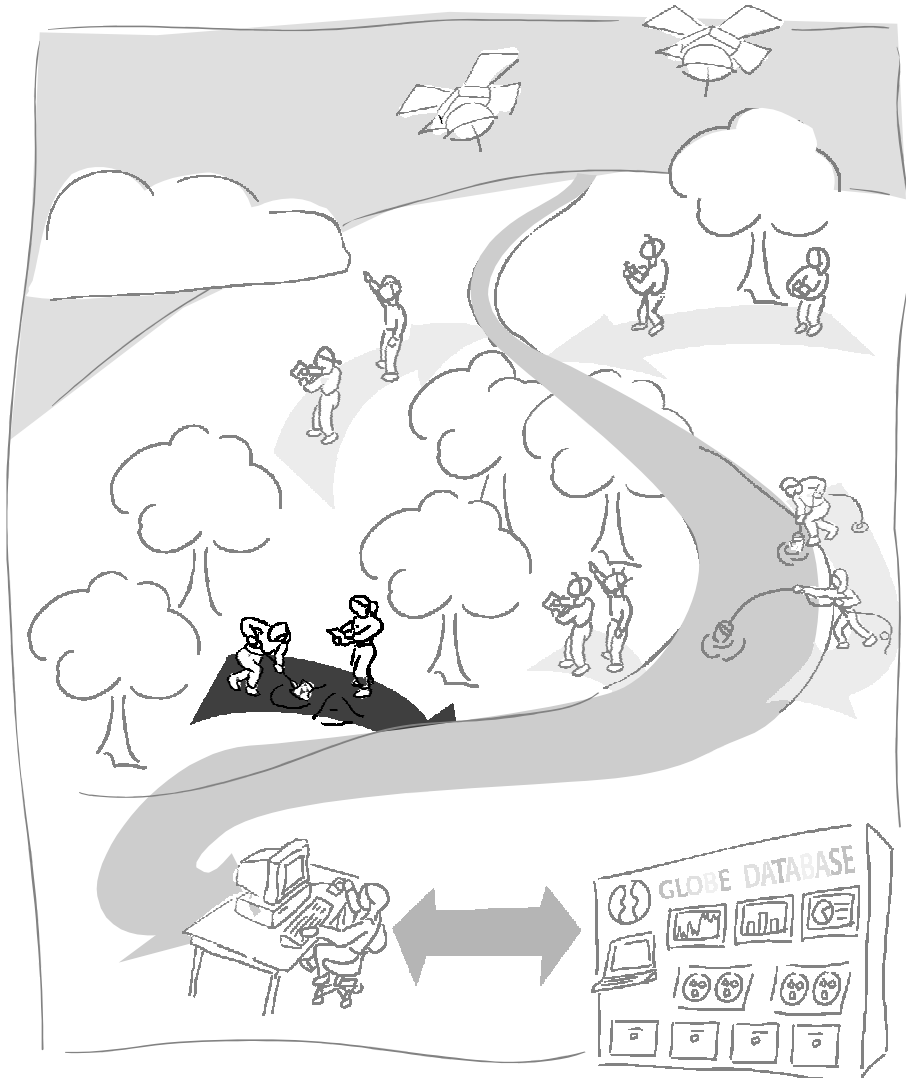


Etude du Sol



Une unité d'apprentissage GLOBE®



Aperçu de l'étude du sol

Protocoles

Mesures effectuées sur les sites de caractérisation du sol :
hauteur du haut et du bas de chaque couche du sol
structure, couleur, consistance, texture et quantité de cailloux, racines et carbonates
masse volumique, densité particulière, distribution granulaire, pH et fertilité (teneur en N, P, K) des échantillons prélevés dans chaque couche

Mesures effectuées sur les sites d'étude de l'atmosphère ou de l'humidité du sol :
Humidité du sol lors de deux campagnes annuelles, 12 fois par an ou automatisée
Température du sol, chaque jour ou chaque semaine, et étude de la variation diurne 2 jours tous les 3 mois ou automatisée toutes les 15 minutes

Chronologie recommandée pour les activités

Lisez l'*Introduction*

Lisez les *Protocoles* pour savoir précisément ce qu'il faut mesurer et comment le mesurer.

Choisissez une *activité d'apprentissage* qui pourrait servir de support aux protocoles.

Photocopiez les *fiches de relevé de données* fournies dans l'*Annexe*.

Effectuez les *protocoles de caractérisation du sol*.

Effectuez le *protocole de mesure de température du sol*.

Effectuez le *protocole de mesure de la masse volumique, de la densité particulière, de distribution granulaire, de pH et de fertilité du sol*.

Allez voir le site web GLOBE avec vos élèves et examinez les pages de saisie de données de l'étude du sol.

Transmettez vos données au serveur de données étudiant GLOBE par Internet ou par e-mail



Remarques particulières

Si vous décidez de creuser une fosse d'observation, vous aurez probablement besoin d'aide

Il vous faudra également obtenir une autorisation des services locaux pour être sûr que vous ne risquez pas d'endommager un tuyau ou un fil enterré

Table des matières

Introduction

Pourquoi étudier les sols	Introduction 1
Vue d'ensemble.....	Introduction 2
Les mesures GLOBE.....	Introduction 11
Mesures individuelles.....	Introduction 11

Protocoles

Sélectionner, exposer et décrire un site de caractérisation du sol	
Protocole de caractérisation du sol	
Protocole de mesure de température du sol	
Protocole de mesure de l'humidité du sol par gravimétrie	
Protocole de mesure de masse volumique	
Protocole de mesure de la densité particulaire	
Protocole de mesure de distribution granulométrique	
Protocole de mesure du pH du sol	
Protocole de mesure de la fertilité du sol	
Protocole de mesure numérique sur plusieurs jours de la température max/min/instantanée du sol et de l'air (voir la partie Atmosphère)	
Protocole facultatif de mesure automatisé de la température du sol sur plusieurs jours *	
Protocole facultatif de mesure automatisé de la température du sol et de l'air*	
Protocole facultatif de mesure de l'humidité du sol*	
Protocole facultatif de mesure d'infiltration de l'eau*	
Protocole facultatif de mesure d'humidité et de température du sol avec la station Davis*	

Activités d'apprentissage

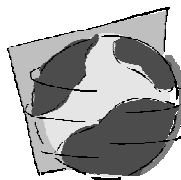
Pourquoi étudions nous le sol ?*	
Juste en passant – débutants	
Juste en passant	
Le sol et mon jardin	
Le sol étudié sur le terrain : creuser aux alentours*	
Le sol en tant qu'éponge : quelles quantités d'eau le sol peut il retenir ?	
Le sol: le grand décomposeur	
Le jeu des données	

* voir la version complète du guide pédagogique disponible sur le site Web de GLOBE ou sur CD-ROM

Annexe

Fiche de définition du site de caractérisation du sol	Annexe 2
Fiche de relevé de données d'étude du sol	Annexe 3
Fiche de relevé de mesures de température du sol	Annexe 4
Fiche de relevé de mesures de l'humidité du sol	Annexe 5
Fiche de relevé de mesure de l'humidité du sol – échantillonnage en étoile	Annexe 7
Fiche de relevé de mesure de l'humidité du sol – échantillonnage le long d'un transect	Annexe 8
Fiche de relevé de mesures de l'humidité du sol – profil de profondeur	Annexe 9
Fiche de relevé de données de masse volumique	Annexe 10
Fiche de relevé de données de la densité particulaire du sol	Annexe 11
Fiche de relevé de données de la distribution granulométrique	Annexe 12
Fiche de relevé de données du pH du sol	Annexe 13
Fiche de relevé de données sur la fertilité du sol	Annexe 14
Triangle textural	Annexe 15
Glossaire	Annexe 16

Introduction



Les sols constituent une des ressources naturelles essentielles de la Terre, cependant ils sont souvent considérés comme acquis. La plupart des gens ne réalisent pas qu'ils sont en fait un véritable monde vivant servant de support à presque toute vie terrestre. Les sols et leurs fonctions au sein d'un écosystème varient fortement d'un endroit à un autre à cause de nombreux facteurs comme les différences de climat, les matériaux dont ils sont issus et la position du sol au sein de son environnement.

Les scientifiques, ingénieurs, agriculteurs, constructeurs et autres professionnels prennent en compte les propriétés physique et chimique d'un sol, ainsi que sa température et son humidité pour prendre des décisions telles que :

Où se trouve le meilleur endroit pour construire un bâtiment ?

Quels types de cultures se développeront le mieux dans un champ précis ?

Est-ce que les fondations d'une maison vont être inondées quand il pleuvra ?

Quelle est la qualité des eaux souterraines aux alentours ?

En utilisant les données réunies dans l'étude du sol proposée par GLOBE, les étudiants aident les scientifiques à décrire les sols et à comprendre leur fonctionnement. Ils déterminent comment les sols évoluent ainsi que leur influence sur d'autres parties de l'écosystème comme le climat, la végétation et l'hydrologie. Des informations sur les sols sont mises en commun avec les données des autres protocoles GLOBE pour obtenir une vision plus globale de la Terre.

Pourquoi étudier les sols ?

Les sols constituent à la surface de la terre une mince couche, appelée pédosphère. Cette fine couche est une précieuse ressource naturelle, et elle affecte tellement toutes les autres parties de l'écosystème qu'elle est souvent appelée « la grande intégratrice ». Par exemple, les sols retiennent les substances nutritives et l'eau utilisées par les animaux et les végétaux. L'eau est filtrée et épurée lors de son écoulement dans les sols. Les sols peuvent également changer les propriétés chimiques de l'eau ainsi que la quantité d'eau qui retourne dans l'atmosphère pour engendrer des précipitations. Nos aliments et la plupart des matériaux que nous utilisons pour la construction et la fabrication du papier et des fibres textiles dépendent des sols. Ils jouent un rôle essentiel quant au type et à la quantité des gaz dans l'atmosphère. Ils conservent et transfèrent la chaleur, influant sur la température de l'atmosphère et contrôlant l'activité des végétaux et des autres organismes vivant dans les sols. En étudiant ces fonctions, les étudiants et les scientifiques apprennent à interpréter le climat, la végétation, l'hydrologie et l'activité humaine passée d'un site. Ils commencent à concevoir le sol comme un composant essentiel de chaque écosystème de la Terre.

Les scientifiques ont besoin des données GLOBE

Les données réunies par les étudiants lors des mesures du sol GLOBE sont précieuses dans de nombreux domaines pour les scientifiques. Les scientifiques spécialistes leur potentiel pour les cultures. Les spécialistes de l'eau utilisent ces données pour déterminer le mouvement de l'eau à travers le sol, la répartition de l'eau ainsi que les effets des sols sur les propriétés chimique de l'eau. Ils s'intéressent également à l'influence des différents types de sols sur la sédimentation au bord des rivières et des lacs. Les climatologues utilisent ces données pour alimenter leur modèle de prévisions climatique. Les scientifiques spécialistes de l'atmosphère veulent connaître l'influence des sols sur l'humidité, la température, la quantité de lumière réfléchiée et les de gaz comme le méthane ou le CO₂. Les biologistes s'intéressent aux propriétés du sol pour déterminer son potentiel pour servir de support à la vie animale ou végétale. Enfin, les anthropologues étudient le sol pour reconstruire le passé de l'activité humaine d'une région précise.

des sols utilisent ces données pour mieux comprendre comment les sols se forment, comment ils doivent être traités ainsi que

Lorsque les données sont disponibles pour beaucoup de régions du monde, les scientifiques étudient les modèles spatiaux des propriétés du sol. Lorsqu'un jeu complet de données GLOBE est disponible sur l'atmosphère, l'hydrologie, la couverture et les propriétés des sols pour un site précis, les scientifiques utilisent ces informations pour faire tourner des simulations informatiques et ainsi comprendre comment l'ensemble de l'écosystème fonctionne et faire des prévisions sur l'évolution future de cet écosystème.

Vue d'ensemble

Composition du sol

Les sols comportent quatre principaux éléments :

Des minéraux de différentes tailles

Des matières organiques provenant de la décomposition des animaux et des végétaux

De l'eau qui remplit les espaces vides

De l'air qui remplit les espaces vides

L'utilisation d'un sol dépend de la quantité de chacun de ces éléments. Par exemple, un sol propice à l'agriculture doit contenir environ 45% de minéraux, 5% de matières organiques, 25% d'eau et 25% d'air. Les végétaux qui vivent dans des marécages ont besoin de plus d'eau et de moins d'air. Les sols utilisés comme matière première pour fabriquer des briques doivent être totalement exempt de matière organique.

Les cinq facteurs de formation du sol

Les propriétés d'un sol à chaque instant sont le résultat de cinq facteurs de formation du sol, à savoir :

1. *Le matériau parent* : c'est le matériau à partir duquel le sol s'est formé. Le matériau parental peut-être un substrat rocheux, des matières organiques, une ancienne surface de sol ou un dépôt créé par l'eau, le vent, des glaciers, des éruptions volcaniques ou des éboulis.
2. *Le climat* : la chaleur, la pluie, la glace, la neige, le vent, le soleil et d'autres forces environnementales décomposent le matériau parental, détendent le matériau du sol, déterminent les animaux et végétaux capable de survivre à un endroit donné et affectent la rapidité

d'évolution des sols et les propriétés du sol qui en résulte.

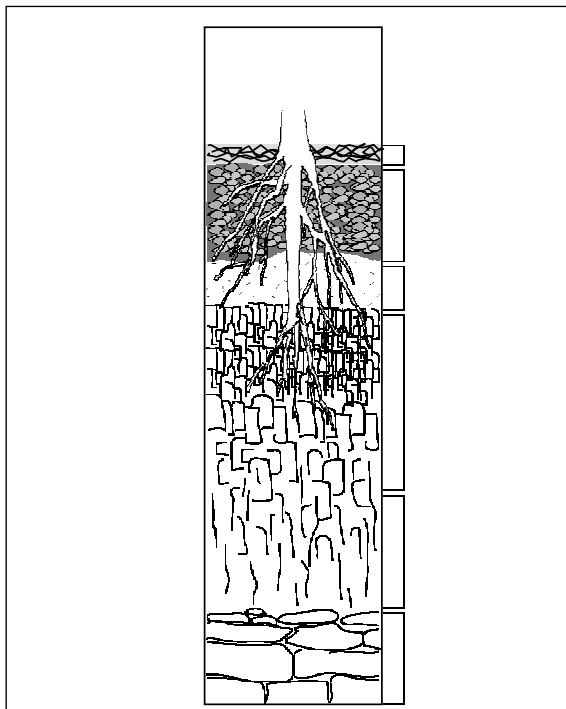
3. *Les organismes* : le sol est l'habitat d'un grand nombre de végétaux, animaux, et micro-organismes. Les propriétés physique et chimie d'un sol déterminent le type et le nombre d'organismes qui peuvent survivre et prospérer dans ce sol. Les organismes modèlent le sol dans lequel ils vivent. Par exemple, la croissance des racines et le mouvement des animaux et micro-organismes réarrangent la distribution des matériaux et des produits chimiques. Les restes d'animaux et de végétaux morts se transforment en matière organique qui enrichit le sol en carbone et nutriments. Les animaux et les micro-organismes qui vivent dans le sol contrôlent la vitesse de décomposition des déchets et restes organiques. Les organismes dans le sol contribuent à l'échange de gaz comme le CO₂, l'oxygène, et la nitrogène entre le sol et l'atmosphère. Ils contribuent également à filtrer les impuretés de l'eau. L'Homme transforme pareillement le sol en cultivant, construisant des barrages, creusant, se déplaçant et traitant les déchets.
4. *La topographie* : L'emplacement d'un sol dans un paysage peut affecter l'impact des phénomènes climatiques. Les sols situés au bas d'une colline recevront plus d'eau que ceux situés sur les pentes, et les sols situés sur les pentes ensoleillées seront plus secs que ceux à l'ombre.
5. *Le temps* : La durée pendant laquelle les combinaisons des facteurs énumérés ci-dessus ont interagi influence les propriétés du sol. Certaines propriétés, comme la température et l'humidité, changent rapidement, souvent en quelques minutes ou quelques heures. D'autres, comme les types de

Tableau Sol-I-1

Propriétés du sol qui changent au cours du temps		
Propriétés qui varient en minutes ou heures	Propriétés qui varient sur plusieurs mois ou années	Propriétés qui varient en milliers d'années
Température Humidité Composition de l'air	pH Couleur Structure Densité de cailloux Matière organique Fertilité Micro-organismes, Végétaux	Minéraux Distribution particulière Horizons Densité particulière

minéraux présents, ne varient que très lentement sur des centaines ou des milliers d'années. Le tableau Sol-I-1 liste les différentes propriétés du sol ainsi que le temps nécessaire pour qu'elles changent.

Figure Sol-I-2 : Profil pédologique



Profils pédologiques

Les cinq facteurs de formation du sol diffèrent d'un lieu à un autre entraînant des différences dans les propriétés du sol d'un endroit à un autre. Chaque segment de sol d'un lieu a une signature unique. Une section verticale d'un de ces segments est appelée profil pédologique.

L'historique d'un sol et la formation d'une zone précise peuvent être déterminés en examinant attentivement le profil pédologique et en tenant compte des cinq facteurs de formation du sol.

Les différentes parties de l'historique d'un sol se lisent dans les différentes couches du profil pédologique. Ces couches, ou strates, sont appelées *horizons*. L'épaisseur des horizons peut varier de quelques millimètres à plus d'un mètre. Les différents horizons sont identifiables par les propriétés qui sont différentes de celles des horizons juste au-dessus et en dessous. Certains horizons sont le résultat de la désagrégation des minéraux et de la décomposition des matières organiques qui abaissent le profil pédologique au cours du temps. Ce mouvement, appelé *stratification*, influence la composition et

les propriétés des horizons. D'autres horizons peuvent avoir été formés suite à altérés par l'activité humaine. Par exemple, les constructions rendent le sol plus compact, changent sa composition, déplacent le sol d'un endroit à un autre ou encore réarrangent les horizons dans un ordre différent de celui de leur formation originale.

L'humidité du sol

L'humidité joue un rôle majeur dans les activités chimiques, physiques et biologiques qui ont lieu dans le sol. Chimiquement, l'humidité véhicule les substances à travers le profil pédologique. Cela affecte certaines propriétés du sol comme la texture et la couleur. Biologiquement, l'humidité détermine le type de végétaux qui se développent dans le sol et influence la manière dont les racines s'y répartissent. Par exemple, dans des zones désertes où les sols sont secs, des plantes comme les cactus doivent stocker l'eau ou envoyer des racines profondément dans le sol pour atteindre les réserves d'eau enfouies des dizaines de mètres sous la surface. Les végétaux des régions tropicales ont la plupart de leurs racines proche de la surface où les matières organiques retiennent l'essentiel de l'eau et des nutriments dont ils ont besoin. Les cultures agricoles se développent mieux dans des sols contenant environ un quart d'eau, sous forme liquide, de vapeur ou de glace. Physiquement, l'humidité des sols fait partie du cycle hydrologique. L'eau tombe sur la surface des sols sous forme de précipitations. Cette eau s'infiltré dans le sol au cours d'un procédé appelé *infiltration*. Après cela, elle est stockée dans les horizons, utilisée par les végétaux, remontée par évaporation ou descendu plus profondément dans les couches inférieures pour devenir de l'*eau souterraine*. L'humidité d'un sol peut changer rapidement, augmentant parfois en quelques minutes ou quelques heures. Par

l'érosion, la sédimentation ou à une activité biologique. Les sols peuvent aussi avoir été comparaison, le sol peut mettre des semaines ou des mois à sécher. Si un horizon est très compact et qu'il n'a que de très petits espaces vides, ou qu'il est *saturé* en eau, l'infiltration sera lente, augmentant les risques d'inondations d'une zone. Si l'eau ne peut pas descendre dans le sol assez vite, elle va s'écouler en surface et pourra créer rapidement des courants importants. Lorsqu'il n'y a pas de végétation et qu'il y a une pente raide, il apparaît un phénomène d'*érosion hydraulique*. Les forces combinées de l'eau qui s'écoule et des particules du sol qui s'écoulent conduisent à l'apparition de profondes cicatrices dans le sol. Lorsqu'un sol est sec ou qu'il a de grands espaces vides semblables à celui de l'horizon précédent, l'eau s'y infiltrera rapidement. Si le sol devient trop sec et qu'il n'y a pas de végétation, il pourra apparaître un phénomène d'*érosion à cause du vent*.

La température de sol

La température d'un sol peut changer rapidement. Près de la surface, elle change presque aussi vite que celle de l'air, mais ses variations sont moindres car le sol est plus dense que l'air. Des cycles quotidiens et annuels de température peuvent être identifiés. Lors d'une journée habituelle, le sol est froid le matin, chauffe pendant l'après-midi et refroidit la nuit. Durant l'année, le sol se réchauffe et se refroidit suivant les saisons. Comme la température du sol varie moins vite que celle de l'air, il se comporte comme un isolant, protégeant les organismes y vivant contre variations extrêmes de température de l'air. Dans les régions tempérées, le sol peut geler en surface en hiver et dégeler au printemps alors que dans des régions froides, une couche de glace permanente, appelée *pergélisol*, se trouve juste sous la surface. Dans tous les cas, le sous-sol ne gèle pas en dessous d'une certaine profondeur. Le sol

du dessus se comporte comme un isolant, de sorte que la température des couches plus profondes du sol est quasiment constante. Généralement, plus le sol est chaud, plus l'activité biologique des micro-organismes y vivant est importante. Les micro-organismes vivant dans de chauds sols tropicaux décomposent la matière organique bien plus vite que les micro-organismes vivant dans des sols froids. Comme il y a des échanges de chaleur et de vapeur d'eau entre le sol et l'air, la température et l'humidité du sol proche de la surface affectent l'atmosphère. Ces effets sont moins importants que ceux apparaissant à la surface des océans, des mers et des grands lacs, mais peuvent néanmoins influencer significativement le climat local. On s'est rendu compte que les ouragans s'intensifiaient en passant au-dessus d'un sol saturé en eau. Les météorologues se sont rendus compte que leurs prévisions pouvaient être améliorées en prenant en compte l'humidité et la température du sol dans leurs calculs.

Les sols du monde

Voici six exemples de paysages et de profils pédologiques. Voir les photos Sol-I-4 à Sol-I-9

constante au cours de l'année. La température affecte fortement l'activité chimique et biologique dans le sol.

Figure SOIL-I-3

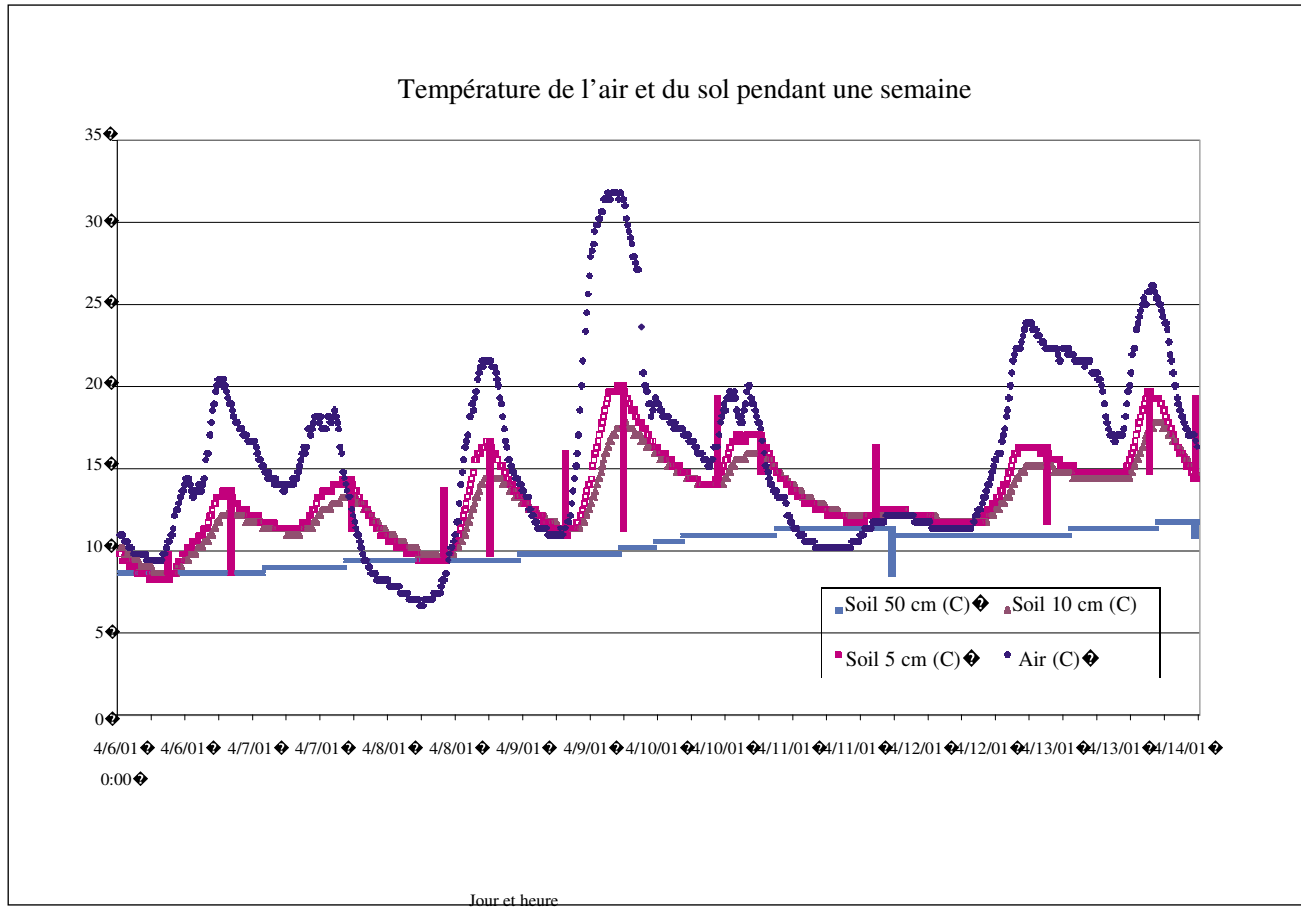


Photo SOL-I-4: Echantillons de sol prelevés dans le sud du Texas



Ces terrains sont courants dans l'ouest des Etats-Unis ainsi qu'en Argentine et en Ukraine. Ils sont généralement profonds et de couleur sombre et comptent parmi les meilleurs sols pour les récoltes. Leur couleur sombre est due à la lente décomposition des racines et à la matière organique qui permet au sol de retenir l'eau et les nutriments nécessaires pour la croissance des végétaux.

Photo SOL-I-5: Sol formé à l'extrême ouest de la Russie, près de la ville de Magadan



La plupart de la matière organique du sol provient des restes et des racines des conifères qui se décomposent à la surface du sol. Quand cette matière se mêle à l'eau de pluie, les acides forment cet engrais des horizons supérieurs du sol. La couche blanche que vous voyez sous la couche noire de surface est le fait des acides organiques qui ont fait disparaître les nutriments, l'argile, le fer et tous les matériaux non exclusivement minéraux.

L'horizon sombre sous cet horizon contient des matériaux qui ont été filtrés par l'horizon du dessus puis déposés ou sédimentés. L'horizon suivant est rouge à cause de la présence d'oxyde de fer amené par l'horizon supérieur. L'horizon sous celui-ci a plusieurs types d'oxyde de fer en plus petites quantités, ce qui lui confère sa couleur jaune. L'horizon inférieur est le matériau parent de ce sol. Pour ce site, le matériau parent est un dépôt de sable provenant des glaciers. Il y a longtemps, le sol ressemblait à ce dernier horizon, mais avec le temps le processus de formation du sol a modifié ses propriétés.

Photo SOL-I-6: Un environnement tropical au nord de Queensland en Australie



Remarquez les couleurs rouge clair et la profondeur jusqu' où le sol est uniforme. C'est très difficile de distinguer des horizons différents. Les chaudes températures et les grandes pluies facilitent la formation de sol spongieux comme celui-ci. Dans ces climats tropicaux, la matière organique se décompose très vite et se transforme en matière inerte et se mélange à l'argile. La plupart des nutriments ont été apportés du sol par de fortes pluies. Au fond à gauche, il y a des minéraux cimentés par de l'oxyde de fer, qui donne sa couleur rouge clair au sol.

Photo SOIL-I-7: Sol formé par un climat très froid près de Inuvik dans le nord-ouest du Canada



La surface ondulée de ce sol est due au gel et au dégel annuels de l'eau stockée dans ce sol. Les zones noires indiquent les endroits où les matériaux organiques se sont accumulés pendant les cycles de gel et de dégel. Le processus de gel et de regel et de transformation du sol est appelé « cryoturbation ». Le sol n'est pas beaucoup développé et il y a seulement de légers indices de la présence d'horizons que l'on peut voir grâce à des faibles nuances de couleur. En bas du profil, il y a une couche appelée *permafrost*, qui est constituée d'un mélange de glace et de sol. Cette couche reste en dessous de 0°C toute l'année. La couche noire de matériaux organiques s'est accumulée car la décomposition est très lente à cause du froid.

Photo SOL-I-8: Sol formé dans un climat sec et aride du Nouveau Mexique aux Etats-Unis



On trouve souvent un horizon marron clair à la surface lorsqu'il y a peu de matière organique, car celle-ci forme des sols noirs. Dans les endroits secs, il y a peu de matière organique dans le sol car peu de végétation y pousse. Quand il y pleut, la structure sablonneuse du sol permet à certains matériaux de s'infiltrer jusqu'aux horizons inférieurs du profil. Les stries blanches proches du bas du profil sont formées de dépôts de calcaire qui peuvent devenir très compact après s'être accumulés au cours du temps.

Photo SOL-I-9: Sol humide de Louisiane aux Etats-Unis



On trouve des sols humides dans le monde entier. L'horizon en surface est souvent sombre car la matière organique s'accumule dans un sol saturé d'eau. Dans de telles conditions, il n'y a pas assez d'oxygène pour que les organismes décomposent la matière organique. Les horizons inférieurs sont souvent gris. Parfois, comme sur cette photo, la couleur grise du sol a des stries orange ou marron appelées *marbrures*. Les couleurs gris indiquent que le sol est resté mouillé pendant longtemps, alors que les marbrures indiquent où l'oxygène était dans le sol.

Le Dr. John Kimble et Sharon Waltman du USDA Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska ont pris les photos exposées ici.

Les mesures GLOBE

Quelles mesures sont effectuées ?

GLOBE propose deux jeux de mesures du sol. Le premier jeu, appelé caractérisation du sol, décrit les propriétés chimique et physique de chaque horizon d'un profil pédologique. Certaines mesures de caractérisation du sol sont effectuées sur le terrain alors que d'autres sont réalisées en laboratoire ou en classe. Toutes ces mesures sont effectuées une fois par site. Le second jeu de mesures, appelé température et humidité du sol, sert à déterminer la quantité d'eau et la température du sol à différentes températures. Ces mesures sont réalisées de manière répétitives et comparées aux mesures de précipitation et de température de l'air effectuées lors de *l'étude de l'atmosphère*.

Mesures de caractérisation du sol

Sur le terrain

Description du site
Profondeur des horizons
Structure du sol
Couleur du sol
Consistance du sol
Texture du sol
Racines
Cailloux
Carbonates

*En classe ou en laboratoire**

Masse volumique
Densité particulière
Distribution granulométrique
pH
Fertilité du sol (teneur en N, P, K)

Température et humidité du sol

Sur le terrain

Température du sol
Surveillance de l'humidité du sol

*En classe ou en laboratoire**

Mesure gravimétrique de l'humidité du sol

* Les mesures en laboratoires utilisent les échantillons prélevés sur le terrain.

Mesures individuelles

Caractérisation du sol

Sur le terrain, on peut différencier les horizons en examinant la structure, la couleur, la consistance, la texture et la quantité de racines, cailloux et carbonates libres qu'ils contiennent. Les analyses de masse volumique, de densité particulière, de distribution granulométrique, de pH et de fertilité révèlent également des différences entre les horizons.

Structure

Le terme structure se rapporte à la forme naturelle des agrégats de particules (appelés *peds*) dans le sol. La structure du sol fournit des informations sur la forme et la taille des espaces vides dans le sol à travers lesquels la chaleur, l'air et l'eau s'écoulent et dans lesquels les racines poussent. Ces *peds* peuvent être *granulaires*, *caillouteux*, *en colonne*, *tassés* ou *prismatiques*. Si le sol n'a pas de structure particulière, il est appelé simplement *granuleux* ou *massif*.

Couleur

La couleur du sol est déterminée par la cohésion chimique des particules, la quantité de matière organique et l'humidité du sol. Par exemple, le sol a tendance à être plus foncé en présence de matière organique. Certains minéraux, comme le fer, peuvent créer des nuances de rouge et de jaune sur la surface des particules du sol. Dans les régions sèches, le sol peut être blanc à cause de la présence de calcium dans les particules du sol. L'humidité influence aussi la couleur du sol. L'humidité d'un sol du temps pendant lequel il a pu sécher librement et de saturation ou non en eau. Typiquement, plus le sol est humide, plus il est foncé.

Consistance

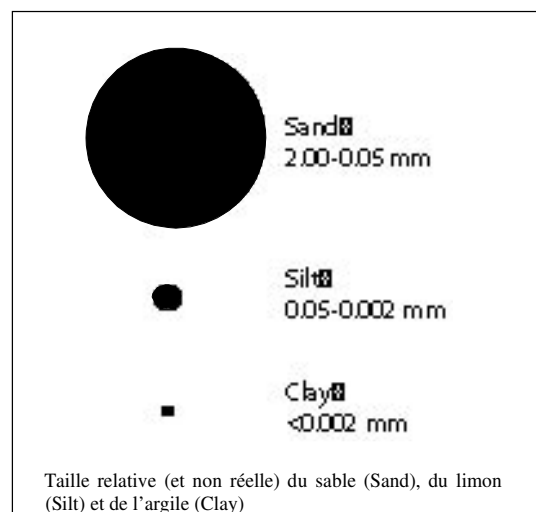
La consistance désigne la fermeté des agrégats individuels et la facilité avec laquelle on peut les séparer. Elle peut être qualifiée de *friable*, *lâche*, *ferme* ou *très ferme*. Un sol ferme sera plus difficile pour les racines, les pelles et les charrues qu'un sol friable.

Texture

La texture désigne la sensation tactile produite par un sol. Elle est déterminée par les quantités respectives de particules de sable, de limon et d'argile présentes dans les échantillons de sol. La texture d'un sol influence la quantité d'eau, de chaleur et d'aliments qui sera stockée dans le profil pédologique. La main est sensible aux différences de taille entre les particules. Les particules de sable sont les plus grossières et sont granuleuses au toucher. Les particules de limon sont directement plus petites et sont lisses et farineuses. Les particules d'argile sont les plus fines, sont collantes et difficiles à comprimer. Les quantités de particules de sable, de limon et d'argile de différentes tailles constituent ce que l'on appelle *la distribution*

granulométrique du sol et peut être mesurée en classe ou en laboratoire.

Schéma SOL-I-10 : Taille des particules



Racines

Une estimation de la quantité de racines présente dans chaque horizon donne une idée de la profondeur à laquelle ces racines vont pour obtenir leurs aliments. Plus il y a de racines dans un horizon, plus d'eau et d'aliments vont être enlevés du sol et plus la matière organique y sera retournée. Connaître la quantité de racines dans chaque horizon permet aux scientifiques d'estimer la fertilité, la masse volumique, la capacité à retenir l'eau et la profondeur d'un sol. Par exemple, un horizon très compact empêchera le développement des racines plus qu'un horizon poreux.

Cailloux

Estimer le nombre de cailloux présents dans chaque horizon aide à comprendre le mouvement de l'eau, de la chaleur et de l'air dans le sol ainsi que la manière dont les racines poussent et la quantité de particules du sol qui interviennent dans des réactions chimiques ou physiques. Les

particules de plus de 2 mm sont considérées comme des cailloux.

Carbonates

Les *carbonates* de calcium ou d'autres éléments apparaissent dans les zones où il y a peu de désagrégation due à l'eau. La présence de carbonates dans un sol peut indiquer un climat aride ou un type bien précis de matériau parent riche en calcium, comme le calcaire. Les carbonates libres recouvrent souvent les particules des sols basiques (i.e. dont le pH est supérieur à 7), notamment dans les climats arides ou semi-arides. Ils sont en général blancs et peuvent facilement être grattés avec un ongle. Dans les climats secs, les carbonates peuvent former un horizon très dur et dense, semblable au ciment et ne permettant pas le passage des racines. La présence de carbonates peut être testée en répandant un acide, comme par exemple du vinaigre, sur le sol. S'il y a des carbonates, une réaction chimique se produit entre le vinaigre (l'acide) et les carbonates (la base), libérant du CO₂. La libération du CO₂ produit une effervescence (des bulles apparaissent) dont l'intensité varie selon la quantité de carbonates libres présents.

Masse volumique

La masse volumique détermine dans quel mesure le sol est compacté est donnée par la masse d'une unité de volume de sol sec (g/cm³). La densité volumique du sol dépend de la composition du sol, de la structure des agrégats, de la distribution granulométrique, du volume des espaces vides, et de la compacité des particules. Les sols composés de minéraux (sable, limon, argile) ont une masse volumique différente de celle des sols composés de matière organique. De manière générale, la densité volumique des sols va de 0,5 g/cm³ pour des sols poreux à 2.0 g/cm³ ou plus dans des horizons très compacts.

Connaître la masse volumique d'un sol est important pour de nombreuses raisons. Elle

indique dans quelle mesure les particules sont compactées et la facilité avec laquelle les racines peuvent pousser dans ce sol. Elle permet également de convertir le volume d'un échantillon en masse et vice-versa. Si l'on connaît la masse d'un échantillon, on peut calculer son volume en la divisant par la masse volumique. Si l'on connaît le volume d'un échantillon, on peut calculer sa masse en le multipliant par la masse volumique.

Densité particulaire

La densité particulaire d'un échantillon de sol est la masse de sol sec d'une unité de volume dont tous les espaces vides ont été supprimés. Le type de minéraux dont sont faites les particules du sol influence la densité particulaire. Les sols constitués de quartz pur ont généralement une densité particulaire de 2,65 g/cm³. Les sols constitués d'autres minéraux auront une masse différente pour le même volume de particules. Connaissant la masse volumique et la densité particulaire, on peut calculer la *porosité* (la quantité en volume du sol constituée d'espaces vides). La porosité détermine la quantité d'eau ou d'air qui peut être stockée dans le sol.

Distribution granulométrique

Les quantités de particules (sable, limon, argile) de différentes tailles constituent ce que l'on appelle la distribution granulométrique du sol. Le sable est la plus grosse particule, le limon est de taille intermédiaire et l'argile est la plus petite. La distribution granulométrique d'un échantillon permet de déterminer précisément la texture du sol (qui est « estimée » sur le terrain en effectuant le *protocole d'estimation de la texture du sol*). Elle aide également à déterminer la quantité d'eau, de chaleur et d'aliments qui seront retenus dans le sol, la vitesse à laquelle l'eau et la chaleur se déplaceront dans le sol ainsi que la structure et la consistance du sol.

La quantité de sable, de limon et d'argile dans un échantillon est déterminée en utilisant un *hydromètre*. Un échantillon de sol sec est placé dans l'eau et est laissé à sédimenter. Les plus grosses particules (sable) se déposent en quelques minutes alors que les particules les plus petites (argile) ne se déposent qu'après plusieurs jours. L'hydromètre mesure la quantité de sol en suspension après le dépôt d'une partie du sol. Voir schéma SOL-I-11.

pH

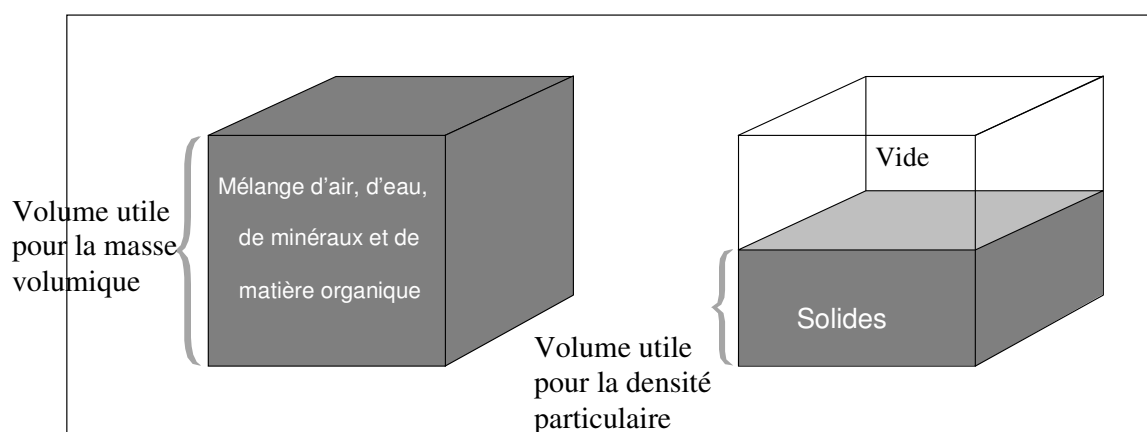
Le pH d'un horizon (degré d'acidité ou de basicité) est déterminé par le matériau parent dont le sol est issu, la nature chimique de la pluie et des autres eaux en contact avec le sol, l'entretien de la terre et par les activités des organismes vivant dans le sol (végétaux, animaux et micro-organismes). Comme le pH de l'eau, le pH du sol est mesuré sur une échelle logarithmique (Voir l'*introduction* de l'étude de l'*hydrologie* pour une description du pH). Le pH du sol donne une indication de ses propriétés chimiques

et de sa fertilité. L'activité des substances chimiques du sol affecte son pH. Certaines plantes ne poussent qu'à une valeur donnée de pH. Les agriculteurs mettent parfois des « additifs » pour changer le pH du sol en fonction de ce qu'ils veulent cultiver. Le pH du sol affecte également le pH des eaux souterraines ou des cours d'eaux et lacs avoisinants.

Fertilité

La fertilité d'un sol est déterminée par la quantité de substances nutritives qu'il contient. L'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) sont trois des substances nutritives les plus importantes pour la croissance des végétaux. Chaque horizon d'un profil pédologique peut être testé pour déterminer la présence de chacun de ces éléments. Les résultats de ces mesures aide à savoir si le sol est propice à la croissance des végétaux. La fertilité peut être rattachée aux mesures de propriétés chimiques de l'eau effectuées dans la partie *Etude de l'hydrologie*.

Schéma SOL-I-11 : Comparaison de la masse volumique et de la densité particulaire



La masse volumique est une mesure de la masse de tout le volume du sol, y compris les vides occupés par l'air et l'eau. Si le sol était compressé de sorte qu'il n'y ait plus d'espaces vides occupés par l'air ou l'eau, la masse des particules divisée par le volume qu'elles occuperaient serait la densité particulaire.

Humidité

L'humidité du sol, aussi appelée quantité d'eau retenue dans le sol, est le quotient de la masse d'eau contenue dans un échantillon par la masse de matière sèche de cet échantillon. Ce quotient varie typiquement de 0,05 g/g à 0,50 g/g. Seuls les sols extrêmement secs, qui ne retiennent que très peu d'eau, comme ceux d'un désert, ont une humidité inférieure à 0,05 g/g. Seuls les sols riches en matière organique, tourbe ou argile absorbent de grandes quantités d'eau et ont des valeurs d'humidité supérieures à 0,5 g/g. La mesure de l'humidité du sol permet de mieux comprendre le rôle du sol dans l'écosystème environnant. Par exemple, l'humidité d'un sol révèle sa capacité à stocker ou à transporter l'eau, influençant la vitesse de régénération des eaux souterraines ou les cours d'eau en surface ainsi que l'évaporation de l'eau dans l'atmosphère. Elle donne aussi une indication de la capacité du sol à fournir de l'eau et des substances nutritives aux plantes, agissant directement sur leur croissance et leur survie.

Température

Le sol se comporte comme un isolant thermique entre les matériaux du sous-sol et l'atmosphère. Ainsi la température du sol peut être assez chaude en hiver et fraîche en été. Les variations de température du sol affectent la croissance des plantes, l'éclosion des bourgeons ou la chute des feuilles et la vitesse de décomposition de la matière organique.

La température du sol varie moins que celle de l'atmosphère et la température des sous-sols profonds varie très peu. La température d'un sol varie de 50°C pour les sols proches de la surface en plein désert (plus chaud que la température de l'air !) à des valeurs en dessous de 0°C aux hautes latitudes ou altitudes en hiver.

Sélection du site d'étude du sol

Le site d'étude du sol choisi pour effectuer les mesures de caractérisation du sol et celles d'humidité et de température doit être choisi avec soin.

Pour les mesures de caractérisation du sol, il faut que le site permette aux étudiant de creuser un trou soit à la pelle, soit à la pioche. Le but est de dégager un profil pédologique d'un mètre de profondeur. Si ce n'est pas possible, les étudiants ont la possibilité de prélever les 10 cm du haut du profil pédologique.

Pour les mesures d'humidité, le site doit nécessairement être à l'air libre. Il ne doit pas être irrigué, doit être relativement homogène et sûr pour creuser. Les échantillons sont prélevés à la surface (0-5 cm) et à 10 cm de profondeur. Des échantillons peuvent aussi être prélevés à 30 cm, 60 cm et 90 cm pour obtenir un profil important. Si possible, le site doit être à moins de 100 m d'un site d'étude de l'atmosphère GLOBE ou de tout autre site où les précipitations sont mesurées.

Pour les mesures de température, le site doit proche d'un site d'étude de l'atmosphère GLOBE ou de tout autre site où l'on mesure la température de l'air. Une alternative peut être de mesurer la température du sol sur le site de mesure de l'humidité du sol. Le site doit être à l'air libre et être représentatif des sols aux alentours. Les mesures de température du sol sont effectuées à 5 et 10 cm de profondeur pour tous les protocoles et à 50 cm avec le protocole de surveillance automatisé.

Description du site

Une fois que les étudiants ont sélectionné un site pour faire leurs mesures, ils utilisent les moyens suivants pour définir et décrire le site : latitude et longitude (utilisant des récepteurs GPS), hauteur, pente, exposition (direction de la pente la plus raide), type de végétation, matériau

parent et utilisation actuelle de cette zone. Les étudiants déterminent certaines de ces données sur le site et d'autres en utilisant des aides extérieures comme des cartes des rapports d'étude et d'expertise du sol.

Fréquence des mesures

Les mesures de caractérisation du sol doivent être effectuées une fois par site de caractérisation du sol.

Pour avoir une vision globale de l'humidité des sols, la priorité de GLOBE est d'effectuer des mesures lors de deux campagnes d'échantillonnage après un jour de pluie et un jour de beau temps.

Pour étudier les variations brèves, les mesures d'humidité doivent être effectuées au moins douze fois par an pour le même site, une fois par semaine ou par mois. Avec les sondes, les mesures doivent être effectuées au moins une fois par jour.

Les mesures de température doivent être effectuées au moins une fois par semaine. Beaucoup d'établissements font ces mesures quotidiennement, en même temps qu'ils relèvent les données atmosphériques quotidiennes. Le *protocole numérique de mesure de la quantité d'air max/min/actuel et de la température du sol* permet d'effectuer des mesures quotidiennes des températures maximum et minimum du sol à une profondeur de 10 cm. Des protocoles facultatifs sont disponibles pour mesurer quotidiennement ces valeurs à une profondeur de 5 cm et 50 cm et pour relever automatiquement la température de l'air et du sol toutes les 15 minutes à l'aide un logiciel de relevé de données.

Considération de terrain

Beaucoup de professeurs se sont aperçus que les élèves tiraient à la fois une grande fierté et une grande satisfaction à creuser le sol et à y dégager un profil pédologique. Parfois il est nécessaire de faire appel à des adultes bénévoles ou à quelqu'un du coin avec une pelle-bêche. Toutes les mesures de sécurité doivent être prises lorsque les élèves sont en train de creuser. Pour éviter

que le trou ne devienne un risque pour les animaux ou d'autres personnes, le trou ne doit être ouvert que lorsque les étudiants travaillent dessus. Il doit être couvert lorsque personne ne travaille dessus.

Organisation

En fonction de la taille du trou et du nombre d'étudiants, il peut être possible de travailler en classe entière sur le trou. Sinon, il est préférable de laisser des groupes de 3-5 étudiants dans le trou en même temps. Il y a de nombreuses possibilités de travailler avec plusieurs groupes d'étudiants qui collectent des données d'horizons différents et plusieurs échantillons. Les professeurs doivent s'attendre à ce que les mesures de caractérisation du sol et les procédures d'échantillonnage prennent plusieurs heures. Certains professeurs choisissent d'effectuer les mesures en plusieurs fois. Des experts des sciences du sol des universités locales, le USDA Natural Resources Conservation Service et d'autres associations agricoles peuvent vous aider pour creuser ou pour la description du site et la caractérisation du sol.

