

GLOBE Programme au Niger

Programme du sol

Choisir un site d'étude de sol

Établir le site d'étude – Activité 1

Matériel / Préparatifs :

- Un ruban à mesurer
- Une fiche de mesures de la caractérisation de Site d'Étude du Sol (*suivant*)
- Une boussole et un système GPS (*s'il vous en manque un, faire la leçon sans ceci et puis le prêter à représentant de GLOBE un jour.*)
- Les matériaux pour que vous puissiez vous-même construire un clisimètre :
 - Un bout de carton dont la superficie est un peu plus grand que celle d'une demi-feuille de cahier
 - Une rondelle, une pièce de 25 CFA ou une vieille clé (on a besoin de quelque chose qui peut être suspendu au fil pour ajouter un peu de poids)
 - Un fil en nylon ou en coton de 25 cm
 - Un tube de Bic (tube vide d'un stylo)

Déroulement :

Caractères du site d'étude

1. Votre site d'étude doit :
 - a. Se trouver à moins de 100 mètres de votre site d'étude de l'atmosphère ;
 - b. Se trouver à plus de 3 mètres des bâtiments, routes, chemins ou autres emplacements où le sol peut avoir été tassé ou perturbé par des travaux de construction ;
 - c. Ne présenter aucun danger lors de l'excavation d'une fosse à une profondeur d'un mètre (le trou d'étude) ;
 - d. Présenter si possible, une végétation uniforme et représentative de votre région.

Concernant la taille de votre site

1. Si on choisit de prendre les mesures de l'humidité quatre fois par an, il faut choisir un site assez grand pour réaliser chaque année une étude en forme d'étoile de deux mètres. Il est préférable de ne pas utiliser la même étoile chaque année.
2. Si on fait les mesures d'humidité pour aider les satellites, au lieu d'une étoile employer une ligne transversale (une ligne droite de 50 m) à travers un lieu de végétation assez uniforme. Donc, le site d'étude doit être assez grand pour cette tâche.
3. Si on ne fait que les mesures de température du sol, établir le site d'étude à 10 mètres de l'abri atmosphérique (si applicable).

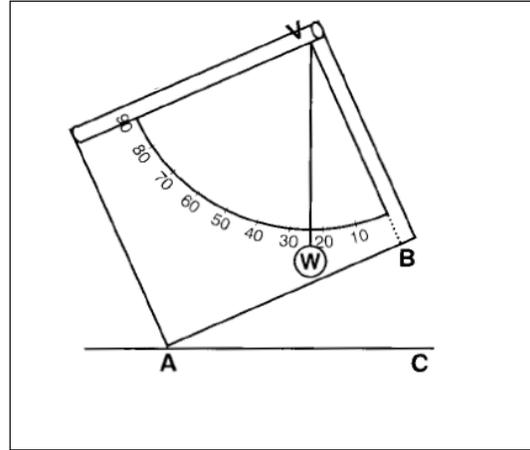
La définition du site d'étude pour le trou d'étude

1. Dès qu'on aura commencé le travail avec les élèves, on doit définir votre site d'étude pour envoyer ces mesures au Programme GLOBE. On peut le faire au début ou au même moment qu'on creuse la fosse avec les élèves.

Fabrication d'un clisimètre

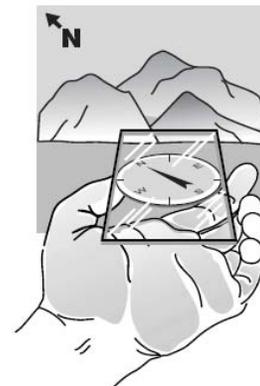
NB : Si un photocopieur vous manque, voir les leçons modifiées du clisimètre qui se trouvent dans l'annexe du protocole des Arbres et Bois Chez Nous pour des autres options de fabrication.

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 spécifié).
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.



Étapes de la définition du site

1. Donner au site d'étude un nombre ou un nom comme « Site de Caractérisation du sol numéro 1 (SCS-01) » et noter le sur la fiche de mesures du site de caractérisation du sol.
2. Mesurer la latitude, la longitude et l'élévation du site avec un système GPS. (*Vous pouvez sauter cette étape jusqu'à ce qu'un représentant GLOBE vienne vous rendre visite à votre école. Si besoin est, on trouve les instructions de GPS dans l'annexe du module atmosphère.*)
3. Identifier l'angle de la plus grande pente qui traverse votre site.
 - a. Deux élèves de tailles similaires au niveau des yeux, A et B, feront cette mesure. Un troisième élève, C, notera les mesures.
 - b. L'élève A prend le clisimètre et se tient debout au niveau inférieur de pente pendant que l'élève B se tient debout au niveau supérieur de la pente. Les deux devront être à peu près à 30m l'un de l'autre et le site pour le trou d'étude doit se trouver entre eux. L'élève C se tient à côté d'élève A pour regarder le clisimètre.
 - c. L'élève A regarde les yeux de l'élève B à travers le tube de clisimètre alors que l'élève C prélève l'angle sur le clisimètre et le note sur la fiche de mesures.
4. Caractériser l'aspect de la plus haute pente.
 - a. Se mettre en face du haut de la pente.
 - b. Diriger la boussole alors de sorte que la flèche rouge indique le nord.
 - c. Relever maintenant la position du haut de la pente de la boussole en degrés. La noter.



5. Sur la fiche de mesures, noter « trou » comme méthode d'exposition du profil.
6. Noter le lieu du site comme « dans » ou « hors » de l'école.
7. Localiser le site d'étude avec une brève description (à côté du site d'étude de l'atmosphère...).
8. Décrire et noter la position et le paysage du site d'étude (sommet, côté d'une colline, grande aire et plate, bord d'un fleuve, etc.)
9. Décrire et noter le type de végétation de votre site (sol nu, roches, herbes, arbustes, arbres...)
10. Décrire et noter le type de matériel parental d'où vient le sol de votre site si vous le connaissez (roche mère, sédiments de vent, glacier, fleuve...)
11. Décrire et noter le type d'utilisation de la terre du site (urbain, agriculture, brousse...)
12. Mesurer et noter la distance de tout objet majeur disposé à moins de 50m de votre site d'étude (bâtiments, routes, pistes, puits, poteau de ligne électrique...)
13. Décrire et noter n'importe quels autres éléments caractérisant à votre site.

Fiche de mesures de la caractérisation de site d'étude du sol

Nom de Site d'Étude : SCS-_____

Location : Latitude : _____° N or S Longitude : _____° E or O

Élévation : ____ mètres Pente : _____° Aspect : _____°

Source des mesures de l'élévation (crocher un) : GPS Autre _____

Crocher une case dans chaque catégorie :

Méthode :

- Trou
- Vrille
- Vers la surface

Est-ce le site d'étude est :

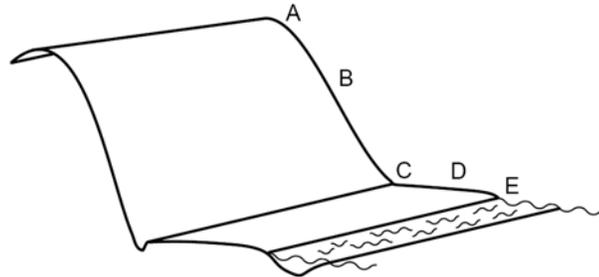
- Dans la cour de l'école
- Hors de la cour de l'école

Location du Site :

- Vers le site d'étude de l'humidité
- Vers le site d'étude de l'humidité et le site d'étude d'atmosphère
- Vers site d'étude de l'atmosphère
- Sur le site d'étude de biologie
- Autre _____

Position sur le terrain :

- A. Sommet
- B. Pente
- C. Dépression
- D. Lieu grand et plat
- E. Bord d'un fleuve



Type de couverture :

- Sol nu
- Roches
- Herbes
- Arbustes
- Arbres
- Autre _____

Matériel Parental :

- Roche Mère
- Matériel Organique
- Matériel de construction
- Dépôts Marins
- Dépôts d'un lac
- Dépôts de fleuves (Alluvions)
- Dépôts de vent (Löss)
- Dépôts glaciaux
- Dépôts volcaniques
- Matériaux libres sur une pente
- Autres _____

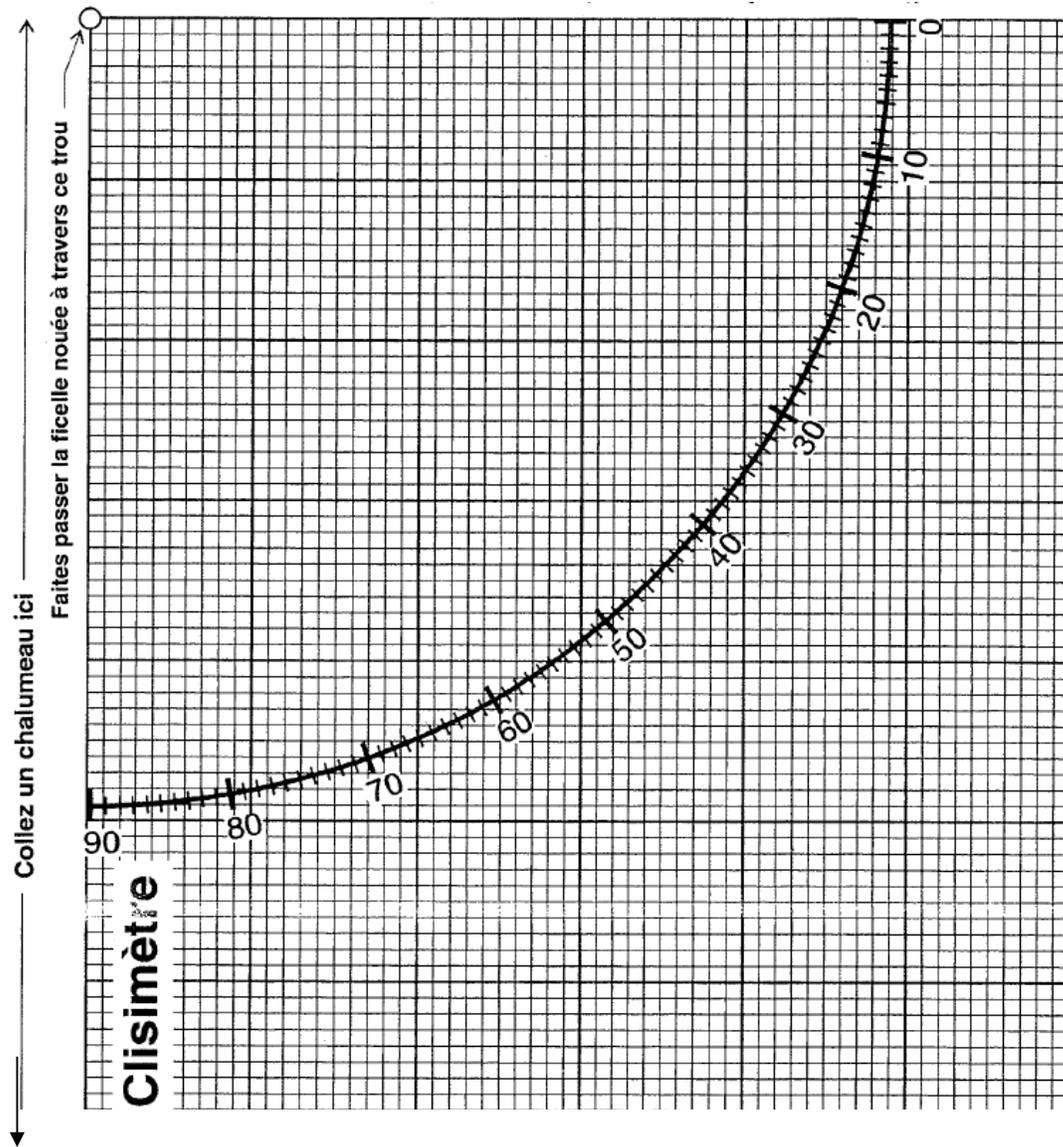
Type d'utilisation :

- Urbain
- Agricultural
- Récréation
- Brousse
- Autre _____

Distance des autres éléments majeurs :

Autres caractéristiques majeures et distinctes du site _____

Clisimètre



Introduction au Programme GLOBE et aux sols

GLOBE sol – Séance 1

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Allumettes
- ❑ Liste des pays participants du programme GLOBE (*suivant*)
- ❑ Une carte du monde ou un globe (*S'il vous en manque une, voir la dernière page de cette leçon*)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

NB : Si on a déjà fait une introduction au GLOBE pendant une autre séance, passer directement au jeu des pays GLOBE. Mais d'abord, il peut être intéressant de refaire la constitution des groupes alors que les élèves ont l'occasion de travailler avec d'autres camarades.

Introduction dans la salle et formation des groupes :

1. Chacun des élèves se présente (son nom, et peut être aussi sa classe et des goûts personnels comme son matériel préféré ou sa chose préférée à manger, etc.)
2. Diviser la salle en groupes de 5 à 6 élèves pour faire les prélèvements et les travaux pendant l'année.
3. Donner à chaque groupe un nom qui corresponde à l'étude du sol.

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 globales 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. Depuis lors il a grandi et il se trouve présentement dans plus de 7500 écoles dans 110 pays. Les élèves de ces écoles sont devenus des scientifiques et ils font la recherche sur leur propre environnement. Ensuite, comme de grands scientifiques, ils partagent leurs mesures avec d'autres élèves et des vrais scientifiques sur l'Internet.
 - a. Définition : **L'Internet** est le réseau pour les ordinateurs qui leur permettront de communiquer entre eux. (Comme les cellulaires et leur réseau.)
 - b. Demander à ceux qui ont une fois exploré l'Internet de lever leur main. Écrire l'adresse du site GLOBE au tableau : **www.globe.gov**. Spécifier qu'il est ouvert à tous.

5. Le gouvernement nigérien a invité le Programme GLOBE à commencer dans le pays en novembre 2005. Le programme est logé au Ministère de l'éducation nationale à la Cellule pour la généralisation et pérennisation de l'éducation environnementale.

Les buts 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
 - L'hydrologie
 - Les sols
 - La couverture de sol et biologie (végétation)
 - La phénologie (le changement de saisons)
4. Nous allons commencer avec l'étude de **l'atmosphère**. Mais d'abord on va faire un petit jeu.

Jeu : La découverte des pays GLOBE du monde

1. Diviser la classe en équipes. Dire à chaque équipe de sortir une feuille de papier.
2. Expliquer que GLOBE se trouve dans beaucoup des pays et sur tous les continents.
3. Expliquer qu'on allumera une allumette et pendant le temps qu'elle brûle, ils devront écrire les noms des pays qu'ils connaissent.
4. Allumer-en une autre et continuer le jeu.
5. À la fin de la deuxième allumette, leur dire de cesser à écrier et leur dire de recopier leurs réponses au tableau. Encercler les noms des pays GLOBE.
6. Les équipes gagneront un point pour chaque pays GLOBE qu'elle a identifié. Écrire les points sur le tableau.
7. Jouer une deuxième fois en expliquant que les élèves ne peuvent pas écrire les noms de pays qui sont déjà au tableau.
8. Après qu'on a joué quelques fois, ajouter les pointages et annoncer quelle équipe a gagné.
9. Ne pas effacer les pays GLOBE du tableau et demander si des élèves ont d'autres idées de pays. Les écrire sur le tableau.
10. Montrer aux élèves les pays listés sur une carte ou sur un globe. *(Si nécessaire, il y a une petite carte du monde à la fin de cette leçon.)*
11. **Modification 1** : Chaque fois qu'ils jouent, montrer leur 5 ou 6 nouveaux pays qu'ils ne connaissent pas. Puis, rejouer supplémentaires au cours des séances à venir pour que les élèves puissent apprendre les pays du monde.
12. **Modification 2** : Donner à chaque équipe la carte du monde *(à la fin de cette leçon)*. Puis, dire le nom d'un pays que chaque équipe doit localiser sur la carte à l'aide de leurs doigts. Donner un point pour chaque bonne réponse et corriger en grand groupe.

Introduction aux sols

1. Demander aux élèves, « Nommez toutes les choses que vous utilisez pendant la journée. »
2. Faites une liste de ces choses sur le tableau (par exemple : le mil, la chemise, un vélo, un cahier, une assiette, le bois...)
3. Dès qu'ils auront dressé une bonne liste, leur demander d'où vient chaque item de la liste. Aider les élèves à retracer chaque chose sur la liste jusqu'au sol. Il sera possible de faire cela pour presque toutes choses de l'intérieur sauf l'air ou l'oxygène que nous utilisons pour respirer.
 - a. Par exemple : un sac en plastique vient de pétrole qui est extrait du sous-sol.
 - b. Par exemple : Pour un crayon, le graphite vient du sous-sol d'une mine et le bois vient d'un arbre qui prend ses nutriments et son eau du sol, et qui est également enraciné au sol, etc.

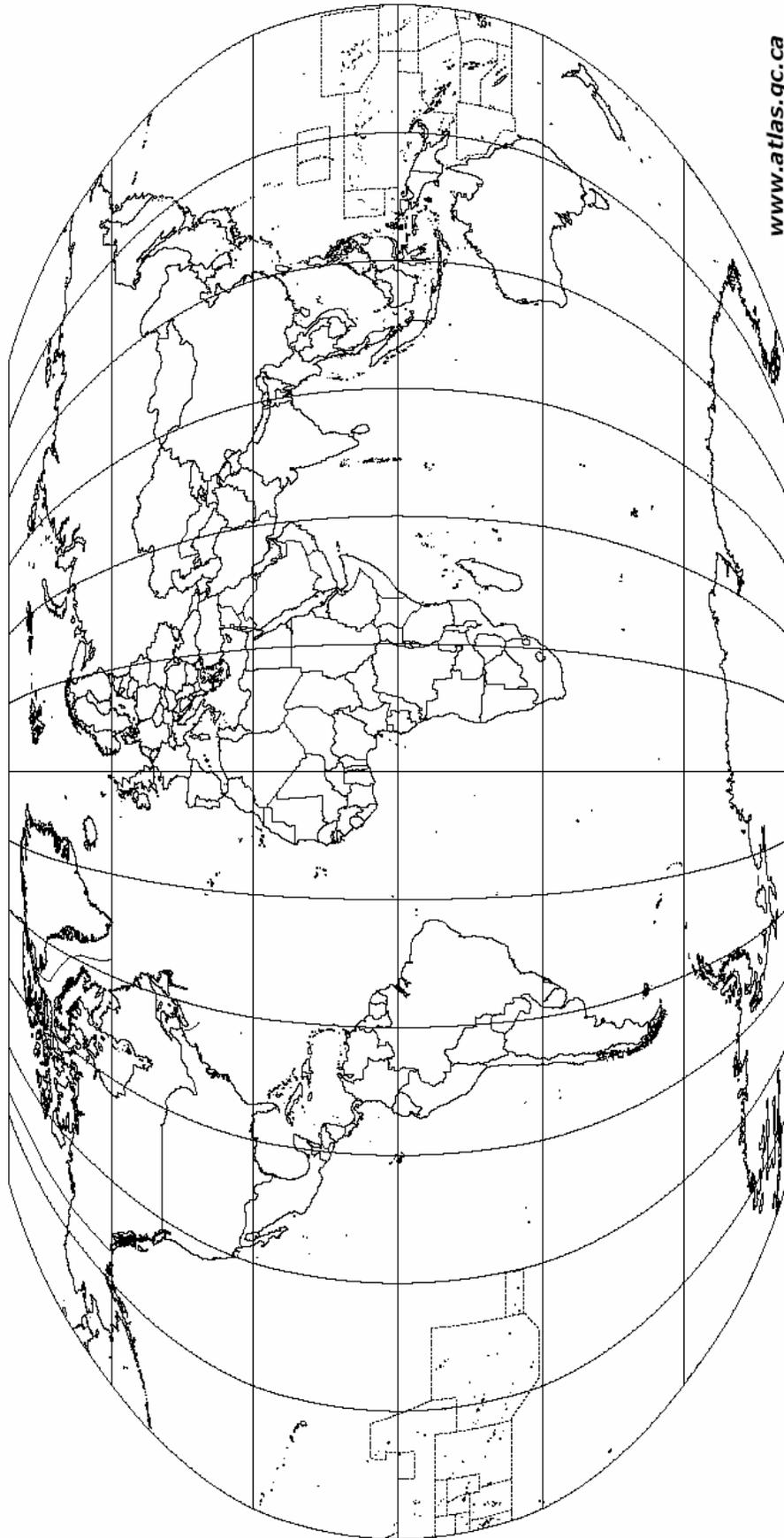
Jeu : Liaisons des objets à la terre

1. Demander aux élèves de travailler en pairs et trouver un objet qui a beaucoup de composants qui viennent de la terre. Par exemple le sac en plastique a un composant de la terre – du pétrole – mais un crayon a au moins quatre composants de la terre : le graphite, l'étain, le bois, et la gomme des arbres ou du pétrole.
2. Leur dire que le gagnant sera la paire qui trouvera l'objet qui a le plus de liaisons à la terre correctement alignées.

GLOBE Pays du Monde

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

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.

La création et caractères du sol

GLOBE sol – Séance 2

Matériel / Préparatifs :

- Craie
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Le sol vient de la décomposition de roches

1. La Terre est faite de roches. À travers des centaines d'années, ces roches se sont écrasées et ont formé une mince couche du sol à la surface de la terre. Cette couche de sol à épaisseur et à composition variables à travers le monde est appelée **la pedosphere**.

Définition du sol

1. **Le sol** est une combinaison de trois éléments : des minéraux de différentes tailles, des matières organiques provenant de la décomposition des végétaux et animaux et du vide pouvant être rempli d'eau et d'air.
2. Chaque unité naturelle de la structure d'un sol s'appelle un **ped** ou agrégat naturel.
3. Les sols sont différents partout le monde et chacun est plus ou moins utile pour diverses activités.
 - a. Ex. Pour construire une maison, on cherche un sol solide et compact qui ne bougera pas en dessous de la fondation du bâtiment et fendra celle-ci.
 - b. Ex. Pour le jardinage, on cherche un sol mou et riche en matières organiques.

La formation des sols (la Pédogenèse) est influencée par 5 facteurs

1. Le matériel parental
 - a. Les matériaux formant le sol tel que ; la roche, les matières organiques, les anciens sols issus d'un événement géologique ou environnemental particulier tel que le vent, les fleuves, les glaciers, les volcans, etc.
2. Le climat
 - a. Les forces environnementales tels que le vent, la pluie et le soleil décomposent le matériel parental et affectent la vitesse de formation et de changement du sol.
3. Les organismes dans le sol
 - a. Tous les êtres vivants (y inclus les animaux, les plantes et les bactéries) affectent la composition et caractère du sol.
4. La topographie qui soutient le sol
 - a. L'emplacement d'un sol dans un paysage peut affecter l'impact des phénomènes climatiques sur celui-ci.
 - i. Par exemple : les sols situés au bas d'une colline reçoivent plus d'eau que ceux situés en haut.

5. Temps chronologiques
 - a. L'effet de tous les facteurs ci-dessus se produit au cours du temps, souvent sur des centaines ou des milliers d'années. Le plus de temps, le plus le changement.

La classification des sols

Lorsqu'on veut caractériser le sol et le classer, on considère 9 caractères :

1. Structure—sa forme. Est-ce que c'est en colonne, crevasse, etc.
2. Couleur
3. Consistance—Est-il léger ou dur ?
4. Texture—Est-il lisse ou granuleux ?
5. Quantité des carbonates libres—En contient-il ? (Les carbonates libres sont des produits alcalins dont le pH est élevé)
6. Masse volumique apparente—Y a-t-il beaucoup ou peu d'espace dans le sol ?
7. Distribution granulométrique—Le sol est formé par beaucoup de sable, de limon, d'argile ou un mélange des trois.
8. pH—Est-ce que le sol est acide ou basique ?
9. Fertilité—Est-ce que ce sol peut bien soutenir les plantes ?

