de passer à chaque table-banc avec les images du guide pour les montrer aux élèves.

2. Il y a dix types de nuages. Les noms de nuages sont basés sur leur forme, leur couleur, leur altitude, et leur potentiel de précipitations.
- i. Les nuages peuvent avoir trois formes principales :
 - Les cumulus** qui sont bouffis en amoncellements
 - Les stratus** qui sont en couches
 - Les cirrus** qui sont en filaments
 - ii. Les nuages se situent dans trois plages d'altitudes (spécifiquement l'altitude de la base des nuages)

Les nuages de haute altitude (au-dessus de 6 000m) désignés par « Cirrus ou Cirro- »



Cirrus – ils ressemblent à des fils blancs et délicats. Ils sont généralement épars et ils contiennent des cristaux de glace.



Cirrocumulus – Ils se forment en couches minces et blanches ressemblant à des touffes de coton ou des ondulations (rides) sans ombres. Ils contiennent des cristaux de la glace et aussi des gouttelettes d'eau très froide.



Cirrostratus – Ils forment une couche mince et presque transparente. Ils peuvent couvrir tout ou une partie du ciel. Ils peuvent créer un halo (auréole) ou arc en ciel autour le soleil.

Les nuages de moyenne altitude (2 000 à 6 000m) désignés par « Alto- »



Altostratus – Ils ressemblent aux vagues de la mer, ils sont blancs et gris avec des ombres. Ils contiennent des gouttelettes d'eau pour la plupart mais parfois aussi des cristaux de glace.



Altostratus – Ils forment un voile bleuâtre ou grisâtre qui couvre totalement ou partiellement le ciel. La lumière du soleil peut être vue à travers ces nuages mais ils ne créent pas de halo (auréole)

Les nuages de basse altitude (au-dessous de 2 000m)

Les nuages dont la désignation contient le nom « nimbus » ou le préfixe « nimbo- » sont des nuages produisant des précipitations.



Stratus – Ces nuages gris sont proches de la surface de la terre. Normalement, ils se rassemblent en nappe qui couvre le ciel mais ils peuvent aussi former des poches dans le ciel. Ils produisent rarement la pluie.



Stratocumulus – Nuages blanchâtre ou grisâtre avec une base plus arrondie que plate. Leurs hauts sont plats. Ils se forment à partir de vieux nuages stratus ou de nuages cumulus en train de se disperser.



Nimbostratus – Ils forment une couche très grise et sombre qui empêche l'entrée la lumière du soleil. Ils sont vraiment massifs et ils produisent continuellement des précipitations.



Cumulus – Ces nuages ont une base plate et une forme dense et arrondie qui ressemble un grand chou-fleur. La base est gris sombre et le reste est blanc et brillant lorsque le soleil le frappe. En général, ils ne



Cumulonimbus – ces nuages sont grands, denses et lourds. Ils ont une base généralement plate et sombre, une grande taille, et aussi un haut très grand en forme de montagne ou d'enclume. Ils sont souvent associés avec les éclairs, le tonnerre, parfois la grêle et même les tornades.

Pratique: Apprendre les 10 types des nuages à travers le Jeu des mains

1. Ce jeu est une façon de mémorisation en liant les actions aux différents types de nuages.
2. Demander aux élèves de se tenir debout. Donner aux élèves les gestes qui correspondent aux différents types de nuages, et leur demander de vous imiter:
 - **Stratus** – mains écartées et tenues horizontalement.
 - **Cumulus** – mains fermées et regroupées.
 - **Cirrus** – mains élevées au-dessus de la tête.
 - **Altos** – mains élevées au niveau de poitrine.
 - **Nimbus** – agiter les doigts pour signaler la pluie
3. Demander aux élèves de représenter des nuages des racines composées avec leurs mains, ex. cirrocumulus (poings regroupés au-dessus de la tête), nimbostratus (mains écartées et tenues horizontalement lorsqu'on est en train d'agiter les doigts) et ainsi de suite.
4. Travailler les élèves sur ces actions comme un jeu en leur demandant de montrer des nuages différents de plus en plus vite. Faire sortir du jeu les élèves qui se trompent : le dernier qui se tient debout est le gagnant.



Journal des nuages

1. Demander à tous les élèves de noter chaque matin et chaque soir (à une heure fixe) les types des nuages présents dans le ciel jusqu'à la prochaine séance. L'enseignant devra aussi noter ces observations comme lors d'un contrôle. On pourra employer le format suivant comme guide :

Date	Heure	Type de nuage observé	Nombre des nuages vu ou le pourcentage de couverture nuageuse pour ce type de nuage, et autres observations

Fiche d'identification des nuages

Nuages en haute altitude



Cirrus



Cirrocumulus



Cirrostratus

Nuages en moyenne altitude



Altostratus



Alto cumulus

Nuages en basse altitude



Stratus



Stratocumulus



Nimbostratus



Cumulus



Cumulonimbus

Traînées de condensation



Traînée avec une vie limitée



Traînée persistante sans propagation



Traînée persistante avec propagation

Révision des types des nuages

GLOBE aérosols et nuages – Séance 3

Matériel / Préparatifs :

- Journaux des nuages
- Thermomètre
- Fiche de mesures pour la couverture nuageuse
- 26 cartes pour le jeu de mémoire : Sur 13 cartes, écrire ou coller les noms des 10 types de nuages et les trois types de traînées de condensation. Sur l'autre 13 cartes, coller une image d'une des 13 sur chacune. (*Les cartes pour photocopier sont ci-dessous.*) Faire un jeu de cartes pour chaque groupe dans la classe.

Déroulement :

Température actuelle

1. Demander aux différents groupes leurs estimations de la température actuelle et écrire les au tableau. Demander à quelques élèves de lire le thermomètre à alcool et voir quel groupe est plus proche de la réalité.

Dépouillement des journaux des nuages

1. Faire un résumé par jour des nuages que les élèves ont vu en forme de tableau sur le tableau. Pendant la discussion, l'enseignant fera un contrôle des nuages vus en regardant ses propres observations. De cette manière, l'enseignant peut guider les élèves à faire les observations justes.