Les échantillons de sol pour l'étude de l'humidité doivent être prélevés dans une zone aussi grande que possible pendant les deux semaines de campagne. Cela permettra à tous les étudiants (et leur parents) de participer. La classe doit décider d'une stratégie globale de prélèvement d'échantillons et revoir les procédures correspondantes pour collecter les données. Des équipes d'étudiants et de parents peuvent travailler ensemble pour récolter les données pour la description du site, les coordonnées GPS, les échantillons gravimétriques proches de la surface, et toute autre donnée GLOBE susceptible d'intéresser la classe. D'autres groupes d'étudiants peuvent être chargés de peser le sol mouillé aussitôt après la prise d'échantillon, puis de commencer le processus de séchage. Il peut être utile de contacter et de travailler avec des scientifiques des universités environnantes

spécialisés dans l'étude des sols, avec le USDA Natural Resources Conservation Service ou n'importe quelle autre association pour le séchage des échantillons. Généralement une équipe de deux ou trois étudiants est un bon nombre pour prélever des échantillons pour l'humidité ou pour lire les valeurs indiquées par les sondes.

Les mesures de température du sol sont idéalement réalisées par des petites équipes (2 ou 3 étudiants par équipe) sur une base quotidienne ou hebdomadaire. Une bonne stratégie est de mettre ensemble un étudiant expérimenté et un autre moins expérimenté, qui deviendra par la suite l'étudiant expérimenté des nouveaux membres d'une équipe. Il faut compter environ entre 10 et 20 minutes pour qu'une équipe réalise un jeu complet de mesures.

Relier les mesures entre elles

Dans *l'étude du sol* proposée par GLOBE, les étudiants étudient à la fois les propriétés du sol qui varient lentement (caractérisation du sol) et celles qui varient rapidement (humidité et température du sol). Sans connaître les propriétés du profil pédologique qui évoluent lentement, il est difficile de comprendre le cycle dynamique des changements rapides de températures et d'humidité. De la même manière, les états de température et d'humidité du sol au cours du temps affecte sa formation. Les enseignants sont encouragés à relier les mesures de caractérisation du sol avec celles d'humidité et de température de manière à ce que les étudiants acquièrent une véritable compréhension de la manière dont le sol fonctionne et affecte le reste de l'écosystème.

Critères nationaux d'éducation scientifique	Protocoles d'initiation					Protocoles avancés			Activités d'apprentissage	
	Carac- térisation	Température	Humidité	Masse volumique	pH	Distribution granulaire	Densité particulai re	Fertilité	Découverte	Découverte (Débutants).
Science de la Terre et de l'espace										
Les matériaux terrestres sont les roches, l'eau, les matériaux biologiques et les gaz atmosphériques.			n	n		n	n			
Le sol a une couleur, une texture et une composition spécifique ; il sert de support à la croissance de la plupart des végétaux.	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
La surface de la Terre évolue.	n	n	n		n			n		
Les sols sont souvent en couches, qui ont chacune des propriétés chimique distinctes.	n				n			n	n	n
Les sols sont constitués de minéraux (moins de 2mm), de matière organique, d'air et d'eau	n		n	n		n	n	n	n	n
L'eau circule à travers le sol, changeant ainsi ses propriétés.	n	n	n	n	n			n	n	n
Concepts scientifiques (Physique)										
Les objets ont des propriétés observables.	n	n	n	n	n	n	n	n		
L'énergie se conserve.		n								
La chaleur va d'un objet chaud vers un froid.		n								
Des réactions chimiques ont lieu partout.					n			n		
Concepts scientifiques (Biologie)										
Cycle des atomes et molécules parmi les composants vivants et inertes de l'écosystème.								n		
Investigations scientifiques										
Identifier des questions scientifiques.	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Mener à bien une investigation.	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Utiliser les outils et techniques appropriés (y compris mathématiques) pour réunir et analyser des données.	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Décrire et expliquer en utilisant des arguments scientifiques.	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Communication et explications	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

Objectifs pédagogiques

Les étudiants participant aux activités présentées dans ce chapitre devraient acquérir des compétences de recherche scientifiques ainsi qu'une bonne compréhension d'un certain nombre de concepts scientifiques. Ces compétences comprennent l'utilisation d'un certain nombre d'instruments scientifiques et les techniques pour prendre des mesures et analyser les données qui en résultent avec une approche scientifique. Les compétences scientifiques recensées dans l'encadré gris sont basées sur le fait que le professeur a effectué le protocole incluant la section Observer les données. Si cette section n'est pas utilisée, toutes les compétences citées ne seront pas mises en jeu. Les concepts scientifiques mis en jeu sont explicités dans les standards de l'enseignement scientifique aux Etats-Unis comme recommandé par son Conseil National pour la Recherche, y compris ceux liés aux sciences de la Terre et de l'Espace et à la Physique. Les concepts géographiques sont issus des standards géographiques nationaux des Etats-Unis. Des concepts supplémentaires concernant l'atmosphère ont été rajoutés. L'encadré gris au début de chaque protocole ou activité d'apprentissage présente les compétences et concepts scientifiques clés mis en jeu. Le tableau suivant fournit un résumé indiquant quelles compétences et concepts sont utilisés dans quels protocoles ou activité d'apprentissage.



Sélectionner, Exposer et Définir un site de caractérisation du sol

Les étudiants utilisent une technique choisie par leur professeur pour exposer un profil pédologique pour la caractérisation du sol.

Protocole de caractérisation du sol

Les étudiants identifient les horizons d'un profil pédologique, observent la structure, la couleur, la consistance, la texture et la présence de cailloux, de racines et de carbonates pour chaque horizon, et prélèvent des échantillons pour les protocoles de caractérisation en laboratoire.

Protocole de mesure de température du sol

Les étudiants mesurent la température du sol près de la surface à midi et de manière saisonnière au cours de deux cycles diurnes.

Protocole de mesure d'humidité du sol par gravimétrie

Les étudiants mesurent la teneur en eau en comparant les masses des échantillons humides et secs.

Protocole de mesure de la masse volumique

Les étudiants mesurent la masse d'un échantillon de sol sec de volume total connu, y compris les espaces vides, pour déterminer la densité de l'échantillon tout entier.

Protocole de mesure de la densité particulaire du sol

Les étudiants mesurent le volume d'une masse connue de particules sèches du sol et calculent la densité de l'échantillon.

Protocole de distribution granulométrique

Les étudiants laissent en suspension une masse connue de sol sec dans l'eau et mesurent la gravité relative après que le sable et le limon se soient déposés pour déterminer la quantité de chaque groupe de taille de particule dans l'échantillon.

Protocole de mesure du pH du sol

Les étudiants préparent un mélange 50-50 de sol sec et d'eau distillée puis mesurent le pH du liquide restant après que la plupart du sol se soit déposé au fond du mélange.

Protocole de mesure de la fertilité du sol

Les étudiants utilisent un kit de fertilité du sol GLOBE pour préparer des échantillons et déterminer s'il y a du nitrate, du phosphate et du potassium présents en concentration nulle, faible, moyenne ou élevée.

Protocole de mesure numérique de la température max/min/instantanée du sol et de l'air (voir la partie atmosphère)

Les étudiants utilisent un thermomètre numérique sur plusieurs jours placé dans leur abri à instruments pour mesurer le maximum et le minimum de la température de l'air et du sol pour des périodes allant jusqu'aux six derniers jours.

Protocole facultatif de mesure automatisé de la température du sol sur plusieurs jours *

Les étudiants utilisent un second thermomètre numérique sur plusieurs jours placé dans leur abri à instruments pour mesurer le maximum et le minimum de la température du sol à 5 cm et 50 cm de profondeur pour des périodes allant jusqu'aux six derniers jours.

Protocole facultatif de mesure automatisée de la température du sol et de l'air*

Les étudiants utilisent 4 sondes thermométriques and un collecteur de données pour mesurer la température de l'air et du sol à 5, 10 et 50 cm toutes les 15 minutes.

Protocole facultatif de mesure de l'humidité du sol par sonde *

Les étudiants développent une courbe de calibration et l'utilisent pour déterminer la teneur en eau du sol à 10, 30, 60 et 90 cm de profondeur à partir des mesures de quatre capteurs d'humidité du sol.

Protocole facultatif de mesure d'infiltration de l'eau *

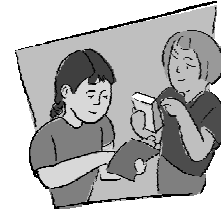
Les étudiants utilisent infiltromètre en anneau qu'ils peuvent construire à partir de boîtes de conserve pour mesurer la vitesse à d'imbibition de l'eau dans le sol pendant environ 45 minutes

Protocole facultatif de mesure d'humidité et de température du sol avec la station Davis *

Les étudiants installent des capteurs d'humidité du sol et des sondes thermométriques et les connectent à une station Davis d'humidité et de température du sol. Les données sont collectées toutes les 15 minutes et les étudiants transfèrent régulièrement ces données sur un ordinateur et les envoient à GLOBE.

* Voir la version complète du Guide pour le professeur disponible sur le site Web GLOBE et sur CD-ROM.

Sélectionner, exposer et définir un site de caractérisation du sol



A. Sélectionner un site de caractérisation du sol

Les mesures de caractérisation du sol sont prises pour plusieurs raisons, à savoir :

Servir de support à l'interprétation des mesures de l'humidité et de la température du sol

Compléter et étendre la cartographie de la couverture du sol

Etablir des cartes du sol de la région

Fournir des données pour la modélisation

Pour GLOBE, la plupart des établissements se concentrent sur le premier de ces objectifs. C'est pourquoi l'enseignant doit choisir un site proche du site d'étude de l'humidité du sol et/ou du site d'étude de l'atmosphère où les étudiants mesurent la température du sol. Ces sites peuvent être adjacents ou superposés. Si les étudiants font le protocole de caractérisation du sol en même temps que celui du site de couverture du sol, alors il faut choisir un endroit au sein du site de couverture du sol qui est représentatif du site et où les étudiants pourront creuser en perturbant le minimum le site et sa végétation séculaire (par exemple les arbres et arbustes éternels). Si les étudiants établissent une carte du sol (par exemple la répartition des eaux) de leur région ou de leur site d'étude GLOBE, il faut choisir des sites présentant différentes configurations de sols. Par exemple, les étudiants peuvent vouloir prélever des échantillons de sol en haut, au milieu et en bas d'une colline ou à côté d'un courant d'eau ou d'un lac et plus haut des deux côtés d'une étendue d'eau. Comparer des propriétés de sols provenant de deux ou trois sites assez proches peut fournir une base pour une recherche ou un projet d'étude étudiant intéressants.

Quelle que soit la position du site retenu, les étapes suivantes doivent être prises en compte :

1. Le site doit être sûr pour creuser. Les enseignants et les étudiants doivent vérifier auprès des entreprises locales de service public et du personnel d'entretien de l'école qu'ils ne vont ni perturber ni creuser sur des câbles, des canalisations d'eau ou des gazoducs ou encore des systèmes d'irrigation.
2. Il faut de préférence choisir un site qui ne diffère pas du reste du paysage et qui est recouvert d'une végétation naturelle. Les pelouses et autres sols entretenus sont acceptables si la couverture du sol est la même que celle des sites de mesures de l'atmosphère ainsi que ceux de l'humidité et de la température du sol.
3. Le site choisi ne doit pas être trop perturbé. Il doit être à au moins 3 m des bâtiments, des routes, des chemins, des espaces de jeux ou de tout autre endroit où le sol a pu avoir été compacté ou perturbé par une construction.
4. Le site doit être orienté de manière à ce que le soleil éclaire le profil pédologique à l'heure à laquelle les étudiants effectuent les mesures de caractérisation du sol afin d'être certain que les propriétés du sol soient claires à la fois à l'œil nu et pour une photo. Dans certains cas, on choisit des sites où le soleil n'éclaire pas le profil pédologique (par exemple, un profil déjà existant ou sous les arbres). Dans ce cas, les étudiants devront prélever leurs échantillons dans un endroit où il y a de la lumière afin de pouvoir déterminer la couleur du sol.

B. Exposer le profil d'un site de caractérisation du sol

Il y a trois possibilités pour exposer un profil d'un site de caractérisation du sol :

1. La fosse d'observation : Les étudiants creusent une fosse d'environ 1 m de profondeur (ou jusqu'à une couche impénétrable soit atteinte) et aussi large que nécessaire pour pouvoir observer tous les horizons du fond jusqu'à la surface de la fosse (environ 1,5 m sur 1,5 m). Dans certaines situations, les étudiants pourront effectuer les mesures de caractérisation du sol sur un site où le profil pédologique est déjà exposé du fait d'une action humaine ou naturelle (par exemple, un bord de route ou le bord d'un fossé). Dans ce cas, les enseignants doivent vérifier que le site est sûr et qu'il n'y a aucun problème pour ce qui est de gratter la surface pour exposer de nouvelles couches.
2. La tarière : Les étudiants utilisent une tarière ou une sonde pour prélever des échantillons de sol d'une profondeur d'environ 1 m.
3. Prélèvement dans la couche superficielle : Les étudiants utilisent une truelle de jardin ou une pelle pour prélever leurs échantillons de sol. Les étudiants doivent creuser au moins jusqu'à 10 cm. S'il est possible de creuser plus profond, les étudiants doivent creuser jusqu'à un mètre.

Note : Certaines étapes du *protocole de mesure de caractérisation du sol sur le terrain* diffèrent selon la méthode choisie par les étudiants pour exposer leur profil pédologique.

C. Définir un site de caractérisation du sol

Une fois que les étudiants ont sélectionné et exposé un site de caractérisation du sol, ils définissent le site en accord avec un certain nombre de facteurs. Ils inscrivent leurs descriptions dans leur cahier de science GLOBE et dans la fiche de définition du site de caractérisation du sol. Ces informations sont importantes pour les étudiants et les scientifiques pour comprendre comment le système terrestre fonctionne à cet endroit. Ces facteurs sont explicités ci-dessous :

Latitude, longitude et altitude : L'emplacement du site est défini à partir de sa longitude, sa latitude et son altitude par rapport au niveau de la mer. On peut avoir accès à ces coordonnées à l'aide d'un récepteur GPS.

Exposition : L'exposition est l'orientation de la pente la plus raide du site. Cette information indique de quelle manière le soleil va influencer sur les propriétés du sol. Dans l'hémisphère nord, les pentes face au sud font face au soleil et ont tendance à être plus sèches tandis que les pentes exposées au nord ont tendance à être plus fraîches, et inversement dans l'hémisphère sud.

Méthode d'exposition : L'approche choisie par les étudiants pour exposer et étudier le sol est soit la fosse d'observation, soit la tarière, soit le prélèvement dans la couche superficielle.

Emplacement du site de caractérisation : Les données de caractérisation du sol sont essentielles pour interpréter les mesures d'humidité et de température du sol, ainsi que les mesures atmosphériques et les mesures de couvertures du sol. L'emplacement relatif du site de caractérisation du sol par rapport aux autres sites doit être précisé de manière à ce que les données relevées pour ces mesures puissent être corrélées.

Pente et paysage : Le paysage décrit les environs du site de caractérisation du sol. La pente, mesurée en degrés, est l'angle entre l'inclinaison du site et l'horizontal. Ces informations indiquent les processus et causes qui ont engendrés la formation du sol à cet endroit. Par exemple, ces informations permettent de déterminer si le sol s'est formé par érosion ou sédimentation. Elles peuvent aussi révéler si l'eau de pluie va s'écouler hors du site, former un étang ou s'infiltrer dans le sol.

Type de couverture : On entend par type de couverture la matière à la surface du sol. Si rien ne recouvre le sol, alors il est appelé sol nu. Sinon la matière qui recouvre le sol peut être des cailloux, de l'herbe, des arbustes, des arbres, ...
Matériau parent : La matière à partir de laquelle le sol se développe est appelée matériau parent. L'identifier aide à interpréter la texture, la minéralogie, la vitesse de décomposition et la fertilité du sol.

Utilisation du sol : La façon dont le sol est utilisé peut être décrite comme urbaine, agricole, récréative, sauvage ou autre. L'utilisation qui est faite du sol peut avoir un impact considérable sur le processus de formation du sol et aide à interpréter les propriétés et le développement d'un sol.

Distance des caractéristiques principales du site : Les informations complémentaires sur le site qui ne rentrent pas dans les catégories ci-dessus doivent également être rapportées.

Suggestions pour creuser et organiser un site de caractérisation du sol

Technique d'excavation d'une fosse d'observation

Creuser est beaucoup plus facile quand le sol est humide. Si c'est possible, prévoyez d'aller creuser peu après une pluie.

Au fur et à mesure que vous creusez, faites un tas séparé pour le sol de chaque horizon.

La terre peut être mise sur une bâche pour pouvoir nettoyer le site plus facilement après.

Couvrez les différents tas avec du plastique afin d'éviter que le vent ne les érode en partie.

N'hésitez pas à solliciter l'aide des parents d'élèves, du personnel de l'école, d'étudiants ou d'autres volontaires.

N'hésitez pas à contacter un professionnel du USDA (aux Etats-Unis uniquement) ou d'une autre organisation agricole ou universitaire. Souvent un spécialiste du sol ou autre professionnel acceptera de vous aider à creuser la fosse d'observation et à décrire les caractéristiques du profil pédologique.

Entourez la fosse d'une barrière et mettez-la en évidence avec des drapeaux pour avertir les gens de sa présence.

Fermez la fosse avec une planche ou quelque chose d'autre pour éviter que des animaux ou des débris tombent dedans lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Une fois les mesures de caractérisation du sol effectuées, remettez le sol dans la fosse dans le sens inverse (la terre issue du fond de la fosse doit être remise en premier et ainsi de suite).

Prévoyez de planter un arbre sur le site d'échantillonnage du sol. Une fois que le trou pour l'arbre est creusé, identifiez les horizons du profil pédologique, effectuez les mesures de caractérisation du sol, prélevez les échantillons du sol puis plantez l'arbre dans le trou.

Technique de prélèvement à la tarière

Repérez une zone où il est possible de creuser quatre trous à la tarière et où les profils pédologiques seront similaires.

Une tarière hollandaise (décrite dans le chapitre Kit d'instruments) est appropriée à la plupart des sols, en particulier les sols rocailleux, argileux et denses.

Une tarière à sable doit être utilisée pour les sols sablonneux. A certains endroits, le sol est principalement composé de tourbe et une tarière à tourbe est alors nécessaire.

Une tarière à godet peut être préférable pour les sols secs et désertiques.

Les étudiants ont besoin d'une surface horizontale (par exemple, le sol) pour pouvoir exposer le profil pédologique vertical.

Mettez une feuille de plastique, une bâche, une planche ou toute autre surface horizontale sur le sol, près de l'endroit où vous aller creuser le premier trou pour déposer le profil pédologique.

Vous pouvez prendre un bout de gouttière d'un mètre de long pour déposer le profil pédologique. Cela permettra de le stocker, de l'étiqueter et de le transporter.

Reconstituez le profil pédologique d'un mètre de long en mettant bout à bout la terre retirée du sol.

Technique de prélèvement dans la couche superficielle du sol

Utilisez cette méthode lorsqu'il n'est pas possible de creuser profondément.

Questions pour guider les étudiants

Les questions suivantes peuvent être utilisées pour guider les étudiants et les aider à sélectionner, exposer et définir leur site de caractérisation du sol :

Le sol est-il humide ou sec, facile ou difficile à creuser, chaud ou froid ?

Est-ce que l'on peut distinguer des différences de couleur ou d'autres propriétés du sol en commençant à creuser ?

Quel est le matériau parent dont le sol est issu ? Est-ce un substrat rocheux ? Si oui, regardez les cailloux à la surface pour voir s'il peuvent vous indiquer de quel type de roche il s'agit. Ce sol peut-il avoir été déposé ici par l'eau ou le vent, par un glacier ou un volcan ?

Quels types de végétaux et d'animaux peut-on trouver sur ce sol et aux environs ? Pensez à y inclure les petites bêtes comme les vers de terre ou les fourmis.

Comment se place votre sol dans le relief ? Est-il au sommet, sur la pente ou en bas d'une colline ? Est-il situé à côté d'un courant d'eau ou d'une grande plaine ? Sur quel type de relief le trouve-t-on ?

Quel est le climat typique de votre site ? Est-il ensoleillé, ombragé, chaud, froid, humide, sec ?

Quelle utilisation est faite du sol au sein de ce site ? A-t-il été laissé au repos depuis longtemps ou a-t-on coupé ses arbres, a-t-il été labouré, été utilisé pour des constructions ou subi une autre perturbation récemment ?

Questions pour aller plus loin

Dans quelle mesure l'activité humaine passée a-t-elle affecté le sol ?

Dans quelle mesure la couverture du sol a-t-elle affecté le sol ?

Dans quelle mesure le climat local (microclimat) a-t-il affecté le sol ?

Dans quelle mesure le sol a-t-il affecté l'activité humaine ?

Dans quelle mesure la position du sol dans le relief environnant a-t-elle affecté le sol ?

Dans quelle mesure des sols provenant de pentes différentes diffèrent-ils les uns des autres ?

Dans quelle mesure l'orientation du site affecte-t-elle le sol ?

Exposition du site de caractérisation du sol - Technique d'excavation d'une fosse d'observation

Guide de terrain

But

Creuser une fosse d'observation qui met à jour un profil pédologique pour les mesures de caractérisation du sol et pour définir le site.

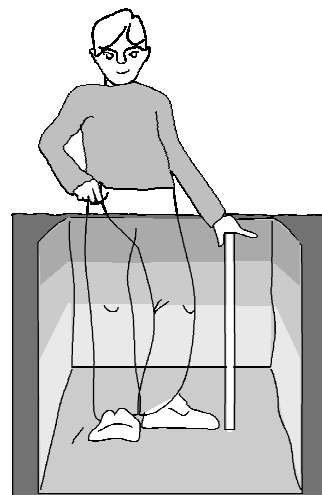
Matériel

- | | |
|--|---|
| Q Pelles, truelles, pelle-bêche ou autres instruments creusant | Q De l'aide pour creuser |
| Q Des drapeaux pour signaler le site | Q Clinomètre (fait à partir des matériaux dans l'étude de la couverture du sol) |
| Q Barrières, panneaux ou autres protections pour entourer le site quand il n'est pas utilisé | Q Informations locales sur votre site |
| Q Bâche en plastique ou autres plastiques Pour couvrir le profil sur le sol | Q Boussole |
| Q Fiche de définition du site | Q Récepteur GPS ou autre moyen de localisation. |

Mode opératoire

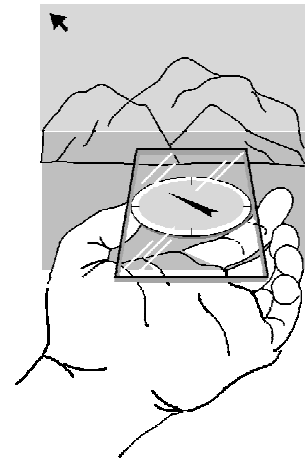
Exposer le profil pédologique

1. Repérez un endroit où vous pouvez creuser votre fosse
2. Creuser jusqu'à environ 1m de profondeur (ou jusqu'à avoir atteint une couche dure). Faites en sorte qu'il soit facile d'observer tous les horizons du bas jusqu'en haut dans toutes les directions (creusez environ 1,5m x 1,5m).
3. Au fur et à mesure que le sol est extrait, placez le soigneusement en piles sur des plastiques, chaque pile représentant une couche naturelle. Une fois les échantillons prélevés, remettez le sol dans la fosse dans l'ordre inverse : le sol enlevé dans le fond doit être retiré en premier. Couvrir les piles de sol avec du plastique pour éviter l'érosion par le vent.
4. Entourez la fosse avec une barrière et signalez-la avec des drapeaux pour avertir les gens.
5. Recouvrez la fosse avec des planches ou autre matériel pour éviter que des animaux ou des débris ne tombent dedans lorsqu'elle n'est pas utilisée.



Définir le site de caractérisation du sol

1. Donnez un nom ou un numéro au site (par exemple SCS-01) et reportez le dans la *Fiche de définition du site de caractérisation du sol*.
2. Mesurez la latitude, la longitude et l'altitude du site en utilisant le *Protocole GPS*. Reportez ces informations sur la *Fiche de définition du site*.
3. Identifiez la pente la plus raide :
 - a. Il faut deux étudiants (A et B) dont les yeux sont environ à la même hauteur pour mesurer cette pente. Il faut aussi un troisième étudiant (C) pour lire les mesures et les reporter.
 - b. L'étudiant A prend le clinomètre et se tient en bas de la pente tandis que l'étudiant B se tient de l'autre côté du trou. Les étudiants A et B doivent être éloignés de 30m (le plus qu'il est facilement possible). L'étudiant C doit se tenir prêt de l'étudiant A.
 - c. L'étudiant A vise les yeux de l'étudiant B en regardant à travers le clinomètre. L'étudiant C lit la valeur de la pente indiquée par le clinomètre en degrés et la reporte sur la *Fiche de définition du site*.
4. Identifiez l'orientation de la pente la plus raide :
 - a. Faites face à la pente
 - b. Tenez la boussole de telle sorte que la flèche rouge soit alignée avec le Nord de la boussole.
 - c. Lire le nombre sur le bord de la boussole (qui va de 0 à 360)
 - d. Reportez cette valeur dans la *Fiche de définition du site*.
5. Inscrivez « fosse d'observation » dans la partie méthode d'observation du profil.
6. Précisez si le site est à l'intérieur ou à l'extérieur des terrains de l'école.
7. Donnez une description de l'emplacement du site (Proche du site d'étude de l'humidité, proche des sites d'étude atmosphérique ou d'humidité, proche du site d'étude de l'atmosphère, sur le site d'étude biologique, autres)
8. Donnez une description du site au sein de son environnement (sommet, pente, creux, plaine, courants divers)
9. Donnez une description du type de couverture du site (sol nu, pierres, herbe, arbres ou autres)
10. Donnez une description du type de matériau parent dont le sol est issu (roches, matière organique, matériau de construction, lac, cours d'eau, vent, glaciers, volcans, matériaux libre d'une pente accumulés par gravité).
11. Donnez une description de l'utilisation du site (urbaine, agricole, récréative, terrain vague ou sauvage, autres).
12. Mesurez et consignez la distance (jusqu'à 50m) du site aux principales caractéristiques (buildings, poteau électrique, routes, etc.).
13. Donnez une description de toutes les caractéristiques propre à ce site.



Exposition du site de caractérisation du sol - Technique de prélèvement à la tarière

Guide de terrain

But

Utiliser une tarière pour exposer un profil pédologique pour les mesures de caractérisation et pour définir le site.

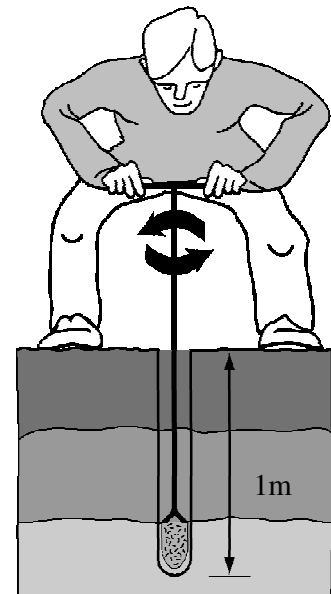
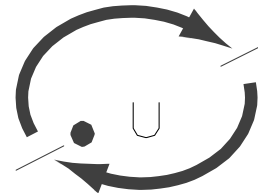
Matériel

- Une tarière
- Un clinomètre
- Une boussole
- Un récepteur GPS
- Un mètre
- Des informations propres à votre site
- Des sacs en plastique pour déposer le profil pédologique
- La *Fiche de définition du site de caractérisation du sol*

Mode opératoire

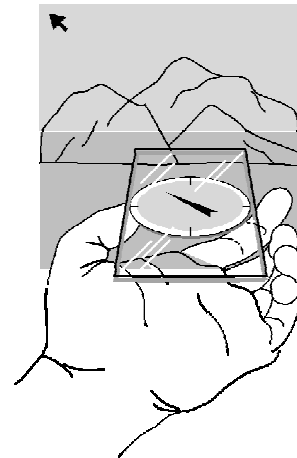
Exposer le profil pédologique

1. Repérez un endroit où vous pourrez utiliser votre tarière
2. Mettez une feuille de plastique, une bâche, une planche, etc. sur le sol à côté de là où sera creusé le premier trou et où le sol éclairera le profil.
3. Dégagez la végétation en surface.
4. Placez la tarière sur le sol et faite-la tourner d'un tour entier (360°) pour creuser. Ne la faite pas tourner de plus d'un tour pour éviter de compresser la terre.
5. Retirez la tarière contenant l'échantillon et placez-la au dessus de la feuille de plastique.
6. Transférez aussi soigneusement que possible l'échantillon de la tarière vers la feuille de plastique. Placez le haut de cet échantillon juste derrière le bas du précédent.
7. Mesurez la profondeur du trou. Ajustez la position des échantillons sur la surface horizontale afin que la longueur du profil pédologique ainsi reconstituée soit la même que la profondeur mesurée.
8. Reportez les profondeurs où il apparaît des différences dans les propriétés du sol (Cela permettra de déterminer le haut et le bas des horizons pour la caractérisation du sol).



Définir le site de caractérisation du sol

1. Donnez un nom ou un numéro au site (par exemple SCS-01) et reportez le dans la *Fiche de définition du site de caractérisation du sol*.
2. Mesurez la latitude, la longitude et l'altitude du site en utilisant le *Protocole GPS*. Reportez ces informations sur la *Fiche de définition du site*.
3. Identifiez la pente la plus raide :
 - a. Il faut deux étudiants (A et B) dont les yeux sont environ à la même hauteur pour mesurer cette pente. Il faut aussi un troisième étudiant (C) pour lire les mesures et les reporter.
 - b. L'étudiant A prend le clinomètre et se tient en bas de la pente tandis que l'étudiant B se tient de l'autre côté du trou. Les étudiants A et B doivent être éloignés de 30m (le plus qu'il est facilement possible). L'étudiant C doit se tenir prêt de l'étudiant A.
 - c. L'étudiant A vise les yeux de l'étudiant B en regardant à travers le clinomètre. L'étudiant C lit la valeur de la pente indiquée par le clinomètre en degrés et la reporte sur la *Fiche de définition du site*.
4. Identifiez l'orientation de la pente la plus raide :
 - a. Faites face à la pente
 - b. Tenez la boussole de telle sorte que la flèche rouge soit alignée avec le Nord de la boussole.
 - c. Lire le nombre sur le bord de la boussole (qui va de 0 à 360)
 - d. Reportez cette valeur dans la *Fiche de définition du site*.
5. Inscrivez « tarière » dans la partie méthode d'observation du profil.
6. Précisez si le site est à l'intérieur ou à l'extérieur des terrains de l'école.
7. Donnez une description de l'emplacement du site (Proche du site d'étude de l'humidité, proche des sites d'étude atmosphérique ou d'humidité, proche du site d'étude de l'atmosphère, sur le site d'étude biologique, autres)
8. Donnez une description du site au sein de son environnement (sommet, pente, creux, plaine, courants divers)
9. Donnez une description du type de couverture du site (sol nu, pierres, herbe, arbres ou autres)
10. Donnez une description du type de matériau parent dont le sol est issu (roches, matière organique, matériau de construction, lac, cours d'eau, vent, glaciers, volcans, matériaux libre d'une pente accumulés par gravité).
11. Donnez une description de l'utilisation du site (urbaine, agricole, récréative, terrain vague ou sauvage, autres).
12. Mesurez et consignez la distance (jusqu'à 50m) du site aux principales caractéristiques (buildings, poteau électrique, routes, etc.).
13. Donnez une description de toutes les caractéristiques propre à ce site.



Exposition du site de caractérisation du sol - Technique de prélèvement dans la couche superficielle du sol

Guide de terrain

But

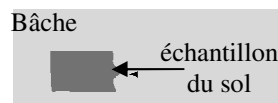
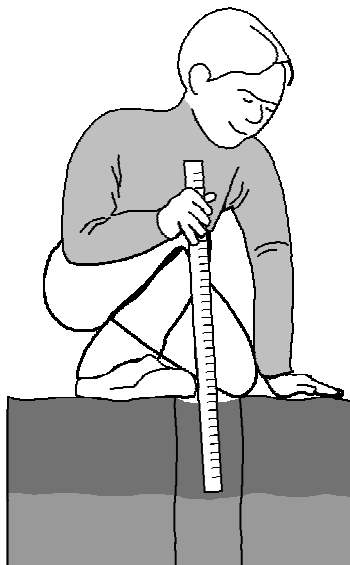
Matériel

- Un mètre
- Un clinomètre
- Une boussole
- Un récepteur GPS
- Des informations propres à votre site
- La *Fiche de définition du site de caractérisation du sol*

Mode opératoire

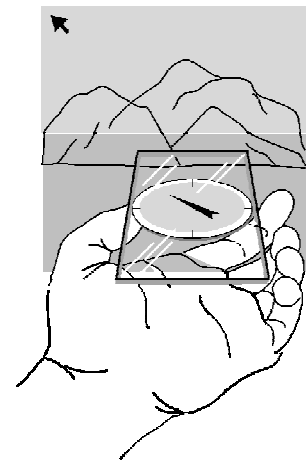
Exposer le profil pédologique

1. Repérez un endroit où vous pourrez exposer la surface du sol.
2. Dégagez la végétation en surface.
3. Utilisez une truelle de jardin ou une pelle pour enlever soigneusement les 10 premiers centimètres du sol d'une petite zone et placer cet échantillon sur le sol.
4. Traitez cet échantillon comme un horizon.



Définir le site de caractérisation du sol

1. Donnez un nom ou un numéro au site (par exemple SCS-01) et reportez le dans la *Fiche de définition du site de caractérisation du sol*.
2. Mesurez la latitude, la longitude et l'altitude du site en utilisant le *Protocole GPS*. Reportez ces informations sur la *Fiche de définition du site*.
3. Identifiez la pente la plus raide :
 - a. Il faut deux étudiants (A et B) dont les yeux sont environ à la même hauteur pour mesurer cette pente. Il faut aussi un troisième étudiant (C) pour lire les mesures et les reporter.
 - b. L'étudiant A prend le clinomètre et se tient en bas de la pente tandis que l'étudiant B se tient de l'autre côté du trou. Les étudiants A et B doivent être éloignés de 30m (le plus qu'il est facilement possible). L'étudiant C doit se tenir prêt de l'étudiant A.
 - c. L'étudiant A vise les yeux de l'étudiant B en regardant à travers le clinomètre. L'étudiant C lit la valeur de la pente indiquée par le clinomètre en degrés et la reporte sur la *Fiche de définition du site*.
4. Identifiez l'orientation de la pente la plus raide :
 - a. Faites face à la pente
 - b. Tenez la boussole de telle sorte que la flèche rouge soit alignée avec le Nord de la boussole.
 - c. Lire le nombre sur le bord de la boussole (qui va de 0 à 360)
 - d. Reportez cette valeur dans la *Fiche de définition du site*.
5. Inscrivez « prélèvement superficiel » dans la partie méthode d'observation du profil.
6. Précisez si le site est à l'intérieur ou à l'extérieur des terrains de l'école.
7. Donnez une description de l'emplacement du site (Proche du site d'étude de l'humidité, proche des sites d'étude atmosphérique ou d'humidité, proche du site d'étude de l'atmosphère, sur le site d'étude biologique, autres)
8. Donnez une description du site au sein de son environnement (sommet, pente, creux, plaine, courants divers)
9. Donnez une description du type de couverture du site (sol nu, pierres, herbe, arbres ou autres)
10. Donnez une description du type de matériau parent dont le sol est issu (roches, matière organique, matériau de construction, lac, cours d'eau, vent, glaciers, volcans, matériaux libre d'une pente accumulés par gravité).
11. Donnez une description de l'utilisation du site (urbaine, agricole, récréative, terrain vague ou sauvage, autres).
12. Mesurez et consignez la distance (jusqu'à 50m) du site aux principales caractéristiques (buildings, poteau électrique, routes, etc.).
13. Donnez une description de toutes les caractéristiques propre à ce site.



Protocole de caractérisation du sol



Objectif

Déterminer les caractéristiques physiques et chimiques de chaque horizon d'un profil pédologique et prélever des échantillons pour des études approfondies.

Vue d'ensemble

Les étudiants identifient les horizons d'un profil pédologique puis mesurent la hauteur de haut et du bas de chacun d'entre eux. Pour chaque horizon, les étudiants décrivent la structure, la couleur, la consistance, la texture et la quantité de racines, de cailloux et de carbonates. Des échantillons sont prélevés et préparés pour des études supplémentaires en laboratoire.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront à même maîtriser de méthodes propres à l'analyse du sol. Ils sauront également lier les caractéristiques physiques et chimiques du sol d'un site au climat, à l'environnement, au matériau parent et à la couverture du sol dans une zone.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les sols sont constitués de cailloux et matière organique décomposée.

Les sols ont leur propre couleur, texture et composition ; ils servent de support à la croissance de nombreux végétaux.

La surface de la Terre change.

De l'eau s'écoule dans le sol, changeant ses propriétés.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Capacités à mener une recherche scientifique

Identifier les questions intéressantes.

Mener à bien la recherche.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Mettre au point des descriptions et explications à l'aide de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les explications.

Durée

Deux ou trois classes de 45 minutes ou une session de 90 minutes sur le terrain.

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Les mesures de caractérisation du sol ont lieu une fois par site.

Les échantillons prélevés peuvent être conservés pour être étudié et analysé à un autre moment durant l'année scolaire.

Matériel et instrumentation

Vaporisateur d'eau

Tees de golfs ou autres marqueurs d'horizons

Planche de couleurs pédologiques

Crayon ou stylo

Pelle, truelle ou autre instrument pour creuser

Serviettes en papier

Mètre

Boîtes fermables

Marqueur

Appareil photo

Gants en latex

Bouteille d'acide remplie de vinaigre

Marteau ou autre outil concasseur

Gants en caoutchouc

Tamis de calibre #10 (trous de 2mm)

Feuilles de papier ou bloc-notes

Fiche de relevé de données de caractérisation du sol

Pré requis

Protocole de sélection, d'exposition et de définition d'un site de caractérisation du sol

Protocole de caractérisation du sol – Introduction

Le sol peut être caractérisé par sa structure, sa couleur, sa consistance ainsi que la quantité de racines, de cailloux et de carbonates. Ces caractéristiques permettent aux scientifiques d'interpréter le fonctionnement de l'écosystème et de faire des recommandations pour que l'utilisation du sol ait un impact minimum sur l'écosystème. Par exemple, les données de caractérisation du sol aident à déterminer si l'on devrait planter un potager ou construire une école. Elles permettent également aux scientifiques de prévoir les sécheresses ou les inondations. Elles aident à déterminer le type de végétation ou l'utilisation du terrain les plus appropriés. Les caractéristiques du sol aident aussi à comprendre les formes observées par imagerie satellite, la croissance des végétaux sur une zone ou l'humidité et la température du sol qui peuvent être reliées au climat.

Support pour l'enseignant

Préparation

Avant de commencer le *Protocole de caractérisation du sol*, suivez le *Protocole de sélection, d'exposition et de définition d'un site de caractérisation du sol*. Le *Protocole de caractérisation du sol* peut être réalisé à partir d'un profil exposé dans une fosse d'observation ou issu d'un prélèvement à la tarière ou en surface.

Les professeurs peuvent demander aux étudiants d'apporter un échantillon de chez eux ou de la cour d'école pour s'entraîner sur chaque mesure de caractérisation du sol avant d'effectuer le *protocole de caractérisation du sol* sur le terrain.

Avant de débiter la caractérisation du sol, les professeurs peuvent laisser les étudiants en retrait par rapport au profil et leur faire observer tout changement important des caractéristiques du sol, comme la couleur ou la texture, avec la profondeur.

Pour illustrer ce qui se passe lorsqu'un acide est mis en contact avec une base (les carbonates libres du sol), les professeurs peuvent mettre du bicarbonate de soude dans un sol sec puis verser

du vinaigre dessus pour observer un fort effet effervescent.

Procédures de mesures

Pour aider les étudiants à identifier les différents horizons, les professeurs peuvent leur indiquer de regarder des changements importants avec la profondeur comme la couleur, la structure, la consistance, la quantité et le type de racines et de cailloux, la température, l'humidité, l'odeur, le son (déterminé en frottant les agrégats entre eux avec les doigts)

Il est intéressant que les étudiants arrivent à un consensus sur ce qu'ils observent. Par exemple, ils peuvent débattre jusqu'à finalement se mettre d'accord sur la position des frontières des horizons, des couleurs, de la structure, de la texture et d'autres caractéristiques du sol. Il faut reporter les résultats issus de consensus entre les étudiants.

Questions pour guider les étudiants

Qu'est-ce qui vous a poussé à délimiter les différents horizons ? Vos choix étaient-ils fondés sur des caractéristiques du sol telles la couleur, la structure, la présence d'animaux ou de racines ?

Y avait-il quelque chose d'anormal dans le profil pédologique ? Qu'est-ce qui peut en être la cause ?

Quelles informations à propos du sol pouvez-vous tirer de l'observation des horizons du profil ?

Questions pour aller plus loin

Qu'est-ce qui crée les différents horizons d'un profil pédologique ?

Quels changements naturels peuvent les affecter ?

Combien de temps est nécessaire pour modifier leur profondeur ?

Comment varient-ils d'un endroit à un autre ?

Comment varient les profils d'un endroit à un autre ?

Protocole de caractérisation du sol

Guide de terrain

But

Identifier, mesurer et reporter les horizons d'un profil pédologique sur un site de caractérisation du sol. Mesurer et reporter les propriétés chimiques et physiques qui caractérisent chaque horizon. Photographier le profil pédologique. Prélever des échantillons de chaque horizon.

Matériel

Vaporisateur d'eau
Tees de golfs ou autres marqueurs
d'horizons
Pelle, truelle ou autre instrument pour
creuser
Planche de couleurs pédologiques
Marqueur
Appareil photo

Bouteille d'acide remplie de vinaigre
Fiche de relevé de données de
caractérisation du sol
Crayon ou stylo
Serviettes en papier
Mètre
Marteau ou houppette pour écraser les
agrégats ou séparer des particules

Mode opératoire

Identifier et mesurer les horizons

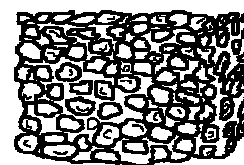
1. S'assurer que le soleil éclaire le profil.
2. Utilisez une truelle pour retirer quelques centimètres du profil et mettre à jour un sol vierge.
3. Déterminez si le sol est humide, mouillé ou sec. S'il est sec, l'humidifiez avec le vaporisateur d'eau.
4. Démarrez en haut du profil et remarquez les caractéristiques du sol qui varient avec la profondeur du profil.
5. Regardez attentivement le profil pour distinguer des caractéristiques comme la couleur, la texture, les formes, les racines, les cailloux, les petits nodules noirs (appelés concrétions), les vers de terre, les petits animaux, les insectes et les trous de vers. Ces observations aideront à définir les horizons.
6. En travaillant sur une ligne verticale, mettez un marqueur (comme un tee de golf) en haut et en bas de chaque horizon afin de l'identifier clairement. Assurez-vous qu'il y a bien un consensus entre les étudiants en ce qui concerne les profondeurs des horizons.
7. Mesurez la hauteur du haut et du bas de chaque horizon en commençant à la surface du profil. Commencez à 0 cm à la surface puis mesurez les profondeurs auxquelles chaque horizon commence et se termine.
8. Reportez les profondeurs de haut et bas de chaque horizon dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.



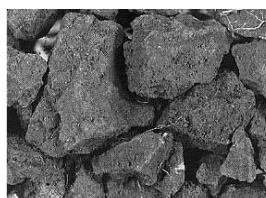
Structure

1. Utilisez une truelle ou tout autre instrument pour creuser pour prélever un échantillon du sol de l'horizon étudié.
2. Tenez soigneusement l'échantillon dans vos mains et examinez-le pour déterminer sa structure.
3. Parvenir à un consensus avec les autres étudiants du groupe en ce qui concerne le type de structure de l'horizon. Les différents types de structures sont :

Granulaire: Ressemble à des miettes de biscuit
Habituellement de moins de 5 cm de diamètre. Souvent trouvée dans des horizons de surface où des racines ont poussé.



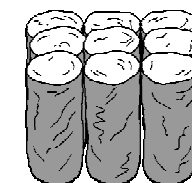
Polyédrique: Des blocs irréguliers qui font entre 1.5 et 5.0 cm de diamètre.



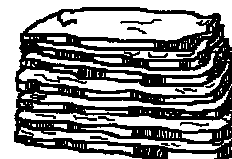
Prismatique: Des colonnes verticales qui peuvent atteindre plusieurs cm de long. Souvent trouvé dans les horizons inférieurs.



Colonnaire: Des colonnes verticales qui ont petit chapeau blanc, et arrondi. Souvent trouvé dans les sols arides.



Feuilletée: De fines couches horizontales de sol. Souvent trouvé dans les sols compacts.



Dans certains cas, le sol n'a pas de structure. Il sera alors classé comme :

Particulaire : Le sol est formé de particules individuelles qui ne s'assemblent pas entre elles. Sa consistance est toujours lâche. Souvent trouvé dans des sols sablonneux.



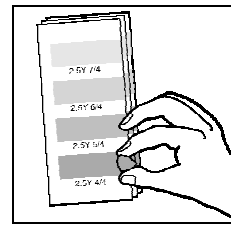
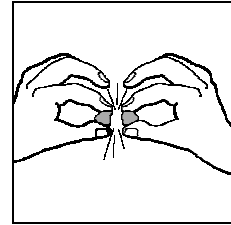
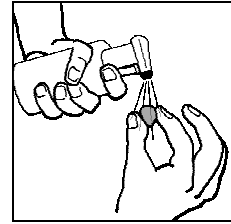
Compact: Le sol n'a pas de structure apparente, il est formé de mottes dures à émietter.



4. Reportez le type de structure sur la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

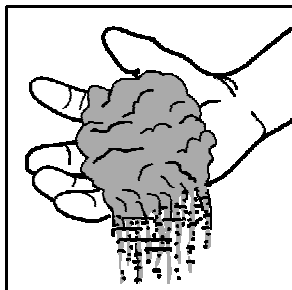
Couleur principale et secondaire

1. Prenez un agrégat de l'horizon étudié et déterminez s'il est humide, sec ou mouillé. S'il est sec, l'humidifiez avec le vaporisateur d'eau.
2. Emiettez l'agrégat et placez-le à côté des planches de couleur.
3. Placez-vous avec le soleil dans le dos de sorte qu'il éclaire les planches de couleur et l'échantillon que vous examinez.
4. Trouvez la couleur dans les planches qui se rapproche le plus de la couleur de l'agrégat. Assurez-vous que tous les étudiants soient d'accord avec ce choix.
5. Reportez sur la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol* le sigle de la couleur de référence qui couvre la plus grande partie de l'agrégat (couleur principale ou dominante). Parfois un échantillon peut avoir plus d'une couleur. Reportez un maximum de deux couleurs si nécessaire et précisez (1) la couleur dominante (ou principale) et (2) la couleur secondaire.



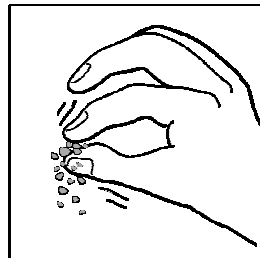
Consistance du sol

1. Prenez un agrégat de l'horizon étudié. Si le sol est très sec, humidifiez la face du profil en vaporisant de l'eau dessus, puis prélevez-en un échantillon pour déterminer la consistance.
2. Tenez le Pied entre le pouce et l'index, et pressez le doucement jusqu'à ce qu'il explose ou se désagrège.
3. Reportez sur la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol* une des catégories suivantes pour la consistance des agrégats du sol :

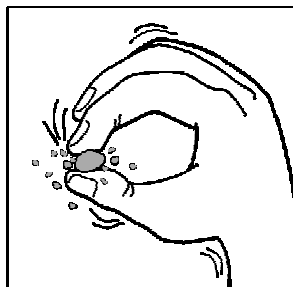


Lâche: C'est difficile de ne prendre qu'un seul agrégat et il se désagrège avant de le tenir.

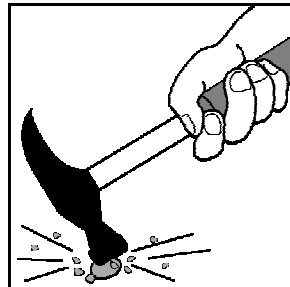
Note: Les sols avec une structure granulaire ont toujours une consistance lâche.



Ferme: Les agrégats se désagrègent sous une forte pression et créent une empreinte sur les doigts avant de se désagréger.



Friable: Les agrégats se désagrègent sous une légère pression.