Nous allons voir la plupart de ces épreuves pendant notre investigation.

Jeu de révision

1. Demander à un élève de chaque groupe de venir au tableau.
2. Leur donner soit un thème soit un exemple parmi ceux qu'ils ont vu pendant la leçon d'aujourd'hui.
3. Si un thème est donné (comme pH), les élèves doivent écrire chacun un mot sur le tableau ou un exemple qui corresponde au thème (comme l'acidité).
4. Si l'enseignant donne un exemple (comme un sol lisse ou granuleux), les élèves répondront avec le topique (comme texture).
5. Donner un point pour chaque bonne réponse, puis faire venir un deuxième représentant de chaque groupe au tableau.

Préparation pour la prochaine séance

1. Expliquer qu'on fera l'étude de quelques sols que les élèves amèneront eux mêmes.
2. Dire aux membres de chaque groupe d'amener un échantillon de sol. Quelques poignées dans un sachet pour chaque élève suffiront.
 - a. Groupe 1 : Sol de leur propre cour
 - b. Groupe 2 : Sol au bord d'un fleuve (sec ou courant)
 - c. Groupe 3 : Sol d'un jardin
 - d. Groupe 4 : Sol (du centre) d'une route
 - e. Groupe 5 : Sol typique de la brousse (de chez eux)
 - f. Groupe 6 : le sol du fond d'un trou profond (comme le sol sortant d'un puits qui est en train d'être construit) ou du fond d'une tranchée de route, etc.) Dites leur de ne rentrer pas dans le trou eux mêmes mais de ramasser le sol qui vient du trou.
3. Si possible, au moins un élève de chaque groupe doit chercher un échantillon entier qui n'est pas cassé en morceau pour évaluer le caractère de la structure.

Investigation de quelques sols

GLOBE sol – Séance 3

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Les échantillons que les élèves ont ramassés
- ❑ Un système d'étiquetage pour les échantillons de sol
- ❑ La planche GLOBE des couleurs de sol (*optionnel pour cette leçon*)
- ❑ Un vaporisateur d'eau ou une autre méthode pour humecter le sol
- ❑ Une boîte de vinaigre avec un petit trou percé dans son bouchon
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Préparation

1. Dire aux élèves de se mettre en groupes et poser leurs échantillons de sol devant eux.
2. Faire échanger les échantillons entre les groupes pour que chaque groupe ait un échantillon de chaque type.
3. Leur dire de mettre de côté un peu d'échantillon pour tester la présence de carbonates libres après (n'utilise pas l'échantillon entier). Essayer de ne pas le toucher avec les mains.

Commencement de l'étude

1. Dire aux élèves de copier le tableau suivant dans leur cahier pour qu'ils puissent prendre les mesures (prendre note) de leurs observations.

*NB : Ces mesures sont **les données qualitatives** parce qu'elles s'occupent des informations sensoriels (des sens). Les mesures qui impliquent des nombres ou des quantités sont **les données quantitatives**.*

Tableau d'observations des échantillons

| Localisation de l'échantillon | Échantillon 1 : | Échantillon 2 : | Échantillon 3 : |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| Structure | | | |
| Couleur (de préférence de la planche GLOBE des couleurs de sol) | | | |
| Consistance | | | |
| Classification de texture | | | |
| Présence de racines | | | |
| Présence de cailloux | | | |
| Présence de carbonates libres | | | |

- Demander aux groupes de commencer avec le même échantillon (de votre choix), et ensemble, la classe fera la première observation des sept propriétés pédologiques.

***NB** : Pendant les sept étapes suivantes, lire chaque étape aux élèves et les aider à classer le premier échantillon. La plupart d'eux ne sont pas difficiles, mais il y a un ou deux qui nécessiteront de la patience au niveau de l'enseignement et de la répétition des descriptions. C'est nécessaire que les élèves comprennent les étapes de cet exercice pour qu'ils puissent le faire eux-mêmes pendant l'investigation du trou d'étude.*

- Après avoir fait le premier échantillon ensemble, répondre aux questions des élèves et puis leur dire de faire deux autres échantillons de leur choix. Rappeler leur de remplir le tableau avec leurs observations. Il sera nécessaire pour l'enseignant de lire encore chaque étape aux élèves mais cette fois, chaque groupe sera en train de regarder un échantillon différent.
- Dès qu'ils ont fini avec un deuxième ou un troisième échantillon, leur dire de répondre aux questions suivantes :
 - Donner une différence que vous avez observée entre votre premier et deuxième échantillon.
 - Donner une similarité que vous avez notée entre les deux.
 - À votre avis, quel échantillon serait le mieux pour fabriquer les briques ? Pourquoi ?
 - Est-ce que vous avez ces deux types de sols dans votre propre cour ? Si non, pourquoi pensez-vous que l'un d'eux est absent ?
- À la fin de la séance, ne pas jeter les échantillons car on les emploiera pendant les deux prochaines séances.

Les sept étapes de classification d'un échantillon de sol

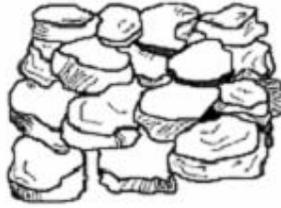
Première étape : Structure (pour sol non perturbé) :

- Dire aux élèves « Examiner attentivement un échantillon non perturbé du sol et déterminer sa structure. »
- Le sol sera classifié par les images et descriptions suivantes.
- Lire chaque description suivante aux élèves pendant qu'ils sont en train de regarder l'échantillon. On peut dessiner aussi d'une façon rapide les schémas au tableau pour faciliter la compréhension des élèves.

Avec Structure :



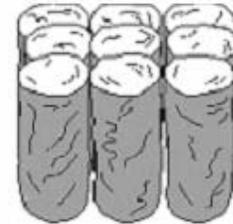
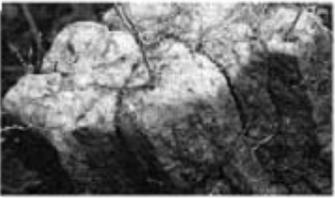
Granulaire : Ressemble à des biscuits écrasés avec des morceaux de moins de 0,5 cm de diamètre. Souvent associé avec les horizons de surface contenant beaucoup de racines.



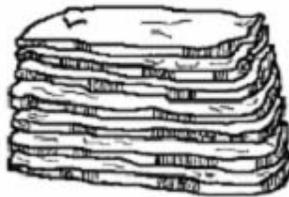
Polyédrique : Blocs irréguliers de 1,5 à 5 cm de diamètre.



Prismatique : Colonnes verticales de sol qui ont quelques centimètres de longueur. Normalement, ils proviennent d'horizons profonds.



Colonnaire : Colonnes verticales de sol qui portent un chapeau arrondi de sel blanc. On les retrouve dans les zones climatiques arides.

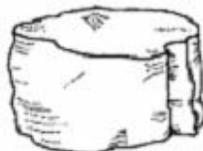


Feuilletée : Plaques minces et plates du sol qui se couchent horizontalement l'un sur l'autre. Elles se trouvent souvent dans des sols compacts.

Sans Structure :



Particulaire : Le sol est cassé en particules individuelles qui ne se collent pas ensemble. Elles s'accompagnent toujours d'une consistance meuble. C'est répandu en sols sableux.

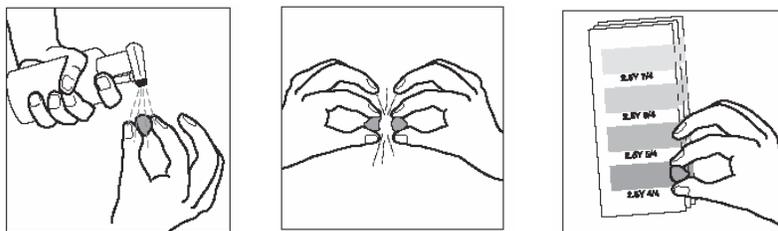


Compacte : Le sol n'a aucune structure visible, est difficile à casser et se présente dans les très grands tas.

Deuxième étape : Couleur

(NB : Employer une planche de couleurs si vous en avez une. Si non, demander aux élèves de décrire la couleur en utilisant les couleurs et les mots qu'ils connaissent)

1. Prendre un ped (l'unité naturelle de la structure d'un sol) et noter s'il est sec, humide ou mouillé. S'il est sec, le humecter avec quelques gouttes d'eau.
2. Désagréger le ped et mettre la planche de couleurs à côté de lui au soleil.
3. Sur l'échelle, trouver la couleur la plus proche de celle de la surface intérieure du ped. Dire à chaque groupe d'élèves de s'entendre sur la couleur.
4. Noter sur le tableau le code le plus proche de la couleur du sol.
5. Il est possible qu'un échantillon de sol présente plusieurs couleurs. Au besoin, noter deux couleurs au maximum et désigner l'un comme « la couleur dominante » et l'autre comme « la couleur sous-dominante ».



Troisième étape : Mesure de roches

1. Observer et noter s'il y a **aucune**, **peu** ou **beaucoup** de roches dans l'échantillon. Se rappeler qu'une roche est un morceau qui a un diamètre de plus de deux millimètres.

Quatrième étape : Présence de racines

1. Observer et noter s'il y a **aucune**, **peu** ou **beaucoup** de racines dans l'échantillon.

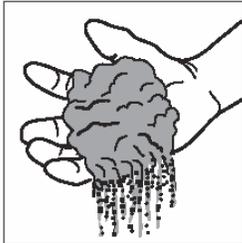
Cinquième étape : Présence de carbonates libres

1. Prendre la partie qui était mise de côté au début pour cette étape (n'utilise pas l'échantillon entier). Essayer de ne pas le toucher avec les mains.
2. Arroser cette partie avec le vinaigre et observer soigneusement les bulles de gaz qui se formeraient au sol.
3. Plus il y a de gaz, plus il existe de carbonates libres dans le sol. Noter le taux des bulles de gaz avec les indications suivantes :
 - **Aucun** : on ne voit aucune interaction entre le vinaigre et le sol. Le sol ne contient pas de carbonates libres.
 - **Léger** : On voit un peu de bulles de gaz. Ceci indique la présence de peu de carbonates libres.
 - **Fort** : On voit une grande réaction (beaucoup de bulles) qui indique la présence de beaucoup de carbonates.

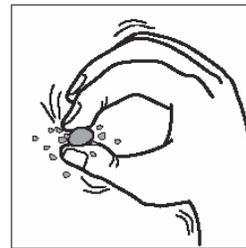
Sixième étape : Consistance

1. Prélevez un ped de l'échantillon et notez si c'est humide, sec ou mouillé. Si le sol est très sec, le humecter un tout petit peu.
2. Tenir le ped entre le pouce et l'index et appuyez jusqu'à ce qu'il se désagrège.
3. Noter l'une des catégories suivantes de consistance des peds sur la table de mesures.

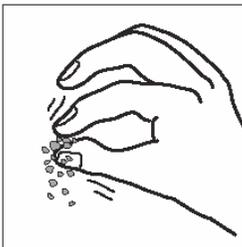
Catégories de consistance :



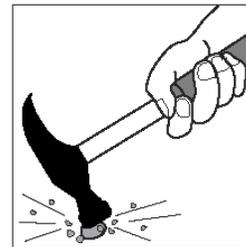
Lâche : Un seul ped est difficile à saisir et se désagrège sous manipulation.



Ferme : Le ped se désagrège sous une forte pression ; il crée une empreinte sur les doigts avant de se désagréger.



Friable : Le ped se désagrège sous une légère pression.



Extrêmement ferme : Le ped ne se désagrège pas sous les doigts (Il faut un marteau !).

Septième étape : Texture

***NB** : Les élèves de l'école primaire pourraient avoir des difficultés avec la deuxième partie de cette classification (étape 4). Le professeur peut alors arrêter la classification après l'identification simple de l'argile, du limon et du sable. Si les mesures seront envoyées au GLOBE (comme pour le trou d'étude), il sera nécessaire de compléter la tâche lui-même.*

1. **La texture** est la mesure des quantités respectives de sable, de limon et d'argile dans un échantillon de sol. Tous les trois sont les morceaux de minéraux que l'on retrouve dans le sol.
 - a. **L'argile** est le plus petit morceau ; ses particules ayant un diamètre moins de 0,002 mm. Ils sont très petits!
 - b. **Le limon** est le nom donné aux particules de 0,002 à 0,05 mm
 - c. **Le sable** se forme de particules entre 0,05 et 2 mm de diamètre.
 - d. Si une particule a plus de 2 mm en diamètre, elle n'est plus considérée comme un sol mais elle est classifiée comme une **roche**.
2. La texture est déterminée d'une façon assez rudimentaire par la sensation tactile que vous ressentez lorsque vous frottez le sol entre vos doigts.
3. Les étapes suivantes séquentielles font partie d'une clef dichotome, un système de classification reposant sur une série de questions et de phrases fixes. Lire ces étapes aux élèves jusqu'à ce que tous les échantillons soient classifiés.
4. Les étapes de la clef essaient de positionner le sol sur le triangle de texture générale et sur le triangle de texture spécifique.

Clef dichotome pour la classification des textures de sols

Étape 1 : Prélever un échantillon de sol de la taille d'un petit œuf et ajouter assez d'eau pour l'humecter. Le manipuler entre les doigts jusqu'à ce que l'humidité soit uniforme. Dès que le sol est humecté, essayer de le modeler en boule.

| |
|-------------------------------|
| Si le sol se forme en boule : |
| Passez à l'étape 2. |

| |
|---|
| Si le sol ne forme pas en boule : |
| On va l'identifier comme le sable . Noter la texture sur la fiche de mesures. |

Étape 2 : Mettre la boule entre le pouce et l'index, et la pousser et la comprimer doucement jusqu'à ce qu'elle forme un ruban de sol.

| |
|---|
| Si vous pouvez former un ruban plus long que 2,5 cm : |
| Passer à l'étape 3. |

| |
|---|
| Si le ruban se casse avant qu'il atteigne le 2,5 cm : |
| On le nomme sable limoneux (pour le web site GLOBE : « loamy sand »). Noter la texture sur la fiche de mesures. |

Étape 3 :

| |
|---|
| Si le sol : <ul style="list-style-type: none">- Est très collant- Est difficile à comprimer- Tache les mains- Brille lorsqu'il est frotté- Se forme en long ruban (plus de 5 cm) sans se casser |
| On l'appelle argile (pour le web site GLOBE : « clay »). Passez à l'étape 4. |

| |
|--|
| Si le sol : <ul style="list-style-type: none">- est un peu collant- est un peu difficile à comprimer- se forme en ruban moyen (entre 2 à 5 cm) |
| On l'appelle limon argileux (pour le web site GLOBE : « clay loam »). Passez à l'étape 4. |

| |
|--|
| Si le sol : <ul style="list-style-type: none">- est lisse- est facile à comprimer- est légèrement collant (au maximum)- se forme en ruban court (moins de 2 cm) |
| On l'appelle limon (pour le web site GLOBE : « loam »). Passez à l'étape 4 |

Étape 4 : Mouiller une pincée du sol dans votre paume de main et la frotter avec l'index.

| |
|---|
| Si le sol au toucher est très granuleux chaque fois qu'on le comprime : |
| Ajouter le mot « sableux » à la classification initiale pour que la texture du sol soit argile sableuse , soit limon sable argileux ou soit limon fin (pour le web site GLOBE : « sandy clay », « sandy clay loam », et « silt loam »). Noter la texture sur la fiche de mesures. |

| |
|---|
| Si le sol au toucher est très lisse sans être granuleux : |
| Ajouter le mot « limoneux » à la classification initiale pour que la texture du sol soit argile limoneuse , soit limon argileux fin ou soit limon fin (pour le web site GLOBE : « silty clay », « silty clay loam », et « silt loam »). Noter la texture sur la fiche de mesures. |

| |
|---|
| Si le sol au toucher est un peu granuleux : |
| Garder la classification que vous avez déjà trouvée comme argile , limon argileux , ou limon (pour le web site GLOBE : « clay », « clay loam », ou « loam »). Noter la texture sur la fiche de mesures. |

Introduction aux expériences scientifiques avec une expérience sur la semence

GLOBE sol – Séance 4

Matériel / Préparatifs :

- Six sachets vides de yaourt ou autres sachets pouvant servir comme pots
- Six échantillons de sol ramassés
- Graines de mil
- Eau
- Règle
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Révision

1. Demander aux élèves de faire un petit résumé de ce qu'on a fait pendant le déroulement de la dernière séance.
2. Leur demander de citer les caractères des six échantillons de sol pour qu'ils puissent se rappeler que tous étaient distincts.
3. Expliquer que cette fois-ci, on fera une expérience dans laquelle nous allons découvrir la qualité de chaque sol par rapport de sa capacité de soutenir le mil – une plante très importante pour le Sahel.

Explication du déroulement d'une expérience scientifique

1. Expliquer aux élèves qu'il y existe un processus fixe que tous les scientifiques suivent lorsqu'ils sont en train de réaliser une expérience. C'est **la Méthode Scientifique**.
2. En général, cette méthode a cinq parties (*écrire les mots clés sur le tableau*) :
 - a. **Problème** : Un énoncé de la question qui se pose devant eux.
 - b. **Hypothèse** : Une prévision du résultat que l'expérience produira
 - c. **Procédure** : Une explication du déroulement de l'expérience pour que les autres scientifiques puissent voir de quelles façons ils ont procédé.
 - d. **Données** : On fait répéter l'expérience plusieurs fois avec le prélèvement systématique des mesures.
 - e. **Conclusion** : Examiner les mesures et décider si l'hypothèse était confirmée (« vraie ») ou infirmée (« fausse »), puis identifier un autre problème pour essayer de le résoudre.
3. Dire : « Aujourd'hui nous allons commencer une expérience sur la fertilité des sols. **La fertilité du sol** est la mesure de la capacité d'un sol de donner d'abondantes récoltes. »

Commencement de la réalisation de l'expérience

1. Demander : « Avec quoi est-ce que les expériences démarrent ? » Les élèves répondront : « On commence avec le **Problème** »

2. Dire : « Donc, nous avons des graines de mil et six échantillons de sols différents que vous avez ramassés. Pouvez-vous suggérer un **Problème** (sous forme de question) qui relie le mil, les sols différents et la fertilité ? »
3. Prendre les idées de la classe et en tirant des parties des réponses différentes, aider les élèves à arriver à peu près à la question suivante. (Ne donner pas directement le problème, mais essayer plutôt tirer les idées des élèves.)

Problème : Dans quel type de sol le mil se pousse-t-il le mieux ?

4. Leur dire de copier ce problème sous le titre « Problème : » dans leur cahier GLOBE.

***NB** : Chaque élève doit écrire l'expérience lui-même dans son propre cahier ainsi que chacun comprenne et apprenne bien la leçon. Cette méthode est préférable à dire à l'élève le plus doué dans chaque groupe de faire une copie pour tout le groupe. Autrement, seul l'élève qui écrira assimilera la leçon. Le Programme GLOBE veut que tous élèves comprennent mieux les sciences et deviennent plus savant, nous vous encourageons donc à adopter la technique qui favorise l'apprentissage du plus grand nombre.*

5. « Et la prochaine étape d'une expérience ? »

« Faire l'**Hypothèse** »

6. Dire aux élèves qu'on va maintenant formuler les **hypothèses**. « Qu'est-ce qu'une hypothèse ? » Si les élèves ne rappellent pas, expliquer-leur que c'est une prédiction, leur prévision du résultat de l'expérience.
7. Chaque élève doit formuler et écrire une hypothèse qui réponde au problème.

***NB** : Le professeur ne doit pas donner une réponse aux élèves. Aussi, il doit exiger que leurs hypothèses concernent seulement leurs propres prévisions. Au niveau des hypothèses, il n'y a pas une vraie réponse et donc, à ce niveau toutes les idées des élèves méritent des encouragements !*

Si les élèves ont des problèmes avec la formulation d'une hypothèse, le professeur peut les guider en expliquant que leur hypothèse peut prendre la forme suivante :

« Le sol qui vient de _____ permettra au mil de pousser mieux parce que _____ »

8. La prochaine étape est celle de l'explication de la procédure pour que les autres scientifiques puissent répéter toute l'expérience et ainsi vérifier les résultats.
9. Montrer aux élèves les matériaux qu'on a ramassés. Leur dire de créer une liste des étapes qui peut leur aider répondre aux Problème et indiquer si leurs Hypothèses ont été confirmées ou infirmées. Avec votre aide, demander aux élèves d'énumérer à peu près cette liste simple d'étapes.

***NB** : Ne pas la donner aux élèves parce que les élèves doivent réfléchir par eux-mêmes pour développer leurs cerveaux. Les faire réfléchir peut sembler un travail laborieux surtout si le professeur à l'habitude de donner les bonnes réponses aux élèves et de leur condamner s'ils ont tort. Mais, le professeur qui donne les bonnes réponses lui-même chaque fois trouvera que l'élève cessera d'essayer lui-même.*

L'élève sera paresseux si l'enseignant répondra à sa propre question. C'est un piège qui se présente aux professeurs partout dans le monde.

Les étapes de la procédure :

- a. Mettre chaque type de sol ramassé dans un des six sachets de yaourt vides ou des boîtes vides de mêmes dimensions. Ils serviront comme pots. Marquer chaque sachet de telle sorte qu'on puisse distinguer les cinq échantillons. Noter le système de marquage (tel sol correspond avec telle marque).
- b. Vérifier qu'il y a quelques trous au fond de chaque récipient pour que l'eau excédentaire puisse sortir.
- c. Semer quatre graines de mil dans chaque échantillon de sol.
- d. Les ranger dehors dans un lieu propice à la croissance des plantes et arroser-les chaque jour.
- e. Avant de les arroser, mesurer la taille de chaque plante en millimètres. Noter ces mesures sur le tableau de prélèvements. Si une plante n'a pas encore poussé du sol, noter 0 mm. Noter aussi les observations pour chaque plante comme la couleur des feuilles, la santé apparente, si la plante est morte pendant la nuit, s'il y a des insectes qui l'ont mangée... (Ces observations sont appelées les métadonnées au niveau du programme GLOBE)
- f. Faites les observations pendant deux ou trois semaines.

NB : Il sera nécessaire d'arrêter ces mesures dès qu'on commencera les mesures de décomposition pour que les élèves ne se trompent ni ne se fatiguent.

- g. Au moment où plus d'une plante ont poussé dans un échantillon de sol, désherber tout sauf que la plante avec laquelle on a commencé les mesures ou garder deux plantes en cas de mort d'une. Dans ce dernier cas, assurer que les mesures pour les deux plantes ne sont pas mélangées et que les deux plantes ne sont pas confondues avec l'un l'autre.
 - h. Continuer d'arroser et mesurer ces plantes pendant trois semaines.
10. Si vous avez le temps, dites aux élèves de copier ces étapes dans leur cahier en dessous du titre « Procédure ». Ils doivent écrire un résumé de ces étapes pour qu'ils puissent se rappeler au cours de la prochaine expérience et qu'ils puissent avoir un modèle de la méthode scientifique.
 11. Expliquer qu'ils feront cette procédure au cours de la prochaine séance.

Réalisation de la procédure de semence

GLOBE sol – Séance 5

Matériel / Préparatifs :

- Six sachets vides de yaourt ou autre sachet pouvant servir comme pots
- Six échantillons de sol ramassés
- Graines de mil
- Eau
- Règle
- Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Révision

1. Faites une petite révision de ce qu'on a accompli pendant la dernière séance.

Suivre la procédure

1. Dire à chaque groupe de prendre un sachet et de le remplir avec le sol qu'ils étaient chargés de ramasser. Puis, dites leur de semer les quatre graines et étaler les échantillons en suivant les étapes de la procédure. Ils doivent semer les graines à une profondeur appropriée – pas plus qu'un centimètre.
2. Revenir en classe et dire aux les élèves de reproduire le tableau ci-dessous.