Révision des types des nuages : Jeu de cartes des nuages (Mémoire)

(pour deux à six élèves)

1. Préparation si ce n'est pas encore faite : Sur 13 cartes, écrire ou coller les noms des 10 types de nuages et les trois types de traînées de condensation. Sur l'autre 13 cartes, coller une image d'une des 13 sur chacune. (*Les cartes pour photocopier sont ci-dessous.*) Faire un jeu de cartes pour chaque groupe dans la classe.
2. Les mettre face cachée un à un et en rangs sur une table autour laquelle les joueurs sont regroupés.
3. Le premier jouer tourne en face deux cartes en essayant d'obtenir une correspondance. Si on ne trouve pas une correspondance on les remette en face cachée dans les mêmes places d'où elles sont venues et le prochain joueur essaie de trouver une correspondance. S'il en a eu, il garde la paire et joue encore jusqu'à une correspondance lui manque et le tour passe au prochain jouer.
4. Assurer que les élèves montrent les cartes qu'ils tournent aux autres.
5. Expliquer qu'ils doivent se rappeler du placement et de la face de chaque carte révélée alors qu'ils puissent les retrouver pour faire une correspondance à leur tour. Expliquer que ce n'est pas un jeu de la chance, mais un de l'aptitude en mémorisation.
6. Le gagnant est celui avec le plus des paires dès que toutes les paires sont ramassées.

Établir les observations quotidiennes du ciel

1. Même que les élèves ne connaissent pas faire tous les observations du ciel, ils peuvent commencer même de faire les observations du ciel.
2. Établir un système en rotation par lequel un groupe différent va dehors chaque jour pour faire les prélèvements des nuages. S'ils n'ont pas encore appris une partie de la Fiche de mesures, leur dire de sauter cette partie pour le moment. Pendant les quelques prochains séances, les élèves apprendront remplir toute la fiche jusqu'à ils sont capables à faire une observation complète.
3. La fiche de mesures se trouve ci-dessous.

Encore de la révision

1. Si vous avez du temps, jouer encore le jeu de mouvements de mains de la dernière séance pour renforcer ces images dans les têtes des élèves.

Fiche de mesures pour la couverture nuageuse

Site nom et location: _____ Mois et année : _____

Heure locale : _____ Heure universelle: _____

Coordonnées

Altitude: _____ Latitude: _____ Longitude: _____

Types de nuages (cocher tous les types observés)

Cirrus	<input type="checkbox"/>	Altostratus	<input type="checkbox"/>	Stratus	<input type="checkbox"/>
Cirrocumulus	<input type="checkbox"/>	Cumulus	<input type="checkbox"/>	Stratocumulus	<input type="checkbox"/>
Cirrostratus	<input type="checkbox"/>	Nimbostratus	<input type="checkbox"/>	Cumulonimbus	<input type="checkbox"/>
Altostratus	<input type="checkbox"/>				

Couverture nuageuse (cocher une case)

Aucun nuages (0%)	<input type="checkbox"/>	Nuages épars (25%-50%)	<input type="checkbox"/>	Ciel obscurci	<input type="checkbox"/>
Clair (0%-10%)	<input type="checkbox"/>	Nuages fragmentés (50%-90%)	<input type="checkbox"/>		
Nuages isolés (10%-25%)	<input type="checkbox"/>	Ciel couvert (>90%)	<input type="checkbox"/>		

Types de traînée de condensation (nombre de chaque type)

Traces éphémères	<input type="checkbox"/>
Traces persistantes, non étalées	<input type="checkbox"/>
Traces persistantes, étalées	<input type="checkbox"/>

Taux de couverture des traînées de condensation (cocher une case)

Aucune	<input type="checkbox"/>	10-25%	<input type="checkbox"/>	>50%	<input type="checkbox"/>
0-10%	<input type="checkbox"/>	25-50%	<input type="checkbox"/>	Ciel obscurci	<input type="checkbox"/>

État du ciel (cocher une case par colonne)

Couleur	
Bleu profond	<input type="checkbox"/>
Bleu	<input type="checkbox"/>
Bleu lumineux	<input type="checkbox"/>
Bleu pale	<input type="checkbox"/>
Laiteux	<input type="checkbox"/>

Clarté du ciel	
Exceptionnellement clair	<input type="checkbox"/>
Légèrement brumeux	<input type="checkbox"/>
Très brumeux	<input type="checkbox"/>
Extrêmement brumeux	<input type="checkbox"/>

Ciel obscurci par	
Brouillard	<input type="checkbox"/>
Fumées	<input type="checkbox"/>
Brume	<input type="checkbox"/>
Cendres volcaniques	<input type="checkbox"/>
Poussières	<input type="checkbox"/>
Sable	<input type="checkbox"/>
Bruine/Embruns	<input type="checkbox"/>
Forte pluie	<input type="checkbox"/>
Chute de neige	<input type="checkbox"/>
Tempête de neige	<input type="checkbox"/>

Température actuelle de l'air : _____ °C

Humidité relative (si connue) : _____ %

Commentaires : Décrire les conditions qui peuvent affecter vos mesures, telles que pollution urbaine, fumée de feu de brousse, tempête de sable, ou poussières issues d'activités agricoles... : _____

Mots pour le jeu de nuages (mémoire)

CIRRUS

CIRROCUMULUS

CIRROSTRATUS

ALTOCUMULUS

ALTOSTRATUS

CUMULUS

STRATUS

STRATOCUMULUS

CUMULONIMBUS

NIMBOSTRATUS

TRAÎNÉE AVEC UNE VIE LIMITÉE

TRAÎNÉE PERSISTANTE SANS
PROPAGATION

TRAÎNÉE PERSISTANTE AVEC
PROPAGATION

CIRRUS

CIRROCUMULUS

CIRROSTRATUS

ALTOCUMULUS

ALTOSTRATUS

CUMULUS

STRATUS

STRATOCUMULUS

CUMULONIMBUS

NIMBOSTRATUS

TRAÎNÉE AVEC UNE VIE LIMITÉE

TRAÎNÉE PERSISTANTE SANS
PROPAGATION

TRAÎNÉE PERSISTANTE AVEC
PROPAGATION

Images pour le jeu des nuages (Mémoire)

Nuages



Trainées de condensation

(Employer en forme d'introduction pour la leçon sur les trainées)



Couverture nuageuse

GLOBE aérosols et nuages – Séance 4

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Papier A4 ou des doubles feuilles de cahier
- ❑ Du papier journal ou autre (*pour fabriquer les nuages*) coupé au format A4
- ❑ Règle pour diviser les journaux (en taille A4) en dix parties égales
- ❑ Ciseaux ou une lame
- ❑ Colle ou du scotch
- ❑ Thermomètre
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève



Déroulement :

Température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Couverture nuageuse

1. Définition : On appelle **couverture nuageuse** le pourcentage de la surface de ciel occupée par les nuages.
2. Faire une révision des pourcentages : Si un objet est divisé en 100 parties, chaque partie représente $1/100^{\text{ème}}$ de l'entier ou 1% de l'entier. Par exemple, si un carton de morceaux de sucre contient 100 morceaux de sucre, un morceau de sucre représente 1% du carton entier ; 10 de ces morceaux de sucre représentent $10/100^{\text{ème}}$ ou 10% du carton.
3. Expliquer que pendant l'estimation de la couverture nuageuse, le ciel est divisé en 100 parties égales et l'observateur doit estimer combien de ces parties sont couvertes par des nuages.
4. Expliquer qu'il y a des termes fixes qui sont liés aux intervalles de pourcentages différents. Les termes fixes sont :
 - a. 0% - aucun nuage
 - b. <10% - ciel clair
 - c. 10-25% - nuages isolés
 - d. 25-50% - nuages épars
 - e. 50-90% - nuages fragmentés
 - f. >90% - couvert
 - g. Ciel obscurci- on ne voit pas bien le ciel pour cause de brouillard, brume, fumée, poussière, sable, pluie abondant ou cendres volcaniques...
5. Faire de bonnes estimations de la couverture nuageuse exige de la pratique car dans un premier temps les estimations sont souvent exagérées à la hausse.