Extrêmement ferme: Les agrégats ne peuvent pas être désagréger à la main (il faut un marteau)

Mesurer la texture du sol (voir le triangle textural du sol sous les « Questions fréquentes »)

Etape 1

- Prenez un échantillon de l'horizon (à peu près de la taille d'un petit œuf) et utilisez le vaporisateur d'eau pour l'humidifier. Laissez l'eau s'infiltrer dans le sol puis malaxez-le entre vos doigts jusqu'à ce qu'il soit complètement humide. Une fois qu'il est bien humide, essayer de former une boule.
- Si le sol forme une boule passez à l'**étape 2**. Sinon la mesure de la texture est terminée : classifiez-la en tant que **sablonneuse** et reportez-la dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

Etape 2

- Placez l'échantillon entre votre pouce et votre index et compressez-le doucement jusqu'à former un ruban. Si vous pouvez former un ruban plus long que 2,5 cm passez à l'étape 3. Sinon, s'il se désagrège avant de former un ruban de 2,5 cm, la mesure de la texture est terminée : classifiez-la en tant que **sable limoneux** et reportez-la dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

Etape 3

- Si le sol :
 - Est très collant
 - Est difficile à comprimer
 - Salit vos mains
 - Brille une fois en ruban
 - Forme un long ruban (plus de 5 cm) sans se briser

Classifiez-le en tant qu'argile et passez à l'étape 4

Sinon, si le sol :

- Est plutôt collant
- Est plutôt difficile à comprimer
- Forme un ruban moyen (entre 2 et 5 cm)

Classifiez-le en tant que limon argileux et passez à l'étape 4

Sinon, si le sol est :

- Lisse
- Facile à compresser
- Au plus, légèrement collant
- Forme un ruban court (moins de 2 cm)

Classifiez-le en tant que limon et passez à l'étape 4

Etape 4

- Humidifiez un petit échantillon du sol dans votre paume et malaxez-le avec vos doigts. Si le sol
- Est très granuleux à chaque fois que vous le compressez, allez en **A**.
- Est très lisse sans sensation granuleuse, allez en **B**.
- Est seulement légèrement granuleux, allez en **C**.

A. Ajoutez le qualificatif « sablonneux » à la classification initiale.

- Le sol est soit :
 - Argile sablonneuse
 - Limon argileux et sablonneux
 - Limon sablonneux

La mesure de la texture est terminée. Reportez-la dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

B. Ajoutez le qualificatif « limoneux » à la classification initiale.

- Le sol est soit :
 - Argile limoneuse
 - Glaise limoneuse et argileuse
 - Glaise limoneuse

La mesure de la texture est terminée. Reportez-la dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

C. Cessez la classification originale.

- La texture du sol est : argileuse, glaise ou glaise argileuse

La mesure de la texture est terminée. Reportez-la dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

Quantifier les cailloux

1. Observez et reportez s'il n'y a pas, peu ou beaucoup de cailloux dans l'horizon. Un caillou est défini comme étant plus gros que 2 mm.
2. Reportez vos observations dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

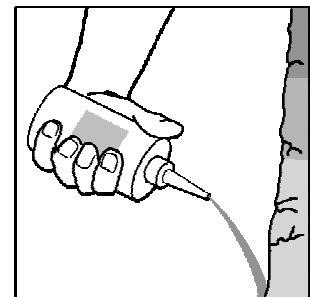
Quantifier les racines

1. Observez et reportez s'il n'y a pas, peu ou beaucoup de racines dans chaque horizon.
2. Reportez vos observations dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol*.

Quantifier les carbonates libres

1. Sélectionnez une partie du sol exposé pour faire les tests de présence de carbonates libres. Faites attention à ne pas le toucher à mains nues.
2. Ouvrez la bouteille d'acide et versez du vinaigre sur les particules du sol, en remontant à partir du bas du profil.
3. Observez attentivement pour voir s'il y a effervescence. Plus il y a de carbonates, plus l'effervescence (les bulles) sera prononcée.
4. Pour chaque horizon, reportez dans la *Fiche de relevé de données de caractérisation du sol* un des résultats suivants dans la partie carbonates libres :

- **Aucune** : Si aucune réaction chimique ne se produit, le sol ne contient pas de carbonates libres.
- **Légère** : Si vous observez quelques petites bulles, cela témoigne de la présence de carbonates.
- **Forte** : Si vous observez une violente réaction chimique (beaucoup de grosses bulles) cela indique qu'il y a de nombreux carbonates dans ce sol.



Photographier le profil pédologique

1. Positionnez un mètre à partir du haut du profil, proche de là où il a été marqué.
2. En veillant à avoir le soleil dans le dos, prenez une photo du profil pédologique de façon à voir distinctement les horizons et leur profondeur.
3. Prenez une autre photo, du paysage autour du profil pédologique.
4. Transmettez les photos à GLOBE en suivant les instructions de la partie du *Guide d'exécution : Comment envoyer des photos et des cartes ?*

Echantillonnage des horizons

Guide de terrain

But

Prélever des échantillons du sol de chaque horizon.

Matériel

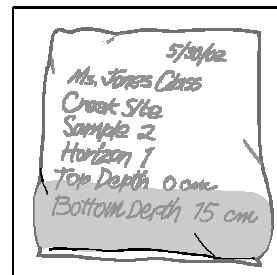
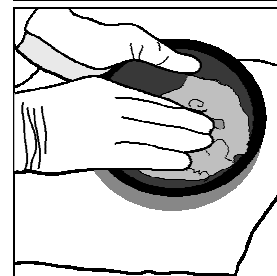
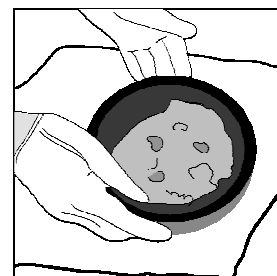
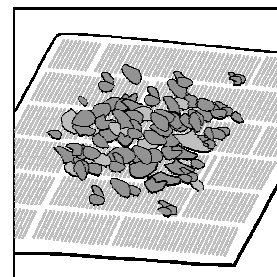
Pelle, truelle ou autre instrument pour creuser
Gants en caoutchouc
Boîte fermable

Marqueur
Feuilles de papier pour le séchage
Un tamis de calibre #10 (trous de 2mm)

Mode opératoire

Prélever les échantillons du sol

1. Prélevez un échantillon assez important du sol de chaque horizon. Evitez la zone qui a été utilisée pour tester les carbonates et évitez de toucher les échantillons de façon à ce que les mesures de pH ne soient contaminées par des acides présents sur votre peau.
2. Placez chaque échantillon dans une boîte fermable.
3. Repérez chaque boîte avec le nom du site, de l'horizon ainsi qu'avec les profondeurs du haut et du bas de l'horizon.
4. Ramenez ces échantillons du terrain à la salle de classe ou au laboratoire.
5. Répartissez les échantillons sur différentes feuilles de papier afin de les faire sécher à l'air libre.
6. Placez le tamis de calibre #10 (trous de 2mm) au dessus de feuilles vierges et y verser le sol sec. Vous pouvez les posez près d'une fenêtre où la lumière du soleil accélèrera le séchage.
7. Mettez des gants en caoutchouc pour éviter que les mesures de pH ne soient contaminées par des acides présents sur votre peau.
8. Poussez soigneusement le sol séché à travers les mailles sur le papier. Ne forcez pas, ou vous risqueriez de tordre les mailles. Les cailloux ne passeront pas à travers les mailles et resteront dans le tamis. Enlevez les cailloux (et autres débris) du tamis et éloignez-les. Si vous n'avez pas de tamis, retirez soigneusement les cailloux et les débris à la main.
9. Transférez le sol sec et sans cailloux de la feuille de papier sous le tamis vers a nouveau sac en plastique sec et vide.
10. Fermez le sac et marquez-le de même manière qu'il avaient été repérez sur le terrain (nom de l'horizon et du site, emplacement du site, profondeurs du haut et du bas de l'horizon, date). C'est cet échantillon qui servira aux analyses en laboratoire.
11. Stockez ces échantillons dans un endroit sec et sûr jusqu'à ce qu'ils soient utilisés.



Questions fréquemment posées

Que signifient les nombres et les lettres qui décrivent la couleur du sol ?

Pour GLOBE, vous utiliserez la notation universelle Munsell pour identifier la couleur du sol.

Le système est constitué de 3 symboles représentant la nuance, la luminosité et l'intensité

La **nuance** est donnée par le premier jeu de chiffres et de lettres du système Munsell. La nuance représente la position de la couleur sur le disque de couleur (Y=Jaune, R=Rouge, G=vert, B=Bleu, YR = Jaune rouge, RY= Roue jaune)

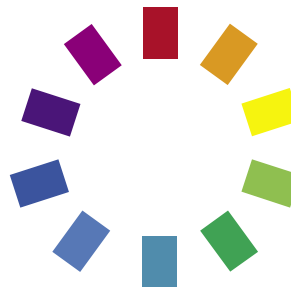
La **luminosité** est le nombre avant la barre de fraction du système Munsell. Elle va de 0 pour du noir pur à 10 pour du blanc pur.

L'**intensité** est le nombre après la barre de fraction du système Munsell. Les couleurs de faible intensité sont parfois appelées faibles alors que celle de forte intensité sont dites saturées, fortes ou encore vives. L'échelle commence à 0, pour les couleurs neutres, mais il n'y a pas de fin d'échelle arbitraire.



7.5R 7/2

Hue Value Chro

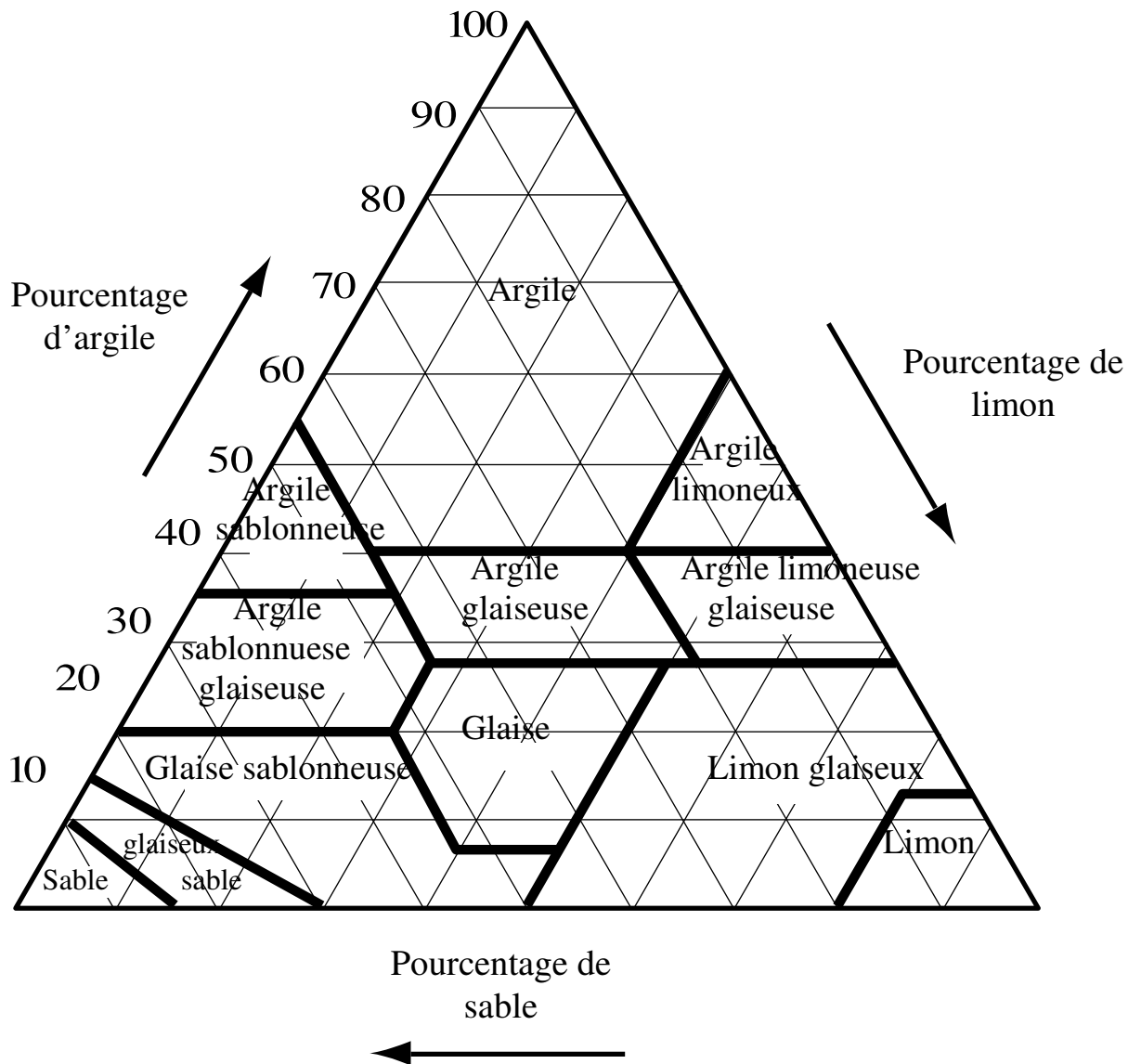


Qu'est ce que cela veut dire que mon sol soit argileux glaiseux ou limoneux sablonneux ?

La texture que vous indiquez à partir du toucher du sol est une mesure subjective. Cela signifie qu'une autre personne peut penser que le sol n'a pas exactement la même texture que vous le pensez. En fait, la texture fait référence aux pourcentages d'argile, de limon et de sable présents dans le sol. Le triangle

ci-dessous est appelé triangle textural et peut être utilisé pour déterminer les pourcentages approximatifs de sable, de limon et d'argile dans votre sol à partir de la texture que vous avez déterminée. Pour une mesure plus objective de la texture, vous devriez effectuer le *Protocole de distribution granulométrique* au cours duquel vous déterminez les pourcentages effectifs de sable, de limon et d'argile dans le sol.

Figure SO-SC-1: Triangle Textural du sol



Protocole de caractérisation du sol– Analyse des données

Les données sont-elles cohérentes ?

Comme les profils pédologiques varient fortement d'un endroit à un autre, il est difficile de prédire ce que les étudiants vont observer. Il y a certains détails que les professeurs et les étudiants peuvent rechercher pour dire si leurs données sont raisonnables ou pas.

Les horizons

Il est peu probable de trouver un grand nombre d'horizons distincts dans un sol jeune (récemment sédimenté) ou dans des sols très prolifiques (comme ceux trouvés dans les régions tropicales). On peut trouver plus d'horizons dans les forêts des climats tempérés.

La couleur

Les sols sombres sont souvent trouvés à la surface, à moins qu'il n'y ait eu une forte lixiviation de la matière organique, comme dans les forêts de conifères ou qu'il n'y ait eu de la sédimentation d'un nouveau matériau parent sur le haut du profil déjà constitué.

La texture

En général, la texture du sol varie peu en s'enfonçant dans le sol, avec néanmoins une légère augmentation d'argile. S'il y a une différence très marquée (comme un sol argileux au dessus d'un sol sablonneux) cela peut aussi indiquer la présence de matériaux parents différents. Cela peut arriver si vous êtes proche d'une zone d'eau fréquemment inondée, ou si l'activité humaine a perturbé le sol et que de la terre a été ajoutée. C'est utile d'effectuer le *protocole de distribution granulométrique* pour chaque horizon afin de comparer les données sur la structure collectées sur le terrain avec des mesures des quantités de sable, de limon et d'argile effectuées en laboratoire.

La structure

On trouve généralement les structures granulaires là où il y a beaucoup de racines. Les sols riches en argile ont typiquement une structure caillouteuse ou compacte.

La consistance

Lorsqu'un sol a une structure granulaire, la consistance est toujours lâche et la texture est souvent sablonneuse. Déterminer la densité volumique du sol peut servir à vérifier la structure car plus le sol est dense, plus la consistance doit être ferme.

Les racines

La densité volumique doit être plus faible dans les sols où il y a beaucoup de racines, car elles créent des espaces vides dans l'horizon.

Les carbonates

S'il y a des carbonates libres, le pH doit au moins être de 7 car une grande quantité de calcium diminue l'acidité du sol et augmente le pH.

Recherche des étudiants

Des étudiants de la Queen Mary School en Pennsylvanie aux Etats-Unis voulaient comparer le sol de deux sites proches de leur école. Le premier site était une zone forestière qui n'avait pas été perturbée depuis au moins 100 ans. Le second site était un champ qui fut utilisé pour l'agriculture, mais qui était devenu une simple prairie.

M. Hardy, leur professeur, avait fait plusieurs choses pour préparer cette étude. Tout d'abord, il avait contacté l'antenne locale de l'USDA et avait demandé à des scientifiques spécialisés dans l'étude des sols de venir pour aider la classe. Il s'était arrangé pour que ces scientifiques puissent venir pendant une heure de classe pour parler des sols dans les environs et pour montrer aux étudiants des cartes des sols aux alentours. Ils étaient aussi d'accord pour assister les étudiants dans leurs mesures de caractérisation du sol. Ensuite, M. Hardy s'était assuré qu'il était sûr de creuser sur ces sites et avait contacté des parents d'élèves pour aider à creuser les fosses d'observation. Les parents ont attendu quelques jours après une forte pluie de sorte que le sol soit humide et facile à creuser, et ils ont rapidement creusé deux fosses d'environ un mètre de profondeur. En creusant, ils avaient placé le sol en piles, de telle sorte qu'il puisse être replacé dans le même ordre une fois les mesures de caractérisation terminées.

Lorsque le jour d'aller sur le site arriva, les étudiants se séparèrent en deux équipes pour

caractériser chacun des deux sites. L'équipe A était responsable de la description du site et a déterminé ses coordonnées GPS, son altitude, sa pente, son exposition, son environnement, sa couverture du sol et l'utilisation faite de son sol. Ils ont également identifié le matériau parent avec l'aide de cartes géologiques trouvées à la bibliothèque et de scientifiques spécialisés dans l'étude des sols. Ils ont aussi reporté des informations sur l'emplacement du site et d'autres petites notes. L'équipe B est allée dans la fosse et a effectué la caractérisation du sol et l'échantillonnage des horizons, s'assurant qu'il y ait bien un consensus entre les étudiants de l'équipe pour tout ce qu'ils observaient. Les étudiants ont attendu le jour suivant pour effectuer la caractérisation de l'autre site (la prairie). Chaque équipe changea de rôle de sorte que chaque étudiant ait la possibilité de faire à la fois la description du site et la caractérisation du site dans la fosse. Les données récoltées par ces étudiants sur chaque site sont présentées ci-dessous.

Site A :

Pente : 15 degrés

Exposition : 120 degrés

Position au sein de l'environnement : Sommet

Couverture du sol : Arbres

Utilisation du sol : Forêt

Matériau parent : Grès (roche rencontrée à 86 cm)

Horizon	Haut	Bas	Cailloux	Racine	Structure	Couleur	Consistance	Texture	Carbonates
1	0cm	6cm	Peu	Beaucoup	Granulaire	10YR 2/1	Friable	Limon Sablonneux	Non
2	6cm	20cm	Peu	Beaucoup	Caillouteuse	10YR 6/4	Friable	Limon sablonneux	Non
3	20cm	50cm	Peu	Peu	Caillouteuse	7.5YR 6/6	Ferme	Argile Limoneuse	Non
4	50cm	70cm	Beaucoup	Peu	Caillouteuse	7.5YR 7/8	Ferme	Argile sablonneuse/limoneuse	Non
5	70cm	86cm	Beaucoup	Pas	Particulaire	7.5YR 8/4	Lâche	Sable glaiseux	Non

Site B :

Pente : 3 degrés

Exposition : 120 degrés

Position au sein de l'environnement : Grande zone plate

Couverture du sol : Herbe

Utilisation du sol : Cour d'école

Matériau parent : Calcaire

Horizon	Haut	Bas	Cailloux	Racine	Structure	Couleur	Consistance	Texture	Carbonates
1	0cm	20cm	Aucun	Beaucoup	Granulaire	10YR 3/4	Friable	Glaise	Aucun
2	20cm	40cm	Aucun	Beaucoup	Caillouteuse	7.5YR 6/8	Friable	Argile glaiseuse	Aucun
3	40cm	75cm	Aucun	Beaucoup	Caillouteuse	5YR 6/8	Ferme	Argile glaiseuse	Aucun
4	75cm	100cm	Aucun	Peu	Prismatique	5YR 6/6	Extrêmement Ferme	Argile	Aucun

Les étudiants ont examinés les résultats de leurs caractérisations du sol et ont fait les observations suivantes :

Site A : Le site A est situé en haut d'une colline en pleine forêt. Le sol s'est formé à partir de grès. La couleur du sol est plus sombre en haut et devient plus lumineuse avec la profondeur. La structure est granulaire là où il y a beaucoup de racines et devient caillouteuse avec la profondeur. Le nombre de cailloux augmente quand on se rapproche de la roche en place (le grès). La texture du sol varie avec la profondeur, devenant plus argileuse et plus dure à compresser, mais ensuite devient plus sablonneuse dans l'horizon juste au-dessus du grès. La scientifique spécialisée dans l'étude du sol a expliqué qu'au sein de ce type de climat, l'argile s'enfonce dans le sol avec le temps et s'accumule dans les horizons inférieurs. Elle a aussi dit que l'horizon caillouteux et sablonneux du fond était dû à la transformation de la roche en sol. Comme cet horizon est sablonneux, il a une structure particulière et sa consistance est lâche : il se désagrège facilement. De plus, il n'y a pas de carbonates car le matériau parent est du grès sans carbonates.

Site B : Le sol du site B est très différent de celui du site A, même s'ils sont tous deux proches de l'école et se sont formés sous le même climat. C'est probablement dû à la différence de matériau parent entre les deux sites.

Le sol du site B s'est formé à partir de calcaire sur une large zone plate. La végétation originale était probablement constituée d'arbres, comme c'était le cas pour la plus grande partie de la Pennsylvanie, mais ils ont certainement été coupés afin de créer un champ agricole car une si grande zone plate y était propice. Certains parents se souvenaient qu'il y avait autrefois une ferme là où la fosse B a été creusée, mais qu'elle avait été transformée en prairie à l'époque où l'école fut construite. La fosse d'observation creusée ici est plus profonde que celle creusée sur le site A car, selon les scientifiques, le calcaire se décompose plus facilement que le grès. En fait, le calcaire se décompose tellement facilement qu'il n'y avait aucun caillou issu du matériau parent dans ce profil.

Sur le site A comme sur le site B, le sol était plus sombre à la surface, à cause de l'apport de matière organique par la végétation, mais sur le site A le sol devenait plus lumineux en s'enfonçant alors qu'il devenait plus rouge sur le site B. La texture des horizons du site B était bien plus argileuse. Encore une fois, la scientifique expliqua que c'était souvent le cas dans la plupart des sols de la région, l'argile s'enfonçant dans le sol avec le temps. Comme il y avait vraiment plus de particules dans le sol issu du calcaire que dans celui issu du grès, la texture du sol du site B était aussi bien plus argileuse. Elle a aussi expliqué qu'il était courant de trouver beaucoup de rouille dans les sols argileux de cette partie du globe et qu'elle cimentait les particules entre elles : c'est ce qui donne cette couleur rouge au sol. Le grand pourcentage d'argile rend la consistance du sol très ferme et difficile à casser, ce qui explique qu'il y ait peu de racines dans cet horizon. Un des constituant du calcaire est le carbonate de calcium, mais il n'y avait pas de carbonates dans ce profil. La scientifique expliqua encore qu'à cause du climat tempéré et des matériaux comme les acides présents dans la matière organique qui s'infiltrèrent dans le sol, tout le carbonate qui a pu être présent dans ce sol auparavant a été éliminé. Si un sol se formait à partir de ce type de calcaire dans un climat sec, on pourrait s'attendre à trouver des carbonates dans le profil pédologique.

Protocole de mesure de température du sol



Objectif

Mesurer les températures des sols proches de la surface

Vue d'ensemble

Les étudiants mesurent la température du sol à 5 cm et 10 cm de profondeur en utilisant une sonde thermométrique.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de calibrer une sonde thermométrique, de mener à bien des mesures précises et pertinentes de la température du sol et reporteront leurs données. Les étudiants seront capables de relier les mesures de température du sol aux propriétés physiques et chimiques du sol.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les sols ont une couleur, une texture et une composition propre ; ils servent de support à la croissance de beaucoup de végétaux.

La surface de la Terre change.

L'eau circule à travers le sol, changeant ses propriétés.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

L'énergie se conserve

La chaleur va des corps chaud vers les corps froids.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Utiliser des preuves scientifiques pour les descriptions et les explications.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

10-15 minutes.

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Les mesures de température du sol peuvent être réalisées une fois par jour ou une fois par semaine. Des mesures saisonnières sont réalisées tous les trois mois à deux ou trois heures d'intervalle pendant deux jours consécutifs (mesures du cycle diurne).

Matériel et instrumentation

Sonde thermométrique numérique ou digitale.

Clou de 12 cm

Marteau

Délimiteurs (pour séparer les profondeurs d'insertion de la sonde)

Thermomètre d'étalonnage

Clé pour calibrer la sonde thermométrique

Montre

Carnets de science GLOBE

Feuille de relevé de données de température du sol

Préparation

Placer les délimiteurs de sorte que la sonde thermométrique soit insérée aux bonnes profondeurs.

Pré requis

Aucun.

Protocole de mesure de température du sol

– Introduction

La température du sol est facile à mesurer et les données récoltées sont utiles pour les scientifiques et les étudiants. La température du sol affecte le climat, la croissance des plantes, le temps et le taux de décomposition des déchets organiques ainsi que d'autres processus biologiques, physiques et chimiques qui ont lieu dans le sol.

La température du sol est directement reliée à la température de l'atmosphère parce que le sol agit comme un isolant pour la chaleur située entre la terre solide et l'atmosphère. Par exemple, pendant un jour de grand soleil, le sol va absorber de l'énergie solaire et sa température va augmenter. Pendant la nuit, le sol va libérer cette chaleur dans l'air, affectant ainsi directement et visiblement la température de l'air.

Les températures du sol peuvent être relativement fraîches en été et chaudes en hiver. Elles peuvent aller de 50°C pour les sols en surface de déserts (plus chaud que la température maximale de l'air) à des valeurs négatives en hiver.

La température du sol a un aspect significatif sur le taux de croissance et de décomposition des plantes. Par exemple, lorsque la température du sol augmente, les réactions chimiques s'accélèrent et aident les semences à pousser. Les agriculteurs utilisent les relevés de température du sol pour déterminer à quel moment il faut planter la récolte.

La température du sol détermine aussi les cycles de vie de petites créatures vivants dans le sol. Par exemple, les animaux qui hibernent, de même que les insectes, émergent à la surface en fonction de la température du sol.

La température du sol détermine également si l'eau du sol est sous l'état solide, liquide ou

gazeux. La quantité et l'état de l'eau dans le sol influe sur les caractéristiques des horizons de chaque profil pédologique. Par exemple, dans les sols froids, il y a moins de décomposition de matière organique parce que les fonctions des micro-organismes sont ralenties ; cela se traduit par un sol sombre. Le chauffage intense sous les climats tropicaux augmente la production d'oxyde de fer, donnant à ces sols une couleur rouge. Dans les latitudes très au nord ou très au sud, ainsi qu'à des hautes altitudes, certaines couches du sol sont en permanence gelées et sont appelées *permafrost*. Etre en contact avec du permafrost altère la structure du sol et l'épaisseur de l'horizon, et abime également les racines des plantes. Sous les latitudes et altitudes moyennes, le sol gèle en hiver. L'humidité du sol s'évapore à travers les couches en surface du sol. La quantité d'humidité évaporée dépend de la pression de la vapeur d'eau dans le sol, qui dépend elle-même de la température. Une fois que l'humidité du sol est évaporée, elle s'ajoute à l'humidité de l'air, affectant ainsi le climat.

Comprendre comment les sols se réchauffent et se refroidissent aide à prédire la durée des cycles de croissance des plantes, le type de plantes ou d'animaux pouvant vivre dans tel ou tel sol et l'ajout d'humidité dans l'atmosphère. La quantité d'humidité du sol affecte la vitesse à laquelle il refroidit ou se réchauffe. Les sols humides se réchauffent moins vite que les sols secs car l'eau prisonnière des espaces vides entre les particules du sol absorbe plus de chaleur que l'air.

Les relevés de température du sol peuvent être utilisés pour prévoir dans quelle mesure l'écosystème sera affecté par un réchauffement ou un refroidissement global. Les scientifiques utilisent les relevés de température du sol dans leurs recherches sur des sujets allant du contrôle de la peste au changement climatique. En effectuant des relevés de température du sol, les étudiants GLOBE apportent une contribution significative à une meilleure compréhension de notre environnement.

Support pour l'enseignant

Préparation

Avant que les étudiants ne relèvent des données et une fois tous les trois mois par la suite, assurez-vous que les étudiants calibrent la sonde thermométrique en suivant le guide de laboratoire de calibration de la sonde thermométrique. Cela permettra de s'assurer de la justesse des mesures relevées par les étudiants.

Afin de s'assurer que les étudiants prennent les mesures de température du sol aux bonnes profondeurs, faites-leur utiliser des délimiteurs lorsqu'ils enfonce la sonde dans le sol. On peut facilement en faire en suivant la procédure ci-dessous. Voir le schéma SO-TE-1

Mesure à 5 cm

1. Mesurez 7 cm à partir du bas de la sonde thermométrique et marquez ce point (Notez que le capteur de température se situe typiquement à 2 cm au dessus du bout de la sonde).
2. Mesurez la distance du bas de la sonde jusqu'à la marque des 7 cm.
3. Faites un délimiteur en découpant un morceau de plastique ou un bout de bois de cette longueur (Si vous utilisez du bois, percez un trou au milieu de votre morceau).
4. Insérer la sonde dans le délimiteur : 7 cm de la sonde doivent dépasser du délimiteur.
5. Appelez ce délimiteur *Mesure à 5 cm*.

Mesure à 10 cm

6. Mesurez 12 cm à partir du bas de la sonde thermométrique et marquez ce point.
7. Mesurez la distance du bas de la sonde jusqu'à la marque des 12 cm.
8. Faites un délimiteur en découpant un morceau de plastique ou un bout de bois de cette longueur (Si vous utilisez du bois, percez un trou au milieu de votre morceau).
9. Insérer la sonde dans le délimiteur : 12 cm de la sonde doivent dépasser du délimiteur.

Appelez ce délimiteur *Mesure à 10 cm*.

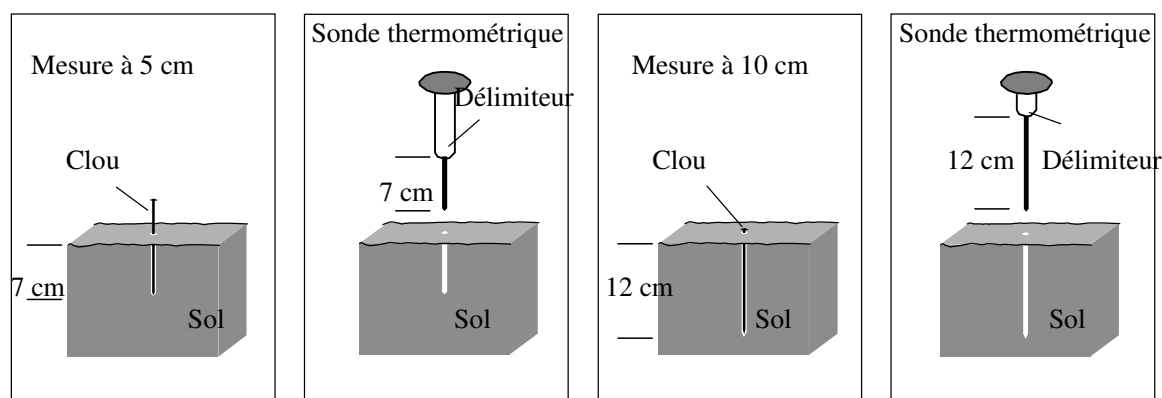
Sélection du site

Les mesures de température du sol sont relevées au voisinage du Site d'étude de l'atmosphère ou du Site d'étude de l'humidité du sol.

Gestion du matériel

Les mesures de température du sol nécessitent des instruments peu coûteux. Achetez trois sondes thermométriques. Comme les données sont relevées en trois exemplaires, avoir trois sondes permettra de diminuer le temps de mesure et donc d'effectuer des mesures quotidiennes ; plus fréquemment les données seront relevées, plus elles seront utiles à la recherche et à la classe.

Schéma So-TE-1 : Faire des délimiteurs pour votre mesure de température du sol



Les sondes thermométriques vont se casser si les étudiants forcent en les enfonçant dans le sol. A moins que le sol soit mou (c'est-à-dire lâche ou friable), il est conseillé de faire des pré-trous auparavant. Repérez le clou pour le pré-trou avec un marqueur indélébile ou en l'étiquetant 5 cm, 7 cm, 10 cm ou 12 cm.

Les sondes thermométriques ne doivent pas être laissées en permanence dans le sol. Les sondes thermométriques ne sont pas faites pour résister à l'humidité donc ce n'est pas une bonne idée de les laisser à l'air libre quand elles ne sont pas utilisées. (Voir le *protocole facultatif de mesure de la température de l'air et du sol* pour des sondes qui peuvent être laissées dans le sol).

Organisation des étudiants

Deux-trois étudiants relèvent les mesures de température.

Fréquence des mesures

Les mesures de température sont relevées chaque jour ou chaque semaine. Tous les trois mois et pendant deux jours consécutifs, les étudiants doivent relever les mesures au moins cinq fois par jour à intervalles d'environ deux ou trois heures en suivant le Protocole de mesure de température du sol – Guide de terrain de mesure du cycle diurne. Bien qu'un cycle diurne soit typiquement de 24 heures, le but ici est de percevoir la partie de ce cycle ayant lieu pendant la journée.

Procédures de mesure

Après avoir sélectionné un site approprié, on creuse un pré-trou de 5 cm de profondeur et on y insère la sonde thermométrique. On lit la valeur de la température après 2-3 minutes. On creuse alors le pré-trou jusqu'à 10 cm et on y insère la sonde thermométrique sur laquelle on lit la valeur de la température après que celle-ci se soit stabilisée. Ce procédé est répété deux fois à moins d'un mètre de la première mesure et devrait durer au total environ 20 minutes. Les étudiants mesurent donc trois fois la température du sol à 5 cm et 10 cm.

Les trois mesures prises à la même profondeur à moins d'un mètre de distance devraient être très similaires. Si une donnée est anormale (très différente des autres), les scientifiques qui l'utilisent peuvent se demander si elle est

valable. Les étudiants doivent reporter dans leur carnet tout phénomène qui pourrait être à l'origine de cette anomalie.

Les mesures de températures du sol peuvent être utilisées pour commencer les mesures quantitatives de GLOBE sur le terrain de l'école avant qu'un abri atmosphérique soit établi. L'équipement est sorti pour les mesures puis rapporté en classe en veillant à la sécurité.

Activités de référence

Poussez les étudiants à étudier les liens entre la température et les caractéristiques du sol.

Faites-leur comparer les températures du sol avec celles de l'eau et de l'air.

Faites-leur étudier les variations saisonnières de la température du sol.

Faites-leur décrire ou dessiner la manière dont ils s'attendent à ce que la température du sol évolue avec la profondeur. Les étudiants doivent également expliquer ce qui leur fait s'attendre à cela. Ils comparent ensuite leurs descriptions avec les véritables données du site web de GLOBE. Encouragez les étudiants à débattre des autres paramètres qui pourraient influencer sur l'allure de la température du sol.

Faites-leur faire le *Protocole de mesure de température en surface* dans la partie *Etude de l'atmosphère*. Dans ce protocole les étudiants mesurent les températures en surface. Ces mesures peuvent être reliées aux températures du sol.

Pour aller plus loin

Est-ce que la température de l'air ou du sol est plus élevée à midi ?

A partir de quelle température les graines commencent à pousser ?

A quelle profondeur votre sol gèle-t-il ?

Comment se comportent d'autres mesures de GLOBE liées à la température du sol ?

Est-ce que les heures de maximum de température pour le sol (à 10 cm de profondeur) et pour l'air restent à peu près constantes au cours de l'année ?

Calibration du thermomètre

Guide de laboratoire

But

Calibrer la sonde thermométrique.

Matériel

Sonde thermométrique

Thermomètre de calibration (précis à +/- 0.5°C, cela étant vérifié en utilisant la méthode du bain de glace décrite dans la partie *Etude de l'atmosphère*).

Bécher de 500 ml

De l'eau

Clé de calibration s'adaptant parfaitement sur la sonde thermométrique.

Carnet de science GLOBE

Mode opératoire

1. Mettez environ 250 ml d'eau à température ambiante dans un bécher.
2. Plongez dans l'eau à la fois le thermomètre de calibration et la sonde thermométrique.
3. Vérifiez que l'eau recouvre au moins les 4 derniers centimètres des deux thermomètres. Rajoutez de l'eau si nécessaire.
4. Attendez 2 minutes.
5. Lisez la température de chaque thermomètre.
6. Si la différence de température entre les deux thermomètres est inférieure à 2°C, arrêtez-vous ; votre sonde thermométrique est calibrée.
7. Si la différence de température est supérieure à 2°C, attendez encore 2 minutes.
8. Si la différence de température reste supérieure à 2°C, ajustez la sonde thermométrique en tournant la molette de calibration à l'aide de la clé de calibration jusqu'à ce que la température affichée par la sonde thermométrique atteigne la valeur du thermomètre de calibration.

Protocole de mesure de la température du sol

Guide de terrain

But

Mesurer la température de l'air et du sol

Ce qu'il faut

La *Fiche de relevé de données de température du sol*

Une montre

Une sonde thermométrique

Carnet de science GLOBE

Des délimiteurs

Crayon ou stylo

Un clou de 12 cm ou plus marqué à 5 cm, 7 cm, 10 cm, 12 cm depuis son extrémité (si le sol est dur ou très dur)

Marteau (si le sol est très dur)

Mode opératoire

1. Remplissez la partie supérieure de la *Fiche de relevé de données de température du sol*.
2. Repérez votre point d'échantillonnage (Si le sol est mou, sautez l'étape 3).
3. Utilisez le clou pour faire un pré-trou de 5 cm de profondeur. Si le sol est très dur et que vous devez utiliser un marteau, faites un pré-trou de 7 cm. Retirez soigneusement le clou en remuant le sol le moins possible. Le faire tourner en le retirant peut être pratique. Si le sol se craquèle ou se désagrège, réessayez 25 cm plus loin.
4. Insérez la sonde dans le délimiteur le plus long de sorte que 7 cm de la sonde dépasse de son extrémité. Le cadran doit être contre le haut du limiteur.
5. Enfoncez doucement la sonde dans le sol.
6. Attendez 2 minutes. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
7. Attendez 1 minute. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
8. Si les 2 valeurs sont à moins de 1°C de différence, reportez cette valeur et la durée dans la *Fiche de relevé de données de température du sol* en tant qu'échantillon n°1 à 5 cm de profondeur. Si les 2 mesures ne sont pas à moins de 1°C de différence, continuez de prendre les mesures toutes les minutes jusqu'à ce que 2 mesures consécutives soient à moins de 1°C de différence.
9. Retirez la sonde du trou (Si le sol est mou, sautez l'étape 10).
10. Utilisez le clou pour agrandir le trou jusqu'à 10 cm. Si vous devez utiliser un marteau, agrandissez le trou jusqu'à 12 cm.

11. Remplacez le long délimiteur par le plus petit de sorte que 12 cm de la sonde dépasse de son extrémité. Insérez la sonde dans le même trou. Appuyez doucement jusqu'à ce que la sonde soit enfoncée de 12 cm.
12. Attendez 2 minutes. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
13. Attendez 1 minute. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
14. Si les 2 valeurs sont à moins de 1°C de différence, reportez cette valeur et la durée dans la *Fiche de relevé de données de température du sol* en tant qu'échantillon n°1 à 10 cm de profondeur. Si les 2 mesures ne sont pas à moins de 1°C de différence, continuez de prendre les mesures toutes les minutes jusqu'à ce que 2 mesures consécutives soient à moins de 1°C de différence.
15. Répétez les étapes 2 à 14 pour deux autres trous à moins de 25 cm du premier. Reportez ces valeurs dans la *Fiche de relevé de données de température du sol* en tant qu'échantillons n°2 et n°3 à 5 et 10 cm.
Note : Ces trois mesures doivent être effectuées en moins de 20 minutes.
16. Essuyez proprement tout l'équipement.
17. Lisez et reportez la température ambiante de l'air à partir du thermomètre de l'abri à instrument ou en suivant le *Protocole de mesure de la température ambiante* dans *l'Étude de l'atmosphère*.

Protocole de mesure de la température du sol – Mesure du cycle diurne

Guide de terrain

But

Mesurer la température de l'air et de l'eau au moins cinq fois par jour pendant deux jours.

Matériel

Fiche de relevé de données de température du sol -cycle diurne

Sonde thermométrique

Délimiteurs

Un clou de 12 cm ou plus marqué à 5 cm, 7 cm, 10 cm, 12 cm depuis son extrémité (si le sol est dur)

Une montre

Carnet de science GLOBE

Crayon ou stylo

Marteau (si le sol est très dur)

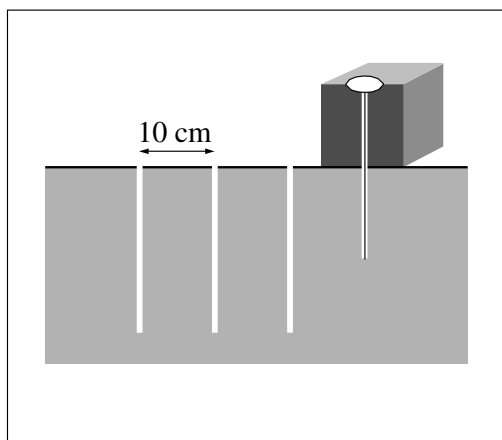
Thermomètre (pour la température de l'air ambiant)

Mode opératoire

1. Remplissez la partie supérieure de la *Fiche de relevé de données de mesure du cycle diurne de la température du sol*, choisissez votre premier point d'échantillonnage et sautez l'étape 2.
2. Repérez votre point d'échantillonnage à environ 10 cm des mesures précédentes (Si le sol est mou, sautez l'étape 3).
3. Utilisez le clou pour faire un pré-trou de 5 cm de profondeur. Si le sol est très dur et que vous devez utiliser un marteau, faites un pré-trou de 7 cm. Retirez soigneusement le clou en remuant le sol le moins possible. Le faire tourner en le retirant peut être pratique. Si le sol se craquèle ou se désagrège, réessayez 25 cm plus loin.
4. Insérez la sonde dans le délimiteur le plus long de sorte que 7 cm de la sonde dépasse de son extrémité. Le cadran doit être contre le haut du limiteur.
5. Enfoncez doucement la sonde dans le sol.
6. Attendez 2 minutes. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
7. Attendez 1 minute. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.

8. Si les 2 valeurs sont à moins de 1°C de différence, reportez cette valeur et la durée dans la *Fiche de relevé de données de mesure du cycle diurne de la température du sol* pour l'échantillon courant à 5 cm de profondeur. Si les 2 mesures ne sont pas à moins de 1°C de différence, continuez de prendre les mesures toutes les minutes jusqu'à ce que 2 mesures consécutives soient à moins de 1°C de différence.
9. Retirez la sonde du trou (Si le sol est mou, sautez l'étape 10).
10. Utilisez le clou pour agrandir le trou jusqu'à 10 cm. Si vous devez utiliser un marteau, agrandissez le trou jusqu'à 12 cm.
11. Remplacez le long délimiteur par le plus petit de sorte que 12 cm de la sonde dépasse de son extrémité. Insérez la sonde dans le même trou. Appuyez doucement jusqu'à ce que la sonde soit enfoncée de 12 cm.
12. Attendez 2 minutes. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
13. Attendez 1 minute. Reportez la température et la durée dans votre Carnet de science GLOBE.
14. Si les 2 valeurs sont à moins de 1°C de différence, reportez cette valeur et la durée dans la *Fiche de relevé de données de mesure du cycle diurne de la température du sol* pour l'échantillon courant à 10 cm de profondeur. Si les 2 mesures ne sont pas à moins de 1°C de différence, continuez de prendre les mesures toutes les minutes jusqu'à ce que 2 mesures consécutives soient à moins de 1°C de différence.
15. Lisez et reportez la température ambiante de l'air à partir du thermomètre de l'abri à instrument ou en suivant le *Protocole de mesure de la température ambiante* dans *l'Etude de l'atmosphère*.
16. Répétez les étapes 2 à 15 toutes les 2 ou 3 heures au moins 5 fois.
17. Le jour suivant répétez les étapes 2 à 16.

Schéma SO-TE-2 : Température du sol : dispositif d'observation du cycle diurne



Protocole de mesure de température du sol

– Analyse des données

Les mesures sont elles cohérentes ?

Tracer les mesures de température du sol est un moyen efficace pour faire apparaître les tendances et les variations de la température. Par exemple, le tracé des températures du sol à 5 cm et 10 cm sur un an et à des latitudes assez différentes montre des tendances intéressantes : Valdres, Norvège (61.13°N, 8.59°E : Schéma SO-TE-4), Cleveland, OH, USA (61.13°N, -81.56°W : Schéma SO-TE-4), and Kanchanaburi, Thaïlande (14.49°N, 99.47°E : Schéma SO-TE-5). Ces graphes montrent que les températures du sol suivent les mêmes variations au cours du temps à 5 cm et 10 cm de profondeur.

Les mesures de température du sol montrent généralement des tendances quotidiennes et saisonnières identiques à celles de la température de l'air. Le prochain groupe de graphiques présente la température du sol à 5 cm et la température moyenne de l'air pour les mêmes écoles que précédemment. Voir les schémas SO-TE-6, SO-TE-7, SO-TE-8. Remarquez que l'axe pour la température de l'air est à gauche et que celui pour la température du sol est à droite.

On peut se poser les questions suivantes pour déterminer si ces données sont raisonnables :

- A quelle profondeur se trouve généralement la température la plus chaude ? Est-ce vrai pour les trois endroits ? Est-ce vrai tout au long de l'année ?
- Quelle est la relation entre la température de l'air et celle du sol ? Est-ce la même pour les trois endroits ? Est-ce la même tout au long de l'année ?
- Quelle température, de celle de l'air ou du sol, a la plus grande variation absolue annuelle selon ces graphiques ?

Les étudiants peuvent déterminer si leurs données sont raisonnables en comparant leurs données avec d'autres écoles et en se posant ce type de questions.

En observant les graphes de leurs mesures de température de l'air et du sol, les étudiants auront une meilleure idée de leurs tendances sur leur site. Tracer ces graphiques permet aussi d'identifier les points qui n'ont aucun sens. Ces points sont appelées *anomalies*. Ils peuvent résulter d'un phénomène naturel ou d'un problème pendant la mesure. Les graphes permettent aussi aux étudiants de voir les tendances annuelles et quotidiennes de la température du sol.

An analysant leurs graphiques, les étudiants devraient aussi se poser les questions suivantes :

- Quelle est la température moyenne ?
- Quelle est l'amplitude des valeurs (différence entre le maximum et le minimum) ?
- Quelle sont les variations de ces valeurs sur des échelles de temps différentes (quotidiennes, hebdomadaires, mensuelles) ?
- Est-ce que ces valeurs font apparaître une valeur moyenne – spatial ou temporelle (Notez que certains scientifiques utilisent des appareils de mesure qui donnent automatiquement les valeurs moyennes de données comme la température sur des périodes plus longues. En général, les données GLOBE représentent des mesures instantanées d'un paramètre particulier) ?

Voici également certaines tendances que les étudiants devraient remarquer dans leurs mesures de température du sol :

- Une corrélation entre les données à 5 cm et 10 cm.
- Les tendances de la température du sol devraient être identiques à celles de la température de l'air.

Qu'est-ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

Les scientifiques comparent les variations de la température des sols en fonction de leurs caractéristiques afin de déterminer comment

des sols différents se réchauffent ou se refroidissent. Comme, généralement, la température accélère les réactions physiques, chimiques et biologiques, les scientifiques utilisent ces données pour prévoir la vitesse de certains processus comme la germination des plantes.

Les scientifiques sont particulièrement intéressés par les données sur le long terme. Comparer les températures de l'air, de l'eau et du sol sur un grand nombre d'années les aide à comprendre les changements de climat de la planète ainsi que les nombreux processus qui y sont liés, comme la formation des sols et du permafrost. Les données sur le long terme sont nécessaires pour confirmer la persistance de chaque changement de tendance observé.

Les scientifiques utilisent aussi l'observation du sol avec des modèles sur des échelles distinctes ou d'autres jeux de données, comme les images satellites infrarouge pour valider ou extrapoler leurs modèles d'une zone à une autre.