Taille des plantes en centimètres

| Jour | Sol 1 : | Sol 2 : | Sol 3 : | Sol 4 : | Sol 5 : | Sol 6 : |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | | | | | | |
| Observations | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| Observations | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| Observations | | | | | | |

3. Dire-leur de copier ce tableau dans leur cahier sous le titre « Données et Observations »

NB : Si on le peut, trouver ou acheter une grande feuille de papier (même un sac de ciment vide découpé en trois fiches et puis réassemblé suffirait) et demander aux élèves de copier le tableau sur les sacs aussi. De cette façon on peut avoir un jeu de mesures pour la classe en addition aux tableaux personnels dans les cahiers GLOBE.

4. Mettre en marche un système de prélèvements et d'arrosage dans lequel un groupe différent part chaque jour de la semaine arroser et mesurer la taille des plantes avant de revenir en classe et rapporter les mesures aux autres élèves.

Transition

1. Demander à quelques élèves de parler de leur étape préférée depuis le début de l'expérience. Demander à chacun pourquoi il aime cette étape et d'expliquer.
2. Expliquer que la prochaine fois, ils vont retourner à la classification de sols et parler des horizons de sol qui se trouvent dans un profil.



Horizons et profils

GLOBE sol – Séance 6

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Boîte de mayonnaise vide avec bouchon
- ❑ Un peu de sol
- ❑ Eau
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Préparation d'une petite démonstration

1. Demander à un élève de venir devant la classe et de remplir la moitié d'une boîte de mayonnaise (propre et sans étiquette) avec quelques échantillons de sol mélangés.
2. Lui dire d'ajouter de l'eau jusqu'à ce que la boîte soit remplie.
3. Fermer la boîte et la bien agiter.
4. Poser la boîte sur une table où elle ne sera pas bougée et continuer la leçon en attendant le dépôt du sol.

Expliquant La structure de la terre

1. Expliquer aux élèves que le sol n'est pas uniforme si on creuse en profondeur de la Terre. Demander leur s'ils ont déjà remarqué ce phénomène dans un trou creusé ou dans un puits.
2. En creusant, on traverse les différentes couches de la terre
 - a. Définition : Chaque couche distincte de la Terre est appelée **une horizon**.
3. Expliquer qu'on ne trouve pas les mêmes horizons à tous les lieux et que la composition des horizons change à travers le globe terrestre.
 - a. Définition : Les horizons qui existent dans un lieu forment **le profil** de la terre en un lieu donné.
4. Si on observe à nouveau la boîte de sol agité maintenant, on verra un profil de quelques horizons qui sont en train de se former.
 - a. On peut aussi dessiner aussi un schéma au tableau d'un profil avec horizons à ce moment pour aider les élèves comprendre l'idée d'un profil.
5. Il est alors souhaitable que les élèves écrivent le titre de la leçon et les deux définitions ci-dessus dans leur cahier pour qu'ils soient bien situés et qu'ils comprennent les différents types d'horizons.

Présentation des horizons

NB : Parce que les élèves vont classifier les horizons eux-mêmes dans le trou d'étude dans quelques semaines, il serait intéressant qu'ils écrivent une phrase ou résumé (selon leur niveau) de chaque horizon dans leur cahier pour les aider pendant les prochaines recherches. Puis qu'il n'est pas certain que les élèves verront les horizons O ou E au Niger, on peut aussi les exclure des cahiers d'élèves.

1. **Horizon O**
 - a. Le « O » vient de mot **organique** parce qu'il contient principalement des matières organiques (feuilles mortes, restes d'insectes, etc.) qui sont en cours de décomposition.
 - b. Il se trouve à la surface du sol
 - c. Il se trouve principalement dans les zones forestières. On ne le retrouve habituellement pas dans les déserts ou zones agricoles.
2. **Horizon A**
 - a. Il porte le « A » puisqu' il s'agit de la première lettre de l'alphabet. Cet horizon constitue normalement le premier horizon du sol.
 - b. Il est nommé aussi **la couche arable** parce que c'est l'horizon que l'on cultive.
 - c. Il se compose principalement des matières minérales bien qu'il puisse contenir des matières organiques totalement décomposées.
 - d. Il a une couleur sombre.
3. **Horizon E**
 - a. Il se retrouve uniquement dans les zones forestières ou dans des conditions très humides.
 - b. Le « E » provient de terme **éluvial** signifiant que l'argile, les minéraux, et les matières organiques ont été extraits par le lessivage des eaux qui passent à travers le sol. Cet horizon n'est pas très riche.
 - c. Il a une structure fréquemment granulaire.
 - d. Il est de couleur blanche ou d'une autre couleur plus claire que celle des horizons au-dessus et au-dessous.
4. **Horizon B**
 - a. Le « B » indique que c'est généralement le deuxième principale horizon du sol. Un profil peut contenir plusieurs Horizons B, étiquetés de haut en bas : B1, B2, B3...
 - b. Il se compose de matériel parental fortement altéré par les conditions atmosphériques.
 - c. Il porte aussi le nom de **sous-sol**.
 - d. Il est aussi appelé **l'horizon d'accumulation** ou **illuvial** parce que c'est là où les matières lessivées des horizons A et E s'accumulent. Cette couche peut donc être riche en minéraux provenant des couches supérieures.
 - e. Il est souvent de couleur rougeâtre, brun-jaune, ou beige plus clair que celui d'horizon A.
5. **Horizon C**
 - a. Le « C » signifie que cet horizon est généralement la troisième couche principale dans un profil.
 - b. Il ressemble beaucoup au matériel parental sans beaucoup de changements
 - c. Il a une structure massive ou particulière.
6. **Horizon R**
 - a. Le « R » indique **la couche rocheuse** qui se trouve souvent sous le profil pédologique.
 - b. Il est possible que le sol se soit formé à partir de la roche mère ou que le matériel parental se soit déposé sur la roche mère avant que le sol ne se forme. Par exemple à la sortie d'un fleuve ou au pied d'un glacier.

NB : Aider les élèves à comprendre que l'ordre, et même l'existence, des horizons dans un profil n'est pas fixe. A cause des événements géologiques, ils peuvent être différents, absents, en ordre renversé...

Regarder l'horizon de l'argile

1. Si on retourne une autre fois à la boîte de mayonnaise, on verra une petite couche d'argile qui commence à se former en horizon au dessus des autres horizons. Si on laisse la boîte tranquille pendant 24 heures, on verra que cette couche se déposera complètement en différents horizons.

Préparation pour la prochaine séance

1. Expliquer que la prochaine fois, nous appliquerons les processus que nous avons appris pendant les dernières semaines en faisant un trou dans la cour pour servir de site d'étude.
2. Demander aux élèves de venir pour la prochaine séance avec les outils pour creuser le trou, incluant quelques pelles.



Le grand événement !

– Sortie au trou d'étude

GLOBE sol – Séance 7

(Il faut deux jours consécutifs plus peut-être une séance après pour le dépouillement)

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Les outils pour creuser
- ❑ Une bouteille de vinaigre avec un trou percé dans sa fermeture
- ❑ Un vaporisateur d'eau ou un autre moyen d'humecter le mur du trou
- ❑ Règle graduée d'un mètre ou un mètre ruban
- ❑ Un marteau
- ❑ Quelques points
- ❑ Des boîtes ou sacs qui peuvent être scellés ou bien fermés pour ramener des échantillons dans la salle de classe
- ❑ Un système de marquage pour les sacs
- ❑ Fiche de mesures de la caractérisation du sol *(suivant)*
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève
- ❑ Quelques volontaires adultes qui vous aideront à contrôler le travail et la discipline de chaque groupe pendant le temps que vous êtes dans le trou d'étude avec chaque groupe à la fois.
- ❑ Planche de couleurs pédologiques *(si elle vous manque, sautez cette étape ou garder les échantillons dans la salle en attendant l'arrivée d'un représentant GLOBE)**
- ❑ Un appareil photo *(demander chez un représentant GLOBE)**
- ❑ Les autres matériaux nécessaires pour chaque épreuve technique que vous allez faire avec vos élèves *

** matériaux optionnels*

NB : Les mesures que vos élèves prélèveront pendant cette séance seront envoyées au Programme GLOBE pour aider les scientifiques qui étudient le sol dans le Monde entier. À cette raison, on vous exige de bien contrôler le travail des élèves pendant la séance pour qu'on puisse passer des bonnes mesures au Programme GLOBE.



Premier jour

Définir le site d'étude

1. Si vous ne l'avez pas encore fait, définissez votre site d'étude en suivant les instructions « Les Étapes de la Définition du Site » dans le document « Choisir un Site d'Étude Sol » au début de ce document. Impliquer les élèves dans ce processus.
2. Pendant la caractérisation du site, remplir la fiche de mesures de la Caractérisation de Site d'Étude du Sol.



Exposition des horizons pédagogiques

1. A votre site d'étude tracer une carrée sur le sol de 1,5m au côté. Vérifier qu'un côté de la fosse sera bien éclairé par le soleil.
2. Demander aux élèves de creuser une fosse d'une profondeur d'un mètre dans la carrée que vous avez tracé.

NB : S'il est impossible de creuser un trou d'une profondeur d'un mètre, utiliser une houlette ou une pelle pour prélever un échantillon de la couche superficielle du sol (premiers 10 cm). De cette façon, vous pouvez réaliser et rapporter au GLOBE quelques mesures du sol malgré les limitations de votre lieu.

3. Demander leur d'enlever tout d'un horizon à la fois et de mettre tout l'horizon dans un seul tas. Chaque fois qu'ils arrivent à un autre horizon, dites leur de changer le tas auquel ils ajoutent les restes du sol jusqu'à il ait un tas pour chaque couche à la fin du creusage.
4. Bien sûr que ce processus prendra du temps. Faire changer les élèves travaillant souvent et commencer assez tôt pour que les élèves ne travailleront pas trop vers midi.

La préparation des cahiers des élèves

1. Pendant que des élèves sont en train de creuser le trou, les autres peuvent préparer leur cahier pour le prélèvement des mesures le lendemain.
2. Dire aux élèves d'écrire le titre « Trou d'étude : Les caractéristiques et structure de notre sol », la date, et la location de la fosse dans leur cahier.
3. Sous le titre, ils écrivent, « I. Schéma du profil de notre sol » et puis ils laisseront le reste du page vide pour recopier la schéma qu'on va construire après.
4. Sur la prochaine page, ils mettront :

II. L'étude d'horizon de mon groupe

- 1) Horizon numéro : _____
- 2) Profondeur d'horizon : _____ cm à _____ cm
- 3) Structure : _____
- 4) Couleur : _____
- 5) Consistance : _____

- 6) Texture : _____
- 7) Mesure des roches : _____
- 8) Mesure des racines : _____
- 9) Mesure des carbonates libres : _____

5. Sur les prochaines deux pages qui sont en face de l'un l'autre, les élèves traceront le tableau suivant pour rapporter les mesures de tous les horizons. Mais, comme on ne connaît pas combien des horizons sont dans le profil d'abord, ils peuvent pour le moment tracer les colonnes, les catégories, et quatre lignes pour les horizons. Après avoir creusé, ils peuvent ajouter encore des lignes si nécessaires.

III. Les horizons du profil à mon école

| Horizon numéro | Profondeur de l'horizon | Structure | Couleur | Consistance | Texture | Mesure des roches | Mesure des racines | Mesure des carbonates libres | Classification tentative de l'horizon (A, B, C, O...) |
|----------------|-------------------------|-----------|---------|-------------|---------|-------------------|--------------------|------------------------------|---|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

6. A la fin, ils écrivent sur la prochaine page :
 « **IV. Conclusion : Ce que j'ai appris** »

Préparation pour demain

- 1. Vérifier que le trou est bien creusé et marquez-le avec une corde ou un drapeau pour que les gens ne tombent pas là-dedans.
- 2. Vérifier que tous les élèves ont un cahier complet.
- 3. Vérifier que vous avez tous les nécessaires pour les prélèvements de demain.

Deuxième jour

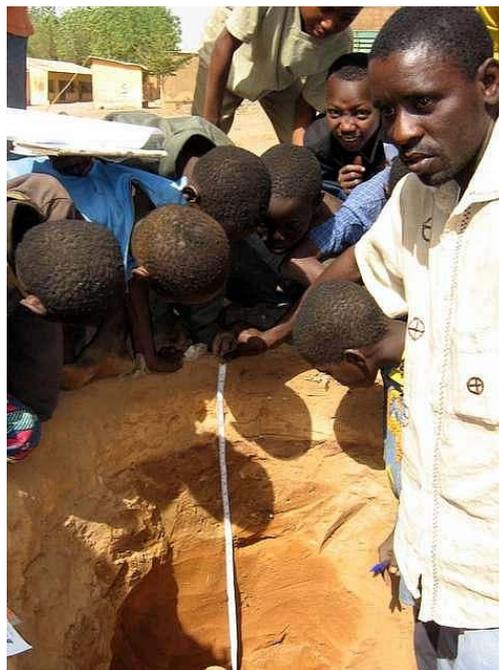
Identification et mesurage des horizons

1. Sortir au trou d'étude avec les élèves et les volontaires adultes. Pour que chaque élève puisse voir le trou et faire les études de la fosse, il sera nécessaire de prendre chaque groupe à tour de rôle autour la fosse.

- a. Bien sûr qu'on aura des problèmes avec les groupes qui attendent. Employer les volontaires d'aider pour la discipline des groupes.
- b. Dès qu'un groupe a fini de regarder dans le trou et il a un échantillon en main, il aura besoin d'un peu d'aide pour la caractérisation de leur échantillon. Installer un volontaire adulte dans la salle de classe avec la liste des instructions de la troisième leçon.

Alors qu'un ou deux groupes ont reçu un échantillon, ils peuvent rentrer dans la salle de classe avec le volontaire pour que le volontaire puisse lire les instructions de caractérisation aux élèves. Comme les élèves l'ont déjà fait une fois, ils peuvent se débrouiller même avec un adulte qui ne connaît pas le processus. (On peut attendre sur la couleur jusqu'à l'arrivée d'un représentant de Programme GLOBE.)

2. Appeler le premier groupe au trou d'étude et faire ces premières sept étapes avec eux :
 - a. Vérifier que le soleil éclaire le mur du trou qu'on regarde.
 - b. Utiliser une houe d'enlever quelques centimètres du sol pour exposer une nouvelle face d'étude.
 - c. Déterminer si le sol est sec, humide, ou mouillé. Si le profil est sec, humecter le avec un peu d'eau avec le vaporisateur d'eau pour aider distinguer les différentes parties.
 - d. Commencer d'en haut le profil et observer les caractéristiques du sol en passant vers le bas.
 - e. Regarder soigneusement le profil pour identifier ses caractéristiques comme couleur, texture, roches, formes, racines, nodules sombres (concrétions), animaux, insectes, et pistes de verres pour aider distinguer entre les horizons.
 - f. Travailler dans une ligne verticale du haut en bas, placer un point en haut et au bas de chaque horizon. Vérifier qu'il y existe un consensus de tous les élèves sur le placement de chaque point.
 - g. Mesurer la profondeur du haut et de bas de chaque horizon, en commençant à la surface comme 0 cm. Utiliser une règle d'un mètre ou un mètre ruban fixé à la surface pour réaliser ces mesures.
 - h. Noter tous ces mesures sur la fiche de mesures de la caractérisation du sol.



NB** : C'est naturel que dès qu'on a fait quelque chose une fois et qu'on le comprend bien, on a la volonté de donner toutes les réponses la prochaine fois qu'on le fait. L'enseignant dans la fosse pendant 5 ou 6 fois aura toutes les réponses en tête et il sentira une nécessité de donner tous les réponses directement à chaque groupe. **On vous exige de résister à cette tentation naturelle et d'aider les élèves à faire le travail eux-mêmes chaque fois.

3. Dès qu'un groupe a fait les mesures dans le trou, demander leur d'enlever un échantillon d'un horizon qu'on a indiqué.
4. Demander leur d'aller dans la salle de classe avec leur échantillon où un volontaire adulte peut leur lire les étapes de caractérisation du sol de la troisième séance pour que les élèves puissent remplir le formulaire qu'ils ont recopié dans leur cahiers hier « L'étude du horizon de mon groupe ».
5. Répéter ces étapes pour tous les groupes avant de continuer

***NB** : Vérifier que chaque horizon est donné au moins à un groupe. S'il y a plus des groupes que horizons, donner chaque horizon à deux groupes ou plus. Puis, on peut comparer les résultats des deux groupes pendant le rapportage des mesures pour avoir des très bons résultats.*

Photographier le profil

***NB** : Demander la présence d'un représentant GLOBE si un appareil photo vous manque*

1. Placer une règle d'un mètre sur le profil à côté des points qui indiquent les transitions entre les horizons.
2. Avec le soleil au dos et en train d'illuminer le profil, prendre une pose qui montre clairement les horizons et les nombres sur la règle.
3. Prendre une pose du paysage autour du trou.
4. Envoyer les deux photos à GLOBE via un représentant GLOBE ou par l'Internet vous-même.

Prélèvement des échantillons

1. Si on va faire les autres tests, comme pH ou on va faire une partie comme la couleur après, suivre le guide « Prélèvement des Échantillons d'Horizons » au début de la section « Séances et Activités Techniques pour Envoyer les Données au Programme GLOBE » pour emmagasiner du sol pour leur utilisation à l'avenir.

Remise de la terre dans le trou d'étude

1. Une fois que la caractérisation du profil est terminée, les élèves doivent remplacer le sol dans l'ordre renverse qu'il a été enlevé. C'est-à-dire que le sol qui a sortie en dernière position, doit être remis dans le sol d'abord pour respecter la structure du profil dans le trou.



Dépouillement en classe (le jour même ou au cours de la prochaine séance)

1. Une fois que tous les groupes ont fini et sont retournés en classe, faire un résumé oral de ce qu'on a vu de façon générale.
2. Dessiner un schéma du trou avec ses horizons au tableau. Étiqueter le schéma avec les profondeurs etc.
3. Demander aux élèves de copier ce schéma sous le titre qu'ils ont déjà écrit dans leur cahier.
4. Dessiner au tableau un grand tableau de mesures comme les élèves ont déjà dans leur cahier.
5. Demander à chaque groupe de rapporter les mesures pour l'horizon qu'ils ont étudié et en même temps insérer leurs mesures dans le tableau.
6. Dire aux élèves de mettre les mesures dans le tableau qu'ils ont tracé dans leur cahier en même temps qu'on les inscrit au tableau.
7. Demander aux élèves de répondre aux questions suivantes pour les aider à voir les différences entre les différentes couches :
 - a. À votre avis : d'où viennent ces différentes couches ?
 - b. Quelle couche a plus de racines ?
 - de roches ?
 - de trous d'animaux ?
 - d'insectes ?
 - c. Quel horizon est le plus sombre ? Lequel est le moins ?
 - d. Est-ce que il y existe des ressemblances entre deux ou plusieurs horizons ? Quelles sont-elles ?
 - e. Essayer de classer chaque horizon en lisant les descriptions de chaque type d'horizon de la séance des horizons et profils. Aider les élèves à classer chaque horizon qu'ils ont vus dans le profil. Ajouter ces classifications au tableau et demander aux élèves de les copier.
8. Demander aux élèves d'écrire une conclusion d'un paragraphe sous le titre « Ce que j'ai appris » qui est déjà écrit dans leur cahier GLOBE.
9. Féliciter les élèves sur le travail bien fait et les libérer.
10. Recopier soigneusement toutes les mesures du tableau sur la fiche de mesures de la caractérisation du sol pour les remettre au GLOBE par un représentant ou vous-même par l'Internet à www.globe.gov avec votre ID et mot de passe personnel.

Préparation pour la prochaine expérience

1. Expliquer aux élèves que la prochaine fois ils analyseront les mesures qu'ils sont en train de prendre pour l'expérience sur la semence de mil. Donc, ils doivent venir avec leurs mesures qualitatives et mesures quantitatives.

Fiche de mesures de la caractérisation du sol

Date de caractérisation : _____ Heure locale de caractérisation : _____ Temps universel : _____

Site d'étude : SES- _____ Méthode (Cocher un) : Trou Vrille Vers la surface

| Horizon No. | Profondeur du haut (cm) | Profondeur du bas (cm) | Structure (granulaire, polyédrique, feuilletée, prismatique, colonnaire, particulaire, compacte) | Couleur Primaire (code du livre ou description) | Couleur Secondaire (code du livre ou description) | Consistance (lâche, friable, ferme, extrêmement ferme) | Texture (sable, limon, argile, etc.) | Roches (aucune, peu, beaucoup) | Racines (aucune, peu, beaucoup) | Carbonates Libres (aucune, peu, beaucoup) |
|-------------|-------------------------|------------------------|--|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Retour à l'expérience de semence

GLOBE sol – Séance 8

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Données des tailles de plantes de chaque groupe
- ❑ Règle de un mètre
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Présentation des mesures

1. Fixer la fiche de relevé de tailles des plantes sur le tableau ou recopier les mesures au tableau pour que tous les élèves puissent les voir.

Faire le graphique des mesures

1. Mettre les axes d'un grand graphique sur le tableau.
2. Demander aux élèves de donner les titres de chaque axe du tableau de mesures.
Essayer de ne pas aider les élèves et les inciter à réfléchir par eux-mêmes.
3. Mettre les échelles sur les axes (axe horizontal : nombre de jours ; axe vertical : taille plantes en centimètres).
4. Demander aux élèves de venir au tableau mettre les mesures sur le graphique. Faire compléter une seule plante à la fois et employer une couleur de craie différente pour chaque type de sol.
5. Demander aux élèves de faire une légende des couleurs correspondantes à chacune des plantes.

NB : On peut également demander aux élèves de faire le graphique dans leur cahier avant de le faire sur le tableau pour permettre à chaque élève de pratiquer la création de graphiques

Dépouillement du graphique et de l'expérience

1. Poser les questions suivantes aux élèves et ajouter de vos propres questions pour les aider à comprendre le graphique et l'expérience.
 - a. Quelle plante a le plus grandi ? Dans quel sol a-t-elle été plantée ?
 - b. Quelle plante a le moins grandi ? Dans quel sol a-t-elle été plantée ?
 - c. Quelle ligne sur le graphique présente la pente la plus prononcée ?
 - d. La plus lente ?
 - e. Une pente rapide (de la courbe de croissance d'une plante) indique quel type de croissance ?
 - f. Une pente légère indique quel type de croissance ?
 - g. Est-ce que toutes les plantes ont commencé à pousser à la même vitesse ?
 - h. Est-ce qu'il y a un moment sur le graphique pendant les deux semaines où des plantes ont connu un ralentissement de croissance ?
 - i. Pouvez-vous suggérer une raison pour laquelle des plantes ont arrêté de bien pousser ?

- j. En regardant la taille et la croissance de chaque plante, placer les sols en ordre de meilleur au plus mauvais pour la croissance du mil.
 - k. Quel sol avez-vous dans vos champs ?
 - l. D'autres questions...
2. Expliquer aux élèves que des différentes plantes sont bien adaptées à divers sols. Le fait que le mil pousse bien dans les sols sableux n'indique pas que toutes plantes poussent bien dans ce sol. Par exemple les tomates préfèrent le sol très riche du jardin.
 3. Expliquer aussi que le contenu de tous sols n'est pas le même. Certains sols sont plus riches par rapport aux autres en termes des minéraux dont les plantes ont besoin pour bien grandir.
 - a. Surtout, l'azote et le phosphore sont des minéraux très importants mais se retrouvent en quantité insuffisante dans plusieurs sols.
 - b. Pour améliorer ce manque, les cultivateurs utilisent dans leurs champs des plantes qui aident la création d'azote dans le sol comme le moringa et d'haricots.
 - c. Ils utilisent aussi les engrais.

Écrire une conclusion

1. Sous le titre « Conclusion » demander aux élèves d'écrire quelques phrases dans leur cahier GLOBE sur ce que l'expérience leur a montré et si leur propre hypothèse était confirmée (avait raison) ou infirmée (n'avait pas raison).