Exercice : estimation de la couverture nuageuse

1. Couper les feuilles de journal pour qu'elles aient les mêmes dimensions qu'une feuille de papier A4.
2. Puis, couper les feuilles de journal A4 en dix parties égales (chaque partie représente alors 10% du total).
3. Diviser la salle en dix groupes puis donner une dizaine des feuilles découpées et une fiche A4 à chaque groupe.
4. Assigner à chaque groupe un multiple de 10, de 10% jusqu'à 100%.
5. Chaque groupe prendra un nombre approprié des 10 morceaux distribués qui correspond à son pourcentage. Par exemple, le groupe de 30% utilisera 3 de ses 10 morceaux.
6. Ensuite les élèves déchirent leurs feuilles de papier journal en morceaux irréguliers représentant les nuages.
7. Enfin ils les collent sur la feuille A4 (représentant le ciel) en forme de nuages au choix. Ils doivent bien coller tous ces morceaux sans les superposer et sans en oublier. Les morceaux peuvent être groupés mais tous morceaux doivent être visibles.
8. Chaque groupe doit écrire son pourcentage de l'autre côté de sa page.
9. Puis chaque groupe passera devant les autres groupes montrer son travail. Ces représentations ne seront pas jetées : elles seront conservées précieusement afin de servir de guide aux élèves lors de leurs estimations de couverture nuageuse. Vous pourrez les afficher au mur mais aussi les emmener dans une chemise pour les sorties à l'extérieur. Il sera intéressant de regarder ces feuilles avec les élèves à chaque fois avant qu'ils ne sortent faire les observations nuageuses jusqu'à ils puissent bien identifier les différents pourcentages de couverture nuageuse au ciel.



Exercice / jeu additionnel :

1. Avec le reste des 10 feuilles et un nouveau feuille A4, faire les constructions une deuxième fois mais cette fois chaque groupe choisit un pourcentage lui-même sans le dire aux autres. Puis, les groupes viennent à tour de rôle au tableau pour montrer aux autres leur travail. Chaque groupe assis écrira son estimation de chaque couverture nuageuse présentée puis l'enseignant fera un contrôle des estimations, donnant les points aux groupes qui ont fait les bonnes.

Application : Estimation de la couverture nuageuse au dehors

1. Diviser les élèves en groupes de 5 et leur dire de sortir de la salle et de trouver une vue non obstruée du ciel.
2. Dans chaque groupe, quatre des élèves se tiendront debout dos à dos, chacun en train de regarder dans une direction cardinale différente.
3. Puis, ils soulèveront leurs bras sur les cotés pour former un angle de 90 degrés. Normalement leurs bras ou leurs mains devraient alors toucher ceux de leurs voisins.
4. Chacun (avec les feuilles A4 devant eux s'ils ont besoin d'aide) fera une estimation de la couverture nuageuse de leur quart de ciel.

5. Le cinquième élève sera chargé de noter l'estimation de chacun et de calculer l'estimation moyenne de la couverture nuageuse de tout le ciel.
6. Faire cet exercice plusieurs fois en tournant chaque groupe entre les estimations pour que chaque élève puisse pratiquer sur une nouvelle vue de ciel.
7. Faire un contrôle entre les moyennes de tous les groupes aussi pour vérifier que chaque groupe a des mesures proches. S'il y a un groupe dans lequel les mesures sont loin des autres, leur dire de s'exercer encore avec les feuilles A4 avant de faire de nouvelles estimations.
8. Faire rappeler les élèves qu'ils doivent ajouter cette estimation à leurs prélèvements de la couverture nuageuse quotidienne.

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

Aussi, si les élèves voient une couverture nuageuse avec des motifs individuels en forme de moutons ou des longs rouleaux de nuages séparés par des zones claires lorsqu'ils regardent directement au-dessus d'eux, ils peuvent supposer que l'aspect général des nuages vers l'horizon est semblable.

Trainées de condensation et révision

GLOBE aérosols et nuages – Séance 5

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Thermomètre
- ❑ Fiche de mesures pour la couverture nuageuse (*ci après*)
- ❑ Fiche d'observation des nuages et des trainées de condensation pour l'utilisation au site d'étude (*à la fin de la leçon : Introduction aux nuages*)
- ❑ Craie
- ❑ Règle de tableau
- ❑ Feuille de papier chiffonnée
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Trainées de condensation

1. En plus des nuages, nous allons étudier aussi les **trainées de condensation**, les lignes de vapeur d'eau créées par les moteurs à réaction d'avions dans le ciel.
2. Il y a trois sortes de trainées de condensation :



Trainées à durée de vie limitée – ces trainées disparaissent rapidement et forment des courts segments de droites dans le ciel et qui s'effacent au fur et à mesure que la distance qui les sépare de l'avion augmente. (Signe que l'air est légèrement humide en haute altitude)



Traînées persistante sans propagation – ces traînées demeurent longtemps après que l’avion a quitté la zone. Elles forment de longues lignes généralement droites de largeur approximativement constante de part en part du ciel. Ces traînées ne sont pas plus larges que votre index au bout de bras tendu. (Signe que l’air est très humide en haut)



Traînées persistante avec propagation – ces traînées demeurent longtemps après que l’avion a quitté la zone. Elles forment de longues bandes qui s’élargissent avec le temps après le passage de l’avion. Ces traînées sont plus larges que votre index au bout de bras tendu. (Signe que l’air est très humide en haut)

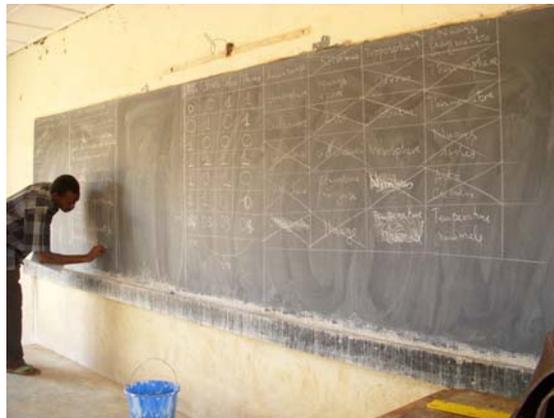
3. Lorsque vous êtes en train d’estimer la couverture de traînées de condensation, il faut savoir qu’en général une traînée de condensation persistante unique couvre moins de 1% du ciel.
4. Si vous ne l’avez pas encore fait, mettre en place un système d’observation du ciel par une partie des élèves chaque jour. Les élèves responsables peuvent être chargés de faire les observations pendant le week-end également.