Schéma SO-TE-3

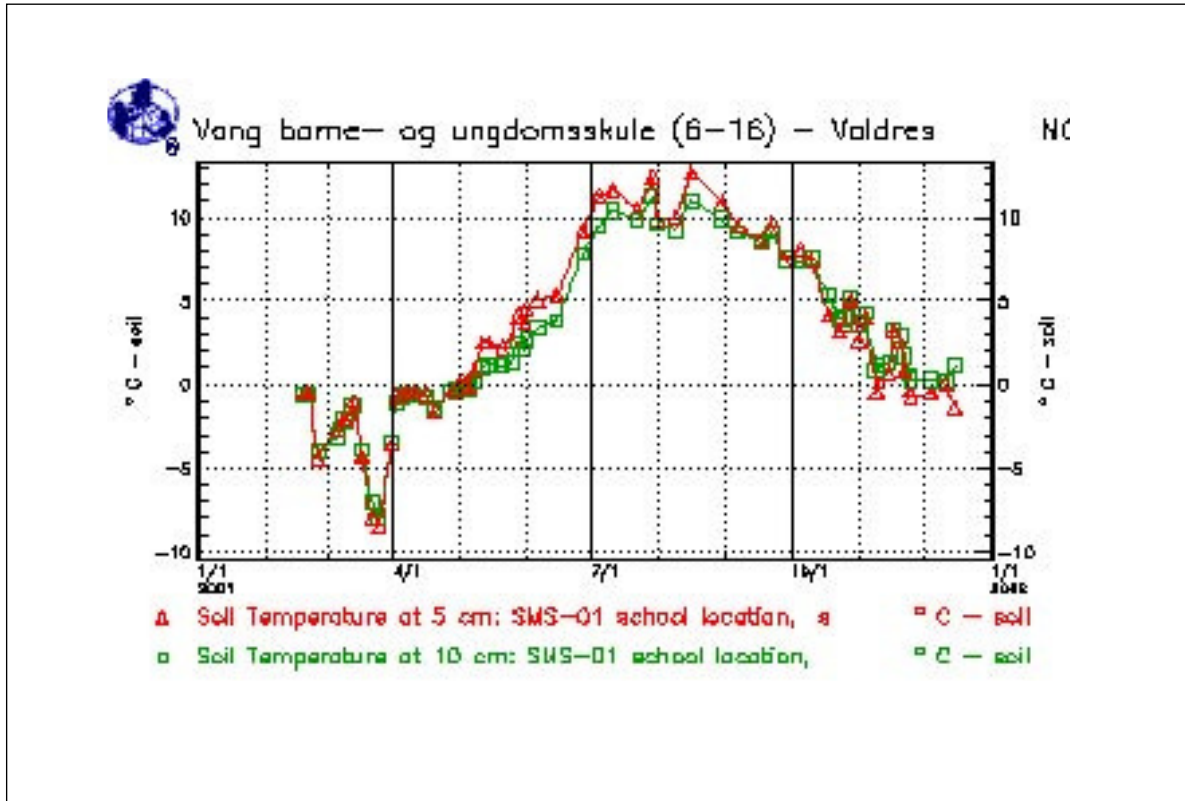


Schéma SO-TE-4

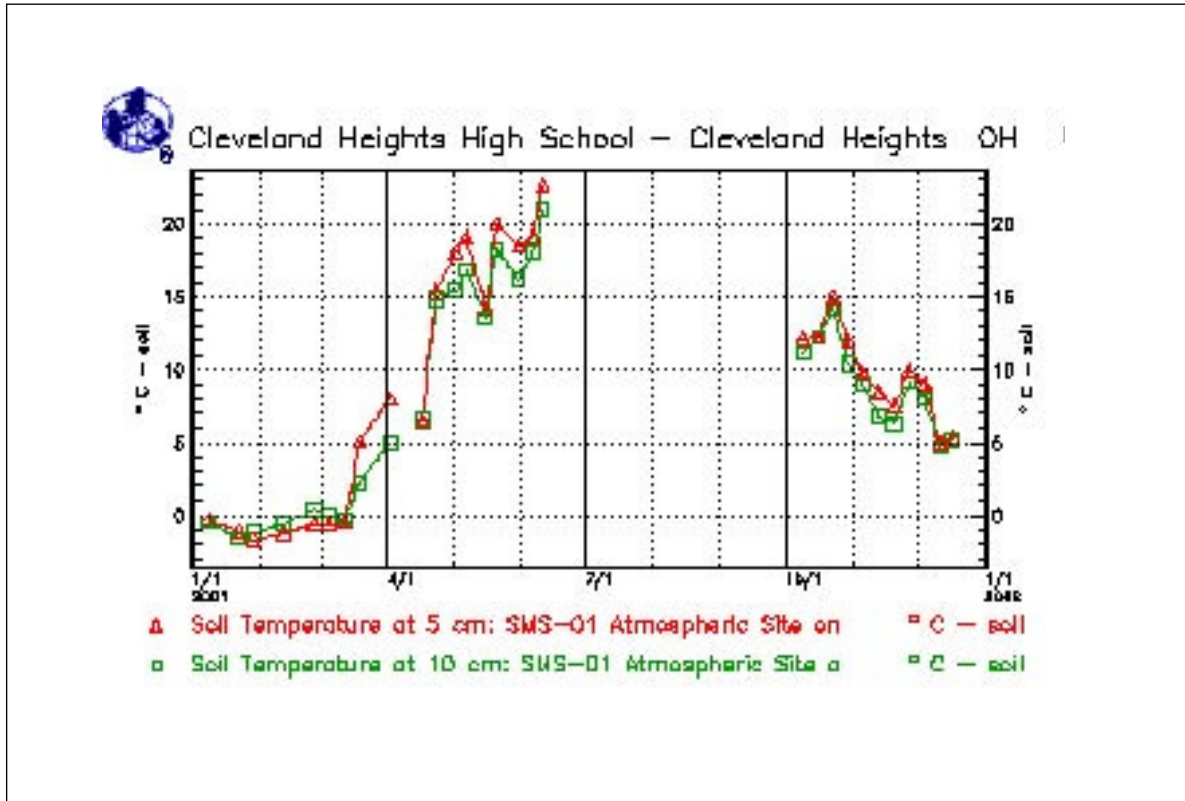


Schéma SO-TE-5

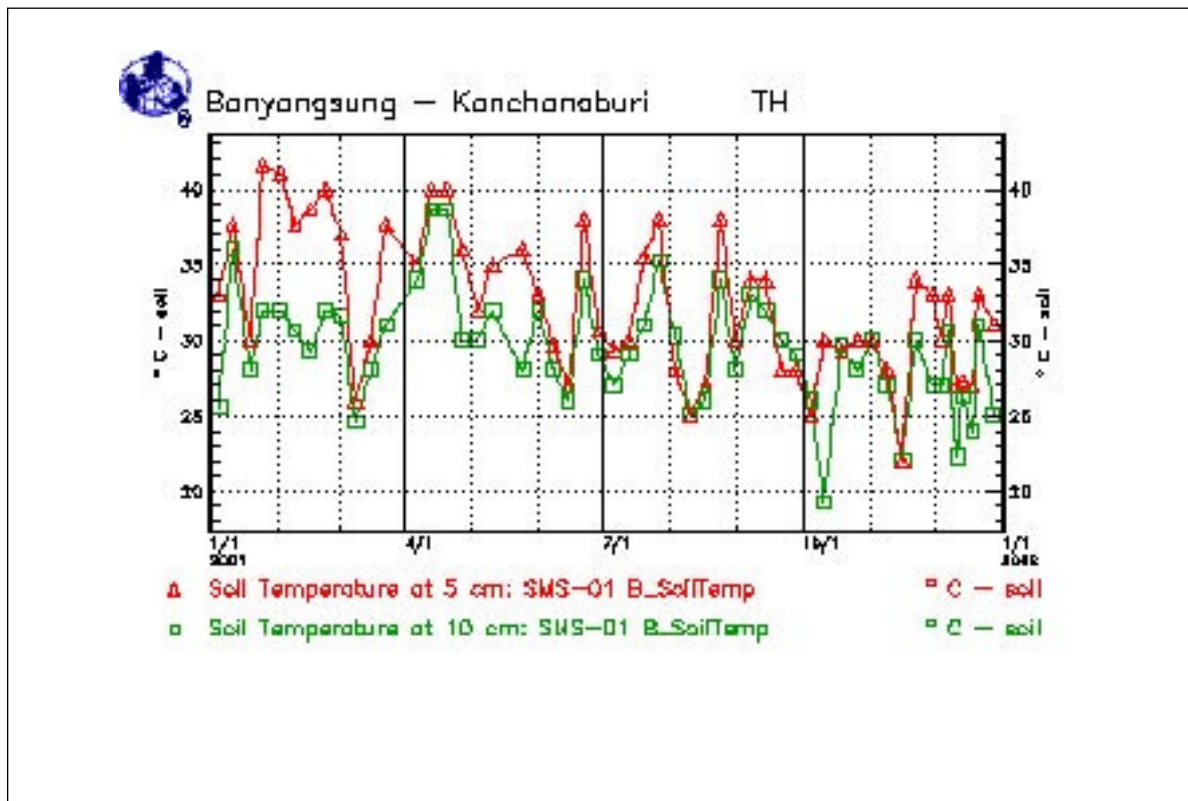


Schéma SO-TE-6

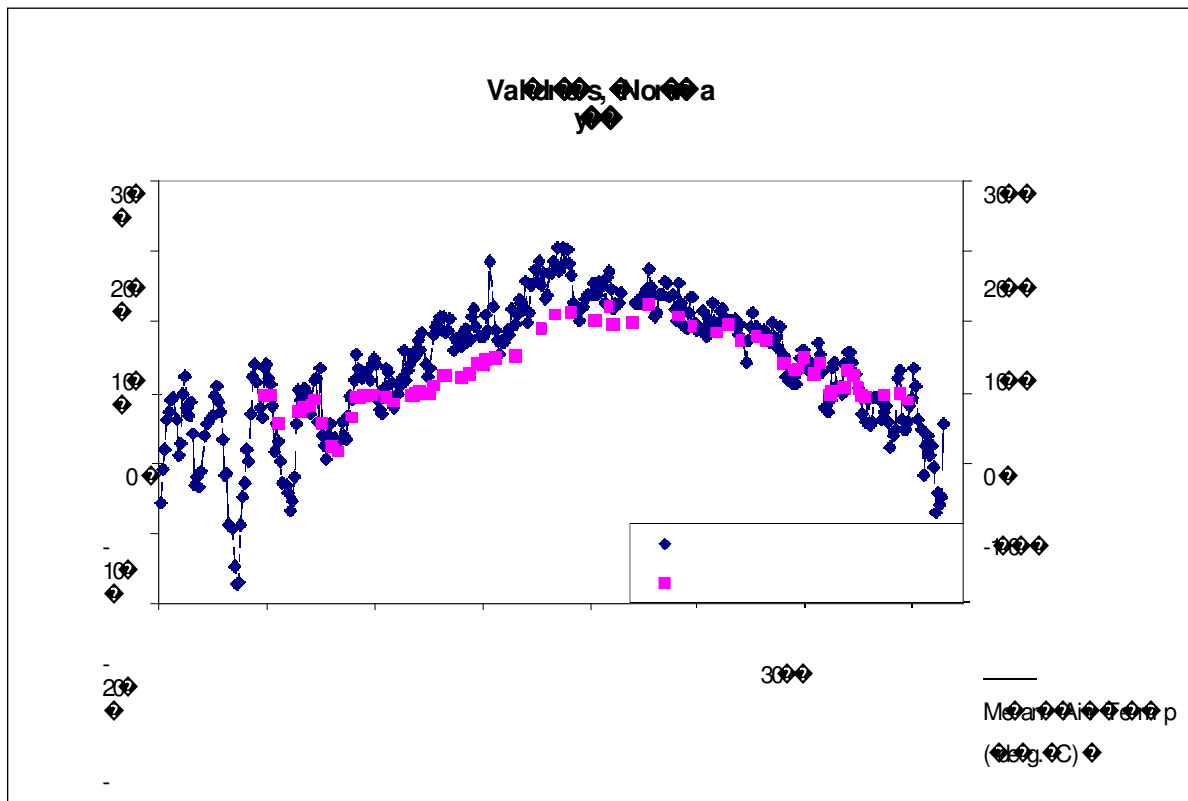


Schéma SO-TE-7

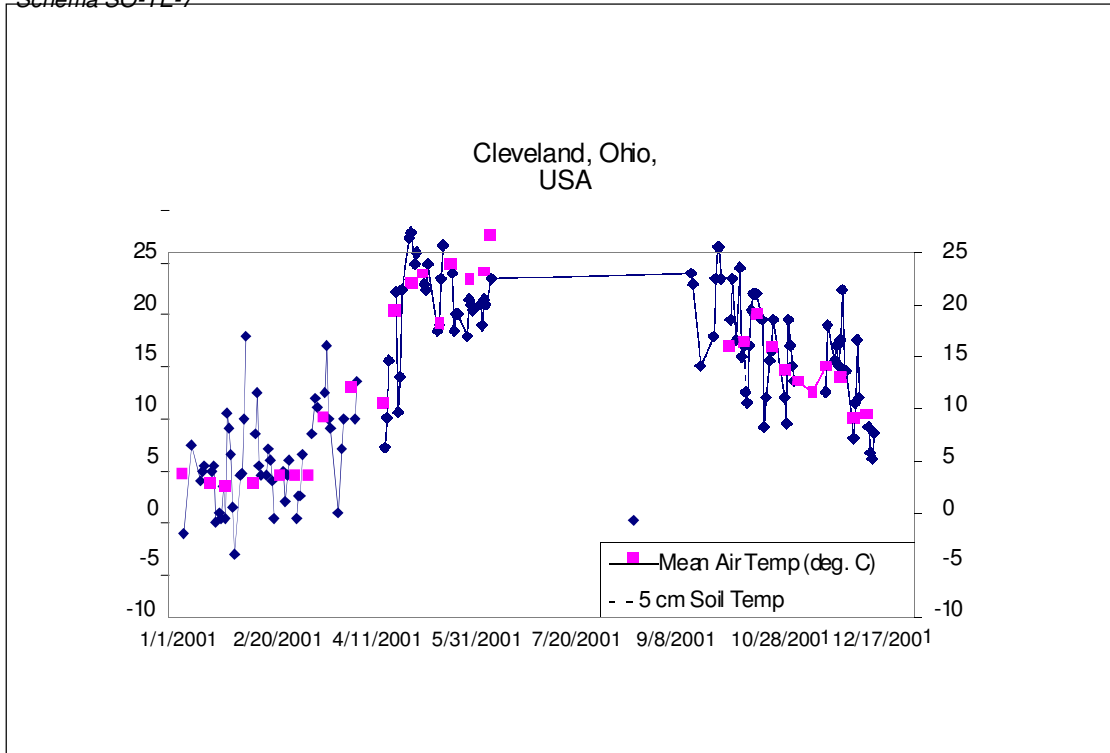
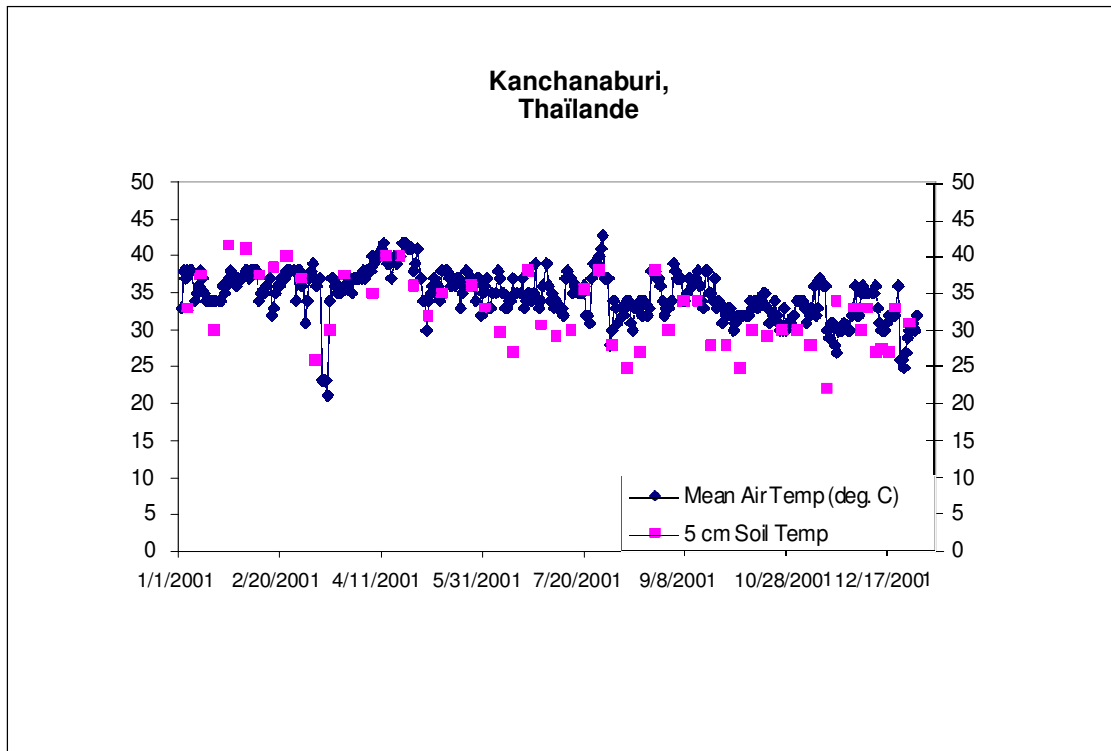


Schéma SO-TE-8



Exemple de projet de étudiant

Formuler une hypothèse

En regardant les mesures de température du sol d'un certain nombre d'écoles GLOBE, un groupe d'étudiants a remarqué que dans certaines écoles la température du sol était plus élevée à 5 cm alors que dans d'autres écoles c'était exactement l'inverse. Les étudiants se sont demandés si c'était aléatoire ou si c'était relié à l'époque de l'année et à la température de l'air. Ils ont observé les graphiques d'autres écoles GLOBE et ont décidé de formuler une hypothèse à partir de leurs connaissances. Leur hypothèse était : *La température du sol à 5 cm de profondeur est plus élevée que celle à 10 cm de profondeur en été et est moins élevée que celle à 10 cm de profondeur en hiver.*

Rassembler les données

Comme les étudiants habitaient à une latitude moyenne, ils voulaient tester leur hypothèse avec une école située à une latitude similaire à la leur. Ils ont choisi Norfolk Elementary School, Norfolk, AR (36.20°N, 92.27°W), une école située à leur latitude dont les étudiants avaient mesurés les températures du sol et de l'air pendant deux ans. Les étudiants ont tracé les températures du sol à 5 cm et 10 cm sur le même graphique pour voir les différences entre ces deux profondeurs pendant deux ans.

Analyser les données

En observant ce graphique, les étudiants ont conclu que les points étaient trop rapprochés pour pouvoir vérifier si leur hypothèse était juste ou non. Ils ont commencé par soustraire la température à 10 cm de la température à 5 cm pour calculer la différence de température entre ces deux profondeurs. Quand la différence était négative, le sol le plus profond était le plus chaud, et vice-versa quand la différence était positive. Puis ils ont tracé les différences de température en fonction du temps pour vérifier si leur hypothèse était juste.

Conclusions

A partir du schéma SO-TE-10, les étudiants ont pu voir que les valeurs négatives, représentant les fois où le sol était plus chaud à 10 cm qu'à 5 cm de profondeur, se trouvaient en automne (Septembre, Octobre et Novembre) et en hiver (Décembre, Janvier, Février).

Cependant, il y avait plusieurs valeurs positives en hiver, c'est-à-dire que la température était plus élevée à 5 cm qu'à 10 cm de profondeur. C'est pourquoi les étudiants conclure que ces mesures mettaient en défaut leur hypothèse originale car elle n'était pas toujours vraie.

Bien que les étudiants aient trouvé que leur hypothèse originale n'était pas toujours vraie, le graphe qu'ils avaient tracé confirmait leur idée que le sol à 10 cm de profondeur est plus chaud que celui à 5 cm de profondeur, mais seulement pendant les mois froids. Pour en avoir une meilleure idée, les étudiants ont tracé un graphique montrant la différence de température entre 5 et 10 cm ainsi que la température moyenne de l'air. Voir le schéma SO-TE-11. Remarquez que l'axe pour la température de l'air est à droite et que celui pour la différence de température du sol est à gauche. A partir de ce graphique, les étudiants ont pu conclure que, sur ce site, la température de l'air doit être faible (<5°C) pour que la température à 10 cm de profondeur soit plus élevée que celle à 5 cm de profondeur. Cette conclusion faisait sens pour les étudiants. Ils comprenaient que lorsque l'air est chaud, il réchauffe d'abord le sol proche de la surface, mais lorsque l'air est froid, il refroidit d'abord le sol proche de la surface, laissant ainsi le sol plus profond et mieux isolé plus chaud.

Pour aller plus loin

Les étudiants travaillant sur ce projet se sont demandés si la relation qu'ils observaient était la même à d'autres endroits du monde. Ils ont effectué la même analyse sur la température du sol et de l'air de deux autres écoles, l'une en Norvège (Schéma SO-TE-12), un climat beaucoup plus froid, et une en Thaïlande (Schéma SO-TE-13), un climat beaucoup plus chaud.

A partir de ces graphiques, les étudiants ont remarqué que la relation qu'ils observaient en Arkansas était similaire à celle de la Norvège mais pas à celle de la Thaïlande. Cela les a conduits à la conclusion que le climat local ou le type de sol affectait cette relation. En particulier ils s'attendent à ce que de nombreuses autres régions chaudes et humides ne vérifient pas leur relation. Les étudiants étaient excités à l'idée de collecter assez de

données au sein de leur propre école pour étudier les variations de température du sol à 5 cm et 10 cm et celles de la température de l'air tout au long de l'année.

Schéma SO-TE-9

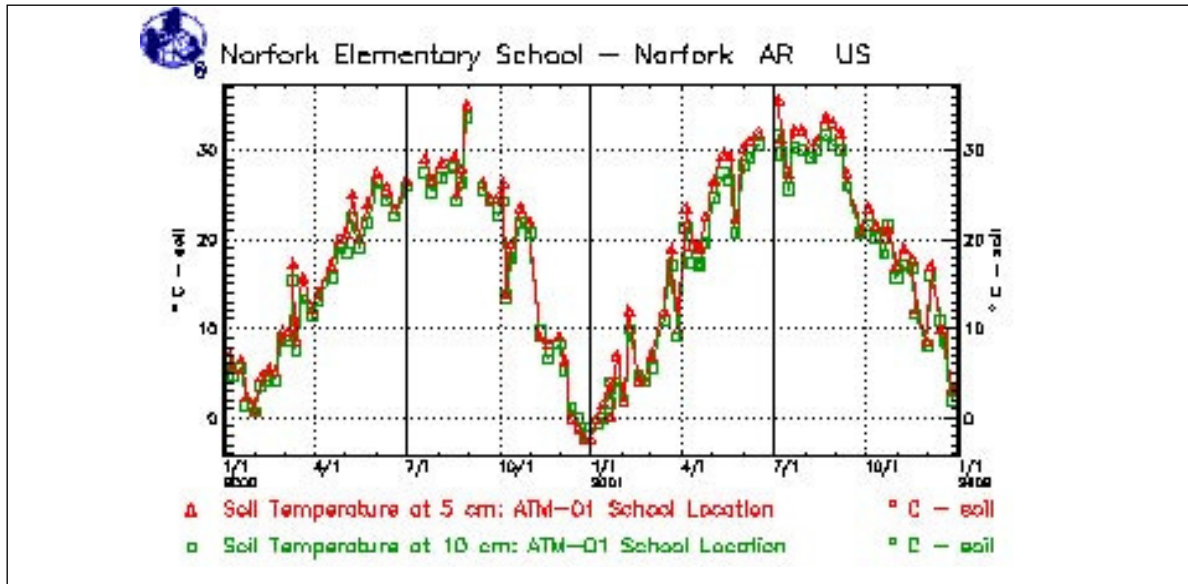


Schéma SO-TE-10

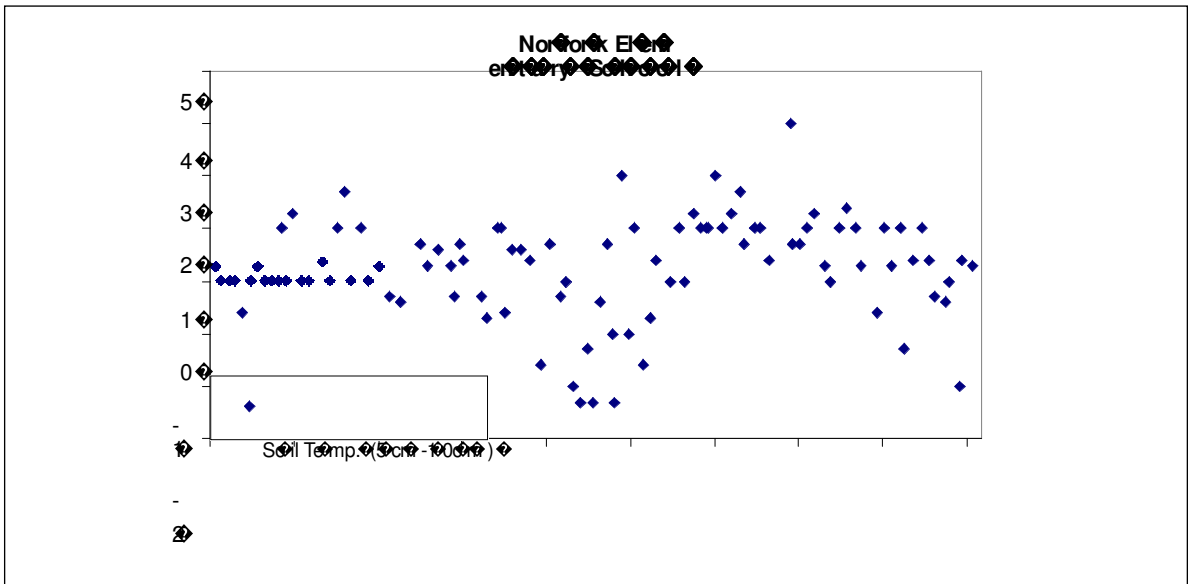


Schéma SO-TE-11

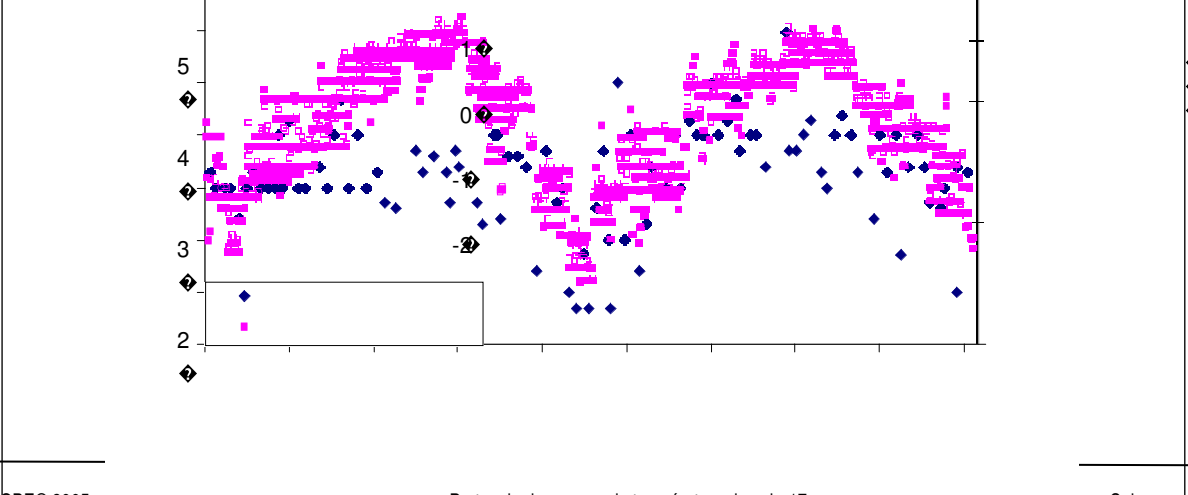


Schéma SO-TE-12

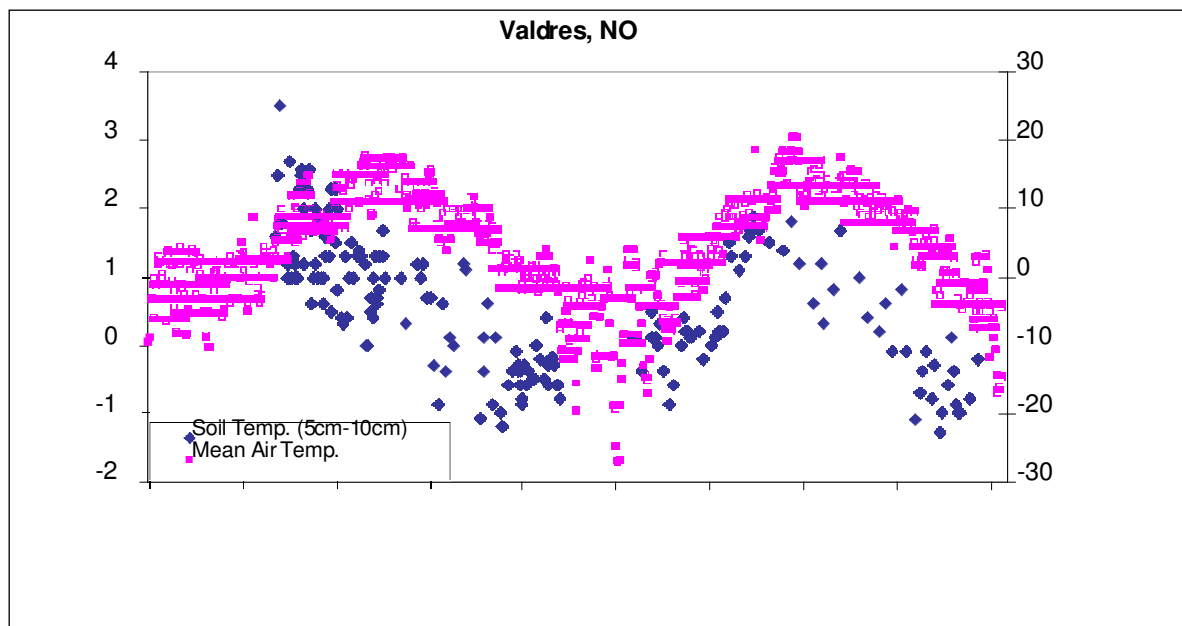
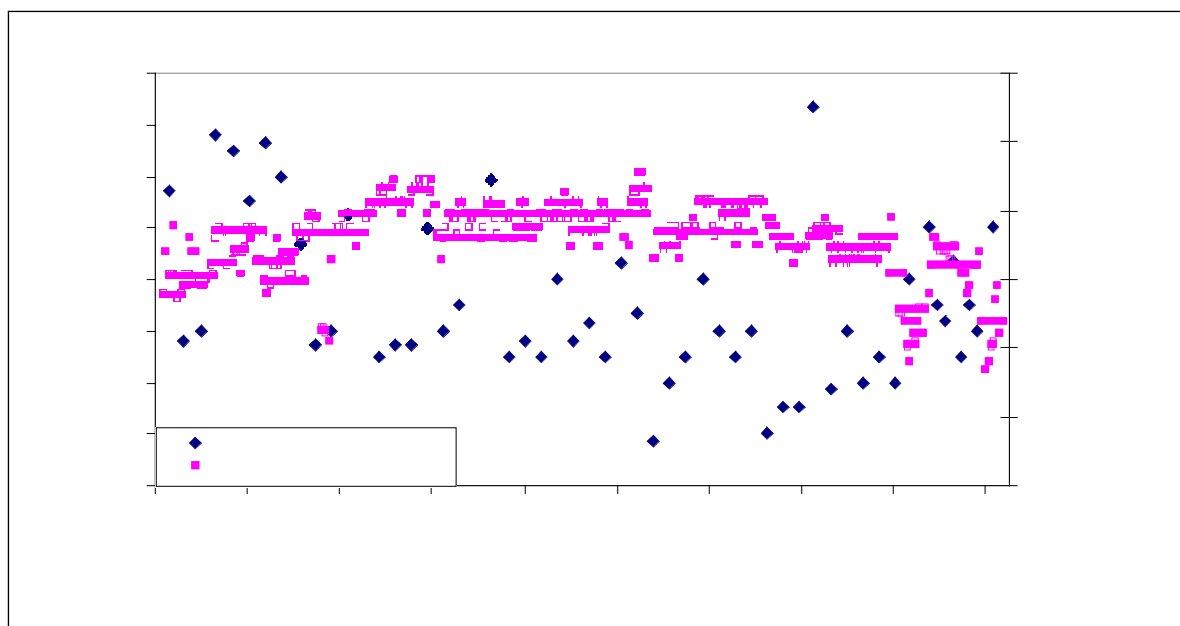


Schéma SO-TE-13



Protocole de mesure d'humidité du sol par gravimétrie



Objectif

Mesurer la teneur en eau du sol par gravimétrie

Vue d'ensemble

Les étudiants récoltent des échantillons du sol avec une truelle ou une pelle et les pèsent, puis les sèchent et les pèsent à nouveau. La teneur en eau du sol est déterminée en calculant la différence de masse entre l'échantillon sec et l'échantillon humide.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de récolter des échantillons du sol sur le terrain puis de mesurer leur humidité et de reporter les mesures d'humidité du sol.

Les étudiants seront capables de relier les mesures d'humidité du sol aux propriétés physiques et chimiques du sol.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

La Terre est formée de roches solides, de sol, d'eau, matière organique et de gaz atmosphérique.

Les sols ont des propriétés comme la couleur, la texture, la structure et la densité ; ils permettent la croissance de nombreux végétaux et remplissent de nombreuses autres fonctions au sein de l'écosystème.

La surface de la Terre change.

Les sols sont constitués de pierres et de minéraux de moins de 2mm, de matière organique, d'eau et d'air.

L'eau circule dans le sol, modifiant ses propriétés.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les techniques et outils appropriés, y compris mathématiques, pour rassembler, analyser et interpréter des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prévisions et des modèles à partir de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

20-45 minutes pour récolter les échantillons

5-15 minutes pour peser les échantillons humides

5-15 minutes pour peser les échantillons secs

Les échantillons sèchent dans un four de séchage pendant la nuit.

Si les échantillons peuvent être séchés dans un micro-ondes. Ils doivent alors être pesés plusieurs fois durant le processus de séchage. Cette méthode demande plus de temps pour les étudiants.

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Pour prendre part à la campagne GLOBE d'étude de l'humidité du sol, les périodes suivantes sont recommandées pour le plus de site possible :

Les deux premières semaines d'octobre, lors de la semaine des Sciences de la Terre et du monde de l'espace

La quatrième semaine d'avril, lors de la semaine des journées pour la Terre

En plus, au moins douze fois par an pour le même site, de manière quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle.

Matériel et instrumentation

Four de séchage ou micro-ondes
Thermomètre (allant au moins jusqu'à 110°C)
Balance de 0,1 g de sensibilité (capacité de 600 g recommandée, capacité de 400 g requise)
Mètre
Règle graduée en millimètres
Marqueurs indélébiles pour identifier les récipients
Compas
Carnet de science GLOBE
Fiche de définition du site de mesure d'humidité du sol.

Echantillonnage en étoile

Fiche de relevé de données de mesure de l'humidité du sol - Echantillonnage en étoile

Truelle
6 récipients à échantillons (boîtes refermables en plastique, bocaux avec couvercle)

Echantillonnage le long d'un transect

Fiche de relevé de données de mesure de l'humidité du sol – Echantillonnage le long d'un transect

Truelle
Cordelette ou rouleau de scotch de 50 m de long marqué tous les 5 m
13 récipients à échantillons (boîtes refermables en plastique, bocaux avec couvercle)

Echantillonnage à différentes profondeurs

Fiche de relevé de données de mesure de l'humidité du sol - Echantillonnage à différentes profondeurs

Pelle
5 récipients à échantillons (boîtes refermables en plastique, bocaux avec couvercle)

Préparation

Avoir préalablement décidé la méthode et la fréquence d'échantillonnage.

Peser chaque récipient à échantillon, vide, et reporter sa masse et son numéro de récipient sur chaque récipient.

Choisir et définir un site d'étude d'humidité du sol.

Pré requis

Aucun

Protocole de mesure de l'humidité du sol par gravimétrie - Introduction

Le sol se comporte comme une éponge étendue à la surface de la terre. Il absorbe la pluie et la neige fondue, ralentit les cours d'eau et régule les inondations. L'eau absorbée est retenue dans les particules du sol en surface et dans les espaces vides entre les particules du sol. Cette eau est à la disposition des plantes lors des périodes sèches. Une partie de cette eau s'évapore dans l'air ; une autre s'enfonce dans le sol et rejoint les eaux souterraines. Les sols absorbants, comme ceux des régions humides, absorbent l'eau des précipitations et la laisse s'échapper doucement, évitant ainsi les inondations. Les sols saturés en eau n'ont plus d'espace disponible pour retenir de l'eau supplémentaire, de sorte que l'eau de pluie s'écoule en surface jusqu'à des zones planes en contrebas. Mesurer la quantité d'eau présente dans le sol permet de déterminer sa capacité à modérer le cycle hydraulique. Ce précieux indicateur environnemental aide également à estimer le bilan d'eau dans le sol – la répartition de la quantité d'eau retenue dans le sol sur une année.

Pour pousser, la plupart des plantes ont besoin de place pour leurs racines, d'eau et de nutriments. De manière générale, les nutriments proviennent de la dissolution de la matière organique et des minéraux contenus dans le sol, et sont amenés jusqu'aux plantes par l'eau retenue dans le sol. Parfois l'eau circulant dans le sol en surface enlève les nutriments des couches supérieures et les dépose plus profondément dans le sol. Ce processus par lequel des matériaux sont enlevés des couches supérieures du sol par l'eau qui y circule est appelé *lixiviation*. Ces matériaux peuvent être retenus dans les couches inférieures du sol ou peuvent rester dans l'eau et couler dans des rivières, des lacs ou des eaux souterraines.

L'eau est un élément important dans le processus de désagrégation qui sépare les roches pour former le sol. Par exemple, dans les climats froids, l'eau contenue dans les fissures va geler et pousser les rochers jusqu'à

les casser. Quand l'eau dégel et coule à nouveau, elle entraîne des morceaux de rochers avec elle. Cette action de *gel-dégel* est une constructrice essentielle des sols. Dans les climats tropicaux, l'eau sépare les rochers et aide à former les particules du sol et ses minéraux en désagréant la roche.

L'eau aide aussi la décomposition des plantes et animaux morts en matière organique, mais uniquement en présence de l'oxygène de l'air. Dans certains endroits, le sol est tellement inondé qu'il n'y a pas d'oxygène et les plantes et animaux morts sont conservés pendant des siècles grâce à leur faible vitesse de décomposition. Une partie de cette eau s'évapore dans l'atmosphère. Cette évaporation refroidit le sol et augmente l'humidité relative de l'air, affectant parfois le climat local. La quantité d'eau retenue dans le sol influe sur sa température. Comme l'eau liquide a une meilleure capacité de chauffage que le sol ou l'air, il faut plus de chaleur pour augmenter la température des sols humides. L'eau retenue dans le sol diminue la vitesse de réchauffement de celui-ci et augmente sa vitesse de refroidissement, de sorte que les sols humides ont tendance à être plus froids que les sols secs.

Support pour l'enseignant

Préparation

Avant de commencer le *Protocole de mesure de l'humidité du sol*, faites remplir aux étudiants la *Fiche de définition du site d'étude de l'humidité du sol*. Faites peser aux étudiants leurs récipients à échantillons à l'avance et faites-leur marquer la masse de chacun d'entre eux au marqueur indélébile. Identifiez chaque récipient avec un numéro d'identification.

Fréquence des mesures

Pour prendre part à la campagne GLOBE d'étude de l'humidité du sol, les écoles GLOBE sont encouragées à réaliser une triple mesure de l'humidité du sol deux fois par an pendant les deux premières semaines d'octobre, lors de la semaine des Sciences de la Terre et du monde de l'espace et la quatrième semaine d'avril, lors de la semaine des journées pour la Terre. C'est aussi une excellente opportunité de récolter des données sur la couverture du sol sur chaque site d'étude de l'humidité du sol qui est homogène sur une zone de 90 m².

De plus, les données sur l'humidité du sol sont récoltées sur un site assez proche de l'école de sorte que les données sur l'humidité du sol puissent être prélevées sur au moins 12 intervalles réguliers. Les étudiants peuvent vouloir faire coïncider leurs prélèvements d'échantillons avec la prise d'autres mesures GLOBE qui peuvent affecter l'humidité du sol, comme celle des précipitations. Si les étudiants identifient la répartition annuelle de précipitation au voisinage de leur école, ils peuvent avoir envie de prélever les échantillons de sol lorsqu'il passe de mouillé à sec. Par exemple, s'il y a beaucoup de précipitations début mars et peu en mai, les étudiants peuvent mener une étude sur 12 semaines, de mars à mai. Si la saison des pluies est étendue, les étudiants peuvent vouloir prendre des échantillons toutes les 2 semaines pendant 24 semaines, ou même une mesure par mois pendant toute l'année.

On peut toujours augmenter le nombre de fois où l'on prend des échantillons, mais les étudiants devraient essayer d'en prendre du sol mouillé, intermédiaire et secs, avant et après

les longues périodes d'humidité. Prendre des échantillons une ou deux fois par semaine tout au long de l'année donnera assurément aux étudiants une bonne vision de la variation annuelle de l'humidité du sol.

Procédures de mesure

Il est important que les étudiants placent leurs échantillons du sol dans des récipients bine fermés et qu'ils pèsent leurs échantillons (sans leurs couvercles) aussi rapidement que possible après leurs prélèvements. Si le sol sèche, même faiblement, avant d'être pesé, les mesures d'humidité du sol seront erronées.

Les échantillons sont séchés jusqu'à absence totale d'eau puis sont pesés à nouveau. La différence de masse (avant et après séchage) est égale à la masse d'eau qui était présente dans le sol. Les scientifiques appellent cette méthode *gravimétrie*, ce qui signifie effectuer une mesure en pesant.

Le rapport de la masse de l'eau par la masse du sol sec est appelé *la teneur en eau* du sol. La masse d'eau est divisée par la masse du sol sec pour obtenir une valeur adimensionnée pour la teneur en eau. Cette valeur adimensionnée peut être comparée avec d'autres mesures effectuées d'autre jours même si la taille de l'échantillon est différente. Cela permet aussi la comparaison entre plusieurs sites distincts.

Le *Protocole de mesure de l'humidité du sol* offre trois possibilités pour prélever les échantillons : *l'échantillonnage en étoile*, *le long d'un transect* et *le profil en profondeur*. Le but de ces solutions est d'éviter systématiquement de creuser deux fois au même endroit. Choisissez la méthode d'échantillonnage qui complémente au mieux vos autres mesures GLOBE, ainsi que vos objectifs pédagogiques et les intérêts pour la recherche étudiante.

1. *L'échantillonnage en étoile* permet de récolter des échantillons de 12 endroits différents à 12 moments différents dans une zone en étoile de 2 m x 2 m. Pour chacun de ces 12 endroits, 3 endroits à moins de 25 cm les uns des autres sont choisis. Des échantillons des 5 premiers cm et à 10 cm sont prélevés à chacun de ces 3 endroits, ce qui fait 6 échantillons à chaque endroit de l'étoile. Cette méthode

d'échantillonnage peut facilement coïncider avec le *Protocole de mesure de température du sol*, dans lequel les étudiants prennent leurs mesures de température du sol aux mêmes profondeurs et endroits qu'ici.

2. *L'échantillonnage le long d'un transect* nécessite un espace libre d'au moins 50 m de long. 13 échantillons des 5 premiers cm sont prélevés. Cette méthode permet aux étudiants de visualiser les variations spatiales de l'humidité du sol à travers leurs mesures. Elle est aussi utile pour comparer pour comparer ces mesures à d'autres prises par satellite ou par avion. Ces techniques de mesures sondent l'humidité contenue dans les 5 premiers cm du sol et leurs mesures couvrent en moyenne des zones de 100 m² ou plus.
3. *Le profil en profondeur* permet de prendre un échantillon des 5 premiers cm puis d'utiliser d'une pelle pour prendre des échantillons du sol à 10 cm, 30 cm, 60 cm et 90 cm. Utiliser une pelle demande un peu plus de temps, mais permet de rassembler des données utiles et complémentaires au *Protocole de caractérisation du sol* et au *Protocole facultatif de mesure de la température de l'air et du sol*.

Pour réduire le travail mis en jeu dans le four de séchage micro-ondes, les étudiants devraient laisser leurs échantillons sécher à l'air libre quelques jours (après les avoir pesés) puis finir le séchage en les mettant dans le four de séchage micro-ondes.

L'échantillonnage perturbe l'état naturel du sol : les étudiants ne doivent jamais prélever leurs échantillons deux fois au même endroit avant plusieurs années. Ils peuvent déplacer le centre de leur étoile ou décaler leur transect d'une dizaine de mètres.

Gestion du matériel

Assurez-vous que les récipients à échantillons peuvent être correctement fermés pour éviter que l'humidité ne s'évapore. Les bocaux en fer vont rouiller si elles ne sont pas bien séchées après chaque utilisation.

Si vous utilisez des étiquettes sur les récipients, assurez-vous qu'ils ne vont pas partir pendant le processus de séchage.

Souvenez-vous que les couvercles doivent être enlevés pour le séchage, donc pesez vos récipients sans leur couvercle.

Les balances doivent être placées sur des surfaces planes et être calibrées avant utilisation.

Organisation des étudiants

Les échantillons peuvent être prélevés assez efficacement par de petits groupes d'étudiants : un ou deux étudiants pour chaque paire d'échantillon à 5 cm et 10 cm pour l'échantillonnage en étoile, un ou deux étudiants pour chaque position le long du transect, et deux à quatre étudiants pour le profil d'échantillonnage en profondeur. Ces mêmes étudiants ou quelques étudiants supplémentaires peuvent effectuer le *Protocole de mesure de température du sol* en même temps.

Activités de référence

Introduire aux étudiants le fait que le sol retient l'eau, qu'il y a beaucoup de paramètres affectant la quantité d'eau retenue par le sol, et que la qualité de l'eau est changée en circulant dans le sol. Faites-leur faire *l'activité d'apprentissage : juste en passant*.

Pour aider les étudiants à mieux comprendre le concept de teneur en eau du sol, faites-leur faire *l'activité d'apprentissage : les sols en tant qu'éponges*.

Questions pour aller plus loin

Quelles autres écoles ont des répartitions d'humidité du sol identiques à la votre ?

Combien de semaines par an votre sol est-il sec ou humide ?

L'humidité du sol varie-t-elle au cours de l'hiver ?

Quelles sont les zones autour de votre école qui sont habituellement sèches ou humides ? Pourquoi ?

Qu'est-ce qui retient le plus l'eau : l'argile, le limon ou le sable ? Pourquoi ? Qu'est-ce qui procure le plus d'humidité aux plantes ?

Est-ce que le type de couverture du sol affecte la quantité d'eau qui pénètre dans le sol ? Affecte-t-il la vitesse à laquelle le sol sèche après une précipitation ?

Dans quelle mesure la porosité d'un horizon du sol est-elle liée à la quantité d'eau qu'il retient ?

Comment évolue la teneur en eau d'un horizon à un autre au sein du même profil pédologique ?

Qu'advient-il du courant d'eau dans le sol s'il y a un horizon de texture grossière (sablonneuse) au-dessus d'un horizon hautement argileux ? Que se passe-t-il s'il y a un horizon argileux recouvrant un horizon sablonneux ?

Dans quelle mesure l'humidité du sol et l'humidité relative de l'air sont-elles reliées ?

Protocole de mesure de l'humidité du sol - Echantillonnage en étoile

Guide de terrain

But

Prélever des échantillons du sol à des profondeurs de 0-5 cm et 10 cm.