Préparation pour la prochaine séance

1. Organiser les élèves pour qu'au début de la prochaine classe vous ayez :
 - Six boîtes en verre de mêmes dimensions (boîtes de mayonnaise par exemple)
 - Matières organiques comme les restes des végétaux de la cuisson de quelques familles
 - Assez de sol pour remplir les six boîtes

Le sol : grand décomposeur

GLOBE sol – Séance 9

Matériel / Préparatifs :

- ❑ 6 boîtes de mayonnaise moyennes de mêmes dimensions avec bouchons
- ❑ Eau pour arroser les échantillons
- ❑ Déchets végétaux (de la cuisine) bien découpés en morceaux
- ❑ Assez de sol de même type pour remplir les boîtes
- ❑ 2 sachets vides de yaourt liquide ou sachets en plastique noir
- ❑ Système d'étiquetage de boîtes (en feutre sur le bouchon ou les étiquettes en papier collé aux boîtes avec du scotch)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

1. Expliquer aux élèves qu'on va réaliser le début d'une expérience sur la décomposition des matières organiques.
2. Leur dire de sortir leur cahier GLOBE et d'écrire le titre « Une expérience sur la décomposition »
3. Puis, leur dire d'écrire le problème de l'expérience sous son titre dans le cahier :

Problème : Quelles sont les quantités de l'eau et soleil les plus favorables pour la décomposition des matières organiques dans un sol ?

4. Demander aux élèves à ce moment de formuler chacun une hypothèse pour le problème de cette expérience.
 - a. Les élèves écriront une hypothèse sur ces six conditions : laquelle produira le plus de décomposition ? Les élèves doivent fournir une justification pour leur prévision (raisonnement).
 - b. Les six conditions que nous allons tester :
 - Sol sec et ensoleillé
 - Sol humide et ensoleillé
 - Sol mouillé et ensoleillé
 - Sol sec et ombragé
 - Sol humide et ombragé
 - Sol mouillé et ombragé
5. Donner aux élèves un peu de temps pour travailler eux-mêmes. Si on voit qu'ils ont de la difficulté, leur suggérer la formule suivante pour les guider :

« Je pense que les déchets végétaux dans la boîte _____ (citer une condition parmi les six), seront mieux décomposés par rapport aux tous les autres parce que _____ . »

***NB :** Rappeler que le professeur ne doit pas donner une réponse aux élèves. Aussi, il doit s'assurer que leur hypothèse ne soit que leur propre prévision. Au moment des*

hypothèses, il n'y a pas encore de vraie réponse donc, toutes les idées des élèves méritent les encouragements !

6. Passer maintenant à la création de la procédure avec les élèves. Au lieu de la leur donner directement, montrer leur les matériaux et tirer les idées de comment on poursuivra pour vérifier l'hypothèse et trouver une réponse au problème.
7. Avec la manipulation des idées des élèves, tenter d'arriver à peu près aux étapes suivantes. Les mots peuvent être un peu différents, mais il faut respecter l'idée de toutes les étapes.

Procédure :

- a. Étiqueter les six boîtes portant chacune l'une des six conditions que l'on teste : sec et ensoleillé, humide et ensoleillé, mouillé et ensoleillé, sec et ombragé, humide et ombragé, et mouillé et ombragé.
- b. Mettre environ 10 cm de sol sec dans chaque boîte
- c. Mettre environ 3 cm de déchets végétaux dans chaque boîte
- d. Mettre 3 bandes de plastique d'environ 1 cm par 3 cm dans chaque boîte
- e. Bien mélanger le contenu de chaque boîte
- f. Verser l'eau dans les deux boîtes marquées « mouillé » jusqu'à ce que la surface du mélange soit couverte d'eau.
- g. Verser un peu d'eau dans les deux boîtes marquées « humide » jusqu'à ce que le mélange soit humide mais il faut essayer d'éviter d'arriver à un moment où on voit de l'eau en excès qui se dépose au fond de la boîte. Bien mélanger le contenu de chaque boîte.
- h. Laisser sec, le contenu des deux boîtes marquées « sec ».
- i. Fermer toutes les six boîtes, mais percer six fois chaque fermeture avec une pointe pour permettre à l'air de circuler.
- j. Faire installer les trois boîtes marquées « ensoleillé » dans la cour de l'école là où elles seront en sécurité et éclairées par les rayons solaires pendant toute la journée. Il est acceptable de faire rentrer ces boîtes à la fin des horaires scolaires, mais il ne faut pas oublier de les sortir très tôt le lendemain.
- k. Faire installer les trois boîtes marquées « ombré » dans la salle de classe loin des rayons solaires directs.
- l. Tous les deux jours, arroser le sol des boîtes « mouillé » et « humide » répétant ainsi les étapes e à h.

NB : Pendant la saison chaude, il pourrait être nécessaire d'arroser les boîtes tous les jours.

- m. Examiner les boîtes au même moment qu'on les arrose. Noter les changements d'humidité du sol et l'état de décomposition des matières végétales et plastiques.
 - n. Faire l'arrosage et les observations pendant au moins deux semaines.
8. Pour que tous les élèves puissent participer, donner à chaque groupe l'une des six boîtes pour qu'ils s'en occupent. Ils seront responsables des observations et de l'entretien de leur boîte pendant toutes les deux semaines.
 9. Si vous avez du temps, demander aux élèves de préparer les boîtes et de commencer l'expérience, sinon attendre la prochaine séance.

Le sol : grand décomposeur (suite)

GLOBE sol – Séance 10

Matériel / Préparatifs :

- ❑ 6 boîtes de mayonnaise moyennes de mêmes dimensions avec bouchons
- ❑ Eau pour arroser les échantillons
- ❑ Déchets végétaux de la cuisine bien découpés en morceaux
- ❑ Assez de sol du même type pour remplir les boîtes
- ❑ 2 sachets vides de yaourt liquide ou sachets en plastique noir
- ❑ Système d'étiquetage de boîtes (en feutre sur le bouchon ou les étiquettes en papier collé aux boîtes avec du scotch)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

1. Faire une petite révision de ce qu'on a accompli pendant la dernière séance.
2. Demander aux élèves de préparer les boîtes et de commencer l'expérience.
3. Dès que toutes les boîtes sont placées aux lieux prescrits chacune, retourner à l'expérience écrite avec les élèves au niveau des mesures.
4. Dire à chaque élève de copier le tableau suivant dans leur cahier GLOBE sous le titre « Données » et expliquer qu'ils utiliseront ce tableau pour le prélèvement des mesures de leur boîte pendant les deux prochaines semaines.

Conditions de ma boîte : _____ et _____

| Jour | Observations de l'humidité | État des bandes plastiques | État des matières végétales |
|------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | | | |
| 3 | | | |
| 5 | | | |
| 7 | | | |
| 9 | | | |
| 11 | | | |
| 13 | | | |
| 15 | | | |

5. Si on a les moyens, payer quelques sacs de ciment vides et les découper pour que vous ayez une assez grande feuille pour chaque groupe. Les distribuer et demander aux groupes d'y reproduire leur tableau. Accrocher les tableaux dans la salle de classe et dire aux élèves de mettre leurs mesures également sur ceux-ci chaque deux jours. Cet acte facilitera beaucoup le dépouillement de l'expérience dans quelques semaines.

NB : Bien que les élèves soient chargés du prélèvement des mesures, l'enseignant doit en faire le contrôle des observations des élèves à chaque séance. L'enseignant doit aussi faire ses propres observations pour vérifier le travail des élèves et assurer une certaine sauvegarde en cas de perte des mesures par des élèves.

Préparation pour la prochaine séance

1. Expliquer aux élèves que nous apprendrons au sujet de l'érosion pendant la prochaine leçon. Leur dire de venir pour cette séance avec une définition de l'érosion.

Investigation sur l'érosion

GLOBE sol – Séance 11

***NB** : Cette séance est la même que la neuvième séance du Protocole arbres et bois chez nous. Si on n'a pas fait la séance sur l'érosion avec les élèves qui travaillent présentement avec vous, faire celui maintenant comme une partie du protocole sol.*

Matériel / Préparatifs :

- ❑ 2 cartons des mêmes dimensions, idéalement avec des hauteurs d'environ 8 à 12 cm
- ❑ Bouilloire en plastique
- ❑ Eau pour remplir la bouilloire (*divisée en deux parts égales*)
- ❑ 2 boîtes de mayonnaise vide (*de mêmes dimensions*) ou 2 bocaux gradués
- ❑ 2 petites briques ou roches pour élever un côté de chaque carton à peu près de 10 cm
- ❑ Matériaux végétaux comme les feuilles, paille et herbes secs
- ❑ 10 petits bâtonnets de bois
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève



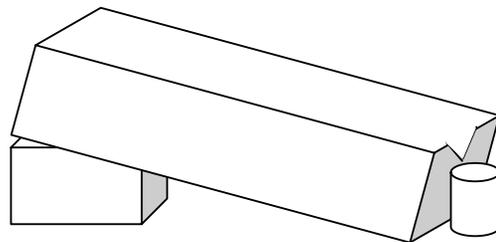
Déroulement :

Le problème

1. « Qu'est-ce que l'érosion ? » **L'érosion** est la perte de sol causée par l'action de l'eau, du vent, ou d'autres forces naturelles.
2. Expliquer qu'on essaiera de répondre au problème (la question) : « Quel est le rôle des arbres et plantes au niveau de l'érosion ? ». Dire aux élèves de recopier cette question dans leur cahier sous le titre « Le problème de cette expérience : »
3. Dire qu'on va construire deux cartons pour faire une expérience qui répondra à la question.
4. Expliquer qu'un des cartons représentera la terre sans arbre ni plante et l'autre, la terre avec des arbres et des plantes.

Construction des deux cartons

1. Aller dehors avec les deux cartons.
2. Couper un « v » dans un côté de chaque carton (*voir le dessin à droite*).
3. Remplir un des deux cartons avec de la terre juste au dessus du fond du « v ».
4. Le damer assez compact en forme de vallée tel que le dessous de la vallée se trouve au dessus du fond du « v ».
5. Remplir l'autre carton avec de la terre et damer-le de même façon que l'autre. Puis, couvrir celui-ci avec un mélange de bois, des feuilles, de paille, d'herbes, etc. Fixer vers une dizaine de petits bâtons debout dans le sol ainsi créé pour tenir le mélange en place.



6. Revenir dans la salle de classe avec les deux cartons remplis.
7. Mettre les deux cartons sur une table devant la classe. Placer chaque carton, soutenu par une brique au même angle (entre 30 et 45 degrés). Les côtés présentant les trous en « v » doivent être vers le bas (*voir dessin*).

Faire les hypothèses

1. Dire aux élèves, qu'on va maintenant formuler **les hypothèses**.
 - Qu'est-ce qu'une « hypothèse » ?
 - Si les élèves ne savent pas, expliquer que c'est une prédiction ou la prévision du résultat d'expérience.
 - Expliquer que tous bons scientifiques font une hypothèse avant de réaliser une expérience.
 - Expliquer qu'il y a une vraie ou fausse hypothèse. Ils sont seulement des prédictions.
2. C'est une des cinq étapes pour réaliser une expérience. Les cinq étapes sont:
 1. **Décrire le problème**
 2. **Faire une hypothèse**
 3. **Expliquer le procédure**
 4. **Prendre les données pendant le déroulement d'expérience**
 5. **Tirer une conclusion.**
3. Dire que chaque élève doit formuler et écrire une hypothèse qui répond à la question suivante : « Si on verse l'eau dans chaque carton et on recueille la décharge qui sort à l'extérieur du carton par le trou, quelles seront les différences de quantités d'eau et de sol qui sortiront de chaque carton ? »
4. **Attention** : Le professeur ne doit pas donner aux élèves une réponse. Aussi, il doit exiger que leurs hypothèses soient seulement leurs propres prévisions et **qu'il n'y a pas encore de vraie réponse à ce stade. Toutes réponses sont valables !** Le professeur, sans donner une réponse, peut les guider en expliquant que leurs hypothèses peuvent suivre la forme suivante :

« La quantité de sol qui sort du carton de terre nue sera _____ (moins que/plus que/égale à) ce qui sort du carton de terre couverte parce que _____ »
5. Choisir au moins 5 élèves pour partager leur hypothèse avec la classe. (*Rappelez-vous que toutes les réponses sont valables et méritent des encouragements.*)

Faire l'expérience

1. Remplir la bouilloire jusqu'à la moitié.
2. Verser l'eau au dessus d'un des cartons. En versant, garder l'ouverture de la bouilloire vers le sol au haut de la boîte d'érosion.
3. Avec la boîte de mayonnaise vide ou bocal gradué, recueillir l'effluent qui sort du carton par le trou en « v ».
4. Laisser la boîte ou bocal gradué pour quelques minutes. (Le sol va se poser au fond.)
5. Répéter les étapes 1 à 4 pour l'autre carton.
6. En attendant que les sols décantent, dire aux élèves de copier le tableau qui suit dans leur cahier au dessous de l'hypothèse et sous le titre « Données »:

Quantité d'eau (cm ou mL) Quantité de sol (cm ou mL)

| | | |
|-------------------|--|--|
| Sans Arbre | | |
| Avec Arbre | | |

7. Après la décantation du sol, dire à un élève de mesurer la quantité de sol et d'eau qui a sorti du carton avec une règle en cm ou avec l'échelle sur le bocal gradué en mL.
8. Dire aux élèves de remplir leur tableau avec ces mesures.

Conclusion

1. Demander aux élèves d'écrire deux phrases au sujet de ce qui s'est passé en dessous du titre « Observations ». Demander aux élèves de partager leurs observations et les guider à l'idée que le carton contenant les arbres et les plantes a mieux retenu le sol et l'eau que celui contenant le sol nu.
2. Demander aux élèves : « Si les arbres et les plantes n'étaient pas là pour tenir le sol dans notre pays, que se passerait-il ? »
 - Ils doivent répondre que le sol sera perdu en grande quantité.
3. Si le sol était perdu, que se passerait-il ?
 - Ils doivent répondre qu'il serait difficile de cultiver la terre, etc.
4. Si le sol ne retenait pas l'eau, que se passerait-il ?
 - Il serait difficile de cultiver la terre, de garder le terrain vert, on aurait une perte de sol par le vent, etc.
5. Quelles seraient les conséquences si la terre devenait difficile à cultiver ?
 - Nous aurons faim.
6. Quelles sont les conséquences d'avoir beaucoup de sol dans l'eau ?
 - Mort des poissons, remplissage des barrages, etc.
7. Demander aux élèves d'écrire un petit résumé de l'expérience dans leur cahier sous le titre « Conclusion », incluant une confirmation ou une infirmation de leur hypothèse par l'expérimentation.

Retour à l'expérience de décomposition

GLOBE sol – Séance 12

NB : À faire au moins deux semaines après la construction des boîtes.

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Tableaux de données
- ❑ Six boîtes d'étude
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Déroulement :

Rapportage des données

1. Accrocher les grands tableaux de données des élèves devant la classe. Si on n'a pas fait de grands tableaux, tracer en un au tableau puis demander à chaque groupe de venir y recopier leurs mesures pour que tout le monde puisse les voir.

Présentation des données

1. Demander qu'un représentant de chaque groupe présente leurs données aux autres.

Faire un dépouillement des données

1. Commencer le dépouillement en demandant : « En regardant les données sur le tableau, dans quelle boîte la décomposition des plastiques a été plus prononcée ? »
 - Les élèves répondront : « On observe la décomposition de plastique dans aucune des boîtes. »
 - Guider les élèves à la conclusion que les plastiques ne se décomposent pas (ou ils se décomposent très lentement au cours de centaines d'années) et que les sachets et autres plastiques nous amènent un grand problème qui ne disparaît pas. Expliquer qu'à cause de ce problème il y a des pays qui ont interdit la vente des sachets et que d'autres ajoutent une taxe de 200 CFA sur chaque sachet pour en limiter la consommation.
2. « Dans quelle boîte la décomposition des matières végétales a été la plus prononcée ? »
3. « Dans ce cas, quelles sont les conditions qui favorisent la décomposition ? »
4. « Dans quelle boîte la décomposition des matières végétales a été la moins prononcée ? »
5. « Dans ce cas, quelles sont les conditions qui défavorisent la décomposition ? »
6. Demander aux élèves de regarder les données et mettre les boîtes en ordre croissant de vitesse de décomposition.
7. « En regardant l'ordre des boîtes, croyez-vous que c'est l'ombre ou l'eau qui a eu le plus d'effets sur la décomposition ? »

8. Ajouter d'autres questions pour continuer l'analyse des données par les élèves. Ce processus est nécessaire à l'apprentissage.

Tirage de conclusions par les élèves

1. Demander aux élèves « Après la prise des données et leurs analyses, quelle est la prochaine étape dans le déroulement d'une expérience ? »
 - Les élèves répondront : « Faire une conclusion »
2. Demander aux élèves d'écrire une conclusion de quelques phrases sous le titre « Conclusion » dans leur cahier. Celle-ci doit expliquer ce que l'expérience a montré et d'expliquer si leur hypothèse est confirmée (avait raison) ou infirmée (n'avait pas raison) par l'expérience.

Prévoir une prochaine expérience

1. Expliquer aux élèves qu'une partie importante du processus scientifique est de formuler un nouveau problème à partir des résultats de l'expérience.
2. Demander aux élèves de générer de nouveaux problèmes que l'on peut tester dans une expérience qui est basée sur les résultats de l'expérience précédente.
3. Après quelques temps, suggérer que la température peut aussi jouer un rôle sur la décomposition des matières organiques.
4. Demander aux élèves de créer un problème à tester sur la température.
5. Puis, leur demander d'élaborer une expérience sur le problème.
6. Après avoir compléter ce processus, on peut leur dire que la basse température ralentit la décomposition, et qu'il faut donc une température assez élevée pour une décomposition rapide.

Compostage : Application de ce qu'on a appris

NB : L'étape suivante constitue une application optionnelle. Mais, elle peut par ailleurs servir l'école grâce à l'application des notions scientifiques que les élèves viennent d'apprendre et ce, même si on ne pense pas qu'on réalisera un trou de compostage dans la cour de l'école.

NB : On peut utiliser cette leçon pour débiter un jardin d'école ou une pépinière où l'on aura besoin d'un bon sol.

1. Définition : **Le compost** est composé des matières organiques bien décomposées et riches en minéraux dont les plantes vivantes ont besoin. L'utilisation de compost enrichie donc le sol et facilite la croissance des plantes.
2. « Si on veut faire du compostage dans nos jardins pour qu'ils produisent bien, quelles conditions faut-il pour bien décomposer les matières organiques ? »
 - Réponse : l'humidité, la chaleur et l'ombre (dans le tas de compost)
3. « Quel groupe de déchets est-ce qu'on peut mettre dans un tas de compost ? »
 - Réponse : seulement les déchets organiques comme les déchets de cuisine, le fumier des animaux, les plantes mortes, les déchets de la récolte, etc.
4. Expliquer que pour favoriser une décomposition rapide, un tas de compost doit comprendre trois choses :
 - Des feuilles sèches pour permettre la bonne aération du tas
 - Des déchets organiques frais à décomposer pour enrichir le compost (y compris les déchets de cuisine et le fumier des animaux)

- Du sol pour que les bactéries de la terre puissent entrer rapidement dans le tas de compost et bien décomposer les matières organiques.
5. Donner les étapes suivantes sur la construction d'un tas de compost aux élèves
- a. Choisir un endroit qui mesure environ 1,5m sur 1,5m.
 - b. Creuser un trou de mêmes dimensions jusqu'à une profondeur de 15 cm.
 - c. Déposer une couche de feuilles sèches dans le trou à une profondeur de 10 cm.
 - d. Puis, déposer une couche de déchets organiques frais à une profondeur de 5 cm sur les feuilles.
 - e. Puis, déposer une couche de terre sur les déchets organiques à une profondeur de 3 cm.
 - f. Arroser les couches pour les humecter.
 - g. Répéter les étapes 3 à 6 jusqu'à ce que les matières disponibles soient décomposées. On peut continuer d'augmenter le tas pendant tout l'année jusqu'à ce qu'il devienne assez grand.
 - h. Continuer d'arroser le tas une ou deux fois par semaine.
 - i. Après quelques mois, vérifier l'état des matières organiques dans le tas. Si elles sont décomposées, mélanger le compost au sol de votre jardin juste avant de semer. Si elles ne sont pas encore décomposées, mélanger un peu le contenu du tas chaque mois et continuer de l'arroser jusqu'à ce que le compost soit bien décomposé.

NB : Un tas de compost qui se décompose bien sent un peu chaud à la touchée parce que les bactéries produisent de l'énergie thermique pendant leur consommation du tas.

Questions de révision

1. Qu'est-ce que vous pouvez mettre dans le trou de compostage de votre jardin ?
 - Toutes matières organiques : déchets végétaux, fumier, papier non plastifié, feuilles mortes, tiges de plantes...
2. Qu'est-ce que vous devriez éviter de mettre dans le trou de compostage ?
 - Toutes matières inorganiques : sachets, plastiques, fer...
 - Le trou de compostage n'est pas un tas d'ordures !
3. D'autres questions sur le processus ou l'importance de faire du compost...

Jeu de révision : « Jeopardy in Reverse » (Questionnaire en table)

GLOBE sol – Séance 13

Matériel / Préparatifs :

- Cahiers GLOBE
- Catégories et listes des questions au-dessous
- Instruments ou images sur lesquels vous aller poser une question.

Déroulement:

NB : Ce jeu de révision est très accessible pour les élèves et il peut être employé pour n'importe quel sujet grâce à la création de catégories et de questions appropriées.

1. Copier la table suivante au tableau en variant les catégories si nécessaire.

| Horizons et profils | Caractérisation du sol | Décomposition et compostage | Thermomètres | Expériences | Érosion |
|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

2. Diviser les élèves en deux, trois ou quatre équipes et mettre un tableau d'affichage du pointage avec le nom de chacun des équipes.
3. Donner à chaque équipe une crécelle différente qu'ils utiliseront pour indiquer qu'ils veulent répondre à la question posée.
4. Demander à une équipe de choisir une catégorie et le numéro de points le plus bas dans cette colonne. Exemple : « Caractérisation du sol pour cent points »
5. Lire aux élèves la question qui correspond à cette case. Par exemple « De sa définition, le diamètre minimum d'une roche peut être combien des millimètres ? » (Les questions deviendront plus difficiles avec l'augmentation de la valeur des points)
6. Toute équipe qui pense connaître la réponse doit faire un bruit avec leur crécelle pour signaler qu'elle veut répondre. La première équipe qui fait un bruit a droit de répondre en priorité.
7. Si l'équipe donne une bonne réponse, elle gagne les points pour la question (100 points dans cet exemple). Pénalité optionnelle : Si elle n'a pas trouvé la bonne réponse, les autres équipes peuvent alors répondre à la question encore en sonnante avec leur crécelle.
8. Dès qu'une question est posée, effacer ses points du tableau pour indiquer que cette question a été déjà posée.
9. L'équipe qui répond correctement a le droit de choisir la prochaine catégorie et la valeur des points.
10. Continuer jusqu'à ce que toutes les cases soient vides.

11. Il restera alors, une dernière question pour la finale. Pour cette question, chaque équipe doit parier n'importe quel nombre de leurs points sur leur réponse. Leur demander d'écrire le nombre de points qu'elles parient sur un bout de papier et de vous remettre le papier.
12. Poser la question aux équipes et les demander d'écrire leur réponse sur un bout de papier et les ramasser.
13. Finalement, vérifier les réponses écrites. Si elles répondent correctement elles peuvent ajouter ce nombre de points pariés à leur total. Si elles n'ont pas trouvé la bonne réponse, elles les enlèvent de leur total.
14. L'équipe gagnante est celle qui a le plus de points à la fin.