Jeu : révision de vocabulaire au tableau

1. Demander aux élèves de ranger tous leurs papiers, fermer leur cahier, et s'asseoir en équipe.
2. Dessiner un tableau au tableau et remplir les cases avec les mots de vocabulaire de notre étude des aérosols comme ci-dessous:

Aucun nuage	Nimbus	Troposphère	Nuages fragmentés
Stratosphère	Traînée durée de vie limitée	Nuages épars	Cirrus
Ciel couvert	Alto	Stratus	Hygromètre
Cumulus	Ciel obscurci	Thermosphère	Nuages isolés
Traînée persistante avec propagation	Ciel clair	Traînée persistant sans propagation	Couverture nuageuse
Humidité	Ciel couvert	Humidité relative	Nuage

3. Donner à un élève du premier groupe une feuille de papier chiffonné et lui demander de la jeter au tableau. S'il donne la définition du mot contenu dans la case que le papier a touché, marquer un point pour son groupe et effacer le mot du carreau. Joue ensuite un élève d'un autre groupe. S'il frappe un mot, il essaie d'en donner la définition. S'il frappe une case vide, il passe le papier à un élève d'un autre groupe, ainsi de suite jusqu'à ce que tous les carreaux soient blancs.



Formation et importance des nuages

GLOBE aérosols et nuages – Séance 6

Matériel / Préparatifs :

- Schéma du cycle de l'eau (*voir ci-après*)
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Formation des nuages en employant le cycle de l'eau

1. Pour cette séance on peut employer n'importe quel cycle d'eau ou utiliser le cycle attaché avec ou sans modifications selon les besoins des élèves. De toute façon, il ne faut pas négliger le rôle que jouent les arbres dans la pluie localisée et la formation des nuages. car c'est une partie qui est souvent oubliée.
2. Expliquer aux élèves que nous allons faire ensemble un dessin du cycle d'eau au tableau et après ils vont le recopier dans leur cahier GLOBE.
3. Expliquer que ce cycle est important parce qu'il démontre comment toutes les eaux du Monde sont reliées, de l'étang qui se trouve dehors pendant la saison pluvieuse aux océans. Expliquer que les nuages jouent un rôle indispensable dans ce cycle.
4. Inviter quelques élèves à partager leurs idées de la tâche qu'ils ont eu à faire à la fin de la dernière séance : Comment est-ce que l'eau circule dans le Monde ? Encourager les élèves par des compliments pour leurs réponses.
5. Puis, expliquer leur que nous allons voir la piste complète que l'eau prend à travers son cycle d'eau complet.
6. Dessiner le cycle d'eau sur le tableau en morceau en demandant chaque fois aux élèves la prochaine étape :
 - a. Dessiner l'océan et demander ce qui se passe lorsque le soleil frappe la surface de l'eau. (Réponse : une partie de l'eau s'évapore)
 - b. Dessiner le vapeur d'eau quittant l'océan (ou un lac) et demander aux élèves ce qui se passe lorsque le vapeur d'eau arrive à une haute altitude ? (Réponse : la formation des nuages)
 - c. Dessiner des nuages et expliquer qu'une partie de ces nuages bougeront au dessus de la terre, soufflée par le vent. Demander leur qu'est-ce qui se passera ? (Réponse : Il tombera sous forme de **précipitations** – pluie, neige, etc.)
 - d. Où est-ce que cette précipitation s'ira ?
 - i. 31% de cette précipitation **ruisselle à la surface de la terre** pour arriver dans les rivières, ruisseaux, lacs, étangs, et réservoirs. Une partie de cette eau s'écoulera jusqu'à l'océan pour recommencer le cycle.

- ii. Un peu de cette précipitation sera ajoutée aux **calottes glacières**, les grosses plaques de glace aux Pôles du monde.

NB : Les calottes glacières aux Pôles nord et sud sont en train de fondre à cause du changement climatique qui porte aussi le nom, d'échauffement global. Si les calottes glacières fondent complètement, le niveau des océans va augmenter de quelques mètres et créer beaucoup des inondations et de d'autres problèmes dans le Monde.

- iii. Beaucoup de ces précipitations sont évaporés dans l'air pour former encore les nouveaux nuages.
- iv. Dire aux élèves qu'un peu de ces précipitations s'infilte dans le sol et entrent dans une autre partie du cycle d'eau très importante :
 - Un peu des précipitations pénètre le sol. Ce processus est **l'infiltration**.
 - A peu près 3% des précipitations infiltre le sol et passe à une grande profondeur. Ces eaux deviennent une partie des **réservoirs souterrains**.
- v. Puis cette eau infiltrée est absorbée du sol et de ces réservoirs souterrains par les plantes et les arbres respectivement.
 - Prochainement, cette eau s'évapore des feuilles de plantes et crée de la vapeur d'eau locale. L'évaporation de l'eau des feuilles de plantes s'appelle **la transpiration**.
 - S'il y a beaucoup de plantes, surtout les arbres, l'évaporation est assez importante pour produire des nuages et des chutes de pluies locales (cela peut arriver dans les forêts au Bénin ou en Centrafrique par exemple).
- e. Réviser : Donc, l'eau des précipitations va aux cinq lieux : ruisselle à la surface, calottes glacières, évaporation, transpiration, et infiltration.
 - i. Parce que c'est tellement difficile de distinguer entre les effets de l'évaporation et la transpiration (la quantité de la pluie venant de chaque procès par exemple), les deux processus sont regroupés sur un seul mot, **l'évapotranspiration**.
 - ii. Environ 66% de la précipitation qui tombe sur la terre retourne à l'atmosphère par les processus de l'évapotranspiration.
 - Cette action crée la plupart des pluies dans les forêts. Donc, si les humains abattent tous les arbres dans une région, ils sont en train de perdre la plupart de leur pluie.