Matériel

Fiche de relevé de données d'humidité du sol - Echantillonnage en étoile

Boussole

Truelle

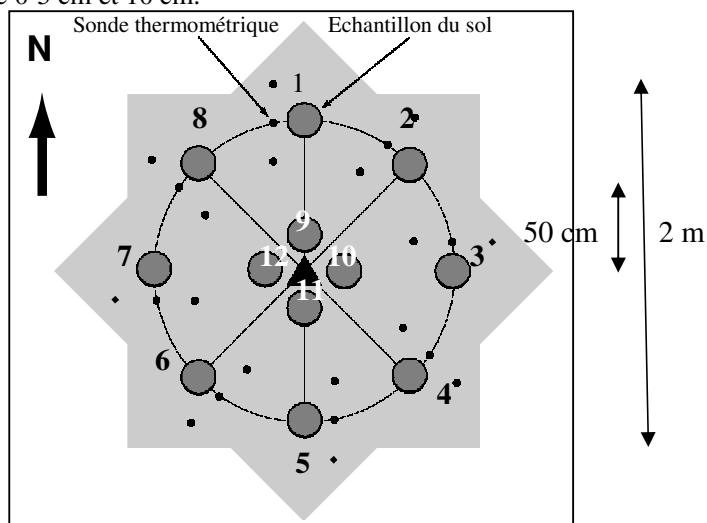
6 récipients à échantillons pesés et repérés par leur numéro, avec leur masse notée dessus

Mètre

Règle graduée en millimètres

Carnet de science GLOBE

Crayon ou stylo



Mode opératoire

1. Remplissez la partie supérieure de la *Fiche de relevé de données de l'humidité du sol - Echantillonnage en étoile*.
2. Repérez votre point d'échantillonnage sur l'étoile et dégagez-y le terrain (herbe,...).
3. Creusez un trou de 5 cm de profondeur et 10-15 cm de diamètre. Laissez le sol lâche dans le trou.
4. Retirez de ce sol lâche tous les cailloux plus gros qu'un pois (environ 5 mm), les grosses racines, les vers de terre et autres animaux.
5. Utilisez la truelle pour remplir un récipient avec au moins 100 g de sol lâche.
6. Refermez immédiatement le récipient pour conserver l'humidité.
7. Reportez la masse et le numéro du récipient sur la *Fiche de données*, en face d'échantillon 1, 0-5 cm.
8. Retirez tout le sol du trou jusqu'à 8 cm de profondeur.
9. Dans un récipient vierge, prélevez un échantillon du sol entre 8 et 10 cm de profondeur. Pensez à retirer les cailloux, racines et animaux. Fermez le récipient.
10. Reportez la masse et le numéro du récipient sur la *Fiche de données*, en face d'échantillon 1, 10 cm.
11. Remettez le sol restant dans le trou.
12. Répétez les étapes 3 à 11 deux fois dans des nouveaux trous à moins de 25 cm du premier et remplissez les quatre autres récipients puis reportez leur masse et numéro en tant qu'échantillon 2 et 3 aux deux profondeurs. Vous devez avoir six récipients de sol issu de trois trous.

Protocole de mesure de l'humidité du sol - Echantillonnage le long d'un transect

Guide de terrain

But

Prélever des échantillons du sol à des profondeurs de 0-5 cm et 10 cm le long d'un transect de 50 m.

Matériel

Fiche de relevé de données d'humidité du sol - Echantillonnage le long d'un transect

Boussole

Truelle (une par groupe)

13 récipients à échantillons pesés et repérés par leur numéro, avec leur masse notée dessus

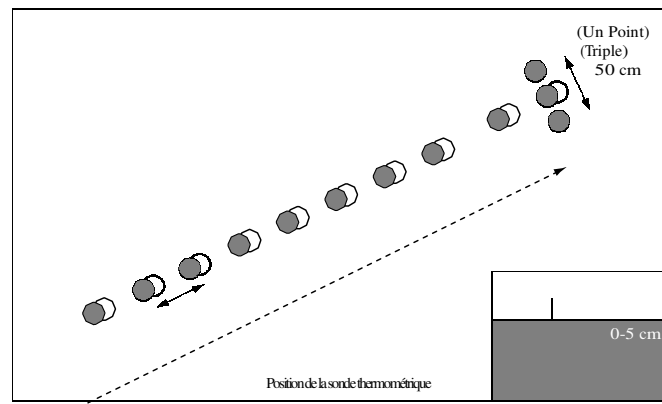
Cordelette ou rouleau de scotch de 50 m marquée tous les 5 mètres

Mètre

Règle graduée en millimètres (1 par groupe)

Carnet de science GLOBE

Crayon ou stylo



Mode opératoire

1. Remplissez la partie supérieure de la *Fiche de relevé de données d'humidité du sol - Echantillonnage le long d'un transect*.
2. Tendez votre corde ou rouleau de scotch le long du transect que vous voulez mesurer.
3. Repérez votre point d'échantillonnage sur le transect. Les points d'échantillonnages sont placés tous les 5 m le long du transect, plus deux échantillons supplémentaire au bout du transect (i.e. à moins de 25 cm d'une extrémité). Les points doivent être numérotés à partir de 1 pour le début du transect.
4. Dégagez le sol au-dessus de votre point d'échantillonnage.
5. Creusez un trou de 5 cm de profondeur et 10-15 cm de diamètre. Laissez le sol lâche dans le trou.

6. Retirez de ce sol lâche tous les cailloux plus gros qu'un pois (environ 5 mm), les grosses racines, les vers de terre et autres animaux.
7. Utilisez la truelle pour remplir un récipient avec au moins 100 g de sol lâche.
8. Refermez immédiatement le récipient pour conserver l'humidité.
9. Reportez la masse, la distance au début du transect et le numéro du récipient sur la *Fiche de données*, en face de l'échantillon approprié.
10. Continuez à prélever un échantillon à chaque point le long du transect. Pensez à retirer les cailloux, racines et animaux. Fermez chaque récipient et reportez la distance du point de départ ainsi que le numéro sur la Feuille de données.

En comptant les deux prélèvements supplémentaires, vous devez avoir 13 récipients de sol issu de tout le long du transect.

Protocole de mesure de l'humidité du sol - Echantillonnage à différentes profondeurs

Guide de terrain

But

Prélever des échantillons du sol à des profondeurs de 0-5 cm, 10 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm.

Matériel

Fiche de relevé de données d'humidité du sol - Echantillonnage à différentes profondeurs

5 récipients à échantillons pesés et repérés par leur numéro, avec leur masse notée dessus

Boussole

Mètre

Truelle

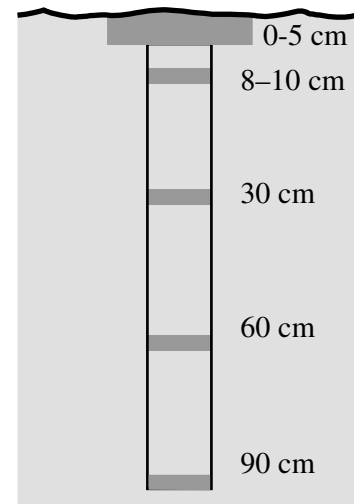
Carnet de science GLOBE

Pelle

Crayon ou stylo

Mode opératoire

1. Remplissez la partie supérieure de la *Fiche de relevé de données de mesure de l'humidité du sol - Echantillonnage à différentes profondeurs*.
2. Repérez votre point d'échantillonnage sur l'étoile et dégagez-y le terrain (herbe,...).
3. Creusez un trou de 5 cm de profondeur et 10-15 cm de diamètre. Laissez le sol lâche dans le trou.
4. Retirez de ce sol lâche tous les cailloux plus gros qu'un pois (environ 5 mm), les grosses racines, les vers de terre et autres animaux.
5. Utilisez la truelle pour remplir un récipient avec au moins 100 g de sol lâche.
6. Refermez immédiatement le récipient pour conserver l'humidité.
7. Reportez la masse et le numéro du récipient sur la *Fiche de données*, en face d'échantillon 0-5 cm.
8. Retirez tout le sol du trou jusqu'à 8 cm de profondeur avec la pelle ou la truelle.
9. Dans un récipient vierge, prélevez un échantillon du sol entre 8 et 10 cm de profondeur. Pensez à retirer les cailloux, racines et animaux. Fermez le récipient.
10. Reportez la masse et le numéro du récipient sur la *Fiche de données*, en face d'échantillon 10 cm.
11. Continuez de creuser pour prélever des échantillons à 30, 60 et 90 cm. Reportez la masse et le numéro du récipient sur la *Fiche de données*.
12. Vous devez maintenant avoir 5 récipients de sol issu du même trou. Remettez le sol restant dans le trou – sol sorti en dernier remis en premier.



Protocole de mesure de l'humidité du sol

Guide de laboratoire

But

Peser des échantillons de sols, les sécher complètement et les repeser.

Matériel

Fiche de relevé de données d'humidité du sol avec les informations de terrain renseignées.

Carnet de science GLOBE

Four de séchage (traditionnel ou micro-ondes)

Crayon ou stylo

Thermomètre (allant au moins jusqu'à 110°C si vous utilisez un four traditionnel)

Récipients à échantillons pouvant aller dans votre four de séchage.

Balance de 0,1 g de sensibilité (capacité de 600 g recommandée, capacité de 400 g requise)

Mode opératoire

1. Calibrez la balance en suivant les instructions du constructeur. Dans votre carnet de science GLOBE, reportez les masses de références utilisées pour calibrer la balance. Si vous utilisez une balance électronique, vérifiez que la balance mesure bien en grammes et est correctement tarée.
2. Retirez les couvercles de chaque récipient.
3. Pesez l'échantillon sans couvercle. Reportez la masse (à 0,1g près) en tant que *Masse Humide* en face du numéro de l'échantillon dans la *Fiche de relevé de données d'humidité du sol*.
4. Répétez l'étape 3 avec les autres échantillons.
5. Séchez vos échantillons dans votre four de séchage du sol.
6. Lorsque vos échantillons sont secs, renseignez le temps et la méthode de séchage de la *Fiche de relevé de données d'humidité du sol*.
7. Retirez précautionneusement les échantillons du four de séchage.
8. Pesez l'un des échantillons de sol sec. Reportez la masse (à 0,1g près) en tant que *Masse Sèche* en face du numéro de l'échantillon dans la *Fiche de relevé de données de mesure de l'humidité du sol*.
9. Répétez l'étape 3 avec les autres échantillons.
10. Videz les récipients, nettoyez-les et séchez-les (Vous devez garder les échantillons de sol dans d'autres récipients pour des études approfondies ou ramenez le sol sur votre site)

Note : Le sol sec doit être rapporté sur le site pour remplir les trous de sorte que le site puisse être utilisé à nouveau dans plusieurs années.

Questions fréquentes

1. Que doivent faire les étudiants s'ils ont oublié de peser leurs récipients vides avant d'y mettre les échantillons de sol sur le terrain ?

Les récipients peuvent être pesés vides à la fin du protocole, après la phase de séchage et de nettoyage des récipients. Souvenez vous que les mesures seront erronées s'il reste du sol dans les récipients.

2. Que doivent faire les étudiants si le sol est gelé ?

Faites les mesures d'humidité du sol lorsque le sol est dégelé.

3. Le site d'étude de l'humidité du sol a été arrosé accidentellement. Est-ce que les étudiants peuvent continuer leur échantillonnage ?

Oui, mais notez dans la partie commentaires ce qu'il s'est passé et quand cela s'est produit.

Protocole de mesure de l'humidité du sol par gravimétrie – Analyse des données

Les mesures sont-elles cohérentes ?

La première chose que fait un scientifique en examinant les données d'humidité du sol et de calculer la teneur en eau de chaque échantillon à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau} = \frac{\text{Masse humide} - \text{Masse sèche}}{\text{Masse sèche} - \text{Masse du récipient}}$$

La teneur en eau du sol va typiquement de 0,05 à 0,5 g/g (gramme d'eau par gramme de sol sec). Même les sols des régions arides (désert) retiennent une faible quantité d'eau, bien que les sols puissent avoir une teneur en eau inférieure à 0,05 g/g en surface. Les sols contenant beaucoup de matière organique ou beaucoup d'argile peuvent en revanche avoir une teneur en eau supérieure à 0,5 g/g.

La quantité d'eau qu'un horizon peut retenir dépend de sa porosité. Elle peut-être calculée en utilisant l'exemple fourni dans la partie Exploitation des données du Protocole de mesure de la densité des particules.

La porosité totale du sol peut aller de 25% dans des sols compacts à plus de 60% dans des sols bien aérés contenant beaucoup de matière organique.

Observer différents exemples aide à comprendre ce que différentes valeurs de teneur en eau peuvent signifier.

Teneur en eau et densité des particules dans le sol

Prenons une couche de sol organique avec 50% d'espace vides entre les particules dans le sol et dont la moitié des ces espaces sont remplis d'eau. Un échantillon de 100cm³ contiendra 50 cm³ de sol, 25 cm³ d'eau et 25 cm³ d'air. Les densités typiques de deux sols distincts et la densité d'eau peuvent être utilisées pour illustrer la valeur de la densité des particules dans le sol. La masse de l'air est négligeable et l'air sera présent à la fois dans l'échantillon humide et sec.

$$50 \text{ cm}^3 \text{ de sol} \times 1.0 \text{ g/cm}^3 \text{ de densité des particules dans le sol} = 50 \text{ g de sol}$$

$$25 \text{ cm}^3 \text{ d'eau} \times 1.0 \text{ g/cm}^3 \text{ de densité en eau} = 25 \text{ g d'eau}$$

Dans ce cas la teneur en eau est de 25 g d'eau divisé par 50 g de sol soit 0.5 g/g.

Considérons maintenant un échantillon de 100 cm³ de sol minéral avec une densité des particules de 2.5 g/cm³ contenant là encore 50 cm³ de sol, 25 cm³ d'eau, and 25 cm³ d'air.

$$50 \text{ cm}^3 \text{ de sol} \times 2.5 \text{ g/cm}^3 \text{ densité des particules dans le sol} = 125 \text{ g de sol}$$

$$25 \text{ cm}^3 \text{ d'eau} \times 1.0 \text{ g/cm}^3 \text{ densité en eau} = 25 \text{ g d'eau}$$

Dans ce cas la teneur en eau est de 25 g d'eau divisé par 125 g de sol soit 0.2 g/g.

Des sols distincts ayant la même porosité et la même quantité d'eau peuvent avoir une teneur en eau très différente et déterminer si les mesures sont raisonnables ou non est plus facile si les protocoles de caractérisation du sol ont été effectués pour l'horizon.

On peut s'attendre à ce que les sols contiennent plus d'eau après une pluie ou pendant la fonte des neiges, si le sol n'est pas gelé ou saturé. Les sols sèchent au cours du temps lorsqu'il n'y a pas ou peu de précipitations. La manière dont le sol sèche à différentes profondeurs dépend des propriétés du sol dans chaque horizon. Dans certains cas, l'eau arrive par le dessous, lorsque les eaux souterraines remontent. La quantité d'eau contenue dans ces sols peut être moins variable dans le profil pédologique qu'en surface.

S'il pleut, on s'attend à ce qu'une partie des précipitations s'infilte dans le sol et augmente son humidité. Cette infiltration commence immédiatement et peut continuer pendant plusieurs heures s'il y a des averses ou crachins réguliers. Si l'infiltration continue jusqu'à ce que tous les pores soient remplis, alors le sol devient *saturé*. La plupart des sols saturent rapidement, souvent en quelques heures ou jours. La capacité du terrain est la quantité d'eau que le sol peut retenir sans être saturé.

Pendant que le sol sèche à l'air libre par évaporation, l'humidité diminue lentement, et plus le sol est proche de la surface, plus il sèche rapidement. L'humidité du sol diminue de la capacité du terrain jusqu'à une teneur en eau appelée *point de fanage* (le point auquel il y a trop peu d'eau retenu par le sol pour que les plantes y survivent). En fonction des propriétés du sol, de sa température, de la température de l'air et de l'humidité relative, cela peut prendre de quelques jours à quelques semaines d'atteindre le point de fanage. L'évolution générale de la teneur en eau d'un horizon avec le temps est représentée sur la courbe SO-GR-1. Il y a cependant certains cas où la teneur en eau ne suit pas ce schéma.

L'humidité est affectée par les précipitations et les propriétés du sol. Au sein d'un profil pédologique, certains horizons ont une plus grande porosité et retiennent plus d'eau que

d'autres, affectant le transport de l'eau d'un horizon à un autre.

Par exemple, si un horizon sablonneux est situé au-dessus d'un horizon argileux, l'eau passera très lentement du sol sablonneux au sol argileux à cause de la différence entre les pores importants du sol sablonneux et les très petits pores du sol argileux. Les petits pores agissent comme une couche qui ne laisse passer l'eau que lentement, de sorte qu'un sol sablonneux peut en fait être beaucoup plus humide à un instant donné qu'un sol argileux.

Examiner les graphiques des données mesurées à trois endroits différents va aider à déterminer si des données sont valables ou non. Pour cette fois, nous allons utiliser les graphiques suivants : Valdres, Norvège (61.13 N, 8.58 E) : Schéma SO-GR-2, Stowe, Vermont (44.48 N, 72.708 W) : Schéma SO-GR-3 et Herrenberg, Allemagne (48.59 N, 8.88 E) : Schéma SO-GR-4. Chaque ensemble de données inclut pluies, équivalent en pluie de neige et humidité du sol.

Pour les deux premières écoles, les classes ont décidé de prendre des mesures chaque semaine pendant trois mois. Dans ce cas, le protocole demandait de prendre des mesures à des moments où l'humidité du sol était différente. Les élèves de Valdres, Norvège savaient par expérience que la fonte de la neige hivernale engendrerait d'abord un sol plus humide, puis qu'il sécherait lentement à l'approche de l'été. Bien sûr, l'humidité du sol en surface peut aussi augmenter pendant les averses de printemps (comme c'est le cas pour le 28 mai et par la suite en juillet)

Les élèves de Stowe, VT ont décidé de mener leurs mesures d'humidité du sol lorsqu'il évolue de l'été sec aux conditions de pluie en automne. Encore une fois, l'humidité du sol en surface apparaît plus variable, séchant significativement pendant une courte période début octobre 2001. Au contraire, l'humidité du sol à plus de 10 cm de profondeur montre des variations extrêmement faibles.

La classe de Herrenberg, DE a décidé de prendre des mesures pendant 12 mois pour étudier le cycle saisonnier de l'humidité du sol dans leur région. Malgré un climat relativement humide, l'humidité du sol montre une diminution avec la profondeur, et

cela particulièrement à proximité de la surface. L'humidité du sol à 10 cm de profondeur montre moins de variations au cours de l'année.

Ces trois ensembles de données sont intéressants. La comparaison avec les précipitations a aidé à expliquer certaines variations alors que l'application d'un savoir climatologique de base a aidé à expliquer certaines tendances de longues durées. Connaître les propriétés de caractérisations du sol (texture, masse volumique, densité de cailloux,...) aide les scientifiques et les étudiants à mieux comprendre comment l'eau se déplace ou est stockée dans le sol.

Qu'est-ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

Généralement les scientifiques comment l'eau influe sur l'environnement local ou régionale. Par exemple ils veulent comprendre dans quelle mesure les précipitations et la fonte des neiges augmente la quantité d'eau dans les rivières, les cours d'eau et les lacs. Les mesures d'humidité du sol aident à comprendre ces processus. Lorsque des mesures d'humidité du sol sont disponibles pour tout un profil pédologique, elles peuvent être utilisées pour prévoir les inondations, les sécheresses ou les meilleurs moments pour irriguer les champs. Les scientifiques recourent également ces données d'humidité du sol avec la température du sol, l'humidité relative et la couverture du sol afin de déterminer la vitesse à laquelle l'eau retourne à l'atmosphère par évaporation.

Les phénoménologues s'intéressent aux effets de l'humidité du sol sur le cycle annuel de la végétation, comme les arbres ou l'herbe. Dans certaines régions boisées, les arbres commencent à pousser au printemps quand le sol commence à être humide et arrêtent pendant l'été quand le sol devient sec.

Les scientifiques s'intéressent aux variations de l'humidité du sol au cours du temps. Ils s'intéressent aussi aux variations locales de l'humidité du sol. Les scientifiques regardent plus l'allure des courbes que les valeurs absolues car l'humidité du sol est fonction des précipitations, de la texture du sol, du taux d'infiltration et des conditions météorologiques locales.

Les scientifiques souhaitent connaître la teneur en eau sur de grandes zones et leur espoir ultime serait d'utiliser des mesures par satellite pour les y aider. Les mesures au sol de l'humidité du sol sont nécessaires pour développer et valider les méthodes d'estimation de l'humidité du sol par satellite. En contribuant à la campagne semestrielle GLOBE de mesure de l'humidité du sol, les étudiants participent à l'avancée de la science dans ce domaine excitant.

Schéma SO-GR-1

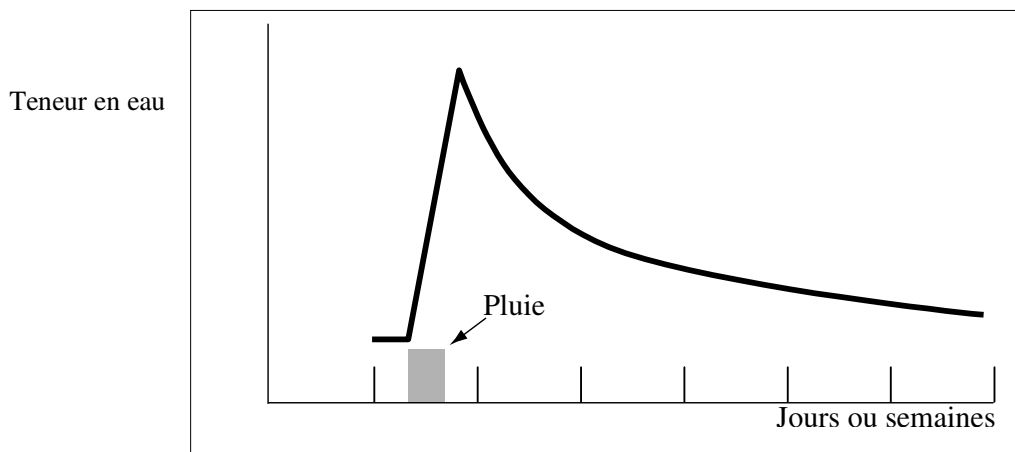


Schéma SO-GR-2

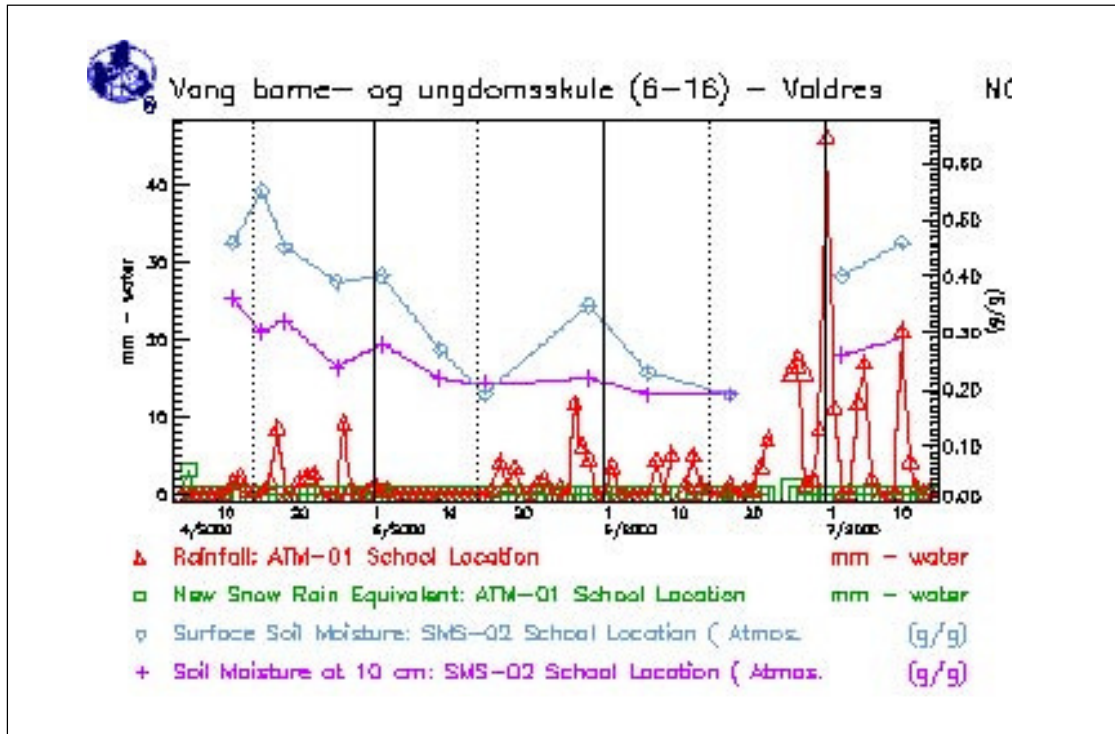


Schéma SO-GR-3

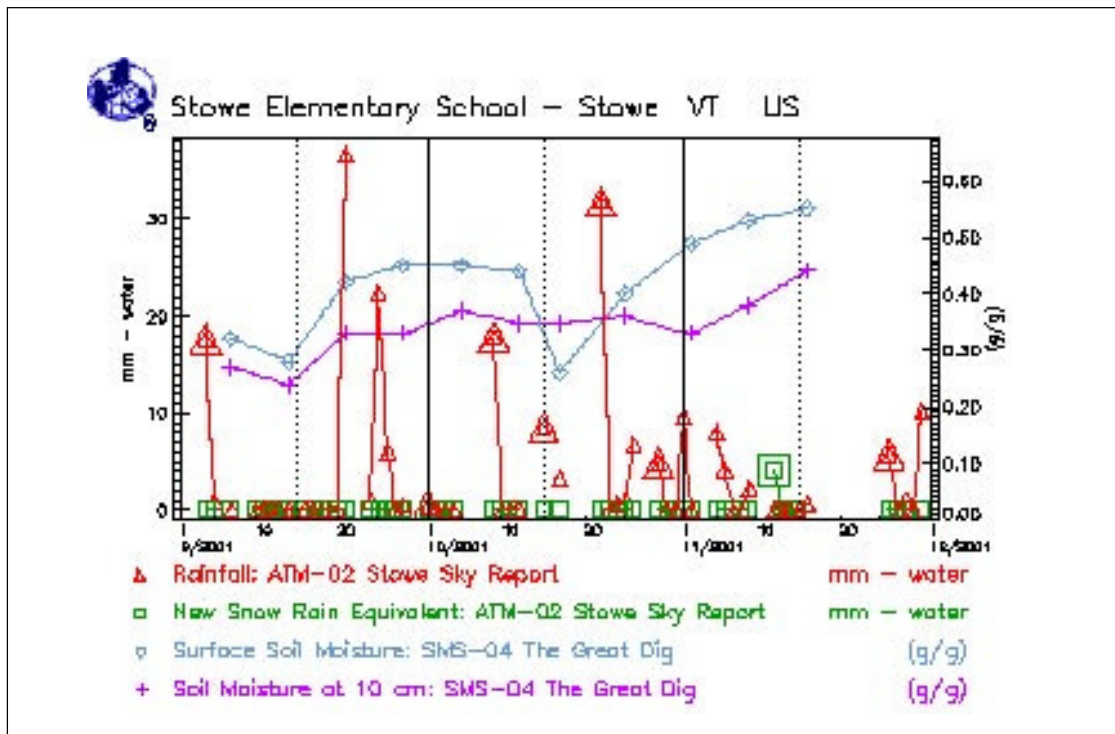
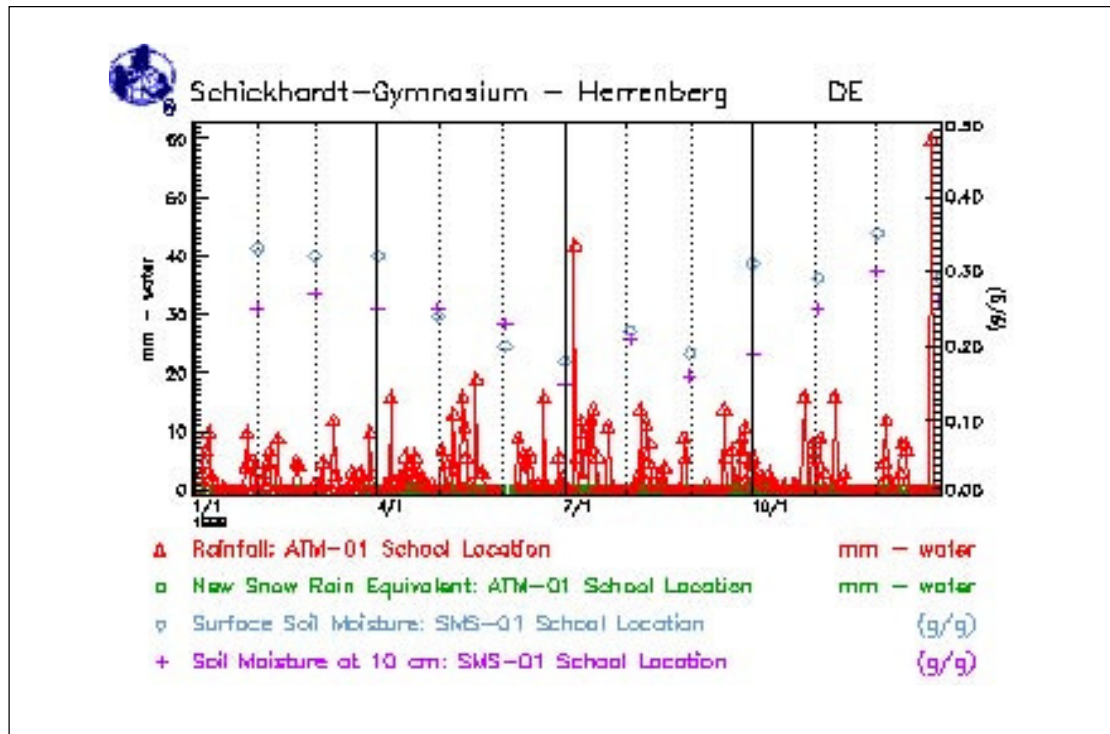


Schéma SO-GR-4



Exemple de projet étudiant

Observations

Les étudiants de la Stowe Elementary School, Vermont, USA, ont récolté 10 échantillons pour d'humidité du sol pendant les mois d'automne. Le schéma SO-GR-3 montre le graphique de leurs précipitations et de l'humidité de leur sol.

Formuler une hypothèse

Le fait que l'humidité du sol augmente après une pluie est une idée commune. Bien que cette tendance soit bien le cas général pour leurs mesures, les étudiants remarquèrent qu'il y avait des exceptions.

Ils se sont alors dit que ces exceptions arrivaient lorsqu'ils n'avaient pas prélevé les échantillons immédiatement après la pluie. Les étudiants pressentaient que le sol mettait plus de temps à sécher et s'humidifier à 10 cm de profondeur que proche de la surface. Après avoir observé leurs données, les étudiants ont décidé de tester l'hypothèse suivante :

L'humidité du sol proche de la surface va augmenter s'il y a eu plus de 10 mm de précipitation au cours des 5 derniers jours et l'humidité du sol à 10 cm de profondeur va augmenter s'il y a eu plus de 20 mm de pluie au cours des 10 derniers jours.

Rassembler les données

Les étudiants ont choisi d'analyser d'abord leurs propres données, puis de regarder celles d'écoles ayant effectué des mesures hebdomadaires du sol proche de la surface pour voir s'ils avaient des relations similaires. Ils se sont divisés en équipe, l'une chargée d'analyser leurs propres données et l'autre de chercher des écoles avec au moins 24 mesures d'humidité du sol et plus de 100 mesures de précipitations au cours d'une année. Après avoir imprimé les graphiques de leurs données, les étudiants éditérent une table de valeurs et la téléchargèrent sur leur ordinateur.

Analyser les données

Un groupe d'étudiants a utilisé des couleurs pour marquer les périodes de 5 et 10 jours qui précédaient chaque mesure d'humidité du sol et ont ajouté la quantité totale de précipitations sur ces périodes. Ils ont organisé leurs données dans une nouvelle table, présenté ci-dessous (Table SO-GR-1). Un autre groupe d'étudiants a calculé la variation d'humidité du sol d'une mesure à la suivante et ont ajouté cette information à leur table. Finalement la classe a décidé si leurs données pouvaient valider leur hypothèse ou non. Dans certains cas, il n'y avait aucun changement de l'humidité du sol donc ils modifièrent leur hypothèse initiale en : « ...l'humidité du sol va augmenter ou rester la même... ».

Date	5-jours Precip. (cm)	5 cm Humidité (g/g)	Variation de l'humidité du sol	En accord ?	10-jours precip. (cm)	10 cm Humidité (g/g)	Variation de l'humidité du sol	En accord ?
------	----------------------------	---------------------------	--------------------------------------	-------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------------------	-------------

9/7/01	1.0	0.32			18.6	0.27		
9/14/01	0.2	0.28	-0.04	Y	1.2	0.24	-0.03	Y
9/21/01	36.8	0.42	0.14	Y	37.0	0.33	0.09	Y
9/28/01	30.0	0.45	0.03	Y	66.8	0.33	0	Y
10/5/01	0.5	0.45	0	Y	30.5	0.37	0.04	Y
10/12/01	17.8	0.44	-0.01	N	17.8	0.35	-0.02	Y
10/17/01	11.8	0.26	-0.18	N	29.6	0.35	0	Y
10/25/01	33.5	0.4	0.14	Y	36.7	0.36	0.01	Y
11/2/01	14.5	0.49	0.09	Y	22.3	0.33	-0.03	N
11/9/01	14.4	0.53	0.04	Y	24.0	0.38	0.05	Y
11/16/01	4.8	0.55	0.02	N	7.0	0.44	0.06	N
70%								80%

En fin de compte, l'hypothèse des étudiants se vérifiait pour 70-80% de leurs observations. Ils ont considéré leurs résultats pour reformuler une meilleure hypothèse. Par exemple ils ont envisagé de modifier le seuil de variation à 12 mm et de calculer effectivement la profondeur à laquelle le sol est mouillé en se fondant sur l'humidité originale du sol et la quantité de précipitations qui est tombée. En examinant attentivement les situations où leur hypothèse était mise en défaut, ils peuvent en apprendre davantage sur l'humidité du sol. Par exemple la donnée en surface du 12 octobre 2001 peut être expliquée par le fait que les 17,8 mm de pluie sont tombés le premier jour de la période de 5 jours et que donc ils avaient eu le temps de s'évaporer ou de s'infiltrer plus profondément dans le sol. L'hypothèse des étudiants a également été mise en défaut le 16

novembre 2001 car il faisait plus froid et le sol était presque saturé.

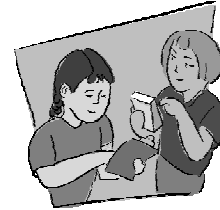
Recherche supplémentaire

Une analyse similaire peut être menée avec des données d'autres écoles. La Table SO-GR-2 donne les résultats collectés au printemps à Valdres, Norvège. Le pourcentage de résultats en accord avec leur hypothèse est le même que pour les données de Vermont. Les étudiants peuvent rechercher d'autres similitudes ou différences ou essayer de trouver d'autres endroits dans le monde pour tester leur hypothèse. Bien que ces étudiants n'aient regardé des données que sur deux années, ils étaient bien plus surs d'eux quant à prévoir la relation entre les précipitations et l'humidité du sol

Table SO-GR-2: Valdres, NO 2000 Précipitations et humidité du sol

Date	5 Jours Precip. (cm)	5 cm Humidité du Sol (g/g)	Variation de l'Humidité du Sol	En Accord ?	10 jours Precip. (cm)	10 cm Humidité du Sol	Variation de l' Humidité du Sol	En Accord ?
9/7/01	1.0	0.32			18.6	0.27		
9/17/01	0.2	0.28	-0.04	Y	1.2	0.24	-0.03	Y
9/21/01	36.8	0.42	0.14	Y	37.0	0.33	0.09	Y
9./28/01	30.0	0.45	0.03	Y	66.8	0.33	0	Y
10/2/01	0.5	0.45	0	Y	30.5	0.37	0.04	Y
10/12/01	17.8	0.44	-0.01	N	17.8	0.35	-0.02	Y
10/17/01	11.8	0.26	-0.18	N	29.6	0.35	0	Y
10/25/01	33.5	0.4	0.14	Y	36.7	0.36	0.01	Y
11/12/01	14.5	0.49	0.09	Y	22.3	0.33	-0.03	N
11/9/01	14.4	0.53	0.04	Y	24.0	0.38	0.05	Y
11/16/01	4.8	0.55	0.02	N	7.0	0.44	0.06	N
				70%	80%			

Protocole de mesure de la masse volumique



Objectif

Mesurer la masse volumique de chaque couche dans un profil de sol

En Bref

Sur le terrain, les étudiants collectent trois échantillons de chaque couche d'un sol en utilisant un récipient de volume connu. En classe, les étudiants déterminent la masse des échantillons, les sèchent, et déterminent leurs masses sèche et humide. Les étudiants passent ensuite la terre sèche au tamis et mesurent la masse et le volume de tous les matériaux dont les dimensions sont de plus de 2 mm. Les étudiants utilisent la *feuille de données de masse volumique* pour calculer la masse volumique de chaque échantillon.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de recueillir des échantillons sur le terrain et d'en mesurer la masse volumique. Les étudiants auront à appliquer les formules mathématiques permettant de calculer la densité du sol. Les étudiants pourront relier la masse volumique de la terre à sa densité particulière et à sa porosité. Les étudiants comprendront qu'un volume peut-être comblé par un mélange de solide, de liquide et de matière gazeuse.

Concepts scientifiques

Sciences de la terre et de l'espace

Les matériaux terrestres sont des roches solides, de la terre, de l'eau, des matières organiques et des gaz atmosphériques. La terre a des propriétés de couleur, de texture, de structure, de consistance, de densité, de pH, de fertilité; qui conditionnent le développement de diverses variétés de plantes.

La surface de la terre change. Les sols sont souvent constitués de couches, de texture et de composition chimique différente.

Les sols sont constitués de minéraux (moins de 2mm), de matière organiques, d'air et d'eau.

L'eau s'infiltré à travers le sol, ce qui modifie les propriétés de l'eau et du sol.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

L'énergie est conservée.

La chaleur migre de objets les plus chauds vers les plus froids.

Les réactions chimiques ont lieu à toutes les échelles dans la nature.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les problématiques.

Construire et conduire une étude. Utiliser les outils appropriés- y compris l'outil mathématiques - pour rassembler, analyser et interpréter les données.

Développer des descriptions et des explications des prédictions en utilisant des modèles. Procédures de communication et d'explication.

Durée

2 ou 3 (50-minute) sessions

Niveau

Primaire et secondaire

Fréquence

La collecte, et la préparation des échantillons, peuvent être effectuées à n'importe quel moment de l'année scolaire.

Matériel et outils

Balance
Canettes ou autres récipients
Marqueur indélébile
Planche de bois
Burin
Clou
Stylo ou crayon
Pelle, truelle ou autre outil permettant de creuser
Four séchant
Eprouvette graduée
Eau (éventuellement de l'alcool si l'échantillon contient des brindilles)
Tamis

<p>Gants en latex Papier ou assiette pour recueillir la terre tamisée, sacs en plastiques. <i>Feuille de données de masse volumique</i></p> <p>Préparation Rassemblez l'équipement requis Calibrez la balance à 0.1 g.</p>	<p>Déterminez la masse et le volume de chaque canette, couvercle compris, et notez la valeur sur celle-ci. Percez un petit trou dans le fond de chaque canette en utilisant un clou et un marteau.</p> <p>Pré-requis <i>Protocole de caractérisation d'une terre</i></p>
---	---

Protocole de mesure de la masse volumique - Introduction

La masse volumique d'une terre est une mesure de sa densité et de son état de compacité. Elle est déterminée en mesurant la masse sèche de terre par unité de volume (g/mL ou g/cm³). La densité volumique d'un sol dépend de la structure (pores) de ses constituants, de la compacité de leur arrangement, du nombre d'espaces (pores), et de leur composition. Une terre constituée de minéraux aura une masse volumique différente d'une constituée de matériaux organiques. En général, la masse volumique d'un sol peut aller de 0.5g/mL ou moins pour des sols organiques très poreux, à plus de 2.0 g/mL dans des couches minérales très compactes.

La masse volumique est utilisée pour faire le lien entre la masse et le volume d'un échantillon de terre. Le volume d'un échantillon peut être calculé en divisant sa masse par sa masse volumique. Réciproquement, on peut obtenir la masse d'un échantillon en multipliant son volume par sa masse volumique. La proportion d'espaces poreux dans une terre, sa porosité, est calculée en ôtant à un le rapport de la masse volumique sur sa densité particulaire:

Porosité=1-(Masse volumique/Densité particulaire)

La masse volumique d'un échantillon de terre doit être ajustée en fonction de la présence de morceaux de roches. La mesure de la masse volumique est un solide outil permettant de comprendre les échanges thermiques, nutritifs ou aqueux, mais seulement si la terre est constituée de matériaux de moins de 2mm. L'équation suivante permet de corriger la masse volumique pour un échantillon donné:

$$\frac{\text{Masse sèche (g)} - \text{Masse des roches (g)}}{\text{Volume sec (mL)} - \text{Volume des roches (mL)}} = \text{Masse volumique (g/mL ou g/cm}^3\text{)}$$

Support de l'enseignant

Préparation

Les étudiants doivent revoir les *guides de terrain et de laboratoire du protocole de mesure de la masse volumique* avant de recueillir les échantillons sur le terrain.

Les étudiants doivent avoir une sensibilisation aux concepts de masse, de volume et de calcul de densité avant de débiter ce protocole.

Les professeurs doivent démontrer les différentes méthodes qui peuvent être utilisées pour déterminer le volume avant que les étudiants ne mesurent le volume de leurs canettes.

Les trous doivent être percés dans le fond des canettes avant qu'elles ne soient utilisées sur le terrain. Cela permet à l'air de s'échapper afin que la terre occupe l'ensemble du volume. Les étudiants sauront que le récipient est entièrement rempli lorsque la terre apparaîtra à travers le trou.

On pourra alternativement utiliser des éprouvettes plutôt que des canettes pour calculer la masse volumique.

Procédures de mesure

Sur le terrain, les canettes de métal, ou autre récipient, sont enfoncés dans le sol pour obtenir des échantillons de volume donné.

Après ramené les échantillons de terre, les étudiants mesurent la masse humide des terres avant de les sécher. Bien que cette information ne soit pas directement utilisée dans le calcul de la masse volumique, cela aidera les étudiants à appréhender l'humidité de la terre.

La masse volumique est calculée à partir de la masse d'un volume donné de terre sèche, espaces poreux compris, mais dont on a enlevé les éléments plus grand que la terre, comme les roches ou les matériaux de plus de 2mm.

Dans le laboratoire, les échantillons de terre sont séchés afin d'obtenir la masse sèche de la terre. Après avoir déterminé la masse des échantillons secs, ils sont passés au tamis et les roches et matériaux de plus de 2mm sont isolés. Leur masse sera calculée, et leur volume mesurée par le volume d'eau qu'ils déplacent.

Les canettes ou éprouvettes utilisées pour recueillir les échantillons doivent être pesées et leur volume doit être mesuré. Pour une canette, la première étape est de mesurer son volume en la remplissant d'eau. L'eau est ensuite transvasée dans une éprouvette graduée et son volume est mesuré en mL. Pour un tube, le volume est donné par l'équation:

$$\text{Volume du cylindre} = \text{Pi} \times r^2 \times h \times 1 \text{ mL}/1 \text{ cm}^3$$

Ou:

Pi est la constante mathématique
approximativement égale à
3.141592654

r est le rayon de la base du cylindre en cm

h est la hauteur du cylindre (cm)

Il y a de nombreuses sources potentielles d'erreur en effectuant les mesures décrites dans ce protocole. Prendre trois canettes identiques permet de réduire l'erreur moyenne. Des erreurs peuvent apparaître si les canettes ne sont pas totalement remplies, ou si les canettes trop fines sont déformées lorsque l'on les enfonce dans le sol, si la terre n'est pas totalement séchée, ou si tous les cailloux ne sont pas enlevés.

Parfois, après avoir passé au tamis un échantillon, il reste des petites brindilles. Lorsque ces brindilles sont plongées dans l'eau, elles flottent. Pour en mesurer le volume, il est nécessaire d'utiliser un liquide de densité inférieure, comme de l'alcool.

Gestion du matériel

Les canettes de métal, comme celles utilisées dans le protocole gravimétrique d'humidité du sol peuvent être utilisées pour l'échantillonnage. Des récipients autres que des canettes peuvent aussi être utilisés pour obtenir les échantillons. Ils doivent être à paroi fine, (afin de ne pas compresser la terre) et de volume connu. On peut utiliser des tuyaux de PVC, ou d'autres boîtes en métal, comme les boîtes de thon ou de nourriture pour chat. Ne pas utiliser de verre ou de matériel qui pourrait facilement se déformer. Tant que le volume peut-être calculé, et qu'il peut être complètement rempli de terre, il peut posséder deux ouvertures, comme c'est le cas pour un tuyau.

Dans ce cas, pensez à utiliser la formule $\pi \times \text{rayon}^2 \times \text{hauteur du tube}$ pour calculer son volume.

Activités de références

La densité particulière est similaire à la masse volumique, mais ne concerne que la masse de la portion solide de la terre, et le volume ne prend pas en compte des espaces poreux. Les masses volumiques et particulières sont utilisées pour calculer la porosité d'une terre. Si votre classe est intéressée par la porosité, vous pourrez calculer la densité particulière et la porosité (cf. *Protocole de densité particulière*).

Les étudiants doivent retirer les cailloux et les matériaux de la terre lors de l'exécution du protocole de masse volumique. Proposez-leur de faire le *protocole de mesure de densité particulière du sol* afin qu'ils aient une meilleure compréhension de la distribution des différentes tailles des particules de terres dans chaque couche d'un sol.

Demandez aux étudiants de comparer leurs valeurs de masse volumique aux données de caractérisation de la terre afin de déterminer si il y en a, les corrélations entre les propriétés physiques et chimiques de chaque couche et sa masse volumique.

Les gants en latex sont utilisés afin de prévenir les risques de contamination des échantillons par les acides présents sur les mains.

Questions aller plus loin

Quelles activités humaines peuvent modifier la masse volumique d'un sol?

Quels changements naturels peuvent altérer la masse volumique d'un profil?

Comment la masse volumique influe-t-elle sur la flore locale?

Comment la masse volumique peut-elle affecter la croissance des racines et leur distribution ?

Quel lien existe-t-il entre la texture d'un sol et sa masse volumique?

Quel lien existe-t-il entre la structure et sa masse volumique?

Comment la masse volumique affecte-t-elle les échanges d'eau et de chaleur?

Masse volumique d'un sol

Guide de terrain et de laboratoire

But

Réaliser trois mesures de masse volumique pour une couche donnée dans un profil de sol

Matériel

Q Balance

Q Canettes ou autre récipient, ou tuyaux (suffisamment pour trois par couche plus quelques uns de rechange en cas de brise)

Q Marqueur indélébile

Q Planche de bois

Q Marteau

Q Clou

Q Crayon ou stylo

Q Sac en plastique refermable. Sac ou tout récipient permettant de stocker les échantillons

Q Four séchant

Q Eprouvette graduée

Q Eau (ou éventuellement de l'alcool si l'échantillon contient des brindilles)

Q #10 Tamis (ouvertures de 2mm)

Q Gants en latex

Q Papier pour recueillir la terre tamisée

Q Rouleau à pâtisserie, marteau, ou autre ustensile pour broyer les grumeaux et séparer les particules

Q Truelle, pelle, ou autre outil permettant de creuser

Q *fiche de relevé de données de masse volumique*

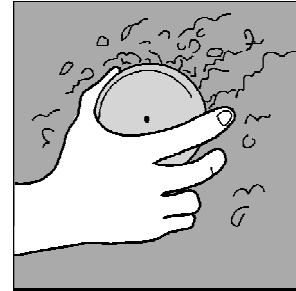
Q Chiffon

En classe avant échantillonnage

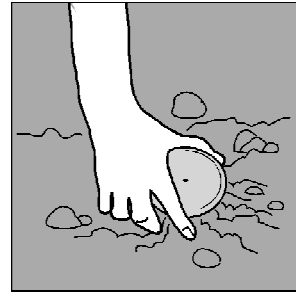
1. Rassemblez tout l'équipement requis. Vous aurez besoin d'au moins trois canettes ou tuyau par couche identifiée sur votre site. Si vous pensez que vos canettes peuvent se tordre lorsque vous les enfoncez dans le sol, préparez en quelques unes supplémentaires.
2. Percez un petit trou dans le fond de chaque canette en utilisant un clou et un marteau. (Note : Ce n'est pas nécessaire si vous utilisez un tuyau à deux ouvertures).

Sur le terrain

1. Rendez vous sur votre site. Pour chaque couche, enfoncez une canette ou un tuyau dans un côté de la couche. Si nécessaire, humidifiez la terre afin de permettre la pénétration de la canette. Arrêtez quand vous pouvez voir la terre à travers le petit trou (ou lorsqu'elle a atteint l'extrémité du tuyau, et donc lorsque le tuyau est plein de terre).

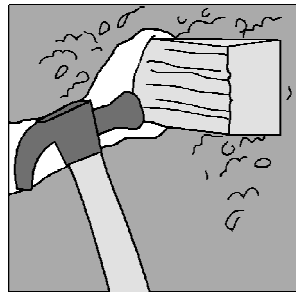


Si il est difficile d'enfoncer la canette dans la terre, placez un morceau de bois sur la canette et frappez le avec un marteau. Cela répartira les forces sur l'ensemble de la canette et minimisera les risques de tordre la canette. Si la canette se tord, cela changera son volume et risque de compacter l'échantillon, affectant ainsi les mesures. Si la canette se tord de manière perpendiculaire, alors il faut la remplacer.

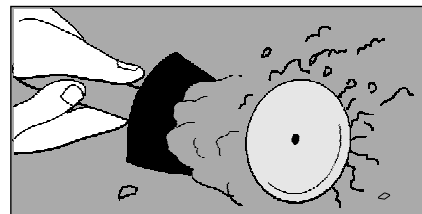


Si vous n'avez pas de pan exposé pour recueillir les échantillons vous pouvez mesurer la masse volumique de la terre surface de la manière suivante.