Questions pour le protocole sol

NB : Ajouter, Soustraire ou Modifier ces catégories et ces questions au besoin

Catégorie: Horizons et profils

- 100: Pourquoi l'Horizon « A » porte-t-il ce nom? (Parce que c'est normalement le premier horizon dans un profil)
- 200: Définir le mot "horizon." (Un horizon est une couche de sol distincte dans la terre (dans un profil) en dessous de nos pieds)
- 300: Que signifie le "R" dans le nom "Horizon R" ? (Roche)
- 400: Le « sous-sol » porte aussi quelques autres noms. Donner un de ces autres noms. (Horizon B, Horizon d'accumulation ou Horizon illuvial)
- 500: Donner l'ordre des horizons qu'on voit normalement dans un profil de haut en bas. ([O], A, [E], B, C, R)

Catégorie: Caractérisation de sol

- 100: De sa définition, le diamètre minimum d'une roche peut être combien des millimètres ? (2 mm)
- 200: Qu'est-ce qu'un ped ? (L'unité naturelle d'un sol)
- 300: Nommer les trois textures de base du sol. (Sable, argile, limon)
- 400: Leger, friable, dur, et extrêmement dur sont toutes les descriptions de quel caractéristique du sol ? (Consistance du sol)
- 500: Citer quatre des sept épreuves de caractérisation de sol GLOBE. (Structure, texture, couleur, consistance, nombre des roches, présence des racines, présence des carbonates libres)

Catégorie: Décomposition et compostage

- 100: Qu'est-ce qui se passe lorsque quelque chose se décompose ? (Il se dégrade ou il est dégradé par les bactéries du sol)
- 200: Pourquoi est-il important de faire un tas de compost? (Le compost est utilisé pour enrichir le sol)
- 300: Donner les deux conditions que nous avons testées dans l'expérience sur la décomposition. (Quantité d'eau et quantité de lumière)
- 400: Quelles sont les trois couches qui composent un tas de compost ? (Sol, feuilles sèches et déchets organiques)
- 500: Donner une bonne définition pour le mot compost. (Le compost est la matière organique bien décomposé et riche en minéraux nécessaire aux plantes)

Catégorie : Thermomètres et température (si applicable)

- 100: Quelle unité de mesure avons-nous utilisé lors de la prise de température à l'aide de thermomètres ? (Le degrés Celsius)
- 200: À quelle fréquence avons-nous pris la température du sol ? (Au moins une fois par semaine)
- 300: Combien de fois est-ce que nous devons prélever la température chaque fois que nous sortons pour prendre la température du sol ? (Au moins deux fois)
- 400: Pourquoi utilisons-nous une manche avec le thermomètre de sol lorsque nous mesurons la température du sol ? (Pour s'assurer que nous prenons la température à la bonne profondeur)
- 500: Citer trois choses sur lesquelles la température du sol a une influence. (Le moment de fleuraison et la vitesse de croissance des plantes, la vitesse et le rythme de la vie animale dans le sol, le taux de décomposition dans le sol, la quantité d'eau dans le sol, la formation de latérite, les emplois scientifiques, etc.)

Catégorie : Expériences

- 100: Quand une scientifique fait une prévision du résultat d'une expérience, qu'est-ce qu'elle est en train de créer ? (une hypothèse)
- 200: Quel était le problème de l'expérience sur le mil que nous avons réalisée ? (Le mil se pousse mieux dans quel type de sol ?)
- 300: Vrai ou Faux : Il y a toujours une vraie réponse pendant la création d'une hypothèse. (Faux : une hypothèse est une prévision, elle n'est pas une réponse fixe)
- 400: Qu'est-ce qu'on met dans la conclusion d'une expérience ? (Un sommaire de ce qui est démontré par l'expérience et une phrase qui indique si l'hypothèse est confirmée ou infirmée)
- 500: Citer trois des six conditions que nous avons testés pendant l'expérience sur la décomposition. (Sol sec et ensoleillé, Sol humide et ensoleillé, Sol mouillé et ensoleillé, Sol sec et ombragé, Sol humide et ombragé, et Sol mouillé et ombragé)

Catégorie: Érosion

- 100: Qu'est-ce que l'érosion? (L'érosion est la perte de sol par l'action de l'eau, du vent, ou d'une autre force naturelle)
- 200: Qu'est-ce qui ralentit l'érosion dans notre deuxième boîte ? (L'addition de la matière organique)
- 300: Pourquoi est-ce que l'érosion n'est pas bonne pour les plantes et champs ? (L'érosion enlève le sol riche dont les plantes ont besoin pour bien pousser)
- 400: Citer un effet nuisible de l'érosion sur les sources d'eau. (La mort de poissons, l'ensablement de barrages, l'obstruction des pompes...)
- 500: Réciter votre hypothèse de l'expérience sur l'érosion et dire si elle a été confirmée ou infirmée.

Catégorie : Question pour la finale

- Question : Nommer les cinq étapes qu'on doit faire lorsqu'on fait une expérience. (Le problème, l'hypothèse, la procédure, la prise de mesures, et la conclusion)

Les séances et activités techniques du sol pour envoyer les mesures au programme GLOBE

NB : Ces protocoles exigent des appareils (de plus chers au moins chers).

*NB : La plupart de ces protocoles sont écrits pour un niveau secondaire.
On peut les employer au niveau primaire, mais on devra les modifier et simplifier au
préalable.*

Prélèvement des échantillons de sol

Protocoles scientifiques de sol – Séance 1

On utilise ces étapes pour enlever des échantillons du trou d'étude et les utiliser par la suite pour les autres protocoles.

Matériel / Préparatifs :

Un outil pour creuser

- Des sachets pour couvrir les mains
- Des sachets ou des récipients qui peuvent être scellés
- Système de marquage
- Des feuilles de papier
- Tamis avec un grillage dont les trous mesurent 2 mm (grillage No. 10)*

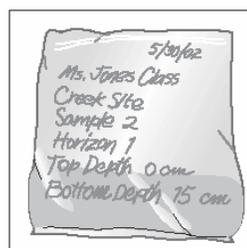
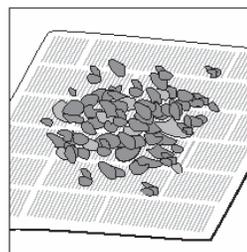
* matériel optionnel

Déroulement :

1. Enlever un assez grand échantillon de sol de chaque horizon.
Éviter de toucher le sol pour ne pas le contaminer par les acides de mains (surtout si on prend le pH de sol).
2. Mettre chaque échantillon dans un sachet.
3. Marquer chaque sachet pour que les échantillons soient identifiables.
4. Passer avec les échantillons dans la salle de classe.
5. Étaler chaque échantillon sur une feuille de papier pour sécher.
6. Le lendemain, placer le tamis sur une feuille de papier et mettre un échantillon du sol dedans. Mettre des sachets sur vos mains pour que vous ne touchiez pas le sol directement et aider le sol passer à travers le grillage. Ne forcer pas le sol pour ne pas agrandir les trous du grillage et éviter le passage des roches.

***NB :** Si aucun tamis n'est disponible, en s'assurant de toujours porter les gants et enlever les roches (et tous autres objets portant un diamètre plus que 2 mm) à main.*

7. Verser le reste du tamis et recommencer jusqu'à ce que la totalité d'un échantillon soit tamisé.
8. Transférer le sol sec et sans roches dans les sachets neufs doublés ou dans des récipients qui peuvent être scellés.
9. Sceller les récipients et ajouter les étiquettes.
10. Répéter les étapes 6 à 9 pour tous les échantillons.
11. Emmagasiner les échantillons dans un lieu sec et sûr jusqu'à leur emploi.



Prélèvement d'infiltration de sol

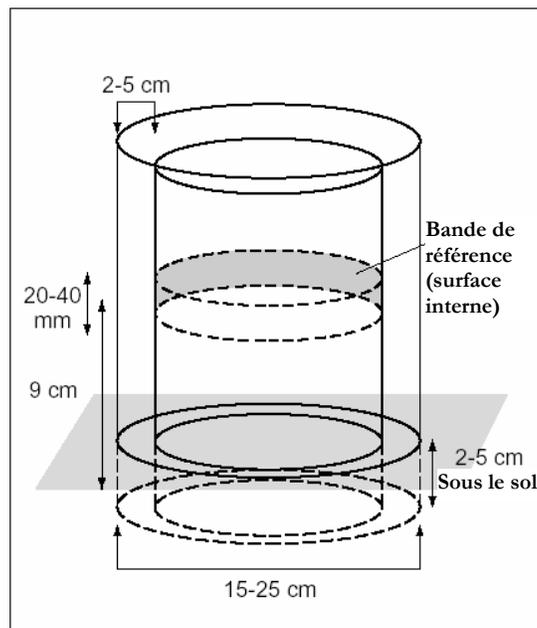
Protocoles scientifiques de sol – Séance 2

Matériel / Préparatifs :

- ❑ Deux tuyaux métalliques, l'un de 10 à 20 cm de diamètre et l'autre de 5 à 10 cm de diamètre de plus que le premier de façon à ce que lors qu'inséré l'un dans l'autre, il y ait un espace de 2 à 5 cm entre eux. (boîte de tomates, de Nescafé...) (Si nécessaire, un ferblantier peut fabriquer ceux-ci de la ferraille pour un coût minimal.)
- ❑ Seaux ou autres récipients pour amener au moins 8 litres d'eau au site d'étude
- ❑ Règle graduée
- ❑ Marqueur indélébile ou peinture
- ❑ Chronomètre ou montre avec aiguille de secondes
- ❑ Bloc de bois
- ❑ Marteau
- ❑ Récipient à échantillon approprié à la mesure de l'humidité du sol si on fera cette épreuve
- ❑ Entonnoir
- ❑ 3 copies de la fiche de mesures de l'infiltration du sol (*suivant*)
- ❑ Cahier GLOBE de chaque élève

Préparation des boîtes

1. Couper et retirer le fond et le dessus des boîtes de façon à ce que la boîte forme un cylindre parfait.
2. Utiliser un marqueur indélébile ou de la peinture pour tracer une bande de référence de temps à l'intérieur de la petite boîte. La bande circulaire doit être uniforme, avoir entre 20-40 mm de largeur et présenter une ligne médiane située à environ 9 cm du fond. Certaines boîtes comportent déjà les nervures pouvant servir comme référence, mais il est néanmoins nécessaire de tracer la bande pour faciliter les observations.
3. Mesurer et noter sur la fiche de mesures la largeur en mm de la bande de référence de temps.
4. Mesurer et noter aussi le diamètre en cm de la boîte interne et la boîte externe.



Vue d'ensemble

1. Deux boîtes concentriques sont enfoncées dans le sol et de l'eau est versée dans les deux jusqu'à un niveau d'au moins 5 cm de hauteur. Le temps que le niveau prend à descendre d'une distance fixe de 2 à 4 cm est noté et la mesure est répétée. La vitesse d'infiltration indique la facilité avec laquelle l'eau passe verticalement dans le sol et mesure ainsi le risque d'inondation dans une zone donnée.



Fréquence des prélèvements

1. Trois ou quatre fois par an au site d'étude de l'humidité du sol
2. Une fois au site de trou d'étude (ou aux sites de la caractérisation du sol).
3. Dans tous les cas, trois mesures doivent être effectuées dans un rayon de 5 m.

Sélection du site

1. Sélectionner un emplacement situé à moins de 2 à 5 m du site d'étude de l'humidité du sol ou d'un site d'échantillonnage de caractérisation du sol.

Procédure de mesure de la vitesse d'infiltration

1. S'il y en a, coupez la végétation présente et enlever les matières organiques sur une zone légèrement supérieure à la section de la plus grande boîte. Essayer de ne pas perturber le sol.
2. En commençant avec la plus grande, enfoncer les deux boîtes 2 à 5 cm dans le sol. Utiliser un marteau au besoin, mais intercaler un bloc de bois pour répartir le choc. Éviter de déformer les boîtes en frappant trop fort.
3. Mesurer les hauteurs au-dessus du sol du bas et du haut de la bande tracée à l'intérieur de la petite boîte. Noter-les et compléter la partie supérieure de la fiche de mesures de l'infiltration du sol.

Effectuer les opérations suivantes le plus rapidement possible avec une équipe de 3 ou 4 élèves :

4. Choisir 5 élèves pour vous aider – un qui regarde la bande de référence, un qui maintenir le niveau de l'eau dans l'anneau externe, un qui regarde le montre ou chronomètre, un qui enregistre sur le fiche de mesures, et un qui fait les calculs des intervalles.
5. Si on est en train d'utiliser un chronomètre, démarrer-le.
6. Charger un élève de verser un peu d'eau dans les deux anneaux jusqu'à ce que le niveau dépasse légèrement le haut de la bande de référence. Lui dire de maintenir l'eau dans l'anneau externe approximativement au même niveau que dans l'anneau interne sans ajouter de l'eau à l'anneau interne (L'eau dans l'anneau interne se baissera). Il peut utiliser un entonnoir pour faciliter cette tâche continue. Remarquer que l'eau dans l'anneau externe baisse plus rapidement que dans l'anneau interne.

***NB** : L'eau ne doit pas s'échapper de la périphérie de l'anneau externe. En cas échéant, trouver un autre emplacement et enfoncer l'anneau externe plus profondément ou tasser la boue sur son pourtour.*

7. Lorsque l'eau dans l'anneau interne atteint le haut de la bande de référence, regarder la montre ou le chronomètre pour obtenir l'heure de début jusqu'à la seconde précise. Noter-la comme l'heure du début sur la fiche de mesures.
8. Lorsque l'eau dans l'anneau interne atteint le bas de la bande de référence, noter l'heure jusqu'à la seconde précise comme l'heure de fin sur la fiche de mesures.
9. Calculer l'intervalle de temps en soustrayant l'heure de début de l'heure de la fin. Noter cet intervalle sur un bout de papier alors qu'on puisse suivre le temps des intervalles.
10. Répéter les étapes 5 à 8 pendant 45 minutes ou jusqu'à ce que deux intervalles de temps consécutifs soient différents l'un de l'autre de 10 secondes au maximum.

***NB :** Certains sols argileux ou compactés ne laissent pas l'eau s'infiltrer et empêcheront pratiquement le niveau de l'eau de baisser dans l'anneau pendant la période de 45 minutes. Dans ce cas, noter la baisse de niveau d'eau à 1 mm près. Noter l'heure à laquelle on a cessé les observations comme l'heure de fin.*

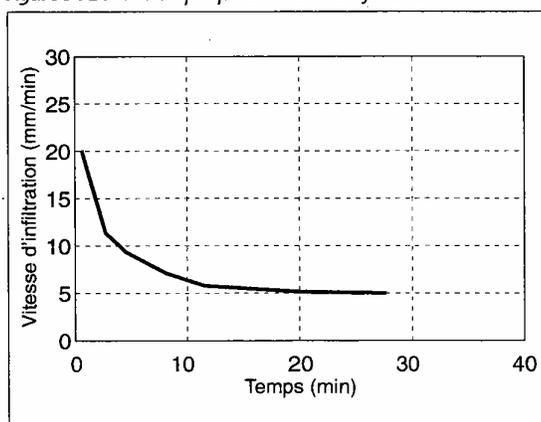
11. Si vous avez les moyennes, mesurer l'humidité de la couche superficielle de sol (0 à 5 cm seulement) où se trouvaient les anneaux. À la faire, enlever les deux anneaux et attendre cinq minutes avant de se conformer au protocole de prélèvement de l'humidité du sol (voir séance 4, suivant). Faire un seul échantillon pour ce protocole au lieu de trois.
12. Faire deux autres ensembles de mesures de la vitesse d'infiltration (étapes 1-9) à moins de 5 m du premier site d'échantillon.

***NB :** On peut effectuer les ensembles des mesures en même temps avec plusieurs groupes d'élèves si vous avez plusieurs jeux de boîtes. On peut également les étaler sur plusieurs jours, à condition qu'il ne pleuve pas. Il n'est pas indispensable que les trois ensembles de mesures aient le même nombre de mesures unitaires, mais ne soumettre pas des ensembles incomplets (c'est-à-dire des mesures qui ont été interrompues en raison de manque de temps). Si on effectue plus de trois ensembles de mesures, soumettre les trois meilleurs ensembles.*

Applications

1. Après le prélèvement de mesures, les élèves plus avancés peuvent faire un graphique de la vitesse d'infiltration. Voir les instructions des graphiques dans la fiche de mesures, suivant. Voici une courbe des résultats d'infiltration exemplaire :

Figure SOL-P-17 : Graphique de vitesse d'infiltration



Le point où la courbe s'aplatit indique la vitesse d'infiltration du sol saturé.

Un prélèvement de l'humidité du sol peut aussi montrer aux élèves le taux de saturation du sol chez eux comme un complément à leur étude de l'humidité du sol. (Voir le protocole de l'humidité de sol, leçon 4 ci-dessous.)

Fiche de mesures de l'infiltration du sol

Site d'étude : _____

Nom des personnes qui font les prélèvements : _____

Date de la prise d'échantillon : _____ Heure locale : _____ Heure universelle : _____

Distance du site d'étude de l'humidité du sol : _____ m

Numéro d'échantillon : _____ Largeur de la bande de référence : _____ mm

Diamètre de la boîte interne : _____ cm Diamètre de la boîte externe : _____ cm

Hauteur des bords de la bande de référence du sol :

Le haut de la bande du sol : _____ mm Le bas de la bande du sol : _____ mm

Directions:

Prendre ces prélèvements trois fois dans un rayon de 5m. Remplir chaque fois un nouveau tableau. Chaque essai prendra soit 45 minutes soit jusqu'à les temps entre deux mesures soient entre 10 secondes de l'un l'autre. Après le prélèvement des mesures, les envoyer au GLOBE. Puis, au niveau élémentaire, faire un graphique opposant le nombre de chaque essai à l'intervalle (E). Au niveau secondaire calculer la vitesse d'infiltration et faire un graphique opposant la vitesse d'infiltration au temps mi-point.

| E S S A I | A. Heure de début | | B Heure de début convertie en minutes | C Heure de fin | | D Heure de fin convertie en minutes | E Intervalle (min) | F Mi-point de chaque mesure (min) | G Changement de la surface d'eau | H Vitesse d'infiltration (mm/min) |
|-----------------------|----------------------|-----|--|-------------------|-----|--|-----------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | min | sec | [min + (sec/60)] | min | sec | [min + (sec/60)] | (D-B) | $[B+(E/2)] - B_1$ <small>(pour le 1^{ère}, B et B₁ sont le même)</small> | Épaisseur de la bande (mm) | (G/E) |
| 1 | | | B ₁ : | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |

La teneur en eau du sol au dessous des boîtes pendant l'expérience :

A. Masse mouillée : _____ g B. Masse sèche : _____ g C. Masse d'eau (A-B): _____ g

D. Masse de récipient : _____ g E. Masse de sol sec (B-D) : _____ g

F. La teneur en eau du sol (C/E) : _____

Métadonnées/Observations: (optionnel): _____

Prélèvement du pH de sol

Protocoles scientifiques de sol – Séance 3

***NB** : Ce protocole doit être effectué sur tous les échantillons de chaque horizon de tous les trous d'étude réalisés.*

Matériel / Préparatifs :

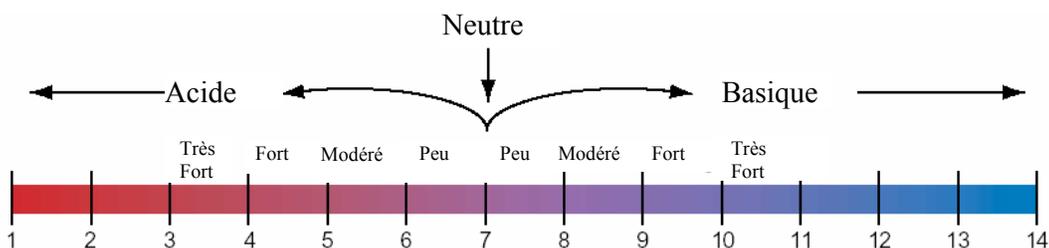
- ❑ Échantillon de sol sec et tamisé
- ❑ Eau distillée (vers 1 L)*
- ❑ Eau distillée dans une pissette pour rincer les instruments*
- ❑ Cylindre gradué de 100 mL
- ❑ Quatre récipients propres d'au moins 100 mL
- ❑ Balance Roberval d'une boutique ou une balance électronique
- ❑ Fiche de mesures du pH du sol (*suivant*)
- ❑ Cuillère propre
- ❑ pH-mètre ou papier pH
- ❑ 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.*

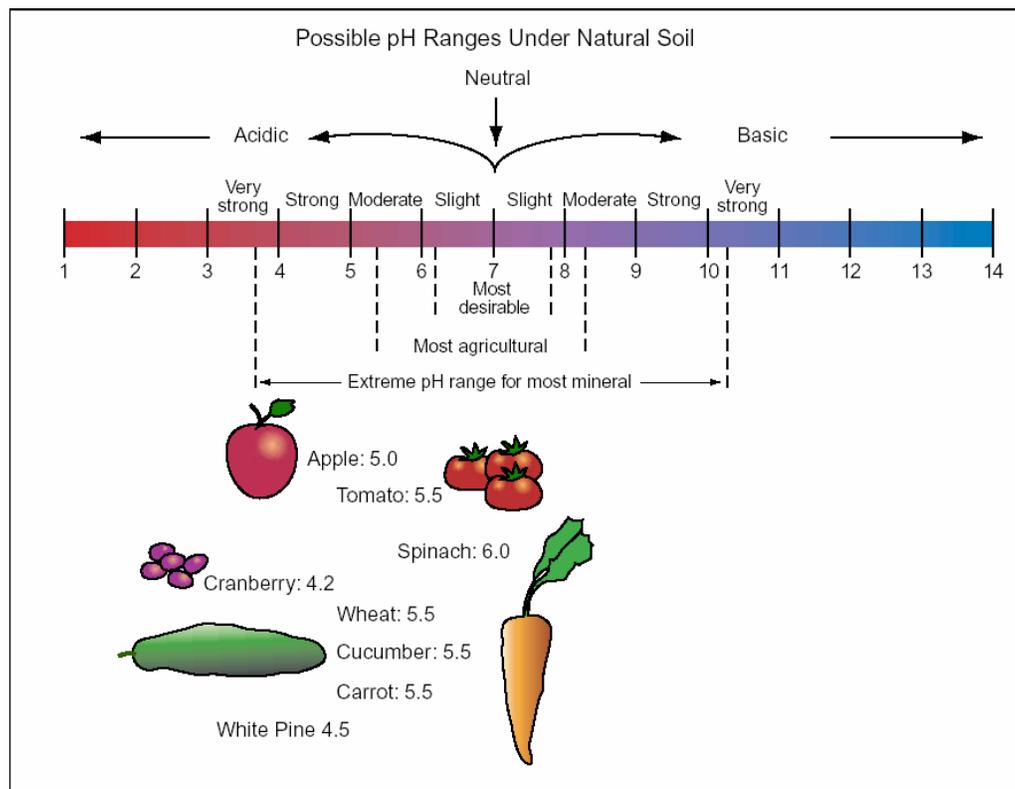
Déroulement :

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 pH-mètre.
 - 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.
8. Le schéma ci-dessous (en anglais) montre le rang normal de pH pour la plupart des sols (entre 4 et 10), le rang des sols agricoles (entre 5 et 9), le rang idéal pour les sols (entre 6 et 8) et le pH de quelques végétaux. Nous allons tester le pH des sols chez nous pour les comparer à nos utilisations de celui.