7. Dire aux élèves de copier ce cycle dans leur cahier à la fin de l'explication. On peut leur dire aussi d'expliquer leur dessin à leur voisin dès qu'ils ont fini.

Nuages en prévision du temps

1. Les météorologues et les gens qui sont bien habitués à un lieu utilisent les nuages pour prévoir le temps en observant leur arrivée, leur direction de mouvement, leur taille, leur forme, et leur position dans le ciel.
2. Avec vos observations habituelles pour le Programme GLOBE, vous aussi serez capable de prévoir un peu le temps.
3. Les nuages peuvent nous indiquer le beau temps, la pluie, l'orage, la neige, les tornades...

Les nuages et le climat

1. Les nuages et le climat sont basés l'un sur l'autre. Par exemple, au sud du Bénin, proche de l'océan, il y a beaucoup d'évaporation (vaporisation) des arbres et de l'océan, ce qui crée beaucoup de nuages et de pluie : c'est un climat tropical. Au contraire, le Niger est loin de l'océan et seulement un peu de cette vapeur d'eau peut arriver ici. De plus, il n'y a pas beaucoup d'arbres. Donc, cette situation produit moins de vapeur d'eau, et donc moins de pluie en général.

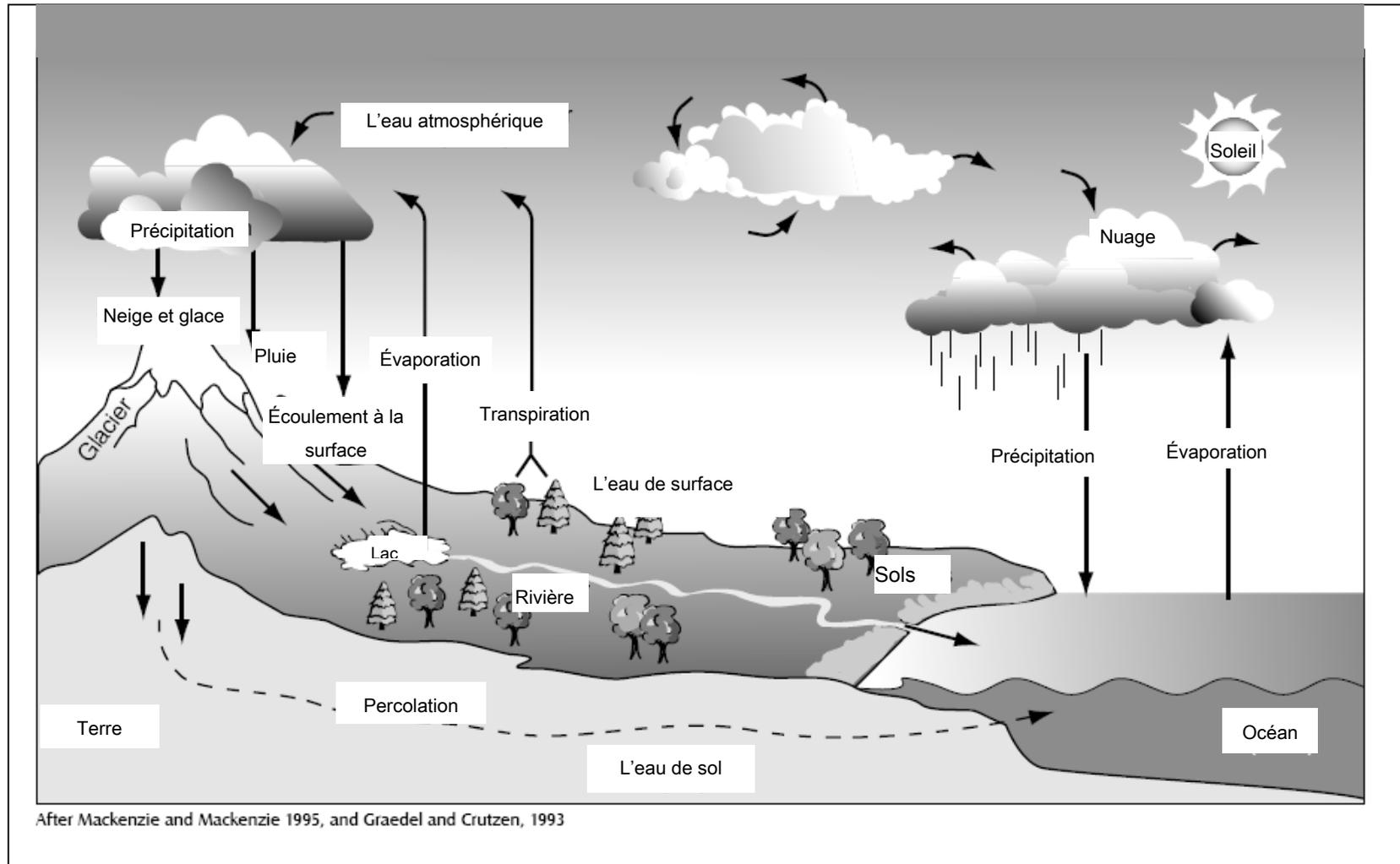
Importance des nuages

1. Les nuages servent comme une couche isolante, réfléchissant les rayons solaires. Cet empêchement d'arrivée des rayons à la surface de la terre réduit la température de la Terre de 20°C. En fait, sans les nuages, la température sur la terre serait très élevée et la vie humaine y serait impossible à cause de températures extrêmes.
2. Au niveau local, les nuages agissent comme une couverture aussi, réfléchissant la chaleur vers la terre. Ils peuvent alors garder un lieu un peu plus chaud que la normale.

Exercice en groupe ou individuel :

1. Dessiner un autre cycle au choix qui se base sur l'eau. (Par exemple : la vie des plantes, la vie d'un animal, les saisons, le niveau d'un fleuve, la floraison d'un arbre, le marché des nattes en paille, la migration des oiseaux...)
2. Partager votre cycle avec la classe.

Le cycle de l'eau



Introduction au pluviomètre et comment lire une éprouvette graduée (cylindre gradué)

GLOBE pluviomètre – Séance 1

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre
- Pluviomètre (*acheté ou fabriqué, voir ci-dessous*)
- Éprouvette graduée
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Jeu : Estimation de la température actuelle

1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.
2. Expliquer l'importance de savoir-faire les bonnes estimations.
3. Si vous ne l'avez pas fait pendant les autres séances, faire d'autres estimations à la manière d'une compétition de groupes. Par exemple, chaque groupe estime la taille des objets divers dans la salle. Puis faire mesurer les objets pour vérifier les estimations en disant aux élèves de venir les mesurer avec une règle.