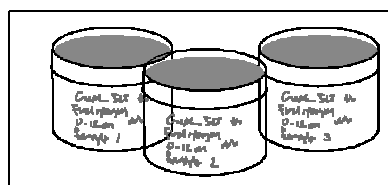
- a. Choisissez trois endroits prêts du site ou vous avez exercé le protocole de caractérisation de la terre. Retirez la végétation et les autres matériaux de la surface du sol.
- b. Pour chacun de ces trois endroits, enfoncez une canette ou tuyau dans la surface. Si nécessaire, humidifiez la terre afin de permettre la pénétration de la canette. Arrêtez lorsque la terre déborde de la canette (ou a atteint la limite du tuyau, afin que le tuyau soit plein de terre).



2. Utilisez la truelle ou la pelle, creusez autour de la canette ou du tuyau pour la retirer. Ajustez la terre au niveau du haut de la canette (et du fond du tuyau) et autour des bords de la canette afin que le volume de terre soit celui de la canette et du tuyau.

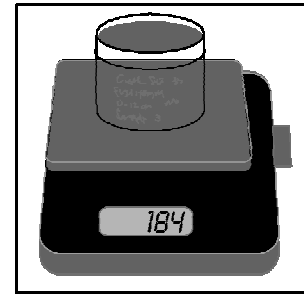


3. Couvrez la canette avec son couvercle ou autre. Nommez la canette par un numéro de récipient et notez le nombre sur votre *fiche de relevé de données*. Si vous utilisez un tuyau, nommez-le de la même manière, et notez ce nombre sur votre *fiche de relevé données*, et placez ce tuyau dans un sac en plastique.
4. Répétez cette procédure afin d'avoir trois échantillons pour chaque couche de votre profil.

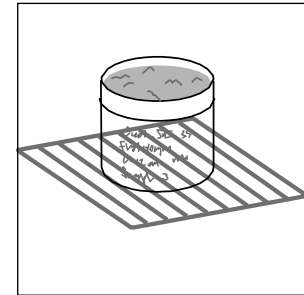


En classe après échantillonnage

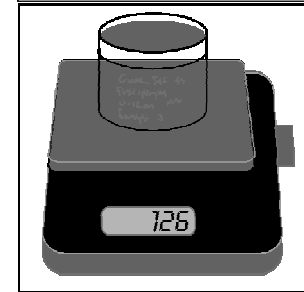
1. Calibrez la balance à 0.1g.
2. Retirez le couvercle de la canette. Mesurez la masse de chaque échantillon dans la canette, et notez cette masse humide sur la *fiche de relevé de données de masse volumique*. Si vous utilisez un tuyau plutôt qu'une canette, retirez le tube rempli de terre du sac en plastique et pesez le pour déterminer sa masse humide, qui sera notée sur la *fiche de relevé de données de masse volumique*.



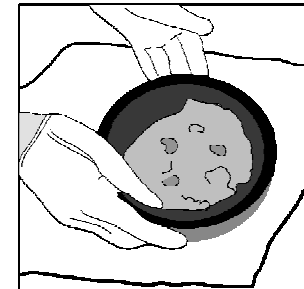
3. Séchez les échantillons dans un four. Consultez le protocole gravimétrique d'humidité de l'eau pour les instructions sur le séchage de la terre.



4. Après avoir séché la terre, déterminez la masse de chaque échantillon et de son conteneur et notez là en tant que masse sèche sur la *feuille de donnée de masse volumique*.



5. Placez un tamis (#10, maille 2mm) sur une assiette en papier ou un grand morceau de papier (une feuille de papier journal) et passez un échantillon au tamis.



6. Essuyez l'intérieur de la canette avec un chiffon. Mesurer la masse de la canette ou du tuyau sans son couvercle et notez cette masse sur la *fiche de relevé de données*.



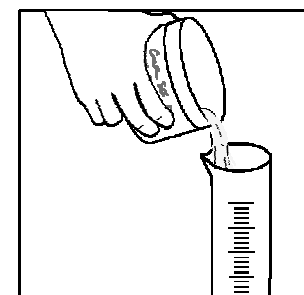
7. Mesurer le volume de chaque canette ou tuyau utilisé et notez le sur la *fiche de relevé de données*. Pour les canettes, remplites les à ras bord d'eau puis versez l'eau dans une éprouvette graduée (le volume d'eau dans l'éprouvette sera égal au volume de la canette). Pour les tuyaux, mesurez la masse et calculez le volume en utilisant l'équation suivante:

$$\text{Volume du tuyau} = \text{Pi} \times r^2 \times h \times 1 \text{ mL/1 cm}^3$$

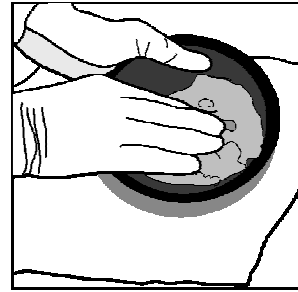
Ou Pi est la constante mathématique de valeur approximative 3.141592654

r est le rayon de la base du cylindre (cm)

h est la hauteur du cylindre (cm)

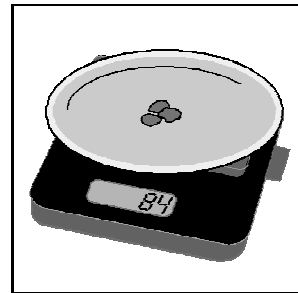


8. Mettez des gants de latex afin de prévenir toute contamination de l'échantillon avec des acides de vos mains, puis retirez le tamis plein de terre.



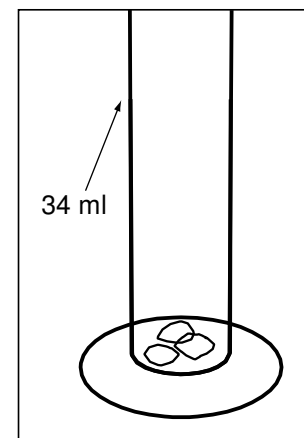
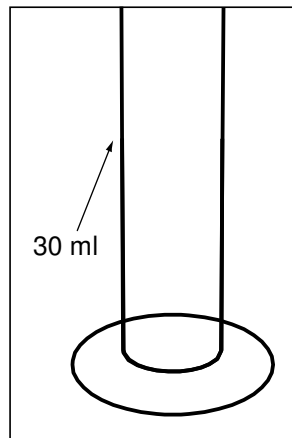
9. Poussez soigneusement la terre sèche à travers les mailles sur l'assiette. Soyez attentif à ne pas tordre les mailles de métal en forçant. Les cailloux devraient rester en haut du tamis. Si vous ne disposez pas de tamis, retirez les cailloux à la main. Récoltez la terre tamisée de chaque échantillon pour d'autres analyses.

10. Si des roches sont présentes, utilisez la procédure suivante afin de déterminer leur masse et leur volume.
- Mesurez la masse de ces cailloux et notez-la sur votre feuille de données de masse volumique.
 - Placez 30 mL d'eau dans un cylindre gradué de 100 mL. Notez ce volume sur votre feuille de données de masse volumique. Placez doucement les cailloux dans l'eau. Lisez le niveau de l'eau après l'ajout des roches. Notez ce volume sur votre feuille de données de masse volumique.

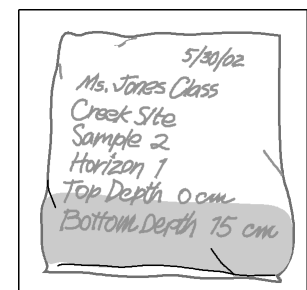


Note : Tandis que vous ajoutez les cailloux, si le volume de l'eau et des roches dans le cylindre se rapproche de 100 mL, notez l'augmentation de volume, videz le tuyau et répétez la procédure pour les cailloux restant. Dans ce cas, vous devez noter la somme des volumes d'eau avec cailloux et la somme des volumes d'eau sans cailloux.

Si vous avez des bâtons, ou d'autres débris organiques, utilisez de l'alcool plutôt que de l'eau et répétez la procédure.



11. Transférez la terre sèche sans cailloux depuis l'assiette vers des récipients secs et propres, comme les sacs en plastique. Scellez les conteneurs, et étiquetez-les avec le numéro de couche, la profondeur maximale et minimale, la date, le nom de site, et sa location. Cette terre peut maintenant être utilisée pour d'autres analyses. Stockez ces échantillons dans un endroit sur, sec jusqu'à exploitation.



Protocole de mesure de la masse volumique – Analyse des données

Les données sont-elles cohérentes ?

Les masses volumiques des terres évoluent en moyenne autour de 1.3g/mL pour des terres composées principalement de particules minérales. Cependant, elles peuvent atteindre 2.0 g/mL pour des couches très denses, et 0.5 g/mL ou moins pour des terres organiques.

Pour calculer la masse volumique d'un échantillon de terre, effectuez le calcul sur la *feuille de donnée de masse volumique d'une terre*.

Quels sont les résultats de vos données ?

Si la masse volumique d'un échantillon de sol est <1.0 g/mL, il a une très faible densité et doit être largement composé de matière organique. Pour identifier cette matière, observez la couleur sombre et la présence de racines. Le plus souvent, les couches les plus proches de la surface sont les plus chargées en matière organique.

Si la masse volumique d'un échantillon est proche de 2.0 ou plus, c'est une terre très dense. Les sols deviennent denses s'ils ont été compactés et n'ont pas une grande densité organique.

C'est commun sur les terres de surface, sur lesquelles marchent les gens, ou où des véhicules ont compressé le sol. Les sols avec une structure massive, de grain unique, auront une plus grande densité que des sols granulaires. La texture de la terre peut aussi affecter sa masse volumique. En général, les sols sablonneux ont une plus grande masse volumique que les sols limoneux ou vaseux, car leur porosité est inférieure en raison de la petitesse des grains.

Si la masse volumique des échantillons n'a pas l'air cohérente avec les autres propriétés de la même couche (couleur, structure, texture, profondeur de la couche, racines), il se peut qu'il y ait une erreur dans les mesures. La méthodologie et les calculs doivent être vérifiés.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

De nombreux scientifiques utilisent la masse volumique, densité particulaire et porosité. Ils utilisent la masse volumique pour estimer la compacité du sol dans chaque couche.

Protocole de mesure de la densité particulaire du sol



Objectif

Mesurer la densité particulaire de chaque horizon d'un profil pédologique.

Vue d'ensemble

Les étudiants pèsent un échantillon de sol sec et tamisé, le mélange avec de l'eau distillée puis portent le mélange à ébullition afin de supprimer tout l'air. Le mélange refroidit pendant une journée puis les étudiants y ajoutent de l'eau jusqu'à ce le volume du mélange soit de 100 mL. Les étudiants mesurent la température et la masse du mélange final et utilisent la *Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol* pour calculer la densité particulaire du sol. Il faut la mesurer pour trois échantillons de chaque horizon.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables d'effectuer des tests de détermination de densité particulaire sur des échantillons de sol. Ils seront également capables de mesurer la densité particulaire du sol sa porosité à partir de formules mathématiques. Ils pourront aussi relier la densité particulaire à la masse volumique et la porosité.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

La Terre est formée de roches solides, de sol, d'eau et de gaz.

Les sols ont des propriétés comme la couleur, la texture, la structure, la consistance, la densité, le pH, l'humidité, et la chaleur qui favorise la croissance de nombreux végétaux.

Les sols sont formés de minéraux, de matière organique, d'air et d'eau.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Capacité à mener une recherche scientifique

- Identifier les questions pertinentes.
- Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les techniques et outils appropriés, y compris mathématiques, pour rassembler, analyser et interpréter des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prévisions et des modèles à partir de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

2 classes de 45 minutes

Niveau

Intermédiaire et avancé

Fréquence

Trois fois pour chaque horizon d'un profil.

Des échantillons de sol prélevés et préparés peuvent être stockés pour études et analysés à n'importe quel moment de l'année.

Matériel et instrumentation

Sol séché (au four) et tamisé
Erlenmeyer ou récipient fermable de 100 mL
Eau distillée
Stylo ou crayon
Petit entonnoir
Thermomètre
Balance de précision au moins égale à 0,1 g
Petite bouteille pour laver le sol hors du Becher
Bec bunsen, Surface chauffante ou autre source de chaleur
Gants pour le four
Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol

Préparation

Séchez et tamisez les échantillons de sol et stockez-les dans des récipients hermétiquement fermés.

- Rassemblez l'équipement nécessaire.
- Calibrez la balance à 0,1 g près.

Pré requis

Protocole de caractérisation du sol

Protocole de mesure de la densité particulaire du sol - Introduction

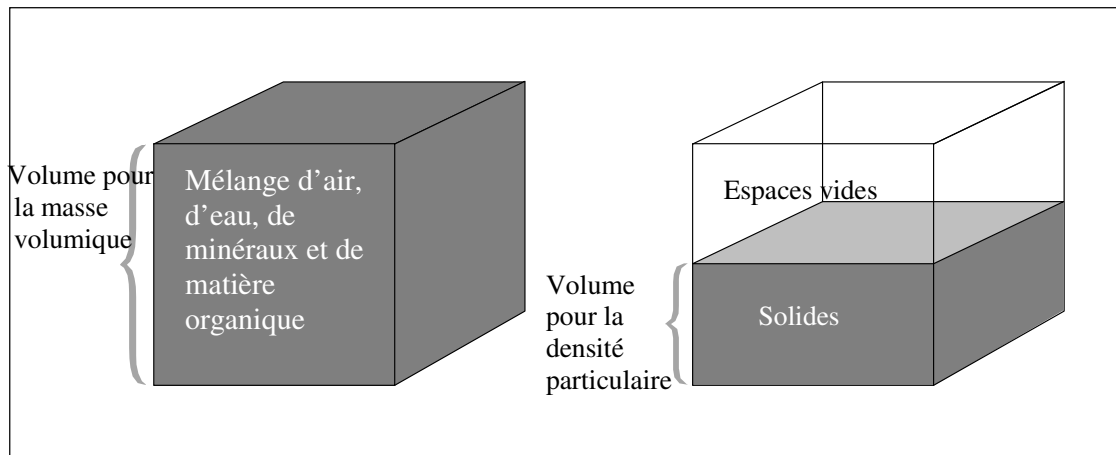
La densité particulaire d'un sol mesure la masse d'un volume donné de particules (la masse divisée par le volume). La densité particulaire ne s'intéresse qu'aux particules du sol et non au volume qu'elles occupent dans le sol. La masse volumique inclut à la fois le volume solide (minéral et organique) du sol et les espaces où l'on trouve l'eau et l'air. La densité particulaire du sol est déterminée par la composition chimique et la structure des minéraux du sol. Voir Schéma SO-DE-1.

La densité particulaire est utilisée afin de mieux comprendre les propriétés physiques et

chimiques du sol. Par exemple, la densité particulaire indique les quantités relatives de matière organique et de minéraux d'un échantillon de sol. La composition chimique et la structure des minéraux d'un sol peuvent être déduites en comparant les densités particulaires de ce sol avec celles, connues, des minéraux comme le quartz, feldspath, mica, magnétites, grenat ou zircon.

La densité particulaire est aussi utilisée avec la masse volumique pour déterminer la porosité (l'espace vide occupé par l'air ou l'eau dans un échantillon de sol). Avec toutes ces données sur les propriétés du sol, les étudiants et les scientifiques ont une meilleure compréhension des fonctions du sol au sein de l'écosystème d'une région et peuvent mieux interpréter les mesures d'humidité du sol.

Schéma SO-DE-1



Support pour l'enseignant

Préparation

Faites faire aux étudiants le protocole de mesure de la masse volumique afin qu'ils aient une meilleure compréhension de la densité en tant que mesure d'une masse divisée par un volume donné. Les étudiants ont aussi besoin de mesurer la masse volumique pour déterminer la porosité.

Procédures de mesure

Pour mesurer la densité particulaire du sol, les étudiants mesurent la masse et le volume des *particules solides uniquement* et non l'air et l'eau qui se trouvent dans les espaces vides de l'échantillon entre ses particules.

Les étudiants réalisent cette mesure en mettant l'échantillon de sol dans une fiole avec de l'eau distillée. Le mélange sol/eau est porté à ébullition afin d'éliminer tout l'air de l'échantillon. Une fois le mélange refroidi, on rajoute de l'eau afin d'obtenir le volume souhaité. Puis on mesure la masse du mélange. On soustrait ensuite la masse de l'eau de la masse du mélange. La densité particulaire est calculée à partir de la masse des particules solides d'un volume précis.

Règles de sécurité

Les étudiants doivent savoir utiliser le bec Bunsen ou tout autre élément chauffant servant à porter à ébullition les mélanges sol/eau.

Les étudiants devraient porter des gants pour four pour déplacer l'Erlenmeyer qui contient les mélanges sol/eau.

Les étudiants doivent surveiller les mélanges lorsqu'ils les portent à ébullition.

Activités pour les étudiants

Faites comparer aux étudiants leurs données de caractérisation du sol avec leurs données de densité particulaire pour voir s'ils peuvent relier les propriétés physiques et chimiques des horizons avec leur densité particulaire.

Questions pour aller plus loin

Quels changements naturels peuvent altérer la densité particulaire d'un horizon ?

Dans quelle mesure le matériau parent affecte-t-il la densité particulaire d'un horizon ?

Dans quelle mesure la densité particulaire affecte-t-elle la température du sol ?

Quelle relation y a-t-il entre la densité particulaire et la croissance des plantes ?

Comment la densité particulaire peut-elle affecter la façon dont l'eau se déplace à travers le sol ?

La densité particulaire est-elle reliée à la couleur du sol ? Si oui, dans quelle mesure ?

La densité particulaire est-elle reliée à la présence de carbonates ? Si oui, dans quelle mesure ?

Dans quelle mesure la densité d'un sol est-elle liée à l'utilisation qui en est faite ?

La densité particulaire est-elle reliée à la répartition granulométrique ? Si oui, dans quelle mesure ?

Protocole de mesure de la densité particulaire

Guide de terrain

But

Mesurer la densité particulaire d'un échantillon de sol.

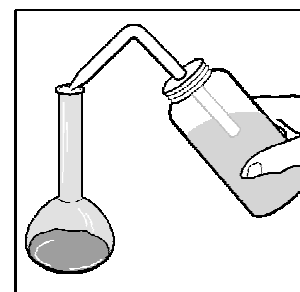
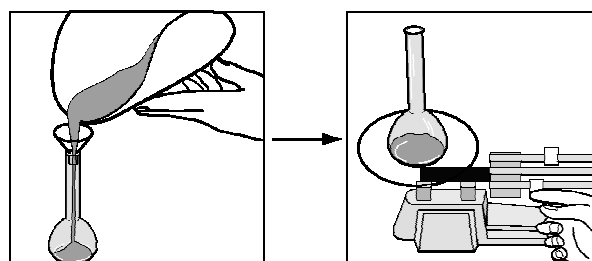
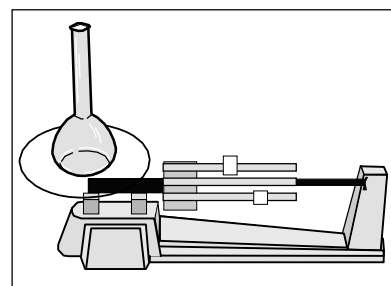
Ce qu'il faut

3 Erlenmeyer ou récipients qui puissent se fermer de 100 mL
Eau distillée
Stylo ou crayon
Petit entonnoir
Thermomètre
Balance de précision au moins égale à 0,1 g

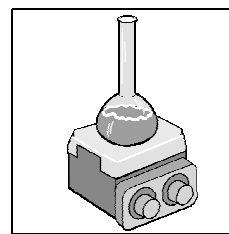
Petite bouteille
Bec bunsen, Surface chauffante ou autre source de chaleur
Gants pour le four
Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol
Sol séché (au four) et tamisé

Sur le terrain

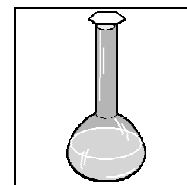
1. Mettez de l'eau distillée dans la petite bouteille.
2. Mesurez la masse de la fiole vide sans couvercle. Reportez cette masse dans la *Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol*.
3. Mesurez 25 g de sol séché et tamisé. Mettez ce sol dans la fiole en utilisant l'entonnoir. C'est important d'avoir exactement 25 g de sol dans la fiole donc faites attention à bien mettre tout le sol dans la fiole et à ne pas en mettre à côté (**Note** : si du sol tombe à côté, recommencez cette étape avec un autre échantillon de 25 g de l'échantillon).
4. Reportez la durée pendant laquelle le sol a été séché et comment le sol a été stocké (i.e. dans un sac en plastique, dans un récipient hermétique, ou autre).
5. Mesurez la masse de la fiole contenant le sol (sans couvercle/bouchon). Reportez cette masse dans la *Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol*.
6. Utilisez la bouteille pour pousser tout morceau de sol resté sur le haut de la fiole au fond de celle-ci. Ajoutez environ 50 mL d'eau distillée dans la fiole.



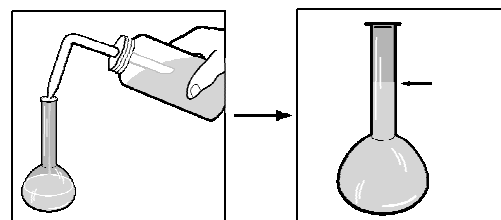
7. Amenez lentement le mélange sol/eau à ébullition en plaçant la fiole sur la surface chauffante ou en la tenant au dessus d'un bec Bunsen. Remuez doucement la fiole pendant 10 secondes une fois par minute pour empêcher le mélange sol/eau d'accrocher. Maintenir l'ébullition pendant 10 minutes afin d'éliminer toutes les bulles d'air.



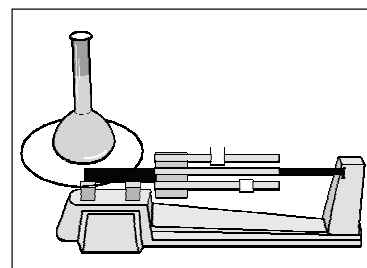
8. Retirez la fiole de la source de chaleur et laissez le mélange refroidir.
9. Une fois que la fiole a refroidi, fermez-la et laissez-la reposer pendant 24 heures.



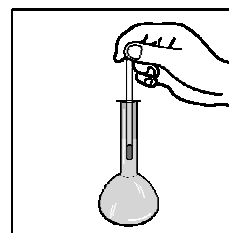
10. Après 24 heures, retirez le bouchon et remplissez d'eau distillée jusqu'à ce que le bas du ménisque atteigne la jauge de 100 mL.



11. Pesez le mélange de 100 mL contenu dans la fiole (dans le bouchon). Reportez la masse de mélange dans la *Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol*.



12. Insérez le thermomètre dans la fiole pendant 2-3 minutes. Lorsque la température s'est stabilisée, reportez-la dans la *Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol*.



Protocole de mesure de la densité particulaire du sol – Analyse des données

Les données sont-elles cohérentes ?

Typiquement, les valeurs de densités particulaires vont de 2,60 à 2,75 g/cm³ pour des particules minérales. Cependant elles peuvent aller jusqu'à 3,0 g/cm³ pour des particules très denses ou tomber à 0,9 g/cm³ pour des particules organiques. Pour calculer la densité particulaire de votre échantillon, utilisez les informations de la *Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol* et suivez les étapes indiquées dans la *Feuille de calcul*.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

Les mesures de densité particulaire du sol donnent des informations quant au matériau parent du sol. Si la densité particulaire est élevée, nous savons que le matériau parent est constitué de minéraux ayant une forte densité. Cette information donne un aperçu de l'historique géologique du sol. Une densité particulaire faible (<1,0 g/cm³) indique une grande quantité de matière organique. Cela fournit des informations sur le rejet potentiel de carbone du sol dans l'atmosphère puisque la matière organique se décompose au cours du temps.

Les scientifiques veulent aussi savoir quelle est la quantité d'espaces vides dans le sol (porosité). Cela leur permet de dire quelle quantité d'eau et d'air peut être stockée dans le profil pédologique, ainsi que la vitesse à laquelle l'air, l'eau et la chaleur se déplaceront au sein du profil. Connaissant cela, ils peuvent mieux comprendre le comportement du sol, prédire les inondations, vérifier le type de vie que accueillir le sol, déterminer dans quelles mesures le sol peut évoluer et quel peut en être le meilleur usage pour les activités humaines.

Calculer la porosité du sol

La quantité d'espace poreux, ou porosité du sol, est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$1 - \frac{\text{Masse volumique}}{\text{Densité particulaire}} \times 100 = \text{Porosité (\%)}$$

Masse volumique = Masse du sol sec / Volume total de sol et d'air

Densité particulaire = Masse du sol sec / Volume des particules du sol uniquement (sans air)

$$\frac{\text{Masse volumique}}{\text{Densité particulaire}} = \frac{\text{Volume de sol sec}}{\text{Volume du sol sec et des pores}}$$

Cette valeur sera toujours inférieure ou égale à 1. Ainsi la valeur (1 – Masse volumique / Densité particulaire) sera entre 0 et 1. Cette valeur est ensuite multipliée par 100 pour obtenir un pourcentage.

Par exemple les étudiants prélèvent trois échantillons pour la masse volumique et la densité particulaire pour chaque horizon de leur sol exposé sur leur Site d'échantillonnage de couverture du sol. Après avoir effectué les *Protocoles de mesure de masse volumique et de mesure de la densité particulaire du sol*, ils trouvent :

Masse Volumique :

Masse de sol sec = 395 g

Volume total du sol = 300 cm³

Masse volumique = 395 g / 300 cm³ = 1,32 g/cm³

Densité particulaire :

Masse de sol sec = 25,1 g

Volume total de sol sec = 9,5 mL (cm³)

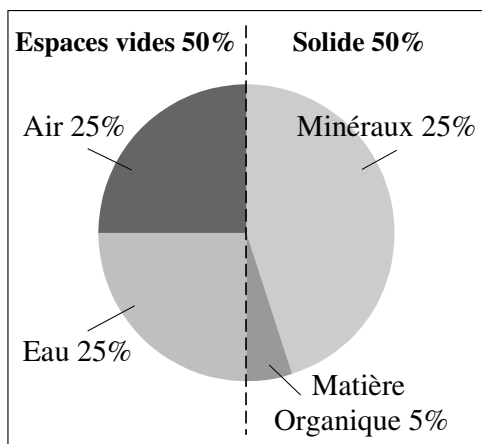
Densité particulaire = 25,1 g / 9,5 cm³ = 2,64 g/cm³

Porosité :

En utilisant ces valeurs dans l'équation de la porosité :

$$(1 - (1,32/2,64)) \times 100 = 50 \%$$

Schéma SO-DE-2 : Un bon sol pour la croissance de la plupart des végétaux.



Ainsi 50 % du sol est constitué d'espaces vides, qui peuvent être remplis sur ce site soit par de l'eau, soit par de l'air, soit par un mélange des deux.

Un bon sol pour la croissance des végétaux contient environ 50 % d'espaces vides et 50 % de particules solides. Idéalement, les espaces vides sont remplis à moitié d'eau et à moitié d'air et les particules solides sont un mélange de matière organique et de minéraux. Voir le schéma SO-DE-2.

Dans certains cas, certains végétaux, comme le riz ou des espèces marécageuses, ont besoin de beaucoup plus d'eau que d'air dans les espaces vides du sol pour pousser correctement. Pour d'autres utilisations du sol, comme pour la construction de routes ou de bâtiments, il faut que les espaces vides du sol contiennent plus d'air que d'eau.

Bien que la porosité révèle la quantité totale d'espaces vides du sol, elle ne dit pas exactement quelle est la quantité d'air ou d'eau dans le sol à un moment donné. La quantité d'eau contenue dans le sol est déterminée par le *Protocole de mesure de l'humidité du sol*. La quantité totale d'espaces vides peut être déterminée et on en déduit alors la quantité d'air dans ces espaces. Cette information détermine de quelle manière les plantes vont pousser, si le sol est saturé ou sec et quelle est la meilleure utilisation possible de ce sol là.

De combien est saturé un sol

Le *Protocole de mesure de l'humidité du sol* détermine la teneur en eau comme étant le quotient de la masse d'eau par la masse de sol sec d'un échantillon. Connaissant la masse volumique, la densité particulaire et la densité de l'eau, le quotient du volume d'eau par le volume du sol peut être calculé à partir du pourcentage d'espaces vides remplis d'eau.

$$\frac{\text{Volume d'eau (mL)}}{\text{Volume de sol (mL)}} = \text{Teneur en eau (g/g)} \times \frac{\text{Masse volumique (g/cm}^3\text{)}}{\text{Densité de l'eau (g/cm}^3\text{)}}$$

$$\text{Volume d'espaces vides (mL)} = \text{Porosité} \times \text{Volume du sol (mL)}$$

$$\frac{\text{Volume d'eau (mL)}}{\text{Volume d'espaces vides (mL)}} = \frac{\text{Teneur en eau (g/g)}}{\text{Porosité}} \times \frac{\text{Masse volumique (g/cm}^3\text{)}}{\text{Densité de l'eau (g/cm}^3\text{)}}$$

Ainsi si : teneur en eau = 0,20 g/g ; Masse volumique = 1,32 g/cm³ ; Densité de l'eau = 1,00 g/cm³ ; Porosité = 0,50 (50%), alors

$$\begin{aligned} \text{Pourcentage d'espaces vides remplis d'eau} &= \frac{\text{Volume d'eau}}{\text{Volume d'espaces vides}} = \frac{0,20 \text{ g/g}}{0,50} \times \frac{1,32 \text{ (g/cm}^3\text{)}}{1,00 \text{ (g/cm}^3\text{)}} \\ &= 52,8 \% \end{aligned}$$

Exemples de projet étudiant

Les étudiants de la Grassland School en Illinois, USA, voulaient déterminer la quantité d'eau retenue dans leur sol. Ils se sentaient concernés à cause des inondations à l'approche de la saison des pluies. Ils ont caractérisé le sol de leur école et ont prélevé des échantillons de quatre horizons à une profondeur de 100 cm. Ils savaient que s'ils calculaient à la fois la densité particulaire et la masse volumique de chaque horizon, ils pourraient déterminer la porosité du sol.

Connaitre la porosité du sol permettrait aux étudiants de savoir quelle quantité d'eau chaque horizon devra retenir. Pour chaque horizon, les étudiants ont déterminé la densité particulaire et la masse volumique en suivant les protocoles GLOBE. Les données de caractérisation du sol pour chacun des quatre horizons étudiés par les étudiants sont fournies dans le Tableau SO-DE-1. Le Tableau SO-DE-2 montre comment les étudiants ont déterminé la densité particulaire du sol dans l'horizon 1.

Tableau SO-DE-1

Horizon #	Hauteur du haut (cm)	Hauteur du bas (cm)	Épaisseur (cm)	Texture (au toucher)	Couleur
1	0	1	10	Limon	10YR 2/2
2	10	3	25	Limon argileux	10YR 6/4
3	35	7	35	Limon argileux	7.5YR 5/6
4	70	10 0	30	Argile	7.5YR 6/8

Horizon	Structure	Consistance	Racines	Cailloux	Masse volumique
1	granuleuse	Friable	Beaucoup	Aucun	0.8
2	caillouteuse	Friable	Quelques	Aucun	1.3
3	caillouteuse	Ferme	Quelques	Quelques	1.2
4	caillouteuse	Ferme	Aucune	Quelques	1.1

Tableau SO-DE-2

Horizon 1		Numéro d'échantillon		
		1	2	3
A	Masse du sol + fiole vide (g)	82.0	83.0	81.0
B	Masse de la fiole vide (g)	57.0	58.0	56.0
C	Masse du sol (g) (A – B)	25.0	25.0	25.0
D	Masse de l'eau + sol + fiole (g)	169.5	169.9	169.0
E	Masse de l'eau (D – A)	87.5	86.9	88.0
F	Température de l'eau (° C)	20	20	20
G	Densité de l'eau (g/mL) (approximativement 1.0)	1.0	1.0	1.0
H	Volume d'eau (mL) (E/G)	87.5	86.9	88.0
I	Volume du sol (mL) (100 mL – H)	12.5	13.1	12.0
J	Densité particulaire du sol (g/mL) (C/I)	2.0	1.9	2.1
Densité particulaire moyenne de l'horizon (moyenne sur 3 échantillons)		2.0 g/mL		

Les étudiants ont utilisé la même méthode pour calculer les valeurs des densités particulières pour les trois autres horizons. Les résultats (fondés sur la moyenne des trois échantillons pour chaque horizon) étaient :

Horizon 1 : 2,0 g/mL
 Horizon 2 : 2,6 g/mL
 Horizon 3 : 2,5 g/mL
 Horizon 4 : 2,5 g/mL

Les étudiants ont qu'il y avait des différences entre les valeurs de densité particulières de ces quatre horizons. La plus grande différence est pour le premier horizon qui a la valeur la plus faible. Ils ont recherché des indices dans leurs données de caractérisation du sol pour savoir pourquoi cette valeur était la plus faible. Ils ont remarqué que la couleur du premier horizon était plus sombre que les autres, indiquant une plus grande quantité de matière organique. La structure du premier horizon était granuleuse alors qu'elle était caillouteuse dans les autres. Les structures granulaires sont courantes lorsqu'il y a beaucoup de racines.

Les étudiants ont aussi observé beaucoup de racines dans le premier horizon. Cet horizon était friable et avait une masse volumique inférieure aux autres horizons. Ces propriétés permettent aux racines de se développer facilement au sein de cet horizon.

Les étudiants ont formulé l'hypothèse que la faible valeur de densité particulaire de l'horizon 1 était due aux racines présentes dans le sol à cette profondeur. A partir de cette information, les étudiants ont décidé de calculer la porosité de chaque horizon. Utilisant les valeurs moyennes de masse volumique et de densité particulaire, ils ont calculé la porosité avec l'équation suivante :

$$1 - \frac{\text{Masse volumique}}{\text{Densité particulaire}} \times 100 = \text{Porosité (\%)}$$

Leurs résultats pour la porosité de chaque horizon sont fournis dans le Tableau SO-DE-3

Horizon	Masse volumique (MV)	Densité particulaire (DP)	MV/DP	1- MV/DP	Porosité
1	0.8	2.0	0.40	0.60	60%
2	1.3	2.6	0.50	0.50	50%
3	1.2	2.5	0.48	0.52	52%
4	1.1	2.5	0.44	0.56	56%

Après avoir examiné ces données, les étudiants ont pu s'apercevoir que le premier horizon, qui contient plus de matière organique, était plus poreux que les horizons inférieurs qui étaient principalement composés de minéraux. L'horizon le plus bas, qui ne contenait pas de racines, avait aussi une porosité relativement élevée. L'hypothèse des étudiants était que cet horizon avait de petits pores entre chacune de ses particules. Ils avaient déduit cela de la texture argileuse de cet horizon.

Les étudiants se dirent également que, puisqu'il y avait plus d'espaces vides dans les horizons 1 et 4, ces horizons avaient la capacité de retenir plus d'eau de pluie que les horizons 2 et 3. Pour tester cette hypothèse, ils décidèrent de mesurer la teneur en eau du sol en suivant le Protocole de mesure de l'humidité du sol. Ils détermineraient ensuite la masse volumique et l'épaisseur de chaque horizon pour convertir la masse en volume et calculer la quantité d'eau nécessaire pour saturer le profil pédologique.

Protocole de distribution granulométrique



Objectif

Mesurer la distribution granulométrique de chaque horizon d'un profil pédologique.

Vue d'ensemble

Utilisant du sol sec et tamisé d'un horizon, les étudiants mélangent le sol avec de l'eau et une solution dispersante afin de dissocier totalement toutes les particules. Les étudiants remuent le mélange pour que tout le sol soit dans l'eau. Les particules du sol sont ensuite laissées en suspension, et la gravité relative et la température de cette suspension sont mesurées à l'aide d'un hydromètre et d'un thermomètre. Ces mesures sont prises après 2 minutes et après 24 heures.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables d'effectuer des tests de laboratoire pour déterminer la distribution granulométrique d'échantillons de sol. Ils sauront également utiliser des formules mathématiques pour calculer la distribution granulométrique en pourcentage de sable, limon et argile. Ils pourront relier la distribution granulométrique à la suspension, la gravité relative et la vitesse de sédimentation.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

La Terre est formée de roches solides, de sol, d'eau et de gaz.

Les sols ont des propriétés comme la couleur, la texture, la structure, la consistance, la densité, le pH, l'humidité, et la chaleur qui favorise la croissance de nombreux végétaux.

Les sols sont formés de minéraux, de matière organique, d'air et d'eau.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les techniques et outils appropriés, y compris mathématiques, pour rassembler, analyser et interpréter des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prévisions et des modèles à partir de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

3 classes

Niveau

Intermédiaire et avancé

Fréquence

Trois fois pour chaque horizon d'un profil

Matériel et instrumentation

Sol séché au four et tamisé
Cylindres gradués de 500 mL (3 minimum)
Eau distillée
Une bouteille plastique vide de 2 litres avec de l'agent dispersif pour le sol (Sodium Hexametaphosphate)
Cuillère pour mélanger
Récipients d'au moins 250 mL (3 minimum)
Thermomètre
Hydromètre
Cylindre gradué de 100 mL
Crayon ou stylo
Vaporisateur pour nettoyer le sol hors du bécher
Mètre
Couvercles en plastique
Balance avec une précision d'au moins 0,1 g
Feuille de relevé de données de distribution granulométrique

Préparation

Séchez et tamisez des échantillons de sol, et stockez-les dans des récipients hermétiques. Rassemblez l'équipement nécessaire. Calibrer la balance à 0,1. Préparez la solution dispersante.

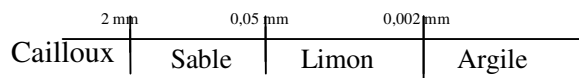
Pré requis

Protocole de caractérisation du sol

Protocole de distribution granulométrique - Introduction

La quantité de chaque groupe de taille de particules (sable, limon, argile) dans le sol est donnée par la distribution granulométrique du sol. La détermination de la texture lors de la caractérisation du sol n'est qu'une mesure approximative de la quantité de chaque groupe de taille de particules dans un échantillon de sol. Effectuer le *Protocole de distribution granulométrique* permet de vérifier ces mesures en mesurant plus précisément la quantité de chaque groupe de taille de particules dans un échantillon de sol.

Le sable est la plus grosse des particules (2mm – 0,05mm), le limon est de taille intermédiaire (0,005 – 0,002 mm) et l'argile est la plus petite (moins de 0,002 mm). Les particules de plus de 2 mm sont considérées comme des cailloux ou des pierres et ne pas considérées comme étant des particules du sol.



Quand un mélange de particules est en suspension dans l'eau, les particules les plus grosses se déposent en premier. Quand un échantillon de sol est secoué, les particules de sables vont se placer à l'extrémité du cylindre après 2 minutes, tandis que les particules d'argile et de limon vont rester en suspension. Après 24 heures, le limon va se déposer, ne laissant que l'argile en suspension.

En utilisant des tables, on peut calculer le pourcentage exact de sable, de limon et d'argile et la texture de l'échantillon de sol peut alors être connue.

Support pour l'enseignant

Préparation

Avant de commencer le *Protocole de distribution granulométrique*, faites faire aux étudiants les activités suivantes :

1. Verser un mélange de sable, limon et argile dans un récipient en verre jusqu'à environ 1/3 de sa contenance.
2. Remplir le récipient avec de l'eau.
3. Mettez un couvercle et secouez-le.
4. Observez ce qu'il advient des particules du sol.

Les professeurs peuvent relier les observations des étudiants au *Protocole de distribution granulométrique* en observant dans quelle mesure les résultats varient suivant qu'il y a une solution dispersante ou non.

Avant d'effectuer le *Protocole de distribution granulométrique*, faites déterminer aux étudiants la texture du sol au toucher.

Expliquez comment utiliser un hydromètre et entraînez les étudiants à prendre des mesures.

Faites mélanger aux étudiants l'échantillon de sol. Utilisez de l'eau plate, un cylindre gradué de 500 mL et un couvercle en plastique.

Assurez-vous que les étudiants aient bien compris le concept de gravité relative.

Fréquence des mesures

Le sable, l'argile et le limon sont rarement trouvés séparément dans les sols. Ils sont plutôt présents sous la forme d'agrégats appelés « peds ». Une solution « dispersante » est utilisée pour dissocier ces particules.

Les quantités de sable, de limon et d'argile sont mesurées à partir de la vitesse de dépôt de chaque particule dans l'eau. Si les particules ne sont pas totalement séparées, mes résultats seront incorrects parce que les agrégats de petites particules se déposeront comme les particules plus grosses.

Un hydromètre mesure la gravité relative. La gravité relative est définie par la masse d'un liquide relativement à la masse du même volume d'eau. Pour de l'eau pure distillée à 20°C, l'hydromètre affichera 1000. Quand du sol est en suspension dans

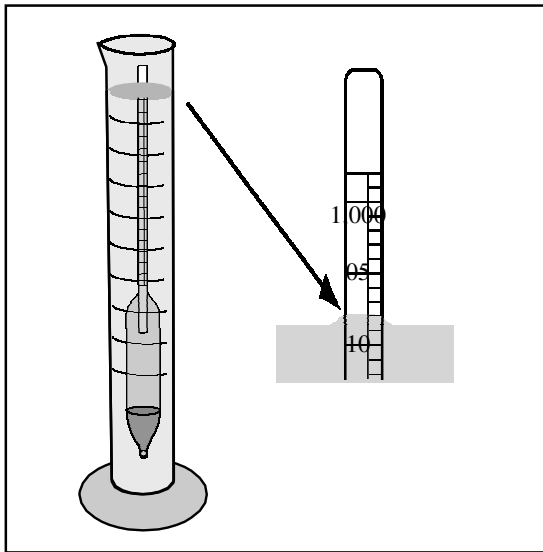


Schéma SO-PA-1

l'eau, la gravité relative, et donc la valeur affichée par l'hydromètre, augmente.

Afin de mesurer la gravité relative de la suspension eau/sol pour ce protocole, l'hydromètre est placée dans le sol 30 secondes avant la lecture afin qu'il soit stable dans l'eau. Aux moments prévus (à 2 minutes et à 24 heures) la valeur est lue sur l'hydromètre à la hauteur où le nombre atteint la surface de l'eau.

Pour lire la nouvelle valeur, toujours partir de 1,0 et ajouter les deux dernières décimales lues sur l'hydromètre. Par exemple, la valeur indiquée sur les schémas SO-PA-1 et SO-PA-2 est : 1,008.

La préparation de l'échantillon peut être effectuée à l'avance. Le protocole en soi peut être effectué en 2 classes sur des jours consécutifs.

Activités pour les étudiants

Le matériau idéal pour dissocier le sol est le Sodium Hexametaphosphate. On peut en acheter chez les distributeurs d'équipement GLOBE sous l'étiquette « Matériau de dispersion du sol » ou chez un fournisseur de produits chimiques. Une alternative à cette solution dispersante est un savon non moussant utilisé pour laver les plats, comme du produit vaisselle standard. Il faut que ce produit contienne du sodium et du phosphate et ne produise pas de mousse qui rendrait les mesures difficiles.

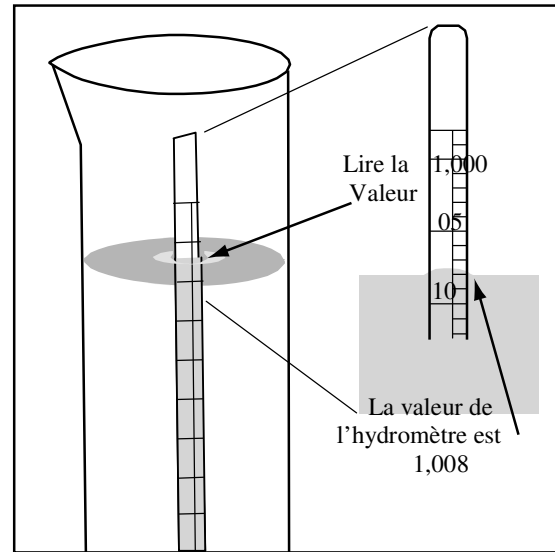


Schéma SO-PA-1

GLOBE souhaite que les étudiants effectuent ce protocole trois fois pour chaque horizon. Si les professeurs ont trois cylindres de 500 mL et trois récipients de 250 mL, les étudiants peuvent mesurer trois échantillons à la fois. Si les professeurs ont plus d'équipement, les étudiants peuvent mesurer encore plus d'horizons en même temps.

Questions pour aller plus loin

Quels changements naturels peuvent affecter la distribution granulométrique d'un horizon ?

Dans quelle mesure la distribution granulométrique affecte le type de végétation qui peut pousser dans un sol ?

Dans quelle mesure le climat affecte-t-il la distribution granulométrique d'un horizon ?

Dans quelle mesure le matériau parent affecte-t-il la distribution granulométrique d'un horizon ?

Dans quelle mesure la distribution granulométrique affecte-t-elle la température du sol ?

Dans quelle mesure la distribution granulométrique affecte-t-elle la fertilité du sol ?

Dans quelle mesure la distribution granulométrique affecte-t-elle l'humidité du sol ?

Dans quelle mesure les cours d'eau, rivières et inondations affecte-t-ils la texture du sol du lit de la rivière et des deltas ?

Protocole de distribution granulométrique

Guide de laboratoire

But

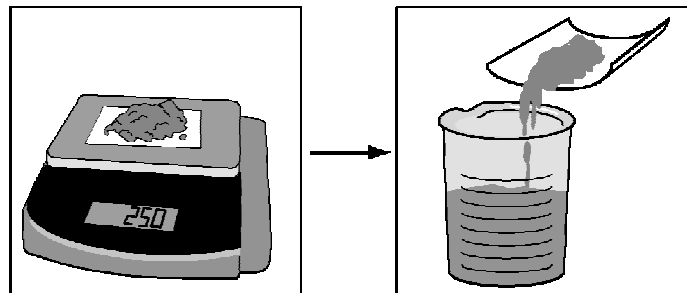
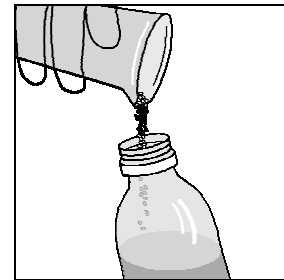
Déterminer la distribution granulométrique de chaque horizon d'un profil pédologique.

Matériel

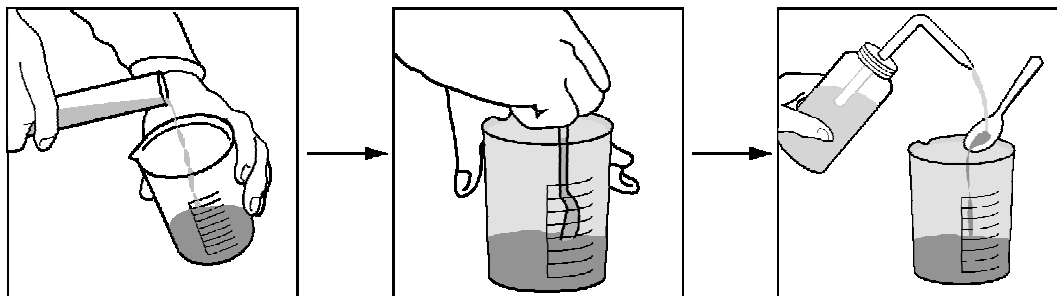
Sol séché au four et tamisé	Cylindre gradué de 100 mL
Cylindres gradués de 500 mL	Crayon ou stylo
Eau distillée	Vaporisateur pour nettoyer le sol hors du bécher
Une bouteille plastique vide de 2 litres	Mètre
Agent dispersif pour le sol	Couvercles en plastique
Récipients d'au moins 250 mL	Balance avec une précision d'au moins 0,1 g
Thermomètre	<i>Feuille de relevé de données de distribution granulométrique</i>
Hydromètre	

Mode opératoire

1. Préparer la solution dispersante en mélangeant 50 g de Sodium Hexametaphosphate (ou autre agent dispersif) dans 1 L d'eau distillée. Secouez ou remuez jusqu'à ce que l'agent dispersif soit totalement dissout.
2. Pesez 25 g de sol séché et tamisé et mettez-le dans un récipient d'au moins 250 mL

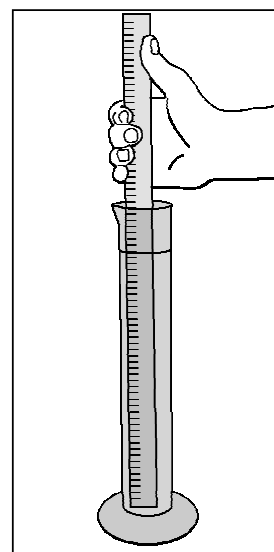


3. Ajouter 100 mL de la solution dispersante et 50 mL d'eau distillée dans le bécher. Remuez vigoureusement avec une cuillère pendant au moins 1 minute. Assurez-vous que le sol est bien mélangé et ne reste pas collé au fond du bécher. Ne laissez aucune particule du sol en suspension s'échapper du bécher. Rincez le sol resté sur la cuillère dans le récipient en utilisant un peu d'eau distillée.