Étapes du processus

NB : *Ne pas toucher le sol, ni l'eau distillée avec les mains nues.*

1. Dans un tas propre et rincé avec de l'eau distillée, mesurer le pH de l'eau distillée que vous aller employer.
 - a. Mettre le pH-mètre (qui vient d'être calibré avec l'emploi d'une solution standardisée) dans l'eau et noter le nombre qui apparaît sur l'écran.
 - b. ou mettre un morceau de papier pH dans l'eau avec l'emploi d'une pince à épiler, faire sortir le papier de l'eau après une minute et comparer la couleur du papier avec l'échelle sur sa boîte pour avoir une donnée.
 - c. Noter la donnée de pH sur la fiche de mesures.
2. Dans un tas propre rincé avec de l'eau distillée ou autre récipient, mélanger du sol sec et tamisé d'horizon avec de l'eau distillée par les étapes suivantes :
 - a. Avec la balance électronique
 - i. Peser 40g de sol avec la balance.
 - ii. Mettre les sachets propres sur les mains si vous avez besoin de manier le sol.
 - iii. Mettre le sol dans un tas propre. Vérifier qu'on ne laisse pas tomber du sol hors du récipient.
 - iv. Mesurer 40 mL d'eau avec le cylindre gradué et le verser dans le même récipient que le sol.
 - b. Avec une balance Roberval
 - i. Prendre deux récipients propres des mêmes dimensions et les rincer avec de l'eau distillée d'une pissette. Dès que les deux sont secs, placer l'un et puis l'autre sur chaque socle de la balance. Ajouter du sable aux socles si nécessaire pour que les deux se balancent.
 - ii. Mettre de l'eau distillée dans un récipient et puis du sol dans l'autre récipient jusqu'à ce que les deux se balancent encore.
 - iii. Enlever les deux récipients de la balance et verser l'eau dans le récipient contenant le sol.
3. Agiter le mélange de sol et d'eau avec la cuillère propre et rincé avec de l'eau distillée pendant 30 secondes. Puis, le laisser se reposer pendant trois minutes. Répéter ces deux actions (Mélanger et Reposer) quatre autre fois.
4. Laisser le mélange reposer cinq autres minutes pour que l'eau puisse se clarifier un peu.
5. Mesurer le pH de l'eau dans le mélange avec le pH-mètre ou du papier pH.
 - a. Ne tremper pas l'appareil ni le papier dans le sol au fond de récipient ! Tenez-le seulement dans l'eau en haut du mélange.
6. Répéter les étapes 2 à 6 encore deux fois pour le même horizon.
7. Avant de passer au prochain horizon, rincer bien la cuillère et les récipients avec de l'eau distillée.

Fiche de mesures du pH du sol

Date du prélèvement de l'échantillon : _____

Site d'étude : _____

Horizon numéro : _____ Profondeur d'horizon : Haut _____ cm, Fond _____ cm

Échantillon numéro 1 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Échantillon numéro 2 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Échantillon numéro 3 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Horizon numéro : _____ Profondeur d'horizon : Haut _____ cm, Fond _____ cm

Échantillon numéro 1 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Échantillon numéro 2 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Échantillon numéro 3 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Horizon numéro : _____ Profondeur d'horizon : Haut _____ cm, Fond _____ cm

Échantillon numéro 1 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Échantillon numéro 2 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Échantillon numéro 3 – *Méthode de prélèvement (cocher une case):* papier mètre

A. pH de l'eau avant l'addition du sol _____ B. pH du mélange de sol et d'eau _____

Prélèvement de la température de sol

Protocoles scientifiques de sol – Séance 4

NB : On utilise ce protocole pour prendre la température du sol à 5 et 10 cm en profondeur de la terre au moins chaque semaine. Puis, on prend la température cinq fois pendant deux jours consécutifs chaque trois mois. Toutes ces mesures sont envoyées au GLOBE. Si on a un thermomètre digital avec une sonde au sol, on prend déjà la mesure à 10 cm.

NB : Pour que les prélèvements soient intéressants pour scientifiques qui étudient le sol, ils doivent être pris régulièrement et à long terme.

Matériel / Préparatifs :

- Thermomètre de sol
- Pointe d'au moins 12 cm en longueur, avec une ligne tracée là-dessous à 7 et 12 cm du bout pointu. Le diamètre du point ne doit pas trop dépasser celui de la sonde du thermomètre.
- Marteau ou roche pour creuser le point dans le sol
- À peu près 20 cm de petit tuyau en PCV ou plastique ou une autre façon de former deux manches de 7 cm et 12 cm respectivement. Le thermomètre sera mis dans ces manches pour que les élèves prélèvent les températures à profondeurs exactes.
- Fiche de mesures de la température du sol (*ci-dessous*)
- Thermomètre d'étalonnage
- Récipient de 500 ml
- Feutre à encre indélébile pour tracer les lignes sur les instruments
- Cahier GLOBE de chaque élève

Préparation avant de sortir :

Étalonnage du thermomètre du sol

NB : On aura besoin d'un thermomètre d'étalonnage, une clé, un récipient d'au moins 500 mL, et de l'eau.

1. Mettre environ 250 mL d'eau dans un récipient de 500 mL.
2. Placer le thermomètre d'étalonnage et le thermomètre de sol dans l'eau
3. Vérifier que l'eau couvre les quatre centimètres en bas de tous les deux thermomètres. Ajouter plus d'eau si nécessaire.
4. Attendre deux minutes.
5. Prélever la température de chaque thermomètre.
6. Si la différence entre les deux thermomètres est plus petit que 2°C, le thermomètre est étalonné et on peut continuer l'expérience.
7. Si la différence est plus grande que 2°C, attendre encore deux minutes.
8. Si la différence entre les deux températures est toujours plus grande que 2°C, ajuster le thermomètre de sol en tournant l'écrou d'étalonnage sur la base du cadran avec une

clé jusqu'à ce que la donnée du thermomètre de sol soit égale à la donnée du thermomètre d'étalonnage.

Construction des manches pour contrôler la profondeur du thermomètre dans le sol

1. Mesurer 7 cm à partir du bout du thermomètre de sol et marquer ce point sur celui-ci avec un marqueur indélébile.

NB : On utilise 7 cm au lieu de 5 cm parce que la sonde de thermomètre du sol est normalement située à 2 cm du bout.

2. Mesurer la distance entre la base du cadran du thermomètre et la marque de 7 cm. Fabriquer une manche en coupant un morceau de tuyau en plastique ou un morceau de bois à cette distance. (Si on utilise le bois, forer un trou à travers le bois qui permettra le passage du thermomètre.)
3. Insérer le thermomètre de sol à travers la manche. Exactement 7 cm du thermomètre devrait être sorti du fond de la manche.
4. Étiqueter cette manche comme « manche pour la mesure de 5 cm »
5. Répéter les étapes 1 à 5 en remplaçant **7 cm** par **12 cm** et **5 cm** par **10 cm**.

Localiser le site d'étude

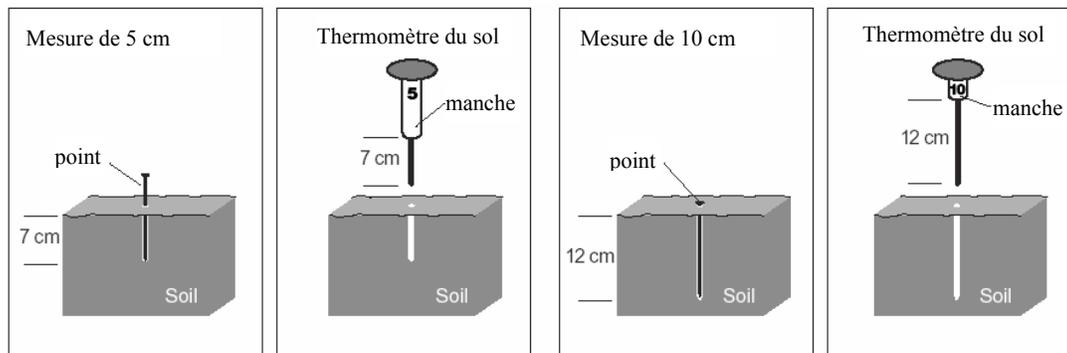
1. Choisir un site près du site d'étude atmosphérique ou du site d'étude d'humidité de sol s'il y en a.
2. Le site doit être découvert, éclairé par le soleil presque toute la journée et couvert d'une végétation (ou manque subséquente) représentative de votre site d'étude.

Déroulement :

Présentation de l'idée aux élèves

1. Expliquer que tout comme les vrais scientifiques, ils prendront la température du sol tous les jours.
2. Leur demander de proposer quelques idées concernant l'importance de la température du sol.
3. Expliquer aux élèves que la température a de nombreux effets sur les êtres vivants et non vivants.
 - a. Temps de bourgeonnement et vitesse de croissance des plantes
 - b. Régulation de la vie des animaux des sols par exemple :
 - Sortie des insectes du sol
 - Temps de reproduction des animaux
 - c. Régulation de la vitesse de décomposition des matières organiques.
 - d. Présence et taux d'eau dans le sol ; surtout dans les premiers quelques centimètres, là où beaucoup des plantes prennent leur eau.
 - e. Un réchauffement extrême a créé de grandes quantités d'oxyde de fer produisant la latérite.
 - f. Les scientifiques utilisent la température pour gérer l'application des pesticides, le contrôle des insectes, les prédictions et le suivi du réchauffement global, l'identification du temps de semence idéal, etc.
4. Expliquer qu'ils vont prélever la température du sol au moins une fois par semaine toujours au même moment de la journée en utilisant un thermomètre de sol, puis qu'ils feront des prélèvements pendant une période de deux jours une fois chaque trois mois.

Étapes de prélèvement hebdomadaire (ou journalier)



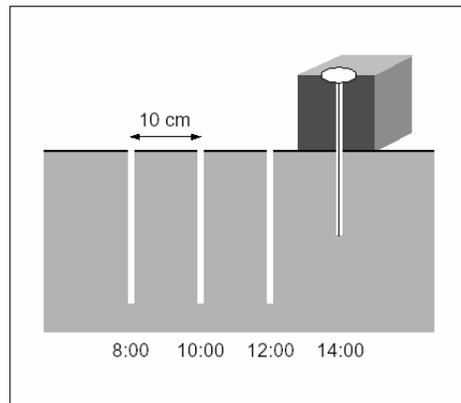
1. Sortir au site d'étude avec la fiche de mesures, un cahier GLOBE, le thermomètre de sol et les deux manches. Remplir la première partie de la fiche.
2. Localiser le site de prélèvement.
3. Utiliser la pointe marquée pour faire un trou de 5 cm de profondeur. Si le sol est extrêmement dur, utiliser un marteau et faire un trou de 7 cm de profondeur. Enlever soigneusement la pointe pour que le sol ne soit pas trop perturbé. Si le sol se fend ou gonfle, permettant ainsi l'air de rentrer, essayer de percer encore le sol à une distance de 25 cm du premier trou.
4. Insérer le thermomètre dans la manche pour une première mesure à 5 cm.
5. Pousser légèrement le thermomètre dans le trou du sol jusqu'à ce que la manche touche à la fois le sol et le dessous du cadran.
6. Attendre deux minutes. Prélever la température et noter cette valeur dans un cahier GLOBE.
7. Attendre encore une minute. Prélever la température une deuxième fois dans un cahier GLOBE.
8. Si les deux mesures sont à moins de 1,0°C de différence, noter cette valeur sur la fiche de mesures de la température du sol comme « échantillon 1 à 5 cm ». Si les deux températures ont une différence de plus de 1,0°C de l'une à l'autre, continuer de prendre la température chaque minute jusqu'à deux prélèvements consécutifs soient à 1,0°C de différence et noter cette température sur la fiche.
9. Enlever le thermomètre du trou.
10. Utiliser la pointe pour agrandir le trou jusqu'à une profondeur de 12 cm.
11. Remplacer la manche pour la mesure de 5 cm avec celle pour la mesure de 10 cm. Insérer le thermomètre dans le même trou jusqu'à ce que la manche touche le sol et le dessous du cadran à la fois.
12. Attendre deux minutes. Prélever la température et noter cette valeur dans un cahier GLOBE.
13. Attendre encore une minute. Prélever la température une deuxième fois dans un cahier GLOBE.
14. Si les deux mesures présentent une différence de température de 1,0°C, noter cette valeur sur la fiche de mesures de la température du sol comme « échantillon 1 à 5 cm ». Si les deux températures ont une différence de plus de 1,0°C de l'une à l'autre, continuer de prendre la température chaque minute jusqu'à deux prélèvements consécutifs soient à 1,0°C de différence et noter cette température sur la fiche.
15. Répéter les étapes 2 à 14 pour deux autres trous 25 cm du premier trou. Noter ces mesures sur la fiche comme les échantillons 2 et 3.

NB : Ces six prélèvements doivent avoir lieu pendant 20 minutes.

16. Essuyer proprement les appareils.
17. Lire et noter la température courante de l'air du thermomètre dans l'abri atmosphérique (ou si c'est absolument nécessaire, d'un thermomètre d'étalonnage suspendu pendant 30 minutes à un arbre - loin du tronc et des feuilles - à l'ombre et à 1,5 m du sol).

Étapes de prélèvement diurne une fois chaque trois mois

1. Sortir au site d'étude avec la fiche de mesures de prélèvement diurne et le thermomètre du sol. Remplir la première partie de la fiche.
2. Localiser le site de prélèvement. Vérifier que vous aurez assez d'espace pour faire plusieurs mesures à 10 cm de l'un de l'autre sur une ligne.



3. Suivre les étapes 3 à 14 des « étapes de prélèvement par semaine » en haut mais cette fois-ci faire les trous à 10 cm de l'un l'autre dans une ligne droite.
 - a. Répéter ces étapes chaque 2 ou 3 heures au moins cinq fois.
 - b. Répéter ce processus le lendemain.

Application des mesures avec les élèves dans la salle de classe

1. En plus d'envoyer ces mesures au Programme GLOBE, on peut aussi les employer dans la salle de classe avec les élèves.
2. Demander aux élèves de faire un graphique avec les mesures d'un prélèvement diurne (sol et air).
 - a. Demander aux élèves : « Que signifie la forme de courbe des mesures du sol ? » (Les températures de sol sont plus stables par rapport à ceux de l'air.)
 - b. Existe-il une différence entre la courbe de l'air et de sol ?
 - c. Pourquoi les changements dans la température du sol sont moins prononcés par rapport à ceux de l'air ? (Le sol peut retenir de la chaleur solaire mieux que l'air parce qu'il a plus de masse – plus des molécules – alors la température de sol ne change pas rapidement.)
 - d. D'autres questions...
3. Demander aux élèves de faire un graphique sur les prélèvements de quelques mois.
 - a. Demander aux élèves : Pourquoi est-ce que les températures du sol et de l'air changent entre les mois.
 - b. Des autres questionnes...
4. Faire les leçons de L'étude des graphiques 1,2, & 3 du Protocole atmosphère sur les graphiques si vous ne l'avez pas encore fait, sautant les parties des sessions qui correspondent directement à l'étude de l'atmosphère.

Fiche de mesures de la température du sol

Site d'étude : _____

Nom des personnes qui font les prélèvements : _____

Date : _____ Thermomètre du sol : Cadran _____ Digital _____ Autre _____

Est-ce qu'il y a eu des précipitations au cours des 24 dernières heures? Oui ___ Non ___

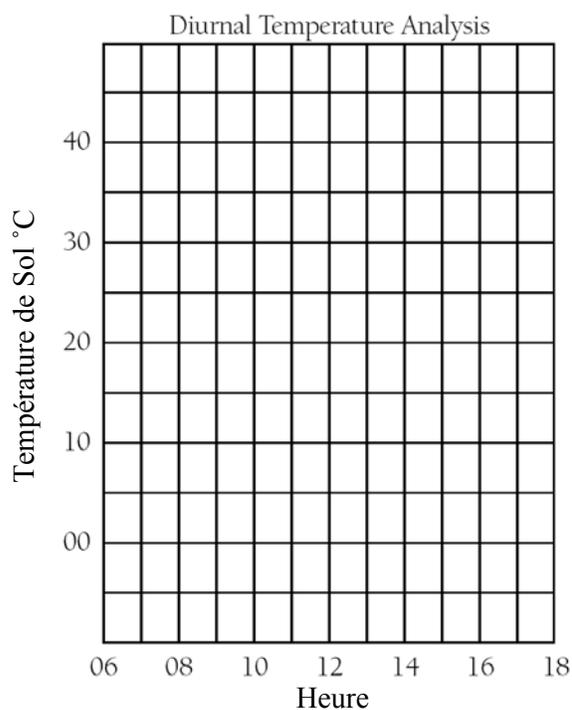
Prélèvements journaliers/hebdomadaires

| Échantillon No. | Heure locale (heure: min) | Heure universelle (heure: min) | Temp. (5 cm) (°C) | Temp. (10 cm) (°C) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

Prélèvements diurnes

| Échantillon No. | Heure locale (heure : min) | Temp. (5 cm) (°C) | Temp. (10 cm) (°C) |
|-----------------|----------------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |

Analyse de la température diurne



Prélèvement de l'humidité de sol

Protocoles scientifiques de sol – Séance 5

NB : On fait ce protocole une fois par mois pour votre site d'étude, incluant une fois pendant les deux premières semaines d'octobre ainsi que pendant la quatrième semaine d'avril. Ces deux dernières périodes sont fixes pour toutes les écoles GLOBE du monde afin que les scientifiques GLOBE puissent avoir beaucoup des mesures de partout le monde pour des jours fixes.

Matériel / Préparatifs :

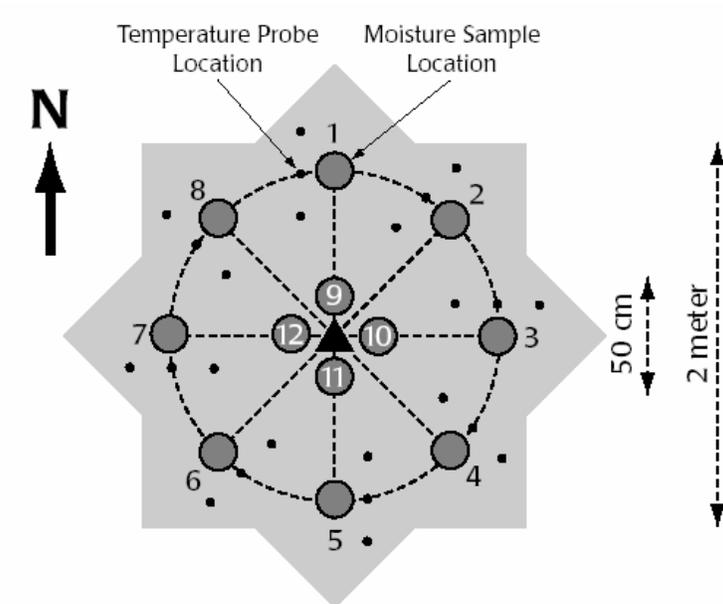
- ❑ Balance électronique avec piles d'une sensibilité de 0,1g et une capacité minimale de 400 g
- ❑ Un « four de séchage » : Un carton noir ou un abri fabriqué d'une feuille de plastique noir bien ventilé et assez grande pour contenir 14 petites boîtes de mayonnaise
- ❑ 13 petites boîtes de mayonnaises vides avec bouchons
- ❑ Règle en millimètres
- ❑ Boussole (*optionnelle*)
- ❑ Système de marquage pour les boîtes (marqueur indélébile)
- ❑ Outils pour creuser le sol
- ❑ Fiche de mesures pour la définition du site d'étude de l'humidité du sol (*suivante*)
- ❑ Fiche de mesures de l'humidité du sol – En étoile ou
Fiche de mesures de l'humidité du sol – En ligne transversale (*suivantes*)

Méthode en ligne transversale

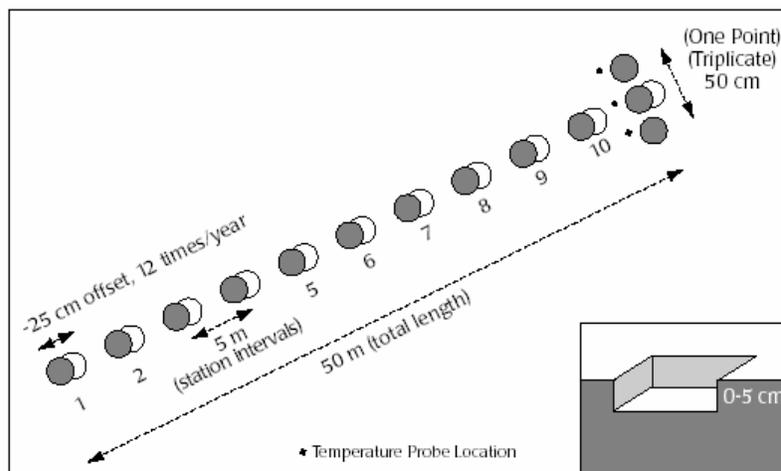
- ❑ Mètre ruban de 50m ou une corde de 50m et une règle d'un mètre

Choisir et concevoir une méthode de prélèvement en étoile ou en ligne transversale

1. Les deux méthodes existent pour éviter de creuser à la même place deux fois. Il faut un nouveau site chaque fois. Vous choisir l'une d'entre elles selon les besoins de votre école.
2. La méthode en étoile est adaptée aux écoles qui ont moins d'espace et moins de temps. (*Voir l'image suivante.*)
 - a. À l'aide d'une règle graduée d'un mètre et d'une boussole (*optionnelle*), tracer un cercle de 2 m de diamètre. Marquer le centre de ce cercle, puis marquer 4 points situés respectivement à 1m au nord, au sud, à l'est et à l'ouest de celui-ci.
 - b. Puis, marquer quatre autres points à mi-chemin des premiers points. Marquer ensuite 4 autres points situés respectivement à 25 cm de chaque côté du centre sur des axes cardinaux.
 - c. Vous avez maintenant les 12 points de mesure : un point pour les prélèvements de chaque mois pendant l'année.
 - d. Chaque année, marquer un nouveau centre de référence à moins de 10m de l'étoile précédente et répéter ces étapes.



3. La méthode en ligne transversale aide les scientifiques à calibrer les appareils sur les satellites qui mesurent aussi l'humidité du sol.



- Placer la ligne transversale dans une zone découverte sur une ligne droite de 50m de longueur située si possible à moins de 100m d'un pluviomètre.
 - Mesurer l'humidité du sol tous les 5m le long de cette ligne transversale.
 - Installer un drapeau ou un marqueur permanent à chaque extrémité de la ligne transversale et identifier l'emplacement des points d'échantillonnage avec le ruban d'arpenteur, une corde au nœud ou une autre méthode abordable.
 - L'orientation n'est pas importante, mais notez-la néanmoins sur la fiche de mesures du site d'étude et transmettez-la à l'aide de la fiche de mesures de définition du site d'étude.
 - Au prochain échantillonnage le long de la ligne transversale, décaler chaque point de prélèvement de 25 cm pour éviter les zones perturbées par l'échantillonnage précédent.
4. Concevoir le site d'étude pour votre école avec ou sans les élèves avant de passer à l'enseignement dans la salle de classe.

Construire une boîte de séchage

1. Pour sécher les échantillons de sol, il faut une boîte de séchage
2. Construire un cadre carré en bâtonnets de bois qui peut contenir tous les échantillons dans leurs boîtes (6 ou 13 boîtes dépendant de la méthode choisie).
3. Couvrir ce cadre, sauf le bas, avec de la feuille de plastique noir dans laquelle on a percé plusieurs trous pour une bonne ventilation.
4. Employer comme base, une planche, une feuille de fer... n'importe quoi pourvu que la boîte peut être élevée sur les roches et qu'elle ne reste pas sur la terre.

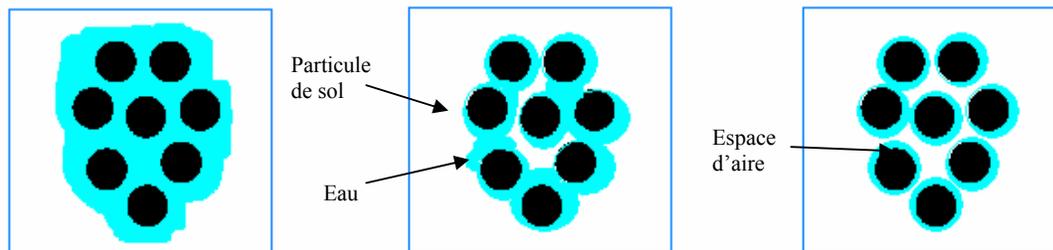
Décrire le site d'étude au programme GLOBE

1. Sortir au site d'étude avec la fiche de mesures pour la définition du site d'étude de l'humidité du sol et les appareils nécessaires pour la remplir.
2. Remplir la fiche. Si possible, faire participer les élèves dans ce processus.