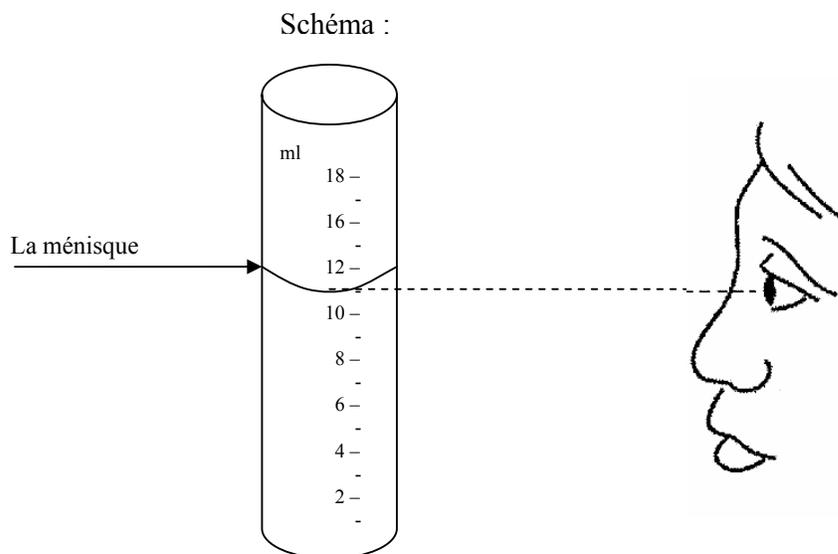
Introduction au pluviomètre

1. Définition : Le **pluviomètre** est un tube portant un entonnoir qui conduit à une éprouvette graduée. On l'emploie pour mesurer la quantité d'eau qui tombe pendant une pluie. Parfois, l'éprouvette graduée se remplit avec la pluie et un peu de la précipitation est alors versé dans le tube de débordement
2. On la met sur un poteau bas et parfaitement vertical pour que le vent en haut ne dérange pas les mesures et pour que l'eau qui rebondit sur le sol n'aille pas dans le pluviomètre.

Introduction à l'éprouvette graduée

1. Définition : Une **éprouvette graduée** est un tube clair d'une forme régulière avec une échelle imprimée sur son bord. On l'utilise pour mesurer le volume d'un liquide en millilitres.
2. Comment lire une éprouvette graduée :
 - a. L'eau dans un récipient gradué monte sur les bords du récipient. Cette action crée une surface arrondie et concave, appelée le **ménisque**. (Aux classes supérieures : on peut expliquer que le liquide monte sur les bords à cause de l'adhésion, un mécanisme par laquelle les molécules polarisées dans deux matières s'attirent l'une vers l'autre. C'est **l'action capillaire**.)

- b. Donc, pour mesurer la quantité du liquide, mettre l'œil au même niveau que le ménisque. Puis, aligner le **bas** du ménisque à l'échelle sur le récipient pour connaître le volume



Jeu de révision : compétition de lectures de mesures sur une éprouvette graduée

1. Dessiner quatre ou cinq éprouvettes graduées sur le tableau avec une échelle au choix pour chacune
 2. Tracer un ménisque dans chaque éprouvette graduée pour indiquer la quantité de liquide présente dans chacune. Demander à chaque groupe de travailler ensemble et d'écrire le volume de liquide présent dans chaque éprouvette graduée.
 3. Vérifier les mesures et donner des points à chaque équipe qui a raison.
 4. Expliquer comment on arrive à la vraie réponse aux groupes qui ont tort.
 5. Sortir une éprouvette graduée si vous en avez une. Mettre une quantité d'eau et demander à chaque équipe de passer lire la quantité présente et d'écrire leur réponse sur un papier. Prendre cette chance d'entraîner les élèves sur leur technique de lecture de donnée. Par exemple, vérifier que leurs yeux sont au même niveau que le ménisque.
 6. Donner encore des points à chaque équipe qui a bien relevé.
 7. Répéter 3 ou 4 fois l'exercice.
- A la fin, donner de la craie à l'équipe qui a le plus de points et ils peuvent dessiner les ménisques sur les éprouvettes graduées au tableau pour que les autres groupes puissent lire et donner les valeurs.

Étapes d'utilisation d'un pluviomètre

GLOBE pluviomètre – Séance 2

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre
- Pluviomètre (directions pour la fabrication sont à la suite)
- Éprouvette graduée
- Fiche de mesures de la précipitation (suivant)

Déroulement :

Jeu d'estimation de la température

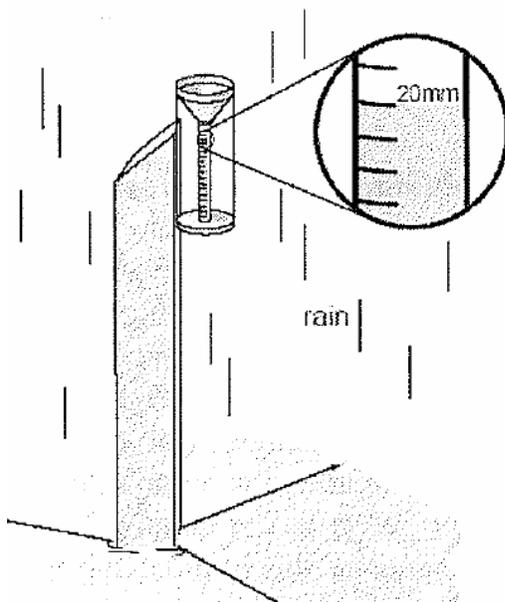
1. Demander aux différents groupes de faire une estimation de la température actuelle et écrire les résultats au tableau. Demander à quelques élèves de lire la température réelle sur le thermomètre à alcool. Voir quel groupe est le plus proche de la réalité.

Étapes d'utilisation du pluviomètre

(Faire travailler les élèves sur ce processus pour les prélèvements d'avenir)

1. Vérifier chaque jour que le pluviomètre est propre et ne contient pas d'eau.
2. Après un événement de précipitation, sortir l'éprouvette graduée du pluviomètre et la placer sur une surface plate.
3. Lire le niveau d'eau dans votre éprouvette ; assurez-vous que vos yeux sont au niveau de l'eau contenue dans l'éprouvette graduée. Lire le niveau au bas du ménisque. Enregistrer la mesure sur la fiche de mesures de précipitation (suivant)

NB : L'échelle du pluviomètre est en mm de pluie au lieu le ml, la conversion étant déjà faite par la société de fabrication. Quand même, les prélèvements ne changent que les unités.