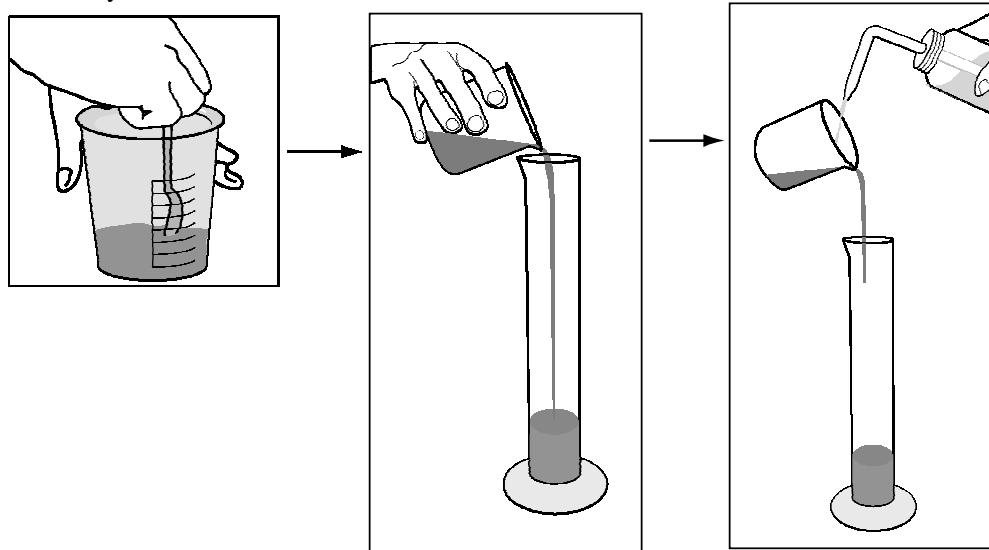
4. Pendant que le sol est en suspension, mesurez la distance entre le fond du cylindre et la graduation 500 mL. Pour cela, mettez le mètre dans le cylindre gradué.

Lisez la température à laquelle votre hydromètre a été calibré (par exemple 15,6°C [60°F] ou 20°C). Cette valeur se trouve sur le corps de votre hydromètre.

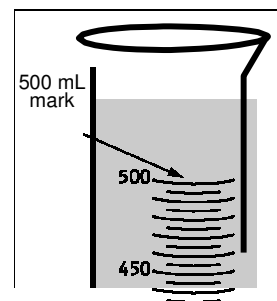


5. Remplissez le haut de la partie de la *Feuille de relevé de données de distribution granulométrique*

6. Après au moins 24 heures, mélangez la suspension dans le bécher et mettez-la dans un cylindre gradué de 500 mL. Utilisez un vaporisateur pour rincer tout sol en dehors du bécher et dans le cylindre.



7. Ajoutez assez d'eau distillée pour remplir le cylindre jusqu'à la graduation de 500 mL

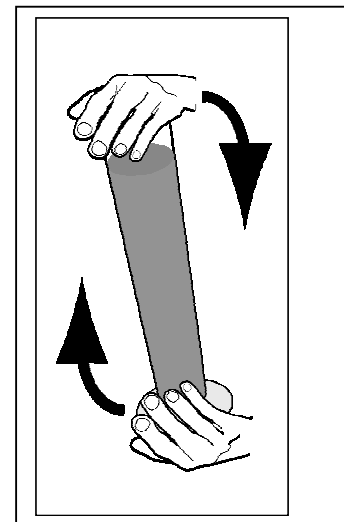


8. Couvrez de manière sûre le dessus du cylindre avec un couvercle en plastique ou quelque chose d'autre. Placez vos mains aux extrémités du cylindre et secouez-le vigoureusement en le faisant retourner au moins 10 fois. Assurez-vous que le sol est bien mélangé et ne colle pas au fond du cylindre. Encore une fois, essayez de ne laisser aucune particule du sol en suspension s'échapper du cylindre.

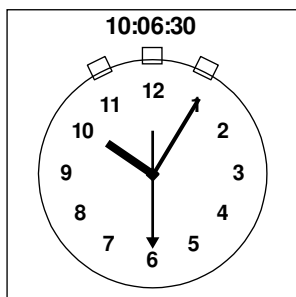
9. Posez délicatement le cylindre dans un endroit stable et commencer immédiatement à chronométrer avec une montre ou un chronomètre.

10. Enregistrez l'heure à laquelle le cylindre a été déposé à la seconde près (par exemple, l'heure de début est 10 :05 et 0 secondes).

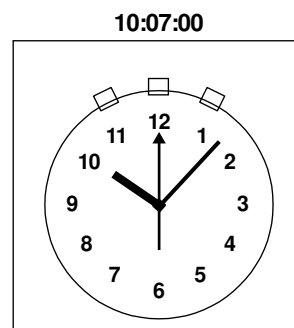
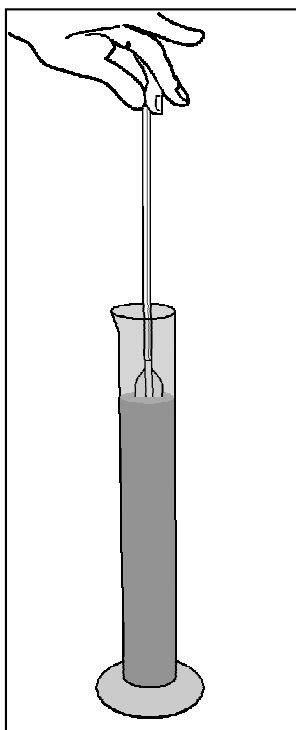
11. Après 1 minute et 30 secondes, enfoncez précautionneusement (ne pas le lâcher) l'hydromètre dans le cylindre et laissez flotter dans le sol en suspension. Le stabiliser précautionneusement afin de stopper son mouvement d'oscillations.



12. Exactement 2 minutes après que le cylindre a été posé, lire la valeur de la ligne la plus proche de la surface et la reporter dans la *Feuille de relevé de données de distribution granulométrique*.



Moment où l'hydromètre a été posé



Moment de la mesure

13. Retirez l'hydromètre, le rincez à l'écart du cylindre, séchez-le et posez-le doucement dans un endroit sûr.

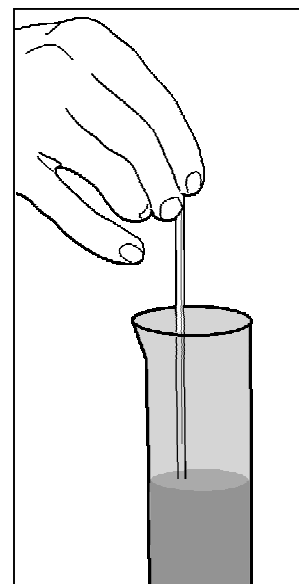
14. Tenez le thermomètre en suspension pendant une minute.

15. Au bout d'une minute, relevez suffisamment le thermomètre pour pouvoir lire la température et reportez le résultat dans la *Feuille de relevé de données de distribution granulométrique*.

16. Rincez le thermomètre et séchez-le.

17. Laissez le cylindre au repos pendant 24 heures. Après 24 heures, prenez une autre mesure avec l'hydromètre et le thermomètre. Reportez les résultats dans la *Feuille de relevé de données de distribution granulométrique*. (La mesure de l'hydromètre doit être faite 24 heures après le moment de départ).

18. Jetez le sol en suspension en le mettant dans un récipient prévu à cet effet.



Protocole de distribution granulométrique - Analyse des données

Note : Si vous avez besoin d'aide, voir l'exemple dans les pages suivantes

A. Calculer le pourcentage de sable, de limon et d'argile dans votre échantillon en utilisant cette feuille de travail :

1. En A, entrez la mesure de l'hydromètre à 2 minutes.
A. Mesure de l'hydromètre à 2 minutes _____
2. En B, entrez la mesure de température à 2 minutes.
B. Mesure de température à 2 minutes _____ °C
3. En C, entrez le nombre de grammes de sol/L en suspension en convertissant la mesure de l'hydromètre de A avec le tableau SO-PA-1 page 11.
C. Grammes/L de (limon+argile) du tableau _____ g
4. En D, multipliez la différence entre la température lue (de B) et 20°C par 0,36 pour corriger les écarts de températures.
D. Correction de température $[0.36 \times (B - 20^\circ \text{C})]$
 $[0.36 \times (B \text{ _____} - 20)] = \text{_____ g}$
5. En E, entrez la somme des grammes de sol/L (de C) et de la correction de température (de D).
E. Argile et limon en suspension (corrigé) (C+D)
C _____ + D _____ = _____ g
6. En F, multipliez la valeur de E par à 0,5 pour prendre en compte le fait que vous n'avez utilisé que 500 mL.
F. Grammes d'argile et de limon dans 500 mL
(E _____ x 0.5) = _____ g
7. En G, déterminez le nombre de grammes de sable de votre échantillon en soustrayant ceux de limon+argile en suspension (de F) des 25 g initiaux de sol.
G. Grammes de sable dans l'échantillon
(25 g - F _____) = _____ g
8. En H, déterminez le pourcentage exact de sable en divisant le nombre de grammes de sable par la quantité totale de sol (25 g) et en multipliant par 100.
H. Pourcentage de sable
 $[(G \text{ _____} / 25) \times 100] = \text{_____ \%}$
9. En I, entrez la mesure de l'hydromètre à 24 heures.
I. Mesure de l'hydromètre à 24 heures _____
10. En J, entrez la mesure de température à 24 heures.
J. Mesure de température à 24 heures _____ °C
11. En K, entrez le nombre de grammes/L en suspension à 24 heures (argile) en convertissant la mesure de l'hydromètre de I avec le tableau SO-PA-1 page 11.
K. Grammes/L d'argile (du tableau) _____ g

12. En L, multipliez la différence entre la température lue à 24 heures (de J) et 20°C par 0,36.

13. En M, entrez la somme des grammes de sol/L (de K) et de la correction de température (de L).

14. En N, multipliez la valeur de M par à 0,5 pour prendre en compte le fait que vous n'avez utilisé que 500 mL.

15. En O, déterminez le pourcentage exact d'argile en divisant le nombre de grammes d'argile par la quantité totale de sol (25 g) et en multipliant par 100.

16. En P, déterminez le nombre de grammes de limon en ajoutant ceux de sable (de G) et d'argile (de N) et en soustrayant le résultat de 25 g.

17. En Q, déterminez le pourcentage exact de limon en divisant le nombre de grammes de limon par la quantité totale de sol(25 g) et en multipliant par 100.

18. Voir le Triangle Textural du schéma SO-PA-3 pour déterminer la texture du sol.

L. Correction de température $[0.36 \times (B-20^\circ \text{C})]$
 $[0.36 \times (J \text{ _____} - 20^\circ \text{C})] = \text{_____g}$

M. Argile en suspension (corrigé) (C+D)
 $K \text{ _____} + L \text{ _____} = \text{_____g}$

N. Grammes de sol (argile) dans 500 mL
 $(M \text{ _____} \times 0.5) = \text{_____g}$

O. Pourcentage d'argile
 $[(N \text{ _____} / 25) \times 100] = \text{_____}\%$

P. Grammes de limon
 $[25 - (G \text{ _____} + N \text{ _____})] = \text{_____g}$

Q. Pourcentage de limon
 $[(P \text{ _____} / 25) \times 100] = \text{_____}\%$

Echantillon numéro 1:

Sable: _____% Limon: _____% Argile _____%

Texture du sol : _____

Echantillon numéro 2:

Sable: _____% Limon: _____% Argile _____%

Texture du sol : _____

Echantillon numéro 3:

Sable: _____% Limon: _____% Argile _____%

Texture du sol : _____

Tableau SO-PA-1: Tableau de conversion (de la gravité relative aux Grammes de Sol/L)

Gravité relative	Grammes Sol/L	Gravité relative	Grammes Sol/L	Gravité 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

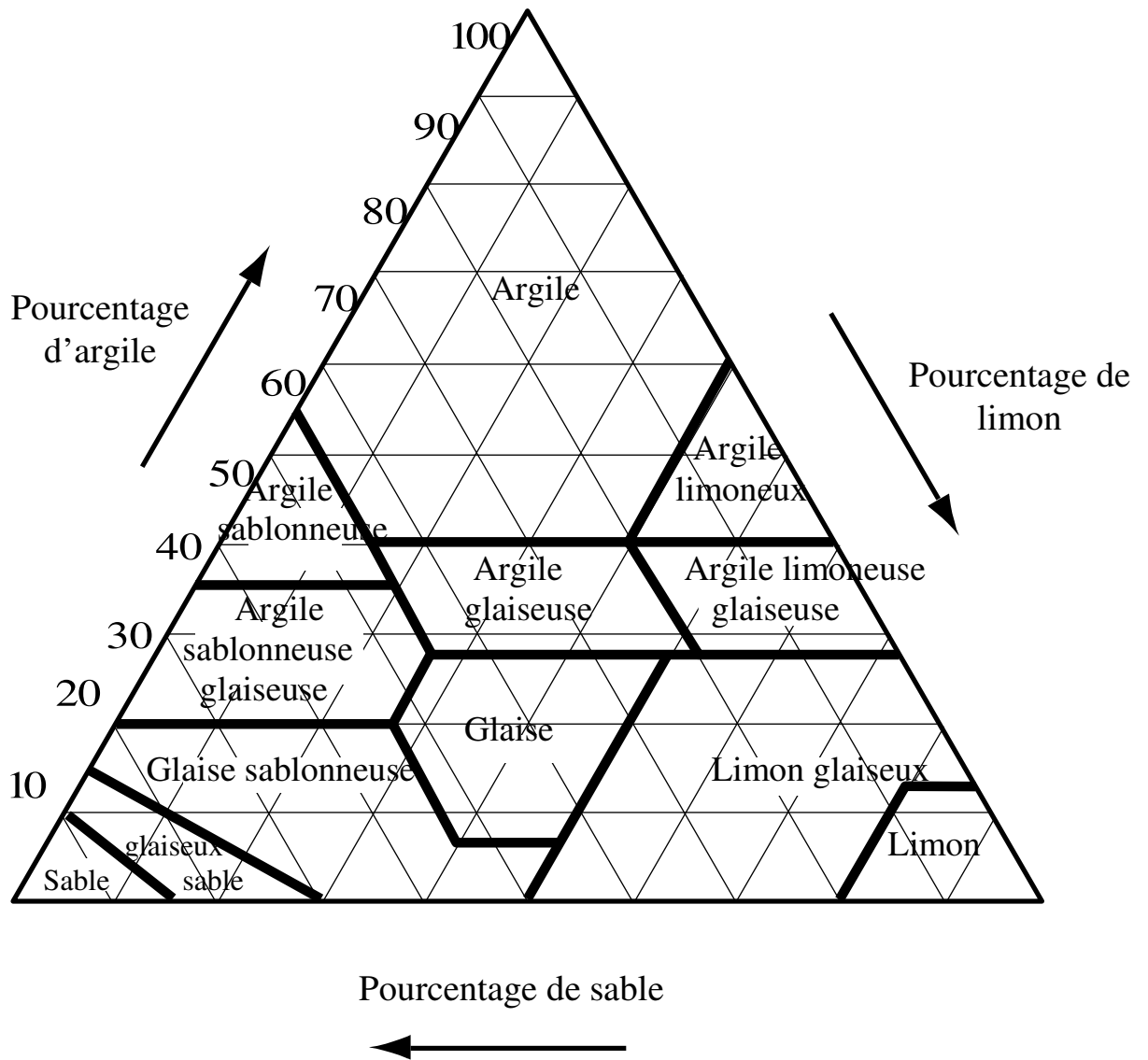
B. Déterminer la texture de votre échantillon de sol à l'aide du triangle textural :

Les scientifiques ont créés des textures qui séparent la distribution granulométrique (texture du sol) en 12 catégories. Le triangle textural (Schéma SO-PA-3) est un des outils utilisés par les scientifiques pour visualiser et comprendre la signification du nom d'une texture. Ce triangle textural est un diagramme qui montre comment chacune des 12 textures est classée à partir du pourcentage de sable, limon et argile.

Suivez ces étapes pour déterminer la texture du sol de votre échantillon :

1. Mettez une feuille de plastique ou de papier traçant sur le triangle textural.
2. Placez l'extrémité d'une règle sur la base du triangle qui représente le pourcentage de sable de votre échantillon. Positionnez la règle sur la ligne dirigée vers les pourcentages de sable, et tracez un trait le long de la règle.
3. Placez l'extrémité d'une règle sur la base du triangle qui représente le pourcentage de limon de votre échantillon. Positionnez la règle sur la ligne dirigée vers les pourcentages de limon, et tracez un trait le long de la règle.
4. Marquez le point le long de la règle où les deux lignes se croisent. Placez le haut de l'une des règles sur ce point et mettez-la parallèle aux lignes horizontales. Le nombre sur la gauche doit être le pourcentage d'argile de votre échantillon. Remarquez que la somme des pourcentages de limon d'argile et de sable doit être égale à 100%.
5. Le nom de la texture de votre échantillon de sol est écrit dans la zone hachurée dans laquelle votre point se trouve. Si le point tombe exactement sur une ligne séparant deux classes, reportez les deux noms.

Figure SO-PA-3 : Triangle Textural



Exemple de projet étudiant

A. Calculer le pourcentage de sable, de limon et d'argile de l'échantillon de sol

Les étudiants ont noté les mesures suivantes de l'hydromètre à 2 minutes et 24 heures :

	Gravité relative	Température
2 minutes:	1.0125	21.0
24 heures	1.0089	19.5

Pour chaque mesure de l'hydromètre, ils ont converti les grammes/L grâce au tableau de conversion et ont corrigé la température.

Pour la mesure à 2 minutes

Le gravité relative est plus proche de 1,0126, qui équivaut à 16,5 grammes de limon et d'argile dans un litre en suspension. Ils ont corrigé cette valeur pour la température. Comme la valeur de la température était d'un degré de plus que 20°C, ils ont ajouté 0,36 aux 16,5 grammes/L :

$$16,5 + 0,36 = 16,86 \text{ g/L}$$

Ensuite, ils ont multiplié 16,86 g/L par 0,5L (qui était le volume d'eau utilisé dans le protocole) pour changer les grammes/L en grammes :

$$16,86 \times 0,5 = 8,43 \text{ (8,4 g)}$$

C'est la quantité de limon et d'argile en suspension.

Ils ont déterminé la quantité de sable en soustrayant cette valeur de 8,4 g de la quantité de sol totale du protocole (25,0 g) :

$$25,0 - 8,4 = 16,6 \text{ g de sable}$$

Ils ont calculé le pourcentage de sable dans l'échantillon en divisant 16,6 g par la quantité de sol totale du protocole (25,0 g) puis en multipliant par 100 pour obtenir un pourcentage :

$$(16,6 \text{ g} / 25,0 \text{ g}) \times 100 = 66,4\% \text{ de sable}$$

Pour la mesure à 24 heures

La gravité relative était de 1,0089, ce qu'ils convertirent directement en 10,5 g/L. Cette valeur représente la quantité d'argile par litre en suspension. Ils ont ensuite corrigé cette valeur pour la température : comme la température était de 0,5 degré inférieure à 20°C, ils ont soustrait $0,36 \times 0,5$ aux 10,5 g/L :

$$0,36 \times 0,5 = 0,18$$

$$10,5 - 0,18 = 10,32 \text{ g/L}$$

Ensuite, ils ont multiplié 10,32 g/L par 0,5L (qui était le volume d'eau utilisé dans le protocole) pour changer les grammes/L en grammes :

$$10,32 \times 0,5 = 5,16 \text{ (arrondi à 5,2 g)}$$

5,2 grammes est la quantité d'argile présente dans les 25 g originaux de sol utilisés dans ce protocole.

Ils ont ensuite calculé la quantité de limon en ajoutant celles de sable et d'argile et en retirant cette somme à la quantité de sol totale de l'échantillon (25 g) :

$$16,6 \text{ (sable)} + 5,2 \text{ (argile)} = 21,8$$

$$25 \text{ g} - 21,8 \text{ g} = 3,2 \text{ g de limon}$$

qu'ils ont converti en pourcentage en divisant par 25 :

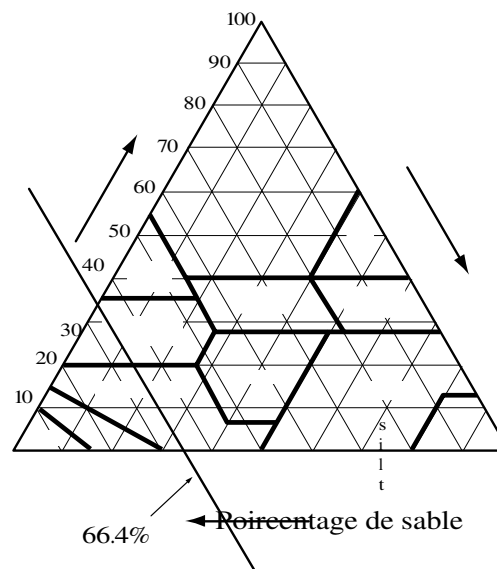
Pour cet échantillon le résultat final était le suivant :

%Sable	%Limon	%Argile
66.4	12.8	20.8

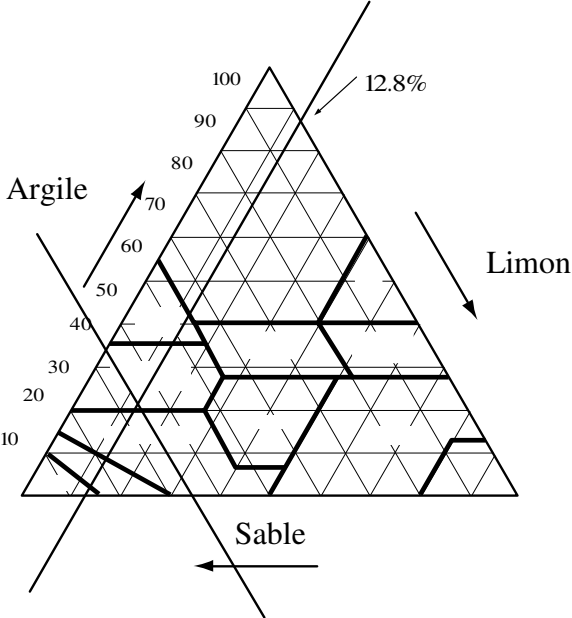
B. Déterminer la texture de leur échantillon

Les étudiants ont déterminé le nom de la texture de leur échantillon en utilisant le triangle textural.

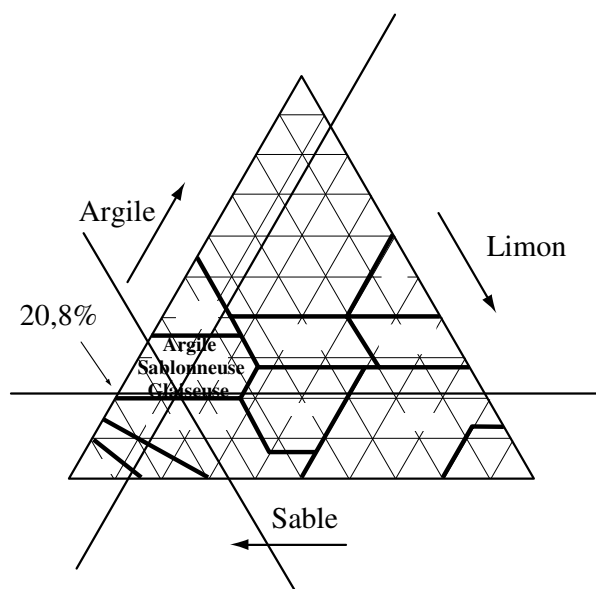
1. Premièrement, les étudiants ont du papier traçant sur le triangle textural.
2. Ensuite, ils ont placé le bout de leur règle le long de la base du triangle textural à 66,4% de sable et on tiré un trait.



3. Puis, ils ont placé le bout de leur règle le long du côté droit du triangle textural à 12,8% de limon et ont tiré un trait.



4. Puis, ils ont marqué le point où les deux traits se coupaient. Avec leur règle, ils ont retrouvé le pourcentage d'argile de leur échantillon.



5. Finalement, ils ont trouvé que le nom de la texture de leur échantillon était en lisant le nom de la texture où se croisaient les lignes.

% Sable	% Limon	% Argile	Nom de la texture
66.4	12.8	20.8	Argile sablonneuse glaiseuse

Fiche d'exercices de texture du sol

Utilisez les nombres suivants pour déterminer la texture du sol en utilisant le triangle textural. Remplissez les blancs lorsqu'il y a un nombre manquant. **Note :** La somme des pourcentages de sable, de limon et d'argile doit toujours être égale à 100% :

	% Sable	% Limon	% Argile	Texture
a.	75	10	15	Glaise sablonneuse
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	

Réponses: b. Limon glaiseux; c. 21, Argile glaiseuse; d. 27, Limon glaiseux; e. 15, Argile; f. 15, Argile; g. 42, Glaise; h. 25, Limon glaiseux; i. 5, Argile sablonneuse; j. 45, Glaise.

Pour les étudiants confirmés

Loi de Stoke : Calculer le temps de dépôt de particules du sol

Dans le protocole de distribution granulométrique, les mesures de l'hydromètre sont prises à des moments très précis afin de permettre soit au sable, soit au limon de se déposer au fond du cylindre. Afin de déterminer ce temps pour chaque particule, on utilise une équation dérivée de la loi de Stoke. La loi de Stoke décrit la vitesse à laquelle une particule se dépose en fonction de son diamètre et des propriétés du liquide dans lequel il se dépose. Une fois cette vitesse connue, on peut calculer le temps de dépôt à une profondeur d'eau donnée d'une particule d'un diamètre donné.

Cette activité est intéressante pour les étudiants à de nombreux points de vue. Ils peuvent vouloir étudier dans quelle mesure les vitesses de dépôt varient dans des conditions différentes de celle du protocole GLOBE. Par exemple, si un cylindre plus grand est utilisé ou si la température est bien plus élevée ou faible, combien de temps mettront les particules de sable, de limon et d'argile à se déposer ? Dans le monde naturel, les particules du sol transportées par de l'eau en mouvement se déposent lorsque l'eau s'arrête de bouger et reste immobile. En utilisant l'équation de la loi de Stoke, Les étudiants peuvent comprendre les relations entre la quantité de sable, de limon et d'argile transportées dans l'eau, l'intensité des turbulences et le temps nécessaire à ce que les particules (surtout l'argile) se déposent au fond de l'eau et rendent l'eau claire.

La loi de Stoke peut s'écrire sous la forme de l'équation suivante :

$$V = kd^2$$

Où :

V = vitesse de dépôt (en cm/seconde)

d = diamètre de la particule en cm (tel que 0,2 cm – 0,005 cm pour le sable, 0,005 cm – 0,0002 pour le limon et <0,0002 cm pour l'argile)

k = une constante qui dépend du liquide dans lequel la particule se dépose, de la gravité et de la température ($8,9 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1}$ pour le sol dans l'eau à 20°C).

Exemple

Supposons que vous vouliez calculer le temps de dépôt d'une fine particule de sable (0,1 mm). La distance entre la marque à 500mL de votre cylindre gradué et sa base est d'environ 27 cm.

1. Premièrement, convertissez le diamètre de votre particule de mm en cm.

$$0,1 \text{ mm} \times 1 \text{ cm}/10 \text{ mm} = 0,01 \text{ cm}$$

2. En utilisant l'équation ci-dessus, prenez la valeur du diamètre de la particule, mettez-la au carré et multipliez par la constante.

$$V = 8900 \times (0,01)^2$$

$$= 0,89 \text{ cm/seconde}$$

3. Puis divisez la distance entre la marque des 500 mL et la base du cylindre par la vitesse calculée à l'étape 2.

$$27 \text{ cm} / 0,89 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1} = 30,33 \text{ secondes}$$

Ainsi il faudra environ 30 secondes pour que du sable fin de diamètre 0,1 mm se dépose au fond du cylindre de 500 mL.

Protocole de mesure du pH du sol



Objectif

Mesurer le pH d'un horizon du sol.

Vue d'ensemble

Les étudiants mélangent du sol séché et tamisé avec de l'eau distillée. On laisse ce mélange reposer jusqu'à une couche suffisamment marquée se former. Les étudiants utilisent un stylo à pH, un pH-mètre ou du papier pH pour déterminer le pH de leur échantillon. La procédure est répétée trois fois pour chaque horizon.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables d'effectuer des tests en laboratoire relatifs au pH d'échantillon de sol. Ils pourront relier le pH aux propriétés chimiques et physiques d'un échantillon de sol.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les sols ont des propriétés comme la couleur, la texture, la structure, la consistance, la densité, le pH, l'humidité, et la chaleur qui favorise la croissance de nombreux végétaux

La surface de la Terre évolue.

L'eau circule à travers le sol, affectant ses propriétés.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Les réactions chimiques se produisent partout au sein de l'environnement.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les techniques et outils appropriés, y compris mathématiques, pour rassembler, analyser et interpréter des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prévisions et des modèles à partir de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

Une classe de 45 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Une fois pour chaque horizon.

Matériel et instrumentation

Sol séché et tamisé

Eau distillée

Crayon ou stylo

Cylindre gradué de 100 mL

Tige d'agitation en verre ou autre outil d'agitation

Bécher de 100 mL

pH-mètre, stylo à pH ou papier pH

Balance (précision de 0,1 g)

Fiche de relevée de données du pH du sol

Préparation

Prélever les échantillons requis

Sécher et tamiser les échantillons de sol et les stocker dans des récipients hermétiques.

Calibrer la balance de précision 0,1 g

Calibrer le pH-mètre ou le stylo à pH (Voir la procédure de calibration dans le *Protocole de pH* de la partie *Etude de l'hydrologie*).

Pré requis

Protocole de caractérisation du sol

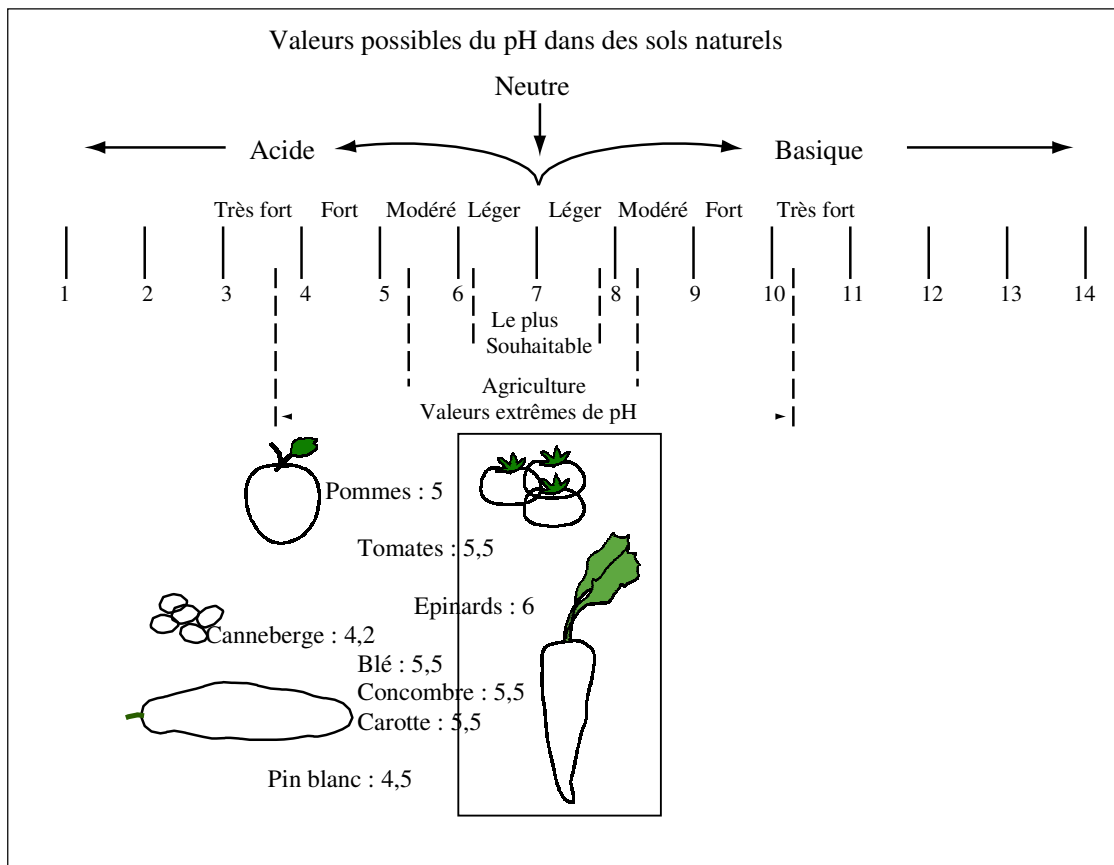
Protocole de mesure du pH du sol - Introduction

La concentration en ions hydrogène est essentielle lorsqu'on étudie le sol. Comme dans l'étude de l'hydrologie, l'échelle de pH est un indicateur de la concentration d'ions hydrogène dans le sol. Du sol sec et tamisé et dissous dans un volume précis d'eau avec un pH connu. La mesure dans laquelle le sol dissous change le pH de l'eau indique la quantité d'ions hydrogène contenu dans le sol. Le pH est mesuré sur une échelle logarithmique et représente l'opposé du logarithme de la concentration d'ions hydrogène en moles/L. Par exemple, un pH de 2 représente une concentration de 1×10^{-2} moles/L (0,01) d'ions hydrogène et un pH de 8 représente une concentration de 1×10^{-8} moles/L (0,0000001) d'ions hydrogène.

Quand le sol contient une forte concentration d'ions hydrogène il est dit *acide* et quand le sol contient une faible concentration d'ions hydrogène il est dit *basique*. Un pH de 7 est dit « neutre » (ni acide ni basique). L'échelle de pH s'étale de 1 à 14 avec un pH de 1 étant extrêmement acide (1×10^{-1} ou 0,1 moles d'ions hydrogène par litre) et un pH de 14 étant extrêmement basique (1×10^{-14} ou 0,000000000001 moles/L).

Le pH du sol donne un indice de la fertilité et de la composition chimique du sol. Le pH affecte l'activité chimique des éléments du sol ainsi que les propriétés du sol. Des plantes différentes poussent mieux à des pH différents. Voir Schéma SO-PH-1. Les agriculteurs et les jardiniers ajoutent parfois des matériaux à leur sol pour en changer le pH en fonction de ce qu'ils veulent y faire pousser. Le pH du sol peut aussi affecter le pH de l'eau de surface comme les cours d'eau ou les lacs.

Schéma SO-PH-1



Le pH du sol contrôle la plupart des réactions chimiques et biologiques du sol et donne également une indication sur le climat, la végétation, et les conditions hydrauliques présentes lors de la formation du sol. Le pH d'un horizon (l'acidité ou la basicité du sol) est affecté par le matériau parent, les propriétés chimique de l'eau de pluie et d'autres eaux pénétrant dans le sol et par les activités des organismes (plantes, animaux, micro-organismes) vivant dans le sol. Par exemple, les aiguilles des pins sont très acides et plus elles se décomposent au cours du temps, plus le pH du sol diminue.

Support pour l'enseignant

Préparation

Faites revoir aux étudiants *le protocole de mesure du pH* dans l'étude de l'hydrologie et faites les mesurer le pH de différents liquides.

Procédures de mesure

Pour mesurer le pH, les étudiants mélangent des échantillons de sol sec avec de l'eau distillée jusqu'à ce que le sol et le liquide soient en équilibre et fournissent une mesure pertinente du pH du sol. Une solution sol/eau à 50-50 est utilisée pour ce protocole car elle est identique au protocole professionnel standard pour les mesures de pH. L'eau distillée peut avoir un pH de 7 ou non suivant son degré de pureté et la durée d'exposition à l'air libre. Il faut que les étudiants reportent la valeur du pH de l'eau distillée sur leur *Fiche de relevée de données du pH du sol* afin que les scientifiques puissent déterminer si l'eau distillée a affectée leurs mesures de pH.

Gestion du matériel

Les étudiants doivent s'assurer que leur pH-mètre fonctionne correctement tout au long de leurs mesures. Ils doivent le calibrer et remplacer les piles mortes ou usées si nécessaire.

Pour certains échantillons de sol et particulièrement ceux riches en argile, le sol ne se déposera pas après avoir mélangé et ne formera pas une couche surnageante. Dans ce cas, après avoir mélangé suivant le protocole, placer le pH-mètre ou le papier pH sur la partie

supérieure de la couche de Sol/Liquide et relevez le pH.

Organisation des étudiants

Si une équipe mesure seule les trois échantillons d'un horizon, faites leur faire les mesures en même temps et non les unes après les autres. Cela permettra d'effectuer le protocole en moins de 45 minutes.

Questions pour aller plus loin

Quels changements naturels peuvent altérer le pH d'un horizon ?

Dans quelle mesure le pH de l'eau de pluie affecte le pH d'un horizon ?

Dans quelle mesure le pH du sol affecte-t-il le pH des eaux locales ?

Dans quelle mesure le climat affecte-t-il le pH d'un horizon ?

Dans quelle mesure la pente et l'orientation d'un sol affecte-t-il le pH de ses horizons ?

Dans quelle mesure le type de végétation couvrant le sol affecte-t-il le pH du sol ?

Protocole de mesure du pH du sol

Guide de laboratoire

But

Obtenir trois mesures de pH pour un horizon pédologique.

Matériel

Sol séché et tamisé

Bécher de 100 mL

Eau distillée

pH-mètre, stylo à pH ou papier pH

Crayon ou stylo

Balance (précision de 0,1 g)

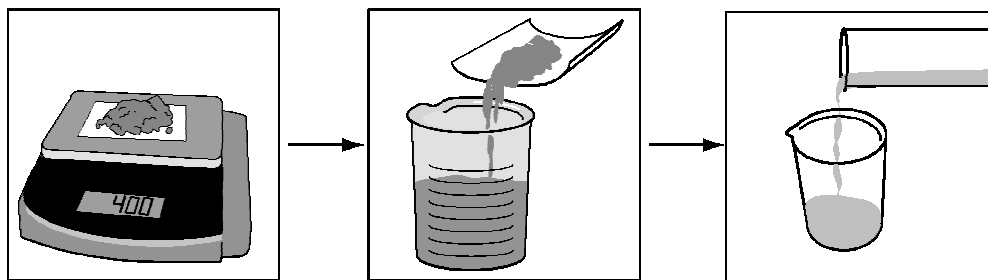
Cylindre gradué de 100 mL

Fiche de relevée de données du pH du sol

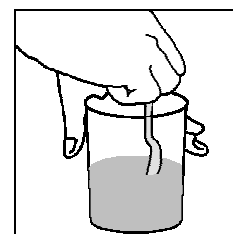
Tige d'agitation en verre ou autre outil d'agitation

Mode opératoire

1. Dans un bécher, mélanger 40 g de sol séché et tamisé avec 40 mL d'eau distillée (ou une quantité mais toujours en proportion 50-50 avec le sol) avec une cuillère ou tout autre ustensile utilisé pour transférer le sol.

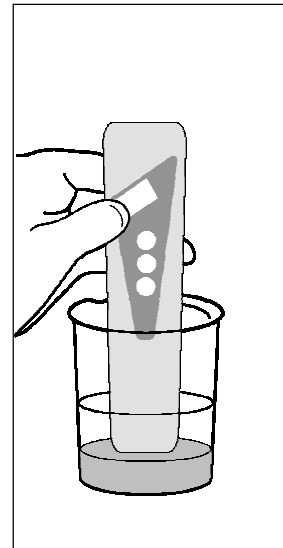


2. Remuer le mélange sol/eau avec une cuillère ou autre jusqu'à ce qu'il soit totalement mélangé. Remuer le mélange sol/eau pendant 30 secondes puis attendez pendant trois minutes et répétez cinq fois ce cycle remuer/attendre. Ensuite, laissez le mélange reposer jusqu'à ce qu'une couche surnageante (liquide plus clair au-dessus du sol) se forme (environ 5 minutes).



3. Mesurer le pH de la couche surnageante en utilisant le pH-mètre ou le papier pH. Plongez le pH-mètre calibré ou le papier pH dans la couche surnageante et relevez la mesure du pH. Reportez-la sur votre *Fiche de relevée de données du pH du sol*. Il faut mettre des gants pour calibrer le pH-mètre

4. Répétez les étapes 1 à 3 pour les deux autres échantillons du même horizon.



Protocole de mesure de – Analyse des données

Les données sont-elles cohérentes ?

Le matériau parent du sol, le climat sous lequel il s'est formé, la végétation qui le recouvre et la durée pendant laquelle il s'est développé déterminent son pH. En général les valeurs du pH d'un sol vont de 4 pour les sols acides à 8,5 pour les sols ayant une grande quantité de carbonates libres. Exceptionnellement il peut tomber à 3, 5 ou monter à 10.

Généralement, le pH ne va pas beaucoup varier d'un horizon à un autre au sein du même profil pédologique. Cela est dû au fait que le pH est une échelle logarithmique, de sorte qu'une différence de 1 sur le pH signifie qu'il y a dix fois plus d'ions hydrogène ou encore que le sol est dix fois plus acide. Parfois il peut y avoir un changement brutal de matériau parent, créant ainsi une grande variation de pH entre les horizons. Par exemple, des matériaux ont pu être déposés sur un horizon ou une intervention humaine est survenue, comme par exemple l'ajout de calcaire. Les variations brutales de pH entre les horizons du sol peuvent aider les étudiants à découvrir des indices permettant de retracer l'histoire du sol à cet endroit. Les étudiants peuvent s'attendre à des variations de pH entre le haut et le bas d'un profil pédologique en fonction de la quantité de matière organique, de carbonates libres et de la désagrégation du sol. S'il y a beaucoup de matière organique en surface et qu'il n'y a pas eu d'ajout de calcaire, le pH des horizons en surface peut être inférieur à ceux du dessous. Les horizons ont tendance à avoir des pH élevés lorsqu'il y a des carbonates.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

Beaucoup de scientifiques différents sont intéressés par les données concernant le pH du sol. Les mesures de pH du sol, associées à d'autres mesures de caractérisation du sol et d'autres mesures GLOBE fournissent aux scientifiques un large éventail d'informations à propos de l'environnement. Par exemple, le pH du sol aide les scientifiques à comprendre les propriétés chimiques du sol et la potentialité de

stockage ou de libération de certains nutriments. Avec ces informations, les scientifiques déterminent la pertinence d'un sol pour la croissance d'un type de plantes.

Les scientifiques prévoient également les mouvements de matière au sein du système hydrologique. Ils prennent en compte les propriétés chimiques de l'eau de pluie pour prévoir des changements des propriétés chimiques du sol et du pH au cours du temps.

Le pH du sol aide les scientifiques à reconstruire l'historique d'un sol et à prévoir la nature du sol dans le futur.

Exemple de projet étudiant

Les étudiants de Keflavik, Islande ont prélevés des échantillons de sol tout en effectuant les mesures de caractérisation du sol à partir d'une fosse d'observation. Ils ont séché et tamisé trois échantillons de sol pour chaque horizon de leur site d'étude du sol et ont effectué le *Protocole de mesure du pH* du sol pour chaque échantillon.

Afin d'analyser leurs données, ils ont décidé de tracer les mesures de pH qu'ils ont relevées. Ils ont tracé sur un graphique les mesures de pH de chaque horizon à mi-hauteur de l'horizon. Les étudiants ont calculé cette mi-hauteur pour chaque échantillon à l'aide de la formule suivante :

$$\frac{(\text{Profondeur du bas} - \text{profondeur du haut})}{2} + \text{profondeur du haut}$$

$$\text{Horizon 1: } (10-0)/2 + 0 = 5.0 \text{ cm}$$

$$\text{Horizon 2: } (23-10)/2 + 10 = 16.5 \text{ cm}$$

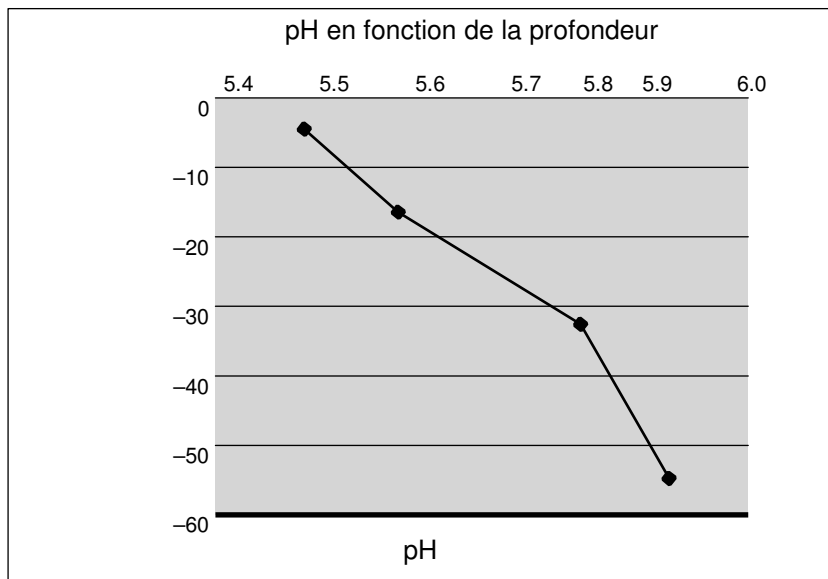
$$\text{Horizon 3: } (44-23)/2 + 23 = 33.5 \text{ cm}$$

$$\text{Horizon 4: } (65-44)/2 + 44 = 54.5 \text{ cm}$$

Les résultats de leurs mesures sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Horizon	Hauteur du haut	Hauteur du bas	Mi-hauteur	pH (moyenne des 3 valeurs)
1	0.0	10.0	5.0	5.5
2	10.0	23.0	16.5	5.6
3	23.0	44.0	33.5	5.8
4	44.0	65.0	54.5	5.9

A partir de ce tableau, les étudiants ont tracé le pH moyen à mi-hauteur pour chaque horizon comme montré sur le graphique ci-dessous :



Les étudiants ont remarqué que le pH était le plus faible en haut du profil et augmentait avec la profondeur. Ils ont formulé l'hypothèse que la désagrégation du sol à la surface et la pénétration de l'eau de pluie et de matière organique était la cause de la faible valeur du pH en haut du profil.

Les étudiants voulaient savoir si la tendance qu'ils observaient était typique d'autres sols dans d'autres régions du monde avec un climat et une végétation différente. Selon la classification MUC, la couverture du sol sur leur site était mousse de toundra/arbustes nains. Ils ont utilisé les archives GLOBE pour rechercher d'autres écoles qui auraient fait les mesures de pH du sol, et ont trouvé deux écoles dans des régions différentes de la leur.

Un de ces écoles était à Deir Allah, Jordan. Les étudiants de cette école ont reporté sur leur fiche une végétation de type pâturages ou récoltes. Les mesures de pH relevées par cette école sont données dans le tableau ci-dessous :

Deir Allah, Jordan

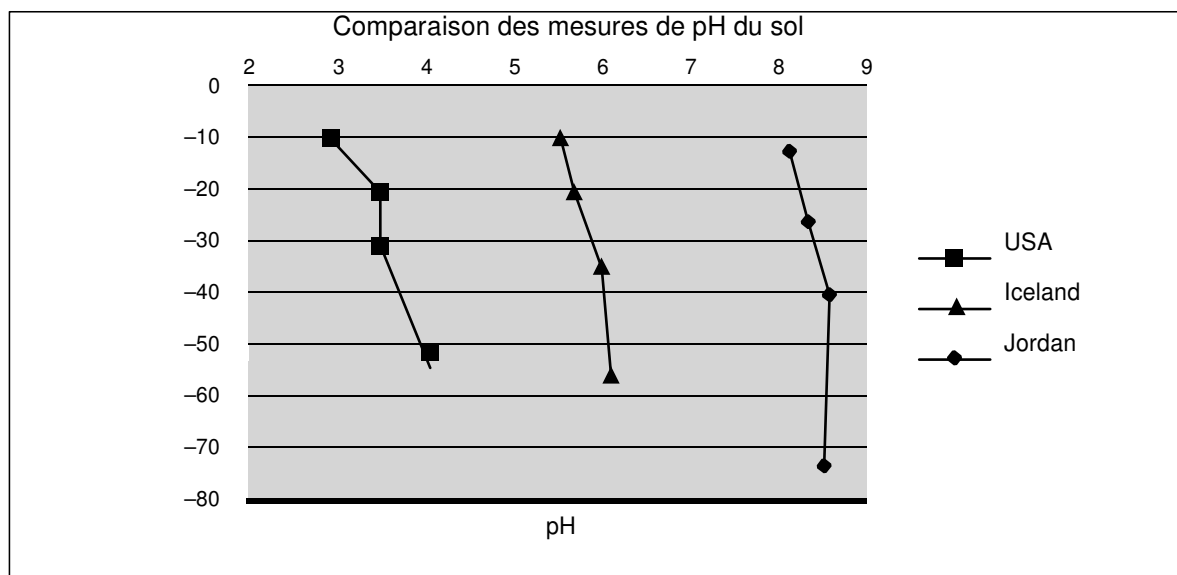
Horizon	Hauteur du haut	Hauteur du bas	Mi-hauteur	pH (moyenne des 3 valeurs)
1	0.0	20.0	10.0	8.0
2	20.0	33.0	26.5	8.2
3	33.0	44.0	38.5	8.5
4	44.0	100.0	72.0	8.5

L'autre école était à New-York, USA. Les étudiants de cette école ont reporté sur leur fiche une végétation de type pins à aiguilles permanentes. Les mesures de pH relevées par cette école sont données dans le tableau ci-dessous :

New York, USA

Horizon	Hauteur du haut	Hauteur du bas	Mi-hauteur	pH (moyenne des 3 valeurs)
1	0.0	13.0	6.5	2.9
2	13.0	23.0	18.0	3.4
3	23.0	35.0	29.0	3.4
4	44.0	60.0	52.0	4.0

Les étudiants ont ensuite tracé les valeurs du pH aux mi-hauteurs pour chacune des trois écoles sur un graphique comme présenté ci-dessous :



Les étudiants ont remarqué des différences considérables entre les valeurs du pH de chacun de ces endroits. Le sol de Jordan a un pH bien plus élevé que le sol d'Iceland, tandis que le sol de New-York a un pH encore plus faible. Ils ont remarqué que le pH augmentait avec la profondeur dans les trois cas. Les étudiants en ont conclu que le sol en profondeur avait le pH le plus élevé dans beaucoup de types de sol.