Déroulement :

Introduction de l'humidité de sol

1. Le sol agit comme une éponge pour la surface de la terre via la pluie et les autres précipitations. L'eau absorbée est retenue par les surfaces des particules de sol et dans les espaces entre celles-ci.



Sol saturé: L'eau occupe toutes les espaces entre les particules de sol. Les plantes peuvent absorber cette eau facilement. Normalement, cette situation arrive après une pluie seulement.

Sol humecté: L'eau est tenue par les particules de sol, mais il y existe aussi des espaces d'air. Les plantes peuvent absorber cette eau facilement. Ce mélange d'air et d'eau est idéal pour les plantes.

Sol sec: L'eau est fortement retenue par les particules de sol et les plantes ne peuvent pas absorber cette eau. Cette situation marque le point de fanant d'une plante.

Pourquoi l'humidité de sol se change

1. Les plantes utilisent cette eau pour survivre pendant les périodes sèches. Par exemple : le mil peut retirer l'eau du sol pendant au moins une semaine après une pluie avant qu'il ne se trouve en insuffisance d'eau.
2. L'eau s'évapore aussi dans l'atmosphère.
3. L'eau s'infiltre dans la terre pour devenir une partie des eaux du sous-sol (la nappe phréatique). Cette eau nourrit les arbres, arbustes, et alimente les puits pendant la saison sèche.
 - a. Les sols deviennent saturés lorsqu'ils retiennent toute l'eau dont ils sont capables. Ils n'ont donc plus d'espace pour un nouvel apport d'eau et l'excédent d'eau écoule à travers la surface pour former les fleuves ou les inondations.

Expliquer pourquoi on fait cette étude

1. Nous mesurons l'humidité du sol pour connaître la capacité du sol à modérer le cycle hydrologique.
2. Nous allons aider aussi les scientifiques à connaître le système qui permet de connaître la quantité d'eau emmagasinée dans le sol pendant l'année.
3. Finalement, nous allons aider des scientifiques à étaler leurs satellites qui mesurent aussi l'humidité du sol par nos prélèvements en ligne transversale.

Première étape : Le prélèvement en étoile ou en ligne transversale

Conseils pour tous les prélèvements

1. Étiqueter et peser les boîtes avant de sortir au site pour bien distinguer, par la suite les échantillons les uns des autres.
2. **Important** : Peser (prendre la masse) au préalable de chaque boîte étiquetée vide pour les calculs de la fin. Noter les valeurs à 0,1 g près sur la fiche de mesures.
3. Pour tous les prélèvements, travailler rapidement pour qu'on ne perde pas de l'eau du sol par l'action du soleil.
4. Si possible, peser les échantillons au site d'échantillon pour le prélèvement initial.
5. Prélever les trois échantillons d'un site d'étude donné au moins 25 cm de l'un l'autre.
6. Fermer les échantillons chaque nuit et pendant les tempêtes de poussière pour éviter la contamination des échantillons par la poussière et le changement conséquent de leur poids.

Étapes de prélèvement pour l'étude en étoile

1. Compléter la première partie de la fiche de mesures du système en étoile et vérifier que les poids respectifs des boîtes vides sont prélevés et notés sur la fiche.
2. Localiser le point d'échantillon et couper ou arracher tous les herbes ou la végétation s'il y en a là-bas.
3. *En laissant le sol libre dans le trou*, creuser un trou de 10 à 15 cm de diamètre d'une profondeur de 5 cm.
4. Enlever du sol libre toutes roches plus grandes qu'un petit pois (5 mm de diamètre), les grandes racines, les verres, les autres insectes ou les larves et les autres animaux présents.
5. Utiliser un déplantoir ou autre outil pour remplir la boîte de cet échantillon de sol (petite boîte de mayonnaise) avec au moins 100g du sol meuble.
6. Sceller immédiatement pour retenir l'humidité du sol.
7. Vérifier son numéro d'étiquette sur la fiche de mesures. Exemple : « Échantillon 1, de 0 à 5 cm ».
8. Enlever tout le sol dans le trou jusqu'à une profondeur de 8 cm.
9. Continuer à creuser jusqu'une profondeur de 12 cm. Laisser le sol meuble de 8 à 12 cm dans le trou. Répéter les étapes 4, 5, et 6 en employant la boîte qui correspond à l'échantillon.
10. Vérifier le numéro de la boîte sur la fiche de mesures. Exemple : « Échantillon 1, 10 cm ».
11. Remettre le reste du sol dans le trou.
12. Répéter les étapes 3 à 11 deux autres fois en employant les nouveaux trous à moins de 25 cm du premier trou. A la fin, vous devriez avoir six boîtes remplies avec le sol de trois trous de deux profondeurs chacun.
13. Retourner dans la salle de classe pour continuer le protocole.

Étapes de prélèvement pour l'étude en ligne transversale

1. Compléter l'entête de la fiche de mesures pour la mesure de l'humidité du sol employant le système de ligne transversale.
2. Étirer le mètre ruban ou la corde en nœuds le long de la ligne transversale pour mesurer.
3. Localiser le point d'échantillon sur la ligne transversale. Les points d'échantillon doivent être disposés à chaque 5m le long de la ligne transversale. Deux échantillons supplémentaires doivent être réalisés à moins de 25 cm d'un des deux bouts de la ligne transversale.
4. Couper ou arracher toute l'herbe ou la végétation basse si présente.
5. En laissant le sol libre (terrain meuble) dans le sol, creuser un trou de 10-15 cm de diamètre d'une profondeur de 5 cm.
6. Enlever du sol libre (terrain meuble) toutes roches plus grandes qu'un petit pois (5 mm de diamètre), les grandes racines, les vers, les autres insectes ou les larves, et les autres animaux présents.
7. Utiliser un déplantoir ou un autre outil pour remplir un récipient de sol (petite boîte de mayonnaise) avec au moins 100g de sol meuble.
8. Sceller immédiatement pour retenir l'humidité du sol.
9. Noter son numéro d'étiquette sur la fiche de mesures à côté du numéro de l'échantillon approprié.
10. Continuer de ramasser les échantillons à chaque point d'échantillon le long de la ligne transversale en suivant les étapes **4 à 9**. Se rappeler de prendre les deux échantillons supplémentaires du bout de la ligne transversale.

Deuxième étape : Les étapes à suivre dans la salle de classe avec les échantillons ramassés

1. Expliquer les étapes suivantes aux élèves :
 1. Vérifier que la balance est calibrée est qu'elle fait les mesures en grammes.
 2. Enlever le bouchon de la boîte.
 3. Peser la boîte et son contenu (sol) sans son bouchon. Prélever la masse à 0,1g près. Noter cette donnée sur la fiche de mesures comme « le poids humide » de cette boîte.
 4. Faire les étapes **2** et **3** pour les autres échantillons.
 5. Transférer tous les échantillons à la boîte de séchage.
 - a. Placer les échantillons sur la base de la boîte et les couvrir avec le cadre en plastique.
 - b. Mettre la boîte au soleil de préférence pendant la saison sèche ou quelques jours après la dernière pluie.

NB : Pendant la saison pluvieuse, si on constate que les échantillons ne sèchent pas au soleil, on peut aussi mettre les boîtes à côté (même sur mais pas dans) d'un four traditionnel. Attention : on veut que les boîtes soient chaudes (environ 37°C), mais pas brûlées car on ne veut pas risquer de brûler les matières organiques dans le sol et changer la masse de cette façon. Si vous avez accès à une micro-onde, on peut l'utiliser pour sécher les échantillons, mais attendre l'avis et les instructions d'un représentantif GLOBE avant de le faire.

- c. Garder les échantillons au soleil pendant toute la journée. Après 6 heures de temps et une seconde fois après 8 heures de temps, peser un échantillon et noter la masse (le poids) sur un brouillon.

- i. À la fin de la journée lorsque le soleil s'abaisse, vérifier que l'échantillon est toujours chaud et peser une autre fois l'échantillon.
 - ii. S'il n'y a pas une différence entre cette masse et les précédentes, l'échantillon est donc sec et on peut noter la masse comme la masse sèche d'échantillon.
 - iii. S'il y a une différence entre les masses, l'échantillon n'est pas encore sec. Fermer la boîte pendant la nuit et la réinstaller au soleil sans fermeture le lendemain. Peser la boîte chaque deux heures jusqu'à ce que la masse entre deux prélèvements consécutifs ne change pas. Noter cette masse comme la masse sèche de l'échantillon.
 - d. Dès que tous les échantillons sont secs et pesés, vider les boîtes, laver et les sécher pour le prochain prélèvement.
2. Pratiquer quelques fois ces étapes avec les élèves avant de sortir pour faire les prélèvements au site d'étude.
 3. Faire le calcul de la teneur en eau de sol avec les mesures ramassées en classe.
 - a. Définition. : **la teneur en eau de sol** est la mesure de la quantité d'eau qui existe dans un échantillon de sol. Elle est mesurée par l'équation suivante :

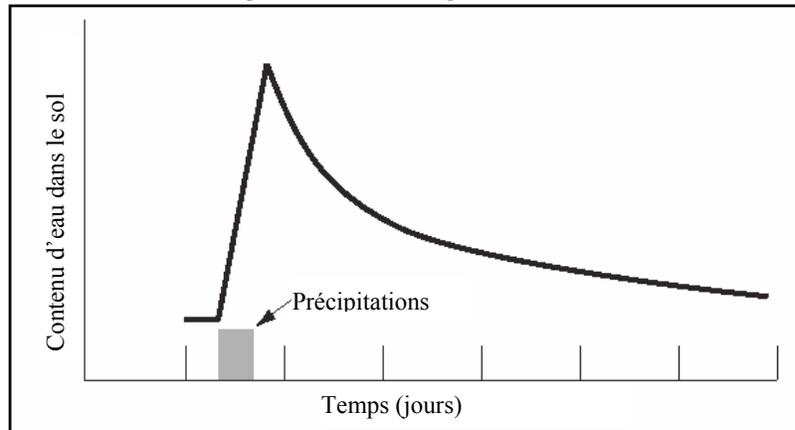
$$\text{La teneur en eau de sol} = \frac{(\text{Masse humide} - \text{Masse sèche})}{(\text{Masse sèche} - \text{masse de récipient})}$$
 2. Calculer la teneur en eau du sol pour chaque échantillon avec les élèves.
 - a. Normalement, la teneur en eau de sol est entre 0,05 gramme d'eau/gramme de sol et 0,50 gramme d'eau/gramme de sol
 3. Poser aux élèves les questions suivantes parmi d'autres pour leur faire comprendre ce qu'on observe dans les mesures :
 - a. Pourquoi il y avait plus d'eau dans les échantillons de 10 cm par rapport à ceux de 5 cm en profondeur ?
 - b. Pourquoi est-ce qu'il y a une différence de valeurs le long de la ligne transversale
 - c. Pourquoi il y a une différence entre la moyenne de ces valeurs et la moyenne de ceux de trois mois avant ? Quels sont des facteurs qui peuvent expliquer cette différence ?
 - d. Autres questions ?
 4. Une fois les prélèvements sont complétés, envoyer les mesures au Programme GLOBE.

Autres études en plus des prélèvements ci dessus :

Prélèvements autour d'une chute de pluie

1. Créer un site d'étude en système d'étoile pour prélever les mesures pendant le jour avant (la veille) et les sept jours suivant une chute de pluie. Utiliser ces mesures pour faire comprendre aux élèves que le taux d'eau dans le sol change rapidement après une chute de pluie.

Exemple de résultats prévus :



2. En faisant cette étude conjointement avec une observation de plantes de mil, on peut avoir une idée sur le point de flétrissure (faner) du mil.
 - a. Définition. : **Le point de flétrissure (faner)** est le moment suivant un événement de précipitation au cours duquel les particules de sol retiennent les molécules d'eau qui reste dans le sol trop fortement pour que les plantes ne puissent les absorber et elles fanent.
 - b. Pendant les séances d'observations du mil, noter le temps où les plantes commencent à faner. En trouvant ce moment sur le graphique de mesures des sept jours ou plus suivant la pluie, on peut connaître le contenu d'eau du sol qui est insuffisant au mil pour vivre.

Prélèvement des échantillons des horizons

1. Prendre un échantillon de chaque horizon du trou d'étude et calculer la tenue en eau du sol pour chacun afin que les élèves puissent observer la différence ceux-ci. Généralement, l'horizon qui contient le plus des racines est celui avec la plus grande tenue en eau du sol. Souvent, cet horizon est soutenu par un horizon compact à travers lequel l'eau ne peut pas facilement s'écouler.

Fiche de mesures pour la définition du site d'étude de l'humidité du sol

Site d'étude : SES _____

Location par rapport à l'école : _____

Location : Latitude : _____ ° N or S Longitude : _____ ° E or W

Élévation: _____ mètres Source de cette donnée (cocher un): GPS Autre _____

Distance de l'abri atmosphérique ou pluviomètre : _____ m; Direction _____

Distance du site d'étude de la caractérisation du sol : _____ m; Direction _____

État du sol au site d'étude de l'humidité du sol:

Naturel Champ Nivelé Terre de remblai Compacté Autre _____

Couverture de la surface:

Sol nu Herbes courtes (<10 cm) Herbes longues (10 cm) Autre _____

Couverture de la voûte :

Découverte Arbres à moins de 30 m du site Voûte des arbres au dessus

Structures à moins de 30 m du site : Non Oui (Décrire leur taille) _____

Caractérisation du sol (Prendre les valeurs recueillies à partir du trou d'étude de votre site.)

| | 0-5 cm | 10 cm | 30 cm | 60 cm | 90 cm |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Structure | | | | | |
| Couleur | | | | | |
| Consistance | | | | | |
| Texture | | | | | |
| Roches | | | | | |
| Racines | | | | | |
| Carbonates | | | | | |

Distribution granulométrique du sol

| | 0-5 cm | 10 cm | 30 cm | 60 cm | 90 cm |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| % Sable | | | | | |
| % Limon | | | | | |
| % Argile | | | | | |

Fiche de mesures de l'humidité du sol – en étoile

Site d'étude : _____

Nom des personnes qui font les prélèvements : _____

Date de la prise d'échantillon : _____

Heure locale : _____ Heure universelle : _____

Conditions environnementales : Est-ce que le sol est saturé? Oui Non

Méthode de séchage : Au soleil Four de 30-40° C
 Four de 24-30° C Micro-onde

Temps moyen de séchage : _____ (heures ou minutes)

Location du site d'échantillon sur l'étoile :

Position du centre d'étoile (optionnel): _____ ° Distance du centre de l'étoile: _____ cm

Observations: _____

Tableau des mesures pour les échantillons pris à la surface :

| Échant. No. | Profondeur de l'échantillon | Numéro du récipient | A. Masse mouillée (g) | B. Masse sèche (g) | C. Masse d'eau (A-C) | D. Masse de récipient vide (g) | E. Masse du sol sec (B-D) (g) | F. Teneur en eau du sol (C/E) (g eau /g sol) |
|-------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| 1. | 0-5 cm | | | | | | | |
| | 10 cm | | | | | | | |
| 2. | 0-5 cm | | | | | | | |
| | 10 cm | | | | | | | |
| 3. | 0-5 cm | | | | | | | |
| | 10 cm | | | | | | | |

Fiche de mesures de l'humidité du sol – en ligne transversale

Site d'étude : _____ Date : _____

Nom des personnes qui font les prélèvements : _____

Heure locale : _____ Heure universelle : _____

Conditions environnementales : Est-ce que le sol est saturé? Oui Non

Méthode de séchage : Au soleil Four de 30-40° C
 Four de 24-30° C Micro-onde

Temps moyen de séchage : _____ (heures ou minutes)

Métadonnées: (optionnelles)

Longueur de la ligne : _____ m Position de boussole : _____°

Distance entre les sites d'échantillonnage : _____ m

Directions:

Faites ces mesures 12 fois par an sur un intervalle de temps régulier. Tous ces échantillons sont pris de 0 à 5 cm en profondeur (10 sur la ligne et deux à côté du dernier) à intervalles réguliers le long d'une ligne transversale de 50m :

| Échant. N° | Distance du début de la ligne (m) | Numéro du récipient | A. Masse mouillée (g) | B. Masse sèche (g) | C. Masse d'eau (A-C) | D. Masse du récipient vide (g) | E. Masse du sol sec (B-D) (g) | F. Tenure en eau du sol (C/E) (g eau/g sol) |
|------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | |

Distribution granulométrique du sol

Protocoles scientifiques de sol – Séance 6

***NB** : On fait cette étude une fois pour chaque type de sol ou chaque horizon. Cette étude est très intéressante car elle définit convenablement le type de sol qui existe dans un milieu. Mais, elle nécessitera au moins 6 jours pour chaque échantillon (trois essais pour chacun). Il est suggéré de faire d'abord pour les premiers échantillons de l'étude et voir si les élèves avaient fait une bonne estimation par la méthode de la touche.*

Matériel / Préparatifs :

- Échantillon de sol sec et tamisé
- Cylindre gradué de 500 mL
- Eau distillée (au Niger, les bouteilles carrées en plastique de CNES sont préférables)
- Eau distillée dans une pissette
- Bouteille d'un litre avec son bouchon
- Savon en poudre non moussant contenant de sodium et de phosphate
- Cuillère
- Récipient d'un minimum de 250 mL
- Thermomètre d'étalonnage
- Hydromètre
- Cylindre gradué de 100 mL
- Règle d'un mètre
- Sachet et élastique pour couvrir le cylindre gradué
- Balance électronique ou une autre balance capable de peser 25g
- Fiche de mesures de la *distribution* granulométrique du sol (suivante)

Déroulement :

Expliquer l'étude aux élèves

1. Le taux de chaque type de particule (sable, limon, argile) présent dans un sol est **la distribution granulométrique** du sol.
2. La caractérisation de la texture que nous avons faite avant est seulement une estimation du taux de chaque particule mais cette expérience nous permet de connaître les valeurs exactes et donc le type de sol qui se trouve chez nous.
3. On se rappelle que le sable est la plus grande particule (2,0 mm-0,05 mm), que le limon est la moyenne (0,05-0,002 mm) et que l'argile est la plus petite (<0,002 mm). Les particules qui sont plus grandes que 2 mm sont les roches et ne sont pas considérées comme sol.
4. Quand un échantillon de sol est suspendu dans l'eau, les particules grandes et lourdes se déposent au fond d'abord. Lorsqu'un échantillon de sol est agité, les particules de sable se déposent après deux minutes, mais les particules d'argile et de limon resteront en suspension. Après 24 heures, les particules de limon sont déposées, laissant seulement les particules d'argile en suspension.
5. En employant les mesures d'un échantillon dans l'eau avec des tables et des graphiques, les pourcentages exacts de chaque particule peuvent être calculés.

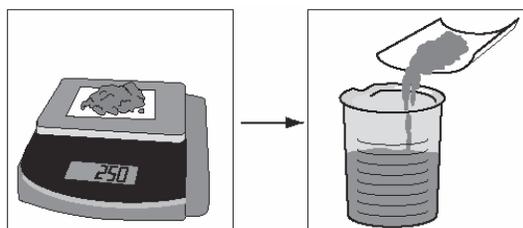
6. Maintenant, nous allons faire les mesures de la suspension en employant un hydromètre. **Un hydromètre** est un appareil qui mesure la densité relative d'un liquide
 - a. Définition : **La densité relative** est un ratio qui décrit la masse d'un liquide relativement à la masse du même volume d'eau. La densité relative d'eau pure est 1. Lorsqu'on ajoute du sol dans l'eau la densité relative de la solution augmente.

Les étapes (pendant trois jours)

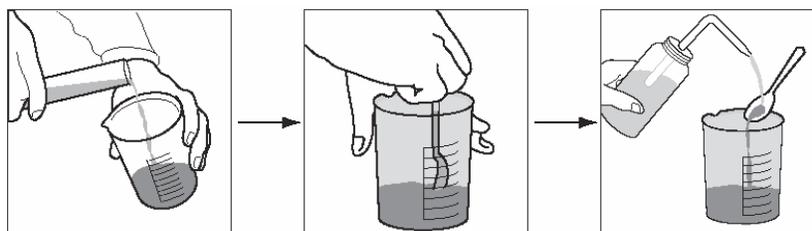
1. Préparer la solution dispersive en mélangeant 50g de détergent (savon) non moussant (ou hexamétaphosphate de sodium) dans un litre d'eau distillée. Agiter le mélange pour dissoudre tous les solides.



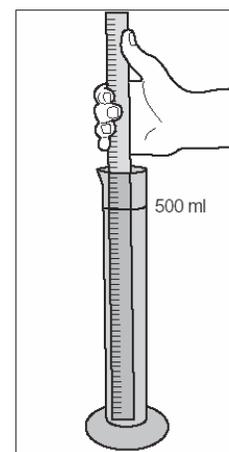
2. Peser 25g de sol sec et tamisé et le verser dans un récipient d'au moins 250 mL.

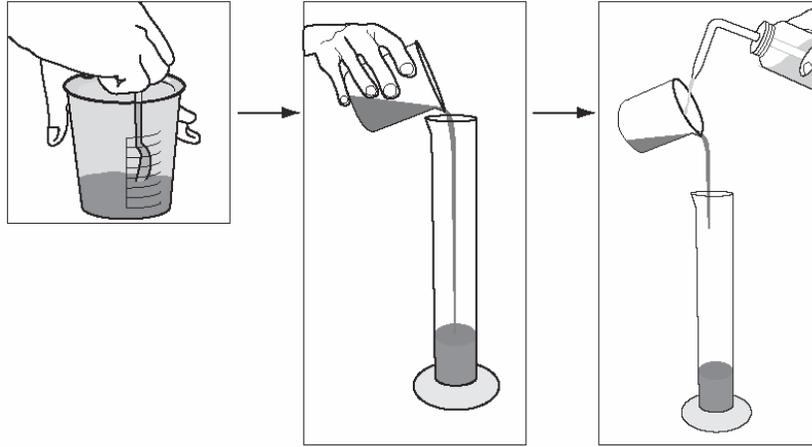


3. Ajouter 100 mL de solution dispersive et 50 mL d'eau distillée au sol. Agiter le mélange vigoureusement pendant au moins une minute avec une cuillère. S'assurer que le sol est bien mélangé au reste et qu'il n'adhère pas au fond du récipient. Veiller à ne perdre aucune partie de la suspension. Une fois que le sol et la solution dispersive sont mélangés intégralement, rincer la cuillère avec un peu d'eau distillée de la pissette pour qu'aucune goutte de la solution ne se perde.

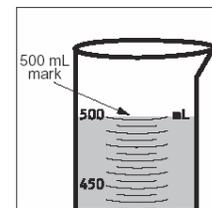


4. Pendant que la solution se tasse, placer une règle graduée dans l'éprouvette graduée de 500 mL et mesurer la distance entre le fond et la graduation de 500 mL. Aussi, noter la température d'échantillonnage indiquée sur l'hydromètre (15,6 ou 20°C).
5. Compléter la partie du haut de la fiche de mesures de la distribution granulométrique.
6. Après avoir laissé la suspension au repos pendant 24 heures (ou la même heure de cours le jour suivant), l'agiter de nouveau et la verser dans l'éprouvette graduée de 500 mL. Rincer le récipient avec l'eau distillée de la pissette pour qu'il n'y reste aucune trace de sol et tout verser dans l'éprouvette graduée.