4. Relever le pluviomètre au dixième de millimètres près et noter sa valeur.
 - S'il n'y a pas d'eau, indiquer 0,0 mm
 - S'il y a moins de 0,5 mm, indiquer « T » comme traces.
 - Si vous renversez l'eau avant de mesurer la quantité de pluie, indiquer « M » comme manquant pour la quantité. (Indiquer la quantité non renversée dans les métadonnées pour ce jour)
5. Verser l'eau dans le bocal d'échantillonnage pH et le renfermer pour les mesures de pH. (Si vous avez le nécessaire pour le protocole pH).
6. S'il y a de l'eau dans le tube de débordement :
 - a. Verser l'eau dans le cylindre qu'on vient de mesurer.
 - b. Verser l'eau du tube de débordement dans l'éprouvette graduée.
 - c. Répéter ces étapes jusqu'à ce que le tube soit vide.
 - d. Additionner vos mesures et prendre le total pour la quantité de la pluie à noter sur la fiche de mesures de la précipitation.
7. Relever le nombre de jours pendant lesquels la pluie s'est accumulée. (Le nombre de jours écoulé depuis la dernière fois où le pluviomètre a été vérifié et vidé)
8. Sécher le pluviomètre et le remettre en place.

Entretien du pluviomètre

1. Même s'il n'a pas plu, vous devez contrôler votre pluviomètre chaque jour pour être sûr qu'il n'y a pas de débris à l'intérieur.
2. Certains oiseaux semblent apprécier de s'asseoir sur le bord du pluviomètre et de laisser des fientes derrière eux. Donc, environ une fois par mois, le pluviomètre doit être consciencieusement nettoyé avec de l'eau et une brosse. Si vous prélevez le pH, utiliser l'eau distillée et ne jamais utiliser de savon ou de détergent en nettoyant le pluviomètre car les résidus contamineraient les mesures de pH des précipitations.
3. En brousse, les enfants portant des lance-pierres ou les joueurs de football risquent de briser les pluviomètres en plastique. Donc, on vous conseille de fabriquer chez un maréchal ferrant un manche en métal pour protéger ce genre de pluviomètre. Vérifier que le manche peut être attaché au poteau et que son bord est au-dessous du pluviomètre pour ne pas créer un courant d'air qui affectera les mesures.

Visite au site d'étude du pluviomètre

1. Montrer aux élèves comment on a fixé le pluviomètre sur place
2. Leur montrer comment on enlève le pluviomètre du poteau pour faire les prélèvements.
3. Leur montrer comment on nettoie le pluviomètre.
4. Faire pratiquer les élèves sur son enlèvement et son nettoyage.

Fabrication d'un pluviomètre (si nécessaire)

Si vous pouvez acquérir une éprouvette graduée, mais pas de pluviomètre, vous pourrez fabriquer vous-même un pluviomètre. Voir « Installation (et fabrication) du pluviomètre ».

Prendre un récipient circulaire assez profond avec les bords droits comme pluviomètre. Le récipient doit avoir aussi un rebord mince. (On pourra par exemple utiliser deux grandes boîtes de concentré de tomate collées l'une sur l'autre avec le fond enlevé de celle d'en haut. Le ferronnier pourra aussi vous faire ce travail). Le fixer sur un poteau ou sur un objet bien à plat et élevé à 50cm du sol, à l'aide d'une sangle en caoutchouc ou d'une corde, ou d'une autre manière, le principal étant de ne pas trouser le récipient ni bloquer son ouverture.

Pour calculer la hauteur de pluie tombée, on fera le calcul suivant :

$$\text{Hauteur de la précipitation} = \frac{\text{Volume d'eau en ml} \times 10}{\text{Superficie de l'entrée du récipient en cm}^2}$$

On vous rappelle qu'on trouve la superficie d'un cercle se calcule ainsi :

$$S = \pi \times \text{Rayon}^2$$

Et le rayon correspond à la moitié du diamètre du cercle : $R = D/2$

Fiche de mesures de précipitation

Site nom et location: _____ Mois et année : _____

Heure locale : _____ Heure universelle : _____ (une heure après l'heure locale au Niger)

Coordonnées

Altitude: _____ Latitude: _____ Longitude: _____

Jour du mois	Nombre de jours depuis la dernière sortie au pluviomètre	Millimètres de précipitation	pH (Si on le fait)	Métadonnées
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Déterminer le pH des précipitations en utilisant du papier à pH et du sel

GLOBE pluviomètre – Séance 3

NB : On fait cette expérience chaque fois qu'on enlève de l'eau de pluie du pluviomètre.

Matériel / Préparatifs:

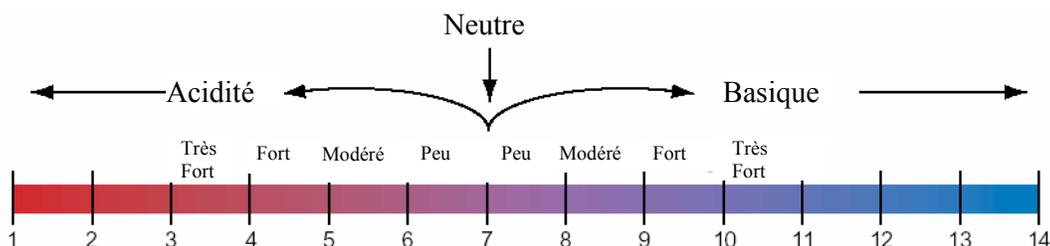
- Du sel de table
- Fiche à sel (voir l'image sur la page suivante)
- Cuillère
- Papier à pH (ou mètre à pH)
- Pince à épiler
- Une tasse propre
- Au moins 30 ml de pluie
- Eau distillée*
- Cahier GLOBE de chaque élève

NB : Au Niger, les bouteilles rondes étiquetées "eau distillée" de Côte d'Ivoire contiennent de l'eau sale. De même, les vendeurs de batterie à Niamey qui déclarent qu'ils ont de l'eau distillée actuellement ont l'eau filtrée (pas distillée) de la société Caterpillar. La seule forme de l'eau distillée que nous avons trouvée ici est l'eau distillée Nigérienne du CNES (20.72.39.23). Elle est vendue dans des bouteilles carrées d'un litre. Les stations services Total vendent cette marque habituellement, mais pas les stations OiLibya.