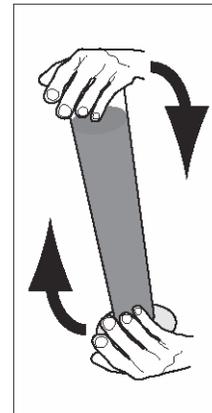




7. Ajouter suffisamment d'eau distillée pour remplir l'éprouvette graduée jusqu'à la graduation 500 mL



8. Fermer hermétiquement le haut de l'éprouvette avec le sachet neuf et un élastique ou tout autre moyen approprié. Placer une main sur l'ouverture de l'éprouvette et l'autre à la base de celle-ci. Mélanger vigoureusement le contenu en tournant l'éprouvette du haut vers le bas au moins dix fois. S'assurer que le sol se mélange complètement à la solution et qu'il n'adhère pas au fond de l'éprouvette. Veiller également à ce que la suspension ne s'écoule pas par le haut de l'éprouvette lors du brassage.



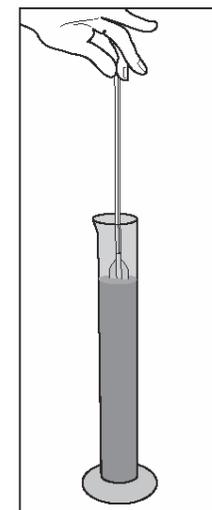
9. Poser l'éprouvette sur une table et commencer à regarder le chronomètre ou l'aiguille des secondes d'une montre ou d'une horloge.

10. Noter le temps à partir du moment où vous avez posé l'éprouvette sur la table, à la seconde près. Enlever la couverture.

11. Après exactement une minute et trente secondes, plonger lentement l'hydromètre dans l'éprouvette et la laisser flotter dans la suspension. Stabiliser soigneusement l'hydromètre pour l'empêcher d'osciller verticalement.

12. Exactement 2 minutes après avoir posé l'éprouvette sur la table, lire la ligne sur l'hydromètre qui est plus proche à la surface du liquide et noter la valeur sur la fiche de mesures de la distribution granulométrique du sol.

13. Retirer l'hydromètre, le rincer, le sécher, et le mettre de côté dans un endroit sûr.



14. Suspendre le thermomètre dans le liquide et attendre environ 1 minute.
15. Une fois la minute écoulée, retirer le thermomètre, lire la température indiquée et la noter sur la fiche de mesures de la distribution granulométrique du sol

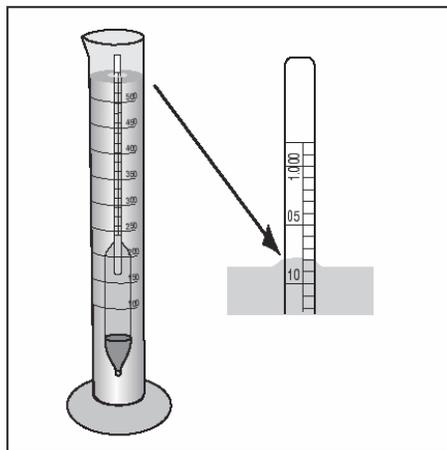


Figure-SO-PA-1

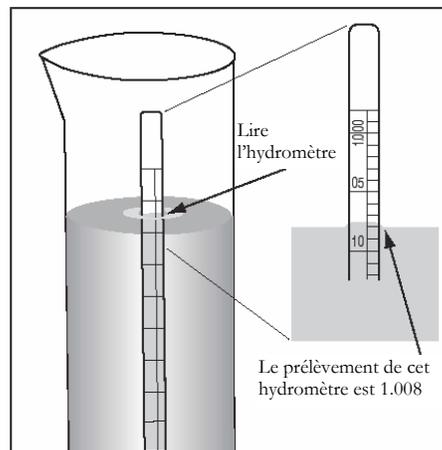


Figure-SO-PA-2

16. Rincer le thermomètre et le sécher.
17. Laisser le cylindre sans perturbation pendant 24 heures. Après exactement 24 heures du moment où on a posé l'éprouvette sur la table, faire de nouvelles mesures avec l'hydromètre et le thermomètre. Perturber la solution le moins possible.
18. Vider l'éprouvette. Rincer et sécher soigneusement l'hydromètre, le thermomètre, le récipient et l'éprouvette. Répéter la procédure deux fois de plus pour ce même horizon (échantillon de sol) afin d'obtenir 3 jeux de mesures pour cet horizon (échantillon).

Fiche de mesures de la distribution granulométrique du sol

Site d'étude : _____

Date de la prise d'échantillon : Année _____ Mois _____ Jour _____

Horizon numéro : _____ Profondeur de l'horizon : Haut _____ cm Bas _____ cm

Échantillon numéro 1

Distance de la base jusqu'à la marque de 500 mL dans le cylindre gradué : _____ cm

Température d'étalonnage de l'hydromètre : _____ °C

A. Prélèvement de l'hydromètre à deux minutes : _____

B. Prélèvement de la température à deux minutes : _____ °C

C. Prélèvement de l'hydromètre à 24 heures : _____

D. Prélèvement de la température à 24 heures : _____ °C

Échantillon numéro 2

Distance de la base jusqu'à la marque de 500 mL dans le cylindre gradué : _____ cm

Température d'étalonnage de l'hydromètre : _____ °C

A. Prélèvement de l'hydromètre à deux minutes : _____

B. Prélèvement de la température à deux minutes : _____ °C

C. Prélèvement de l'hydromètre à 24 heures : _____

D. Prélèvement de la température à 24 heures : _____ °C

Échantillon numéro 3

Distance de la base jusqu'à la marque de 500 mL dans le cylindre gradué : _____ cm

Température d'étalonnage de l'hydromètre : _____ °C

A. Prélèvement de l'hydromètre à deux minutes : _____

B. Prélèvement de la température à deux minutes : _____ °C

C. Prélèvement de l'hydromètre à 24 heures : _____

D. Prélèvement de la température à 24 heures : _____ °C

Faites le calcul des pourcentages de sable, limon, et argile dans l'échantillon.

1. À la lettre A, inscrire le relevé de deux minutes de l'hydromètre
 2. À la lettre B, inscrire le relevé de la température après deux minutes
 3. À la lettre C, entrer les grammes de sol par litre dans suspension. Prendre la donnée dans A et la convertir avec Table SO-PA- 1 sur la page suivante.
 4. À la lettre D, multiplier la différence entre le relevé de la température de B et 20°C par 0,36 pour rectifier le fait que la solution n'est pas à 20°C.
 5. À la lettre E, inscrire la somme de grammes de sol par litre (de C) et la correction de la température (de D)
 6. À la lettre F, multiplier la valeur de grammes de sol par litre de E par 0,5 pour rectifier le fait qu'on a utilisé 500 mL au lieu de 1L de la suspension.
 7. À la lettre G, trouver les grammes de sable dans l'échantillon en soustrayant les grammes de limon et d'argile en suspension (F) du 25g de sol de l'échantillon pesé
 8. À la lettre H, déterminer le pourcentage exact de sable en divisant les grammes de sable par la masse totale (25g) et puis multiplier ce numéro par 100.
 9. À la lettre I, inscrire la donnée de l'hydromètre pour le prélèvement de 24 heures.
 10. À la lettre J, inscrire la donnée de la température à 24 heures.
 11. À la lettre K, inscrire les grammes de sol par litre qui est toujours en suspension à 24 heures (argile) en convertissant la donnée de l'hydromètre de 24 heures avec la table suivante.
- A. Le relevé de l'hydromètre après deux minutes : _____
 - B. (Le relevé de la) température après deux minutes : _____ °C
 - C. Grammes/L de sol (limon + argile) du tableau _____ g
 - D. Corrigé de la température :
 $[0,36 \times (B \text{ _____} - 20)] = \text{ _____ g}$
 - E. Corrigé de limon et argile en suspension (C + D)
 $C \text{ _____} + D \text{ _____} = \text{ _____ g}$
 - F. Grammes de sol (limon + argile) dans 500 mL
 $(E \text{ _____} \times 0,5) = \text{ _____ g}$
 - G. Grammes de sable dans l'échantillon
 $(25g - F \text{ _____}) = \text{ _____ g}$
 - H. Pourcentage de sable**
 $[G \text{ _____} / 25) \times 100] = \text{ _____} \%$
 - I. Donnée de l'hydromètre à 24 heures

 - J. Donnée de la température à 24 heures
_____ °C
 - K. Grammes de sol par litre (argile) du tableau _____ g

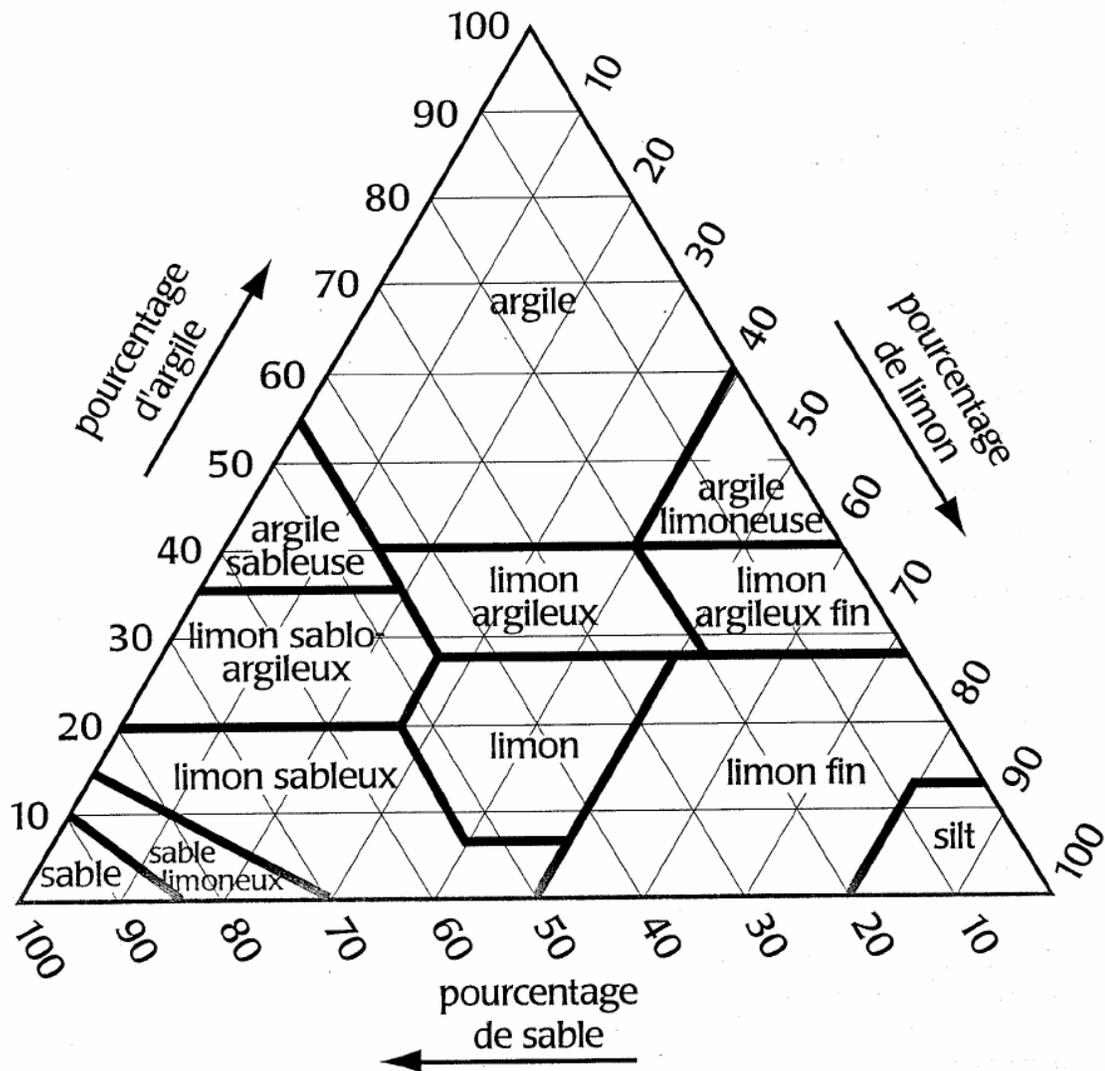
12. À la lettre L, multiplier la différence entre la température à 24 heures et 20°C par 0,36
13. À la lettre M, inscrire la somme des grammes de sol par litre (K) et la correction de la température (L)
14. À la lettre N, multiplier le numéro dans M par 0,5 à rectifier le fait qu'on a utilisé 500 mL au lieu d'un litre
15. À la lettre O, déterminer le pourcentage exact de l'argile en divisant les grammes d'argile en suspension (N) par la quantité totale de sol (25 g) et en multipliant cette valeur par 100.
16. À la lettre P, déterminer les grammes de limon en ajoutant les grammes de sable (G) aux grammes d'argile (N) et soustraire ce résultat du 25g.
17. À la lettre Q, déterminer le pourcentage exact de limon en divisant les grammes de limon par la quantité totale de sol (25g) et multiplier cette valeur par 100.
18. Si on a bien calculé, les trois pourcentages doivent égaier 100%. Voir le triangle de texture pour déterminer la texture du sol
- L. Correction de la température
 $[0,36 \times (J______ - 20^\circ\text{C})] = ______ \text{g}$
- M. Taux corrigé d'argile en suspension
 $K______ + L______ = ______ \text{g}$
- N. Grammes de sol (argile) dans 500 mL
 $(M______ \times 0,5) = ______ \text{g}$
- O. Pourcentage d'argile**
 $[(N______ / 25) \times 100] = ______ \%$
- P. Grammes de limon
 $[25 - (G______ + N______)] = ______ \text{g}$
- Q. Pourcentage de limon**
 $[(P______ / 25) \times 100] = ______ \%$

Tableau de conversion

-- Densité relative par grammes de sol/L

| Densité relative | Grammes Sol/L | Densité relative | Grammes Sol/L | Densité relative | Grammes Sol/L |
|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| 1.0024 | 0.0 | 1.0136 | 18.0 | 1.0247 | 36.0 |
| 1.0027 | 0.5 | 1.0139 | 18.5 | 1.0250 | 36.5 |
| 1.0030 | 1.0 | 1.0142 | 19.0 | 1.0253 | 37.0 |
| 1.0033 | 1.5 | 1.0145 | 19.5 | 1.0257 | 37.5 |
| 1.0036 | 2.0 | 1.0148 | 20.0 | 1.0260 | 38.0 |
| 1.0040 | 2.5 | 1.0151 | 20.5 | 1.0263 | 38.5 |
| 1.0043 | 3.0 | 1.0154 | 21.0 | 1.0266 | 39.0 |
| 1.0046 | 3.5 | 1.0157 | 21.5 | 1.0269 | 39.5 |
| 1.0049 | 4.0 | 1.0160 | 22.0 | 1.0272 | 40.0 |
| 1.0052 | 4.5 | 1.0164 | 22.5 | 1.0275 | 40.5 |
| 1.0055 | 5.0 | 1.0167 | 23.0 | 1.0278 | 41.0 |
| 1.0058 | 5.5 | 1.0170 | 23.5 | 1.0281 | 41.5 |
| 1.0061 | 6.0 | 1.0173 | 24.0 | 1.0284 | 42.0 |
| 1.0064 | 6.5 | 1.0176 | 24.5 | 1.0288 | 42.5 |
| 1.0067 | 7.0 | 1.0179 | 25.0 | 1.0291 | 43.0 |
| 1.0071 | 7.5 | 1.0182 | 25.5 | 1.0294 | 43.5 |
| 1.0074 | 8.0 | 1.0185 | 26.0 | 1.0297 | 44.0 |
| 1.0077 | 8.5 | 1.0188 | 26.5 | 1.0300 | 44.5 |
| 1.0080 | 9.0 | 1.0191 | 27.0 | 1.0303 | 45.0 |
| 1.0083 | 9.5 | 1.0195 | 27.5 | 1.0306 | 45.5 |
| 1.0086 | 10.0 | 1.0198 | 28.0 | 1.0309 | 46.0 |
| 1.0089 | 10.5 | 1.0201 | 28.5 | 1.0312 | 46.5 |
| 1.0092 | 11.0 | 1.0204 | 29.0 | 1.0315 | 47.0 |
| 1.0095 | 11.5 | 1.0207 | 29.5 | 1.0319 | 47.5 |
| 1.0098 | 12.0 | 1.0210 | 30.0 | 1.0322 | 48.0 |
| 1.0102 | 12.5 | 1.0213 | 30.5 | 1.0325 | 48.5 |
| 1.0105 | 13.0 | 1.0216 | 31.0 | 1.0328 | 49.0 |
| 1.0108 | 13.5 | 1.0219 | 31.5 | 1.0331 | 49.5 |
| 1.0111 | 14.0 | 1.0222 | 32.0 | 1.0334 | 50.0 |
| 1.0114 | 14.5 | 1.0226 | 32.5 | 1.0337 | 50.5 |
| 1.0117 | 15.0 | 1.0229 | 33.0 | 1.0340 | 51.0 |
| 1.0120 | 15.5 | 1.0232 | 33.5 | 1.0343 | 51.5 |
| 1.0123 | 16.0 | 1.0235 | 34.0 | 1.0346 | 52.0 |
| 1.0126 | 16.5 | 1.0238 | 34.5 | 1.0350 | 52.5 |
| 1.0129 | 17.0 | 1.0241 | 35.0 | 1.0353 | 53.0 |
| 1.0133 | 17.5 | 1.0244 | 35.5 | 1.0356 | 53.5 |
| | | | | 1.0359 | 54.0 |
| | | | | 1.0362 | 54.5 |
| | | | | 1.0365 | 55.0 |

1. Utiliser le triangle textural pour définir le type de sol de l'échantillon. Voir ci-dessous pour un exemple si vous n'avez pas encore utilisé un triangle textural.

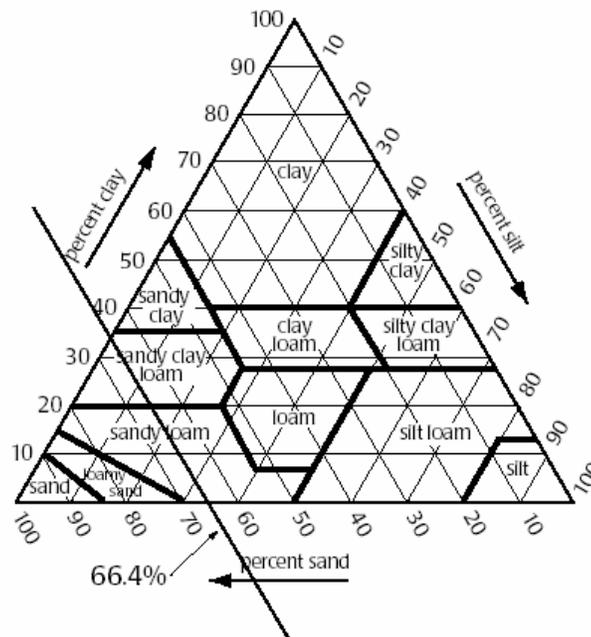


2. Exemple d'utilisation

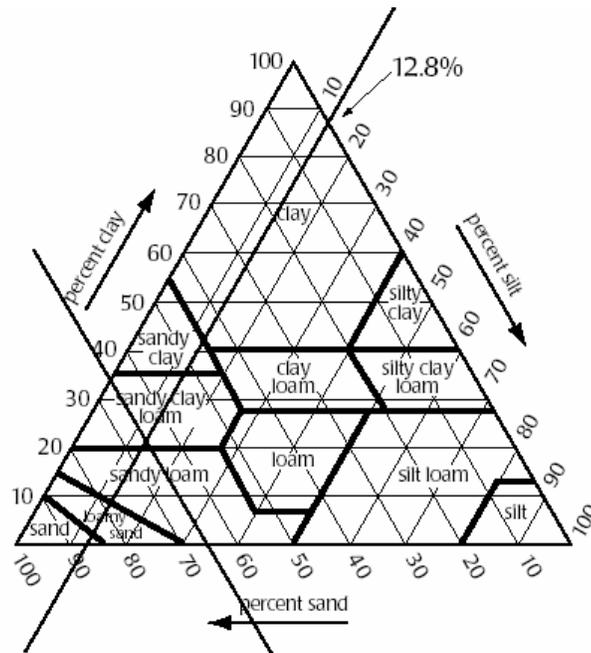
a. Voici un exemple de données d'un échantillon :

| % Sable | % Limon | % Argile |
|---------|---------|----------|
| 66,4 | 12,8 | 20,8 |

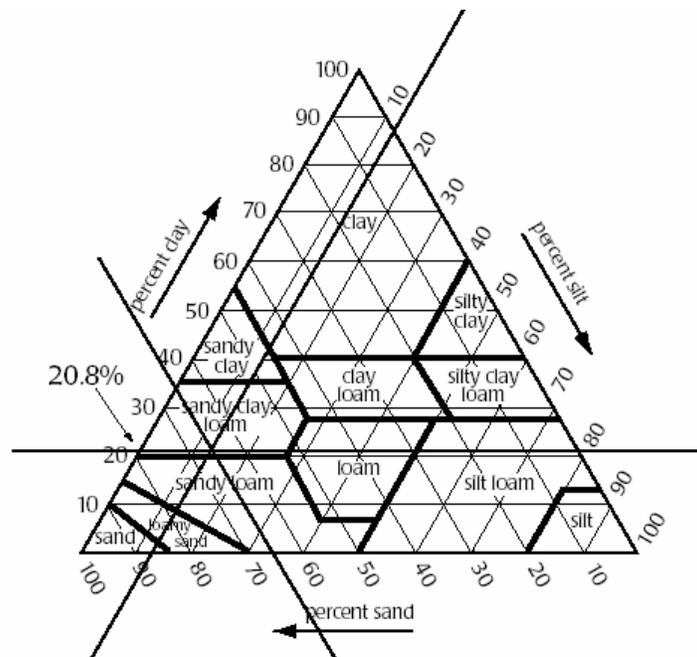
- b. D'abord, placer une feuille de papier calque (papier léger) sur le triangle pour que le triangle soit protégé du crayon
- c. Commencer avec le côté du triangle qui correspond avec le pourcentage de sable (sand). Dans cet exemple, le sable représente 66,4% de l'échantillon. Placer donc une règle à travers le triangle à 66% dans le même sens que les lignes et numéros qui correspondent au pourcentage de sable. Tracer une ligne sur le papier avec un crayon.



- d. Puis, continuer avec le bord de triangle qui correspond au limon (silt). Aligner la règle dans le même sens que les numéros et les lignes de limon à 12,8%. Tracer une deuxième ligne.



- e. Finalement, regarder l'échelle pour le pourcentage d'argile (clay) et trouver 20,8%. Tracer une troisième ligne qui doit passer entre 20,8% et le point où les deux premières lignes se croisent.



- f. Regarder maintenant sur quel côté du triangle les trois lignes se réunissent et lire la classe texturale correspondante. Dans cet exemple, c'est du **limon sablo argileux**.

| % Sable | % Limon | % Argile | Classe Textural du Sol |
|---------|---------|----------|------------------------|
| 66,4 | 12,8 | 20,8 | Limon sablo argileux |

3. Si les élèves ont besoin de plus de pratique, on peut dessiner le triangle textural (d'un mètre sur chaque côté) et chaque échelle le long de chaque côté de ceci sur le tableau. Donner aux élèves les données du tableau suivant pour qu'ils puissent pratiquer dessiner les lignes qui se réunissent sur le triangle. Remplir finalement ce tableau avec les valeurs qu'ils trouvent.

| | % Sable | % Limon | % Argile | Nom de texture |
|-----------|---------|------------|----------|----------------|
| a. | 75 | 10 | 15 | Limon sableux |
| b. | 10 | 83 | 7 | |
| c. | 42 | | 37 | |
| d. | | 52 | 21 | |
| e. | | 35 | 50 | |
| f. | 30 | | 55 | |
| g. | 37 | | 21 | |
| h. | 5 | 70 | | |
| i. | 55 | | 40 | |
| j. | | 45 | 10 | |