Déroulement :

Explication du pH aux élèves

1. Expliquer aux élèves que tous les liquides sont acides, basiques, ou neutres. L'eau pure est neutre.
2. Donner cette définition du pH aux élèves : Le **pH** est une mesure qui permet de dire si un liquide est acide, basique, ou neutre.
3. **L'Échelle de pH** se compose des nombres 1 à 14 sur une forme de droite numérique. Sur cette échelle, 7 représente le neutre parce que c'est le milieu : c'est le pH de l'eau pure. De 7 à 14 sont comprises les valeurs **basiques** dont 14 est la plus forte. De 7 à 1 sont comprises les valeurs **acides** dont 1 est la plus forte.
4. Dessiner l'échelle suivante sur le tableau pour aider les élèves à bien comprendre l'idée de l'échelle de pH :



5. Les solutions acides et basiques ont beaucoup d'applications diverses. Par exemple, plusieurs solutions basiques sont employées comme solvants ou dans les savons pour le nettoyage. Les acides dans nos estomacs désagrègent la nourriture que nous mangeons pour que nous puissions absorber les nutriments.
6. Si on souffre de mal au ventre ou de brûlures d'estomac, un verre de lait peut parfois le calmer : le lait est basique alors il **neutralise** (annule) les acides dans l'estomac et calme la brûlure.
7. C'est important pour nous de savoir si un liquide est acide ou basique parce que cette information nous aide à identifier les applications du liquide. Nous mesurons le pH à partir du papier pH ou d'un mètre pH.
 - a. **Le Papier pH** est du papier qui est traité avec des produits chimiques. Il subit une réaction chimique dès qu'il est en contact avec une solution acide ou basique. Cette réaction change la couleur du papier. En trouvant la nouvelle couleur du papier sur une échelle des couleurs, nous pouvons connaître le pH de la solution.
 - b. Un **pH-mètre** est un appareil électronique qui porte deux sondes. Quand ces deux sondes sont plongées dans un liquide, elles peuvent mesurer le pH du liquide, par l'emploi de l'électricité dans un circuit. Puis, la valeur du pH s'affiche sur l'écran du pH-mètre.

Explication Pourquoi le Prélèvement du pH est Important

1. L'eau circule à l'intérieur de chaque plante et animal vivants. Donc, les composés chimiques dans l'eau de pluie peuvent avoir des effets importants sur les écosystèmes au sol et dans l'eau parce qu'ils rentrent aussi dans les corps des êtres vivants lorsqu'on les boit avec de l'eau.
2. Ces composés chimiques viennent des gaz dans l'air qui se dissolvent dans les gouttelettes de pluie. Souvent, ces composés chimiques proviennent de rejets gazeux des activités humaines (incinération des déchets, conduite des véhicules, industries...).
3. Normalement, la pluie a une légère acidité. Mais, l'addition de tous ces produits baisse le pH jusqu'à ce que la pluie devienne acide. **Une pluie acide** est une précipitation qui a un pH inférieur à 5,6.
4. La pluie acide est très nuisible à l'environnement et les êtres-vivants :
 - a. Elle affaiblit les plantes de sorte qu'elles deviennent beaucoup plus fragiles. Elle élimine également les éléments nutritifs du sol et peut aussi libérer des éléments nuisibles aux plantes
 - b. Elle accélère la corrosion des métaux, bâtiments, et monuments (naturels et construits).
 - c. Elle tue les êtres-vivants aquatiques, par exemple : les poissons et les amphibiens.
5. Si on veut arrêter la pluie acide on doit connaître ses sources, ses effets, et les changements en concentration. Les mesures du pH au niveau de GLOBE aideront les scientifiques et gouvernements à suivre et lutter contre ce problème.

Prélèvement et mesure du pH

1. Verser 50 ml (ou moins si vous n'avez pas 50 ml) d'échantillon de pluie dans une petite tasse propre et rincée avec l'eau distillée de votre réserve d'échantillon vierge. Vous devez avoir au moins 30 ml d'échantillon pour mesurer le pH.
2. Ne pas toucher le sel ni l'eau avec les mains car l'acidité des mains contaminerait votre échantillon.

3. Avec un sachet plastique propre sur les doigts, ou avec l'emploi d'une pince à épiler, mettre une pincée de sel sur le cercle approprié de votre Fiche à Sel. Si l'échantillon de pluie est de 40 à 50 ml, utiliser le cercle de 5 mm de diamètre. Si c'est de 30 à 40 ml, utiliser le cercle de 4 mm de diamètre.

<p style="text-align: center;">Fiche à sel</p> <p style="text-align: center;">Remplissez le cercle approprié avec une seule couche de sel de table</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">Cercle de 4 mm – utilisez avec 30-40 mL d'échantillon d'eau de précipitations</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">Cercle de 5 mm – utilisez avec 40-50 mL d'échantillon d'eau de précipitations</p>
--

NB : Le sel aide le papier à pH ou le mètre à pH à avoir un bon résultat.

4. Remplir le cercle approprié avec une seule couche de sel. Retirer tout excès de sel.
5. Verser le sel recouvrant le cercle de votre Fiche à sel dans la tasse.
6. Mélanger complètement le contenu de la tasse avec une cuillère **propre** (et rincée avec de l'eau distillée) jusqu'à ce que le sel soit dissout.
7. Sans le toucher, enlever un morceau de papier à pH d'environ 2 cm (avec une pince à épiler ou autre méthode).
8. Attraper le morceau de papier à pH avec la pince à épiler ou une autre méthode abordable et le plonger dans le mélange pendant deux ou trois secondes (ou en suivant les instructions qui sont venues avec le papier à pH qu'on est en train d'employer).
9. Retirer le papier à pH et comparer sa couleur avec celles de l'échelle qui est sur la boîte de papier à pH.
10. Noter la valeur du pH dans la fiche de mesures du pH.
11. S'il vous reste de l'eau de pluie dans votre récipient d'échantillon vierge, vous pouvez répéter l'opération : vider le contenu de la tasse et rincer la tasse et la cuillère trois fois avec de l'eau distillée. Puis, répéter alors les étapes 1 à 11 deux autres fois afin d'obtenir trois mesures. Dans le cas où vous n'avez plus suffisamment d'eau de pluie, répéter les étapes 7 à 10 deux autres fois avec la même préparation jusqu'à ce qu'on ait trois mesures de pH.
12. Calculer la moyenne des mesures de pH réalisées et la noter dans la fiche de mesures du pH.
13. Vérifier que le pH de chaque mesure se trouve à moins d'une unité de la moyenne. Lorsque ce n'est pas le cas, refaire les prélèvements.
14. Rincer la tasse et la cuillère trois fois avec de l'eau distillée.

Fiche de mesures du pH

Nom de l'école : _____

Nom du site d'étude : _____

Date : _____

Heure de prélèvement :

Temps local : _____ Temps universel : _____

Noms des observateurs : _____

Méthode de mesure (cocher l'une des cases) : Papier pH Mètre pH

Épreuve numéro	Nom de l'observateur	pH mesuré	pH moyen
1			_____
2			
3			

Observations et métadonnées : _____