Les étudiants ont réalisés que plus d'informations à propos de chaque site aideraient à comprendre les différences de pH entre les sites. Ils ont décidé qu'ils contacteraient les étudiants de chacune de ces écoles pour avoir plus d'informations à propos de leur site à une date ultérieure en utilisant les adresses GLOBE. Ils ont aussi prévu de télécharger les données de température et de précipitation pour voir si les différences en terme de quantité et de pH pour l'eau de pluie et les différences de température annuelle sur le site de ces écoles pourraient donner des indices permettant d'expliquer pourquoi les valeurs de pH diffèrent tant d'un site à l'autre.

Protocole de mesure de La fertilité du sol



Objectif

Mesurer la quantité d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) dans les différents profils de sol.

Vue d'ensemble

En utilisant un kit de test NPK, les étudiants mélangeront un échantillon sec de sol avec une solution et en extrairont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Les quantités de N, P et K seront déterminées en comparant la solution avec une échelle de couleur. Les étudiants décriront les quantités par élevée, moyenne, basse ou nulle. Ces mesures seront effectuées trois pour chaque profil de sol.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de mesurer le nitrate azote, le phosphore de phosphate et le potassium contenus dans les sols.

Les étudiants seront capables de relier la fertilité du sol à ses propriétés chimiques et physiques.

Concepts scientifiques

Sciences de la terre et de l'espace

Les sols stockent dans des quantités différentes, les nutriments selon le type de nutriment et les propriétés du sol.

Les sols ont des propriétés tel que la texture, la couleur, la structure, la consistance, la densité, le pH, la fertilité; Ils peuvent soutenir la croissance de beaucoup de types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols sont souvent étudiés en couche, avec chacune une composition chimique et une texture différentes.

Les sols sont constitués de minéraux, structure organique, d'air et d'eau.

L'eau circule à travers le sol changeant ses propres propriétés et celles du sol.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables. Il y a des réactions chimiques dans toutes les zones naturelles.

Sciences de la vie

Les cycles atomiques et moléculaires parmi les structures vivantes ou non vivantes d'un écosystème.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les bonnes questions. Préparer et mener une recherche.

Utiliser les instruments et les techniques appropriées (y compris les mathématiques) pour rassembler, analyser, et interpréter les données.

Développer des descriptions et des explications, des hypothèses et des modèles en utilisant des preuves. Transmettre les procédures et les explications.

Durée

45 minutes pour trois groupes d'élèves pour analyser un échantillon.

Niveau

Moyen et secondaire

Fréquence

Une fois pour chaque profil de sol.

Matériel et instrumentation

Sol séché au four et tamisé (tamisé avec une passoire de numéro 10 à mailles de 2 millimètres attachée à une armature)

Kit de test NPK

Eau distillée

Becher

Cuillère à café

Montre ou chronomètre

Feuille de donnée pour la fertilité du sol

Gant en latex

Lunettes de sécurité

Préparation

Obtenir les échantillons secs et tamisés de sol

Rassembler l'équipement nécessaire

Mettre des journaux ou d'autres couvertures sur la table pour la propreté.

Pré requis

Protocole de caractérisation du sol

Protocole de mesure de la fertilité du sol – Introduction

Pour grandir, les plantes ont besoin de la lumière du soleil, d'eau, d'air, de chaleur et de nutriments. Le tableau SO-FE-1 recense les macronutriments (nutriments nécessaires en grandes quantités) et les micronutriments (nutriments nécessaires dans de plus faibles quantités) nécessaire à la croissance d'une plante. La fertilité du sol indique la disponibilité de ces nutriments pour les plantes.

Tableau SO-FE-1

Macronutriments	Micronutriments
Azote (N)	Fer (Fe)
Phosphore (P)	Zinc (Zn)
Potassium (K)	Manganèse (Mn)
Soufre (S)	Cuivre (Cu)
Calcium (Ca)	Boron (B)
Magnésium (Mg)	Molybdenum (Mo)
	Chlore (Cl)

Certains de ces nutriments sont chargés positivement, d'autres négativement. Ceux qui sont chargés positivement comme le potassium, le calcium et le magnésium sont liés à des molécules de charge négative. Ces nutriments sont prélevés du sol par les plantes ou les phénomènes climatiques.

Les particules négativement chargées, comme l'azote (dans la forme naturelle du nitrate), le phosphore dans la forme naturelle du phosphate et le soufre dans la forme naturelle du sulfate, ne sont pas liées à des particules chargées négativement.

Ces nutriments sont plus faciles à détacher et prélever du sol. Quand une terre a perdu ses nutriments ou n'en a pas assez pour permettre la croissance d'une plante, les agriculteurs et les jardiniers ajoutent des fertilisants dans le sol.

Le protocole de fertilité du sol mesure l'abondance de 3 nutriments: le nitrate (l'azote), le phosphate (phosphore) et le potassium dans chaque couche d'un profil de sol pour déterminer si le sol est propice à la croissance d'une plante.

L'azote (N) est un élément que l'on trouve en grande quantité dans l'atmosphère mais relativement peu dans le sol. Les molécules de diazote(N_2) doivent être dissociées, l'azote étant utilisé par la plupart des êtres vivants. Dans le sol et l'eau, cet azote prend la forme de nitrate(NO_3^-), de nitrite(NO_2^-) et d'ammonium(NH_4^+), le nitrate étant le plus commun. En général, ces formes d'azote sont rapidement prélevées par les plantes et sont des importants composants des protéines de ces plantes. Le nitrate, à cause de sa charge négative, n'est pas attaché à une particule négative et est facilement prélevé du sol quand l'eau traverse celui-ci. Le nitrate peut aussi se décomposer en diazote(N_2) ou en ammoniac (NH_3) et peut s'évaporer du sol.

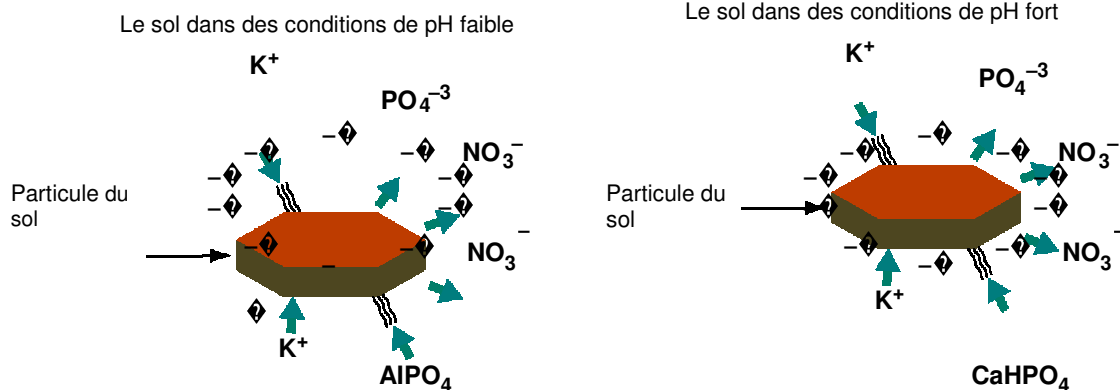
C'est pour cela qu'il est important que les agriculteurs et les jardiniers ajoutent des fertilisants contenant de l'azote quand les plantes ont vraiment besoin de ce nutriment et peuvent l'absorber avant qu'il est disparu du sol.

Quand l'azote est ajouté au sol sous sa forme organique, il est gardé plus longtemps car les plantes ne peuvent l'absorber que lentement, au fur et à mesure que se décomposent les parties organiques.

Le phosphore (P) est un conducteur de l'énergie pour les plantes. Elles utilisent le phosphore sous sa forme de phosphate (PO_4^{3-}). Grâce à sa charge négative, le phosphate est facilement arraché du sol.

Les plantes sont seulement capables de prendre le phosphate quand les sols ont des valeurs de pH proche du neutre (5.0 à 8.0). A des pH plus faibles le phosphate s'associe au fer ou à l'aluminium pour former des phosphates non solubles et non récupérables par les plantes. A des pH plus élevés, le phosphate s'associe au calcium

Figure SO-FE-1



pour former du phosphate de calcium, qui n'est ni soluble ni disponible pour les plantes. Quand le phosphate prend une de ces formes insolubles, il devient facilement prélevable par érosion du sol. Comme pour l'azote, le phosphore est aussi plus lentement et plus facilement disponible pour les plantes quand il est ajouté au sol comme un élément d'une matière organique.

Le potassium (K) participe à l'activation des enzymes cellulaires des plantes. Il est présent sous sa forme atomique (K⁺) et à cause de sa charge positive, il est facilement stocké sur une particule de charge négative du sol. La plus grande source de potassium provient de la décomposition de minéraux en contenant tel que le mica.

Support pour le professeur

Préparation

Etre sûr que les étudiants ont compris l'importance de chaque nutriment qu'ils mesurent avant d'effectuer le protocole de fertilité du sol.

Faire bien lire les instructions se trouvant sur le kit NPK avant d'effectuer le protocole de fertilité du sol.

Gestion du matériel

Pour mesurer la fertilité du sol, les étudiants utiliseront un kit de test du sol GLOBE ou un kit équivalent qui donnera une valeur pour le nitrate, le phosphate et le potassium.

Procédures de mesures

La méthode de base pour mesurer la fertilité du sol, consiste à mélanger un échantillon de sol avec de l'eau afin d'en retirer chimiquement le nitrate, le phosphate et le potassium. Les quantités de N, P et K seront déterminées en comparant la solution avec une échelle de couleur.

En utilisant le kit GLOBE pour déterminer la quantité d'azote, les étudiants compareront leur solution avec une échelle de couleur rose. Elle est bleue pour le phosphore. Pour le potassium, les étudiants placeront leur solution à côté d'une colonne de boîtes noires et le noir observé à travers la solution sera comparé aux différents noirs de la colonne.

Les étudiants ne devront pas attendre plus de 10 minutes pour lire les couleurs de chaque tube. Attendre plus conduirait à des résultats erronés.

En vertu des précédentes expériences effectuées avec le kit GLOBE, presque toutes les valeurs pour le nitrate sont faibles ou nulles. Cela est peut-être dû à la disparition rapide du nitrate du sol quand celui-ci a été ajouté (que ce soit par les plantes ou par érosion) ou au manque de sensibilité du kit pour mesurer le nitrate.

Avec certains échantillons de sol, surtout ceux contenant beaucoup de terre, les étudiants auront besoin de refaire la procédure d'extraction plusieurs fois pour obtenir assez de solution pour analyser les quantités de N, P et K.

Organisation des étudiants

Pour réussir les analyses dans le temps imparti, ayez différents étudiants qui font simultanément les analyses pour le N, le P et le K une fois que la solution extraite a été produite.

Règles de sécurité

1. Les étudiants devront porter des gants quand ils manipuleront les produits chimiques et l'échantillon d'eau.
2. Les étudiants devraient porter des lunettes quand ils travaillent avec les produits chimiques. Ils devraient aussi porter des masques quand ils ouvrent des réactifs en poudre.
3. L'administration de l'école devrait être consultée à propos de l'utilisation légale de produits chimiques.

Questions pour aller plus loin

Comment les changements naturels affectent la fertilité du sol ?

Quelles différences entre les lieux peuvent affecter la fertilité du sol ?

Comment la fertilité peut agir sur les types de végétation qui peuvent pousser ?

Comment la taille des particules d'un sol peut influencer sur les nutriments présents ?

Comment le climat influe sur les nutriments présents dans le sol ?

Comment le type de végétation influence la teneur en nutriment du sol ?

Protocole de fertilité du sol

Guide de laboratoire

But

Obtenir trois mesures différentes de la fertilité pour chaque couche d'un profil de sol.

Matériel

Q Sol asséché et tamisé

Q Fiche de relevé de données pour la fertilité du sol

Q Cuillère à café en plastique

Q Kit de test NPK GLOBE ou kit équivalent (qui mesure les quantités relatives de nitrate, de phosphate et de potassium dans un échantillon de sol)

Q Eau distillée

Q Stylo ou crayon

Q Gants en latex

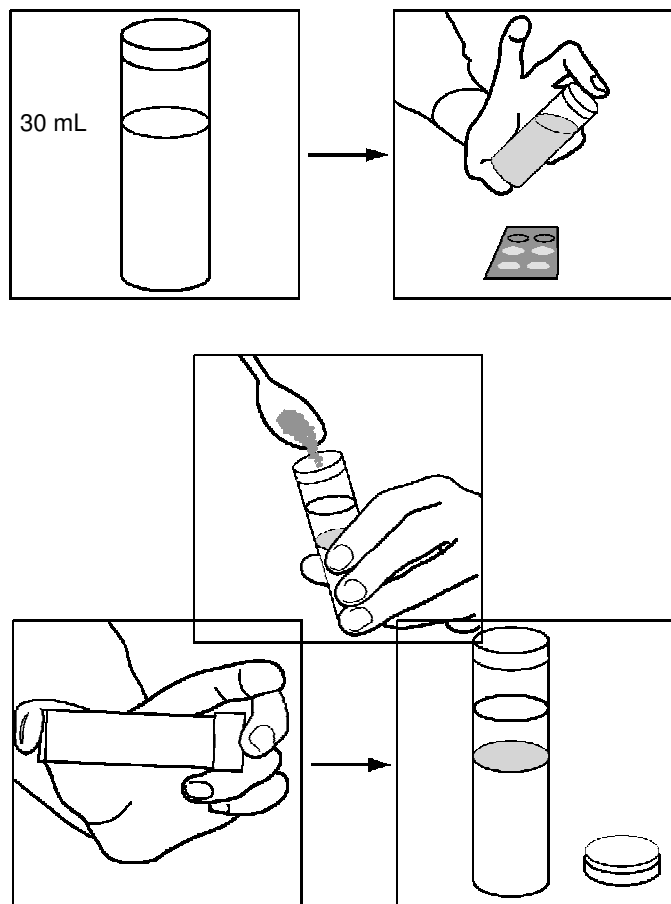
Q Lunettes de

sécurité

Partie 1. Extraction des nutriments:

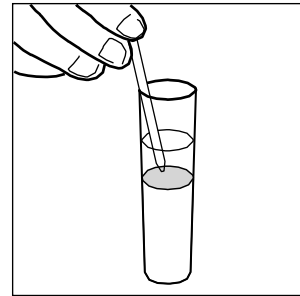
1. Remplir le tube d'extraction de votre kit de test jusqu'à la ligne des 30 mL avec de l'eau distillée.
2. Ajouter 2 pastilles Floc-Ex. Fermer le tube mélanger jusqu'à ce que les deux pastilles soient dissoutes.
3. Enlever le bouchon et ajouter une cuillère de sol asséché et tamisé.
4. Fermer le tube et mélanger pendant une minute.
5. Laisser reposer la solution jusqu'à ce que le sol se dépose au fond du tube (à peu près 5 minutes). La solution au dessus du dépôt sera utilisée pour les tests de nitrate, phosphate et potassium.

Remarque: Pour certains sols, notamment ceux contenant beaucoup de terre, il n'y aura peut-être pas assez de solution extraite, si c'est le cas, recommencer l'opération.

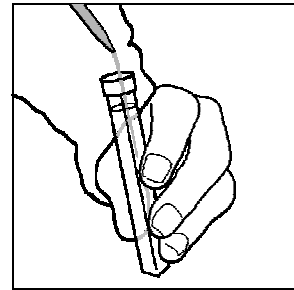


Partie 2. Tester le nitrate :

Utiliser la pipette pour transférer la solution extraite jusqu'à un tube de test du kit jusqu'à ce que le tube soit plein (s'il n'y a pas assez de solution, répéter la 1^{ère} partie pour en obtenir).

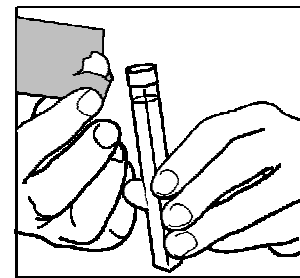


1. Ajouter une pastille de Nitrate WR CTA. Bien mettre l'ensemble de la pastille et ne pas la toucher lors de l'ajout dans le tube.



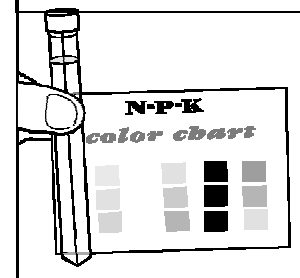
2. Fermer et mélanger jusqu'à dissolution de la pastille.

3. Faire reposer la solution et attendre 5 minutes pour que la couleur apparaisse (ne pas attendre plus de 10 minutes).



4. Comparer la couleur rose de la solution avec l'échelle de couleur pour l'azote du kit de test.

5. Ecrire vos résultats (élevé, moyen, faible ou nul) sur la feuille de donnée pour la fertilité du sol.

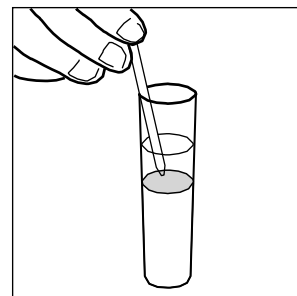


6. Jeter la solution et laver le tube et la pipette avec de l'eau distillée.

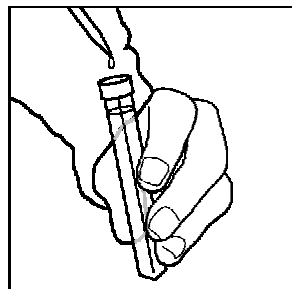
7. Refaire la procédure avec chaque liquide de chaque échantillon de sol et bien rincer la pipette et le tube avec de l'eau distillée après s'en être servi.

Partie 3. Tester le phosphate:

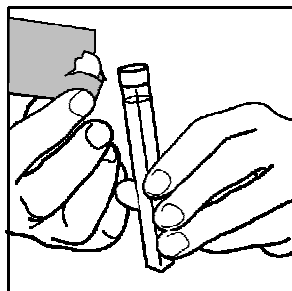
1. Utiliser une pipette propre pour mettre 25 gouttes de la solution extraite dans un tube de test propre. (S'il n'y a pas assez de solution, répéter la 1^{ère} partie pour en obtenir).



2. Remplir le tube avec de l'eau distillée.



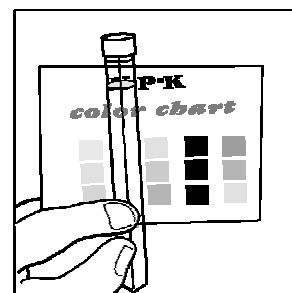
3. Ajouter une pastille de phosphore. Bien mettre l'ensemble de la pastille.



4. Fermer et mélanger jusqu'à dissolution de la pastille.

5. Faire reposer la solution et attendre 5 minutes pour que la couleur apparaisse (ne pas attendre plus de 10 minutes).

6. Comparer la couleur bleue de la solution avec l'échelle de couleur pour le phosphore du kit de test.



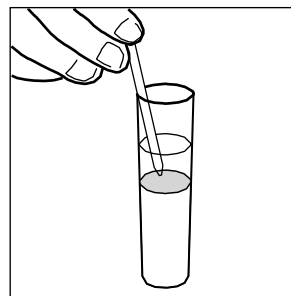
7. Ecrire vos résultats (élevé, moyen, faible ou nul) sur la feuille de donnée pour la fertilité du sol.

8. Jeter la solution et laver le tube et la pipette avec de l'eau distillée.

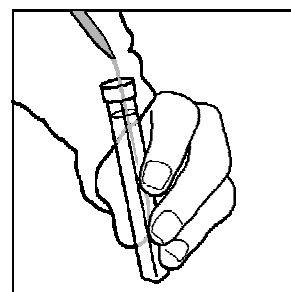
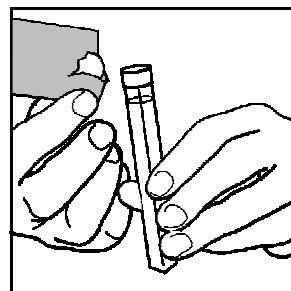
9. Refaire la procédure avec chaque liquide de chaque échantillon de sol et bien rincer la pipette et le tube avec de l'eau distillée après s'en être servi.

Partie 4. Tester le potassium:

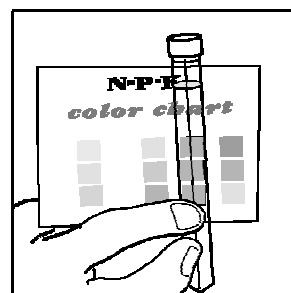
1. Utiliser la pipette pour transférer la solution extraite jusqu'à un tube de test du kit jusqu'à ce que le tube soit plein (s'il n'y a pas assez de solution, répéter la 1^{ère} partie pour en obtenir).



2. Ajouter une pastille de potassium. Bien mettre l'ensemble de la pastille. Fermer et mélanger jusqu'à dissolution de la pastille.



3. Tenir le tube devant les carrés noirs de la colonne de gauche de l'échelle de couleur. Et regarder la « noirceur » de la solution dans le tube de test puis la comparer avec les carrés ombrés de la colonne de droite. Record your results (High, Medium, Low, or None) on the *Soil Fertility Data Sheet*.



4. Jeter la solution et laver le tube et la pipette avec de l'eau distillée.

5. Refaire la procédure avec chaque liquide de chaque échantillon de sol et bien rincer la pipette et le tube avec de l'eau distillée après s'en être servi.

Protocole de fertilité du sol – Analyser les données

Les données sont-elles cohérentes?

Azote (N):

Le kit de test utilisé mesure la quantité d'azote sous sa forme de nitrate (NO_3). Comme le nitrate est chargé négativement, il n'est pas attiré par les autres particules chargées négativement du sol. De ce fait, lorsque du nitrate est ajouté à un sol, il est rapidement absorbé par les plantes, évacué par les écoulements d'eau ou évaporé en gaz. C'est pour cette raison que la valeur pour le nitrate peut être basse ou nulle pour la plupart des échantillons. Si le sol a récemment été fertilisé ou s'il y a une source d'azote (comme du compost), le niveau d'azote peut être plus élevé.

Phosphore (P):

Le kit de test GLOBE mesure la quantité de phosphore sous sa forme de phosphate (PO_4^{-3}), car c'est celle qui est le plus facilement prélevée par les plantes. Le résultat du kit sera faible si le sol a un pH inférieur à 5.0 ou supérieur à 8.0. Cela est dû à l'association des éléments du phosphate à des pH faible et élevé, ce qui le rendra difficilement prélevable. Par exemple, quand le pH est faible et que du fer est présent (rend le sol rouge), du phosphate de fer se crée et retient le phosphate de sorte que les plantes ne peuvent plus l'absorber. A un pH proche du neutre (7.0), le phosphate est bien plus facilement absorbable par les plantes et cela se traduit par une valeur moyenne ou élevée du phosphate sur le kit de test.

Potassium (K):

La quantité de potassium présent dans le sol dépend de la disponibilité des minéraux contenant du potassium. Les plus grandes sources de potassium sont contenues dans des minéraux tel que le mica qui relâche du potassium par érosion. Le potassium peut aussi être ajouté par un fertilisant. Comme le potassium est un cation, il est attiré par les éléments chargés négativement dans le sol. Le kit de test donnera une valeur moyenne ou élevée du potassium pour beaucoup de sol. Une valeur faible du potassium donnera l'indication d'un sol subissant beaucoup d'érosion.

Qu'est que vous devez chercher dans ces données?

Connaître la quantité relative d'azote, de phosphore et de potassium dans le sol aide les scientifiques pour la détermination du type et de la quantité de fertilisant (ou d'autres nutriments) que les agriculteurs et les jardiniers doivent utiliser pour faire pousser leur plantation. Par exemple, ils conseillent d'ajouter des fertilisants, du compost pour rendre le sol plus fertile. Les mesures de quantité de N,P et K aident aussi les scientifiques à mieux comprendre les propriétés du sol, comme le nombre de particules chargées négativement, la quantité de fer ou d'autres structures organiques et le niveau d'érosion du sol. Ces mesures peuvent aussi aider les scientifiques à déterminer le type de structure initiale dont le sol est extrait.

Protocole pour la mesure numérique sur plusieurs jours de la température courante de l'air et du sol ainsi que de ses maxima et minima



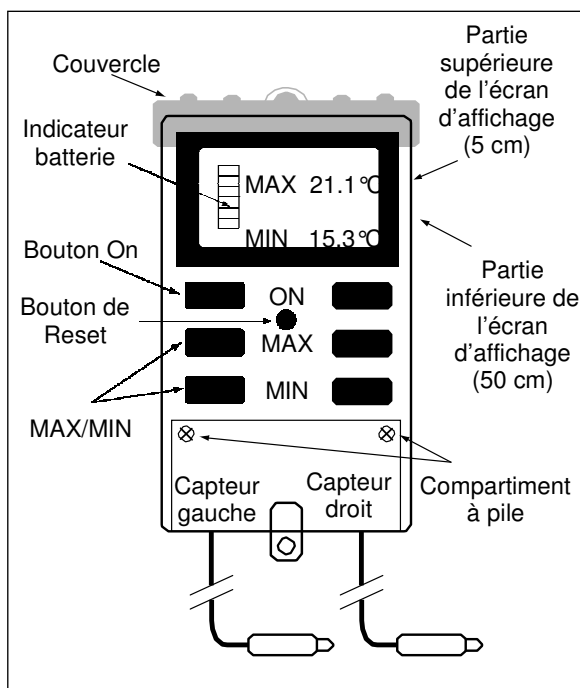
<p>Objectif général Mesurer et enregistrer chaque jour, sur un même site, la température de l'air et du sol à un moment donné, ainsi que ses maximum et minimum.</p> <p>Objectif spécifique Une sonde de température est installée dans l'abri tandis qu'une autre est placée à 10cm de profondeur dans le sol. Un thermomètre numérique est utilisé pour mesurer la température courante, ainsi que les extrema journaliers. Ces extrema sont stockés par l'instrument pour 6 jours et doivent donc être lus et notés dans cet intervalle de temps.</p> <p>Compétences Les élèves accèdent à la compréhension des relations entre température de l'air et du sol, et apprennent à utiliser un thermomètre numérique</p> <p>Concepts scientifiques <i>Sciences de la Terre et de l'Espace</i> Le temps peut être décrit par des mesures quantitatives. Le temps varie d'un jour à l'autre et selon la saison. Le temps varie sur des échelles spatiales locales, régionales et mondiales.</p> <p><i>Géographie</i> Les variations locales de température affectent la caractérisation de la géographie physique de la terre.</p> <p><i>Enrichissement / aller plus loin</i> La température du sol varie avec celle de l'air, dans une moindre mesure</p>	<p>Compétences scientifiques Utilisation d'un thermomètre numérique enregistrant les minima et maxima. Identification des questions susceptibles d'obtenir une réponse. Conception et conduite d'investigations scientifiques. Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données. Développer les descriptions et les prévisions, à partir de preuves. Identification et analyse des différentes hypothèses. Communiquer les résultats et les explications.</p> <p>Durée 10 minutes par série de mesure</p> <p>Niveau Tout niveau</p> <p>Fréquence Au moins une fois tous les 6 jours</p> <p>Matériel et instruments Un thermomètre numérique pouvant stocker les extrema sur plusieurs jours Un abri à instruments météo sur un poteau Outils pour creuser (pour la préparation du site seulement) Un thermomètre de référence Une sonde de température pour le sol</p> <p>Préparation Installer l'abri à instruments météo. Étalonner et installer le thermomètre numérique. Le mettre à zéro Voir le protocole « Mesure de la température du sol »</p> <p>Pré-requis Aucun</p>
--	---

Présentation du thermomètre numérique à mémoire

Ce thermomètre est un instrument électronique conçu pour mesurer la température courante et pour enregistrer les maximum et minimum atteints sur plusieurs périodes de 24h. Il est constitué de 2 sondes identiques ; l'une mesure la température de l'air, l'autre celle du sol.

L'appareil mesure et enregistre les plus hautes et plus basses températures atteintes lors de 6 périodes de 24 heures successives. Le début et la fin de ces périodes sont fixés par le moment où l'appareil a été réinitialisé par l'utilisateur (*moment de réinitialisation*). L'appareil doit être réinitialisé lorsqu'il est mis en place la première fois, et à chaque fois que la batterie est changée. Pour l'utilisation dans le cadre de GLOBE, le *moment de réinitialisation* doit être aussi proche que possible de midi, heure solaire locale, afin que chaque période de 24h se déroule approximativement d'un midi, heure solaire locale, à un autre. Tant que le thermomètre est lu avant le *moment de réinitialisation*, il affiche les extrema du jour et des 5 jours précédents. Après ce moment, le thermomètre affiche les extrema des 6 derniers jours.

Figure AT-MU-1 : Thermomètre numérique max/min plusieurs jours



Le thermomètre numérique est capable de mesurer des températures descendant jusqu'à -20°C lorsqu'il est utilisé avec une pile alcaline AA standard. L'utilisation de piles AA au lithium peut permettre des mesures à des températures plus basses. Néanmoins, à de faibles températures, l'affichage digital peut devenir trop faible pour être lu, même si l'appareil continue à fonctionner.

Sondes de températures

L'appareil est équipé de 2 sondes. Normalement une sonde sert à mesurer la température de l'air tandis que l'autre mesure celle du sol. Afin de pouvoir comparer les mesures, les sondes doivent être installées comme suit :

Sonde de gauche : température de l'air

Sonde de droite : placée à 10cm de profondeur

Les zones d'affichages respectives des 2 capteurs sont indiquées sur le côté droit de l'écran. La partie supérieure de l'écran (dédiée au capteur de gauche) est notée 'LF', tandis que la partie basse (dédiée au capteur de droite) est notée 'RT'

Astuce : pour éviter toute confusion, étiquetez les zones d'affichages 'air' et 'sol'. Ceci peut être fait avec un morceau de scotch fixé à gauche de l'écran.

Entretien du matériel

L'abri pour l'instrumentation doit être maintenu propre à l'intérieur comme à l'extérieur. La poussière, les débris et autres toiles d'araignées doivent être enlevés de l'intérieur de l'abri à l'aide d'un tissu propre et sec. L'extérieur de l'abri peut être nettoyé délicatement avec de l'eau afin d'enlever d'éventuels débris, mais il faut éviter de mouiller l'intérieur de l'abri. Si l'abri devient vraiment sale, il devra être repeint en blanc.

Quand la batterie du thermomètre devient faible, un indicateur de décharge s'allume. Il se trouve sur le côté gauche de l'écran, et a la forme d'une pile.

Quand il devient visible, il est temps de remplacer la batterie, en suivant les indications de la section « *Remplacer la pile* » du guide d'utilisation du thermomètre numérique.

Support pour l'enseignant

Les instructions fournies dans ce protocole sont spécifiques à une marque de thermomètre numérique. Elles peuvent être adaptées pour l'utilisation de matériel avec des caractéristiques similaires. Si vous avez des questions ou nécessitez de l'aide dans l'adaptation de ce protocole à d'autres instruments, contactez l'aide de GLOBE. Les points essentiels de ce protocole, qui ne doivent pas changer quelque soit le matériel utilisé, sont la position, la précision à +/- 0,5° C et l'exactitude des sondes de température.

Des instructions quant à l'utilisation d'autres types de thermomètre max/min sont fournis dans le *Protocole de mesures pour une journée de la température courante, maximale et minimale*. Les thermomètres utilisés dans ce protocole n'enregistrent pas les données, ils doivent donc être relevés et réinitialiser chaque jour. Si votre abri à instruments météo rend difficile la mesure de la température du sol, ou si vous êtes seulement intéressés par des relevés de température de l'air, il est possible de n'effectuer que des mesures de la température de l'air. Pour ce faire, il vous suffit de passer les sections de chaque guide se référant à la sonde enfouie.

Logistique des mesures

1. Revoir la théorie des chapitres *Atmosphère et Sol*
2. Vérifier le thermomètre de référence comme indiqué dans le *guide d'étalonnage d'un thermomètre*
3. Calculer les corrections dues aux éventuels décalages grâce au *guide d'étalonnage d'un capteur du thermomètre numérique à mémoire*
4. Installer le thermomètre numérique comme indiqué dans le *guide d'installation d'un thermomètre numérique à mémoire*
5. Mettre en place le moment de réinitialisation en réinitialisant le thermomètre dans un intervalle d'une heure autour du midi solaire local, grâce à *Réinitialisation d'un thermomètre numérique à mémoire*
6. Relever les extrema de température au moins une fois tous les 6 jours, en suivant

les instructions du *guide d'utilisation du thermomètre numérique à mémoire pour relever les extrema*

7. Relever la température courante comme indiqué dans le *guide d'utilisation du thermomètre numérique à mémoire pour relever la température courante*
8. Envoyer les données à GLOBE
9. Tous les 6 mois, ou lorsque la pile doit être remplacée, vérifier l'exactitude de la sonde enfouie grâce au *guide de vérification de l'erreur du capteur sol du thermomètre numérique*
Si l'amplitude de l'erreur est de 2°C ou plus, déterrer la sonde et ré-étalonner les 2 sondes (sol et air) comme indiqué dans *Étalonnage d'un capteur du thermomètre numérique à mémoire*. Si l'amplitude calculée est inférieure à 2°C, ré-étalonner la sonde aérienne uniquement.
10. Impliquer les élèves dans l'analyse des données.

Étalonnage

Le thermomètre numérique doit être étalonné avant son premier usage. Tous les 6 mois après sa mise en place, et à chaque changement de pile, la sonde aérienne doit être ré-étalonnée, et les mesures du capteur enfoui doivent être analysées afin de déterminer si il doit être déterrer et ré-étalonner. Ces ré-étalonnages se font par comparaison des températures mesurées par les sondes avec un thermomètre de référence et le capteur enfoui. Voir le protocole *Température du sol*.

Conseils utiles

Le but de ces étalonnages est d'obtenir les corrections à appliquer aux capteurs aérien et enfoui afin de prendre en compte les différences entre la température mesurée et la température réelle. Lorsque vous envoyez vos données de calibration à la base de données de GLOBE,

celle-ci calcule automatiquement les corrections et vous les envoie. Après avoir effectué l'étalonnage, lorsque vous entrez vos données de température dans GLOBE, la base de donnée prend automatiquement en compte les corrections au fur et à mesure que vous entrez les données. De cette manière, toutes les données de la base GLOBE sont correctement étalonnées. Par contre, faites attention à prendre en compte les corrections lorsque vous utilisez des données qui ne sont pas issues de la base GLOBE (incluant vos propres données).

N'APPLIQUEZ PAS LES CORRECTIONS AUX DONNEES QUE VOUS ENVOYEZ A GLOBE.

Questions pour aller plus loin

Quelle saison présente la plus large plage de température ? Pourquoi ?

Comparer les plages de variation de température du sol et de l'air

Quelles sont les latitudes et altitudes des autres écoles du réseau GLOBE avec des températures (air et sol) semblables aux vôtres ?

Quelle température du sol indique le début d'une nouvelle saison de pousse dans votre secteur, indiquée par le renouveau de l'herbe, la pousse et germination des mauvaises herbes ou l'éclosion des bourgeons ? Votre environnement local est-il affecté par la température moyenne ou par les extrema ? Comment la nature du sol influence-t-elle sa température ?

Étalonnage d'un thermomètre

Guide de laboratoire

But

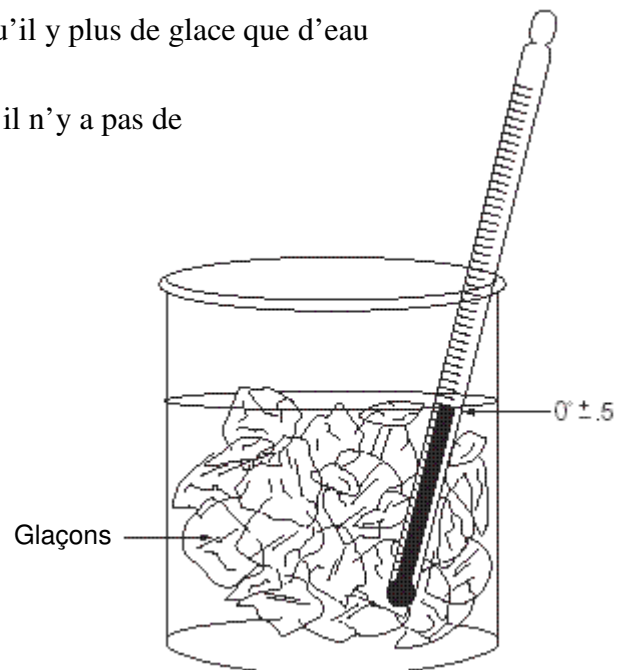
Vérifier l'étalonnage du thermomètre de référence

Ce dont vous avez besoin

- Un thermomètre de référence
- Des glaçons
- Un bocal propre d'une contenance d'au moins 250ml
- De l'eau (idéalement de l'eau distillée, mais l'essentiel est qu'elle ne soit pas salée)

Au laboratoire

1. Préparer dans le bocal un mélange d'eau fraîche et de glaçons, avec deux fois plus de glaçons que d'eau.
2. Placer le thermomètre de référence dans le bain de glace. Le réservoir du thermomètre doit être immergé.
3. Laisser l'ensemble reposer entre 10 et 15min
4. Agiter doucement le thermomètre dans le bain de glace afin qu'il soit parfaitement refroidi.
5. Relever la température ; si elle est comprise entre $-0,5$ et $+0,5^{\circ}\text{C}$, le thermomètre est précis.
6. Si la température est supérieure à $+0,5^{\circ}\text{C}$, vérifier qu'il y a plus de glace que d'eau dans votre bocal.
7. Si la température est inférieure à $-0,5^{\circ}\text{C}$, vérifier qu'il n'y a pas de sel dans votre bocal.
8. Si la température n'est toujours pas comprise entre $-0,5$ et $+0,5^{\circ}\text{C}$, changer de thermomètre. Si vous avez utilisé ce thermomètre pour les mesures, avertissez GLOBE



Etalonnage d'un capteur du thermomètre numérique à mémoire

Guide de terrain

But

Calculer les corrections à apporter aux mesures de températures aérienne et enfouie, afin de prendre en compte les erreurs d'exactitudes des instruments

Ce dont vous avez besoin

- Un thermomètre de référence vérifié comme indiqué dans le guide Etalonnage d'un thermomètre.
- Une feuille de donnée Etalonnage et Réinitialisation d'un thermomètre numérique.

Remarque : si vous ne ré-étalonner que le capteur air, passez les sections de ce guide se référant au capteur sol.

Sur le terrain

1. Ouvrir la porte de l'abri à instruments météo, et placer le thermomètre de référence ainsi que les 2 sondes (Air et Sol) dans l'abri de façon à ce que l'air circule autour et qu'ils ne touchent pas les parois. Fermer la porte de l'abri.
2. Attendre au moins une heure, puis ouvrir la porte de l'abri. Relever la température du thermomètre de référence et l'enregistrer au demi degré le plus proche sur la feuille de donnée.
3. Allumer l'affichage de la température de l'air en appuyant sur le bouton ON du capteur air (situé en haut à gauche sur le pavé de contrôle). Noter la température.
4. Allumer l'affichage de la température du sol en appuyant sur le bouton ON du capteur sol (situé en haut à droite sur le pavé de contrôle). Noter la température.
5. Refermer le couvercle du thermomètre numérique et la porte de l'abri.
6. Répéter les étapes 2 à 5 quatre autres fois, avec au moins une heure entre chaque mesure. Essayer de répartir au mieux les 5 relevés sur une journée.
7. Envoyer les données d'étalonnage à GLOBE

Installation d'un thermomètre numérique à mémoire

Guide de terrain

But

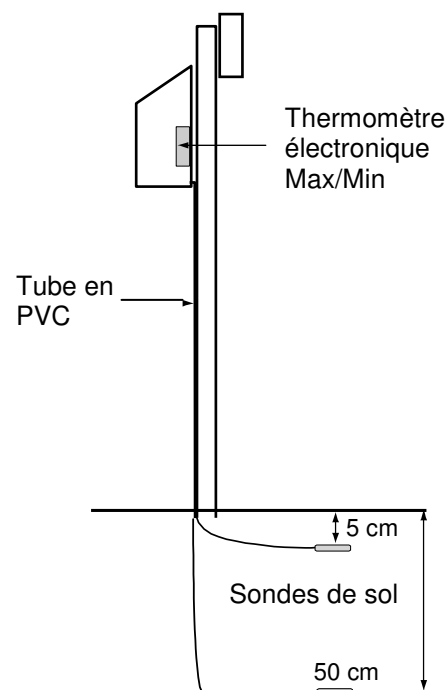
Mettre en place le thermomètre sur votre site d'étude atmosphérique

Ce dont vous avez besoin

- Une foreuse avec une mèche de 12mm (si vous faites des mesures dans le sol)
- Des outils pour creuser (si vous faites des mesures dans le sol)
- Des attaches de ficelles ou de fils
- Un abri d'instrumentation GLOBE (les caractéristiques sont données dans la section Boîte à Outils de la Liste de Matériel GLOBE)
- Un tuyau en PVC de 120*2,5cm (facultatif)

Sur le terrain

1. Fixer le boîtier du thermomètre numérique sur le mur du fond de l'abri. Le boîtier doit être placé de façon à faciliter la lecture de l'appareil.
2. Suspender la sonde nommée Left Sensor de façon qu'elle n'ait aucun contact avec les parois et que de l'air circule tout autour d'elle. Ceci peut être simplement réalisé en suspendant la sonde par son câble au plafond de l'abri.
3. Si vous ne réalisez pas de mesures dans le sol, ranger soigneusement l'autre sonde et son câble dans un coin de l'abri où ils ne gênent pas. Passer les étapes suivantes
4. Si nécessaire, forer un trou de 12mm dans le plancher de l'abri, près du fond arrière. Faire passer la sonde Right Sensor par l'orifice en laissant le plus de câble possible dans l'abri. Il est possible de faire passer la sonde et son câble dans un tuyau de PVC afin de protéger le câble.
5. Choisir un emplacement pour la sonde sol proche du côté ensoleillé de l'abri. Il est préférable d'effectuer les mesures dans un endroit jamais à l'ombre. Les commentaires concernant le choix du site doivent inclure la quantité d'ombre que le sol au dessus de la sonde va recevoir durant un an.
6. Creuser un trou d'un peu plus de 10cm de profondeur à l'emplacement choisi.
7. Au fond du trou, enfoncer la sonde à l'horizontal. Un clou ou un pointe métallique, d'un diamètre légèrement inférieur à celui de la sonde, peut servir à guider la sonde.
8. Reboucher le trou avec la terre excavée.
9. Attacher soigneusement tout câble en trop avec des attaches en ficelle ou fil. Garder le plus de câble possible dans l'abri.



Réinitialisation d'un thermomètre numérique à mémoire

Guide de terrain

But

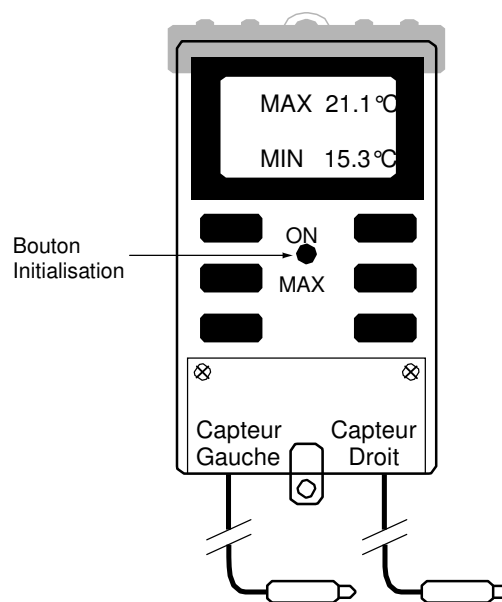
Réinitialiser le thermomètre numérique afin de définir le *moment de réinitialisation*, qui sert à déterminer le début et la fin des périodes de 24h sur lesquelles l'appareil enregistre les extrema.

Ce dont vous avez besoin

- Un stylo ou un clou.
- Une feuille de donnée Etalonnage et Réinitialisation d'un thermomètre numérique.
- Une montre précise ou tout autre moyen de mesure du temps.

Sur le terrain

1. Déterminer un *moment de réinitialisation* approprié qui corresponde à l'heure moyenne du midi solaire dans votre région. Il est important que ce *moment de réinitialisation* soit dans un intervalle d'une heure autour du midi solaire chaque jour de mesure. Si ce n'était pas le cas, il faudrait choisir un nouveau moment et réinitialiser l'appareil.
2. Aller à l'abri un peu avant le moment choisi, ouvrir l'abri et le couvercle du thermomètre.
3. Au moment choisi, utiliser un clou ou la pointe d'un stylo pour appuyer sur le bouton RESET, placé au milieu du pavé de touches.
4. L'affichage va s'éclairer brièvement puis il commence à afficher la température courante. L'appareil est désormais réinitialisé. Noter le moment exact dans la section Reset Time de la feuille de donnée.
5. Envoyer le *moment de réinitialisation* ainsi que la date à GLOBE, à la fois en temps local et GMT.



Utilisation du thermomètre numérique à mémoire pour relever les extrema

Guide de terrain

But

Mesurer les extrema de température de l'air et du sol pour les 6 derniers jours

Ce dont vous avez besoin

- Un abri météo correctement installé
- Un stylo ou crayon
- Un thermomètre numérique à mémoire correctement étalonné et mis en place
- Une montre précise ou tout autre moyen de mesure du temps
- Une feuille de donnée Thermomètre numérique à mémoire

Sur le terrain

1. Les relevés des minimum et extremum de température doivent être effectués au moins 5min après le *moment de réinitialisation*.
2. Ouvrir la porte de l'abri et soulever le capot du thermomètre numérique en faisant attention de ne pas toucher ou de ne pas souffler sur la sonde de température.
3. Noter l'heure et la date sur la feuille de données à la fois en heure locale et universelle. Remarque : L'heure envoyée à GLOBE doit être en temps universel.
4. Allumer l'affichage en appuyant sur le bouton ON de l'affichage de la sonde aérienne (situé en haut à gauche). Remarque : la température affichée est la température courante.
5. Appuyer 2 fois sur le bouton MAX (situé au milieu à gauche). Remarque : la valeur affichée après la première pression sur le bouton MAX est la plus haute température mesurée depuis le dernier *moment de réinitialisation*, et non sur un intervalle de 24h. Elle ne doit pas être relevée.
6. Le symbole MAX doit s'afficher à gauche de la température, surmonté du symbole D.1. Noter la température sur la feuille de données.
7. Appuyer à nouveau sur MAX. Le symbole D.1 devient D.2. Noter la température. Recommencer cette étape pour relever la température jusqu'à 6 jours (D.1 –D.6).
8. Pour relever les minimums, recommencer les étapes 5 à 7 en appuyant sur MIN (en bas à gauche) au lieu de MAX.
9. Pour les températures du sol, effectuer toutes les étapes précédentes en utilisant les boutons de la partie droite du pavé, et en lisant la partie inférieure de l'affichage.
10. Une fois tous les relevés effectués, refermer le couvercle de l'appareil. Ce dernier va s'éteindre automatiquement avec un certain délai.

Utilisation du thermomètre numérique à mémoire pour relever la température courante

Guide de terrain

But

Mesurer la température courante de l'air et du sol.

Ce dont vous avez besoin

- Un abri météo correctement installé
- Un thermomètre numérique à mémoire correctement étalonné et mis en place
- Une montre précise ou tout autre moyen de mesure du temps
- Un stylo ou crayon
- Une feuille de donnée : Thermomètre numérique, Intégration sur 1 jour, Intégration sur 7 jours, Aérosols, Ozone ou Vapeur d'eau

Sur le terrain

1. Ouvrir la porte de l'abri et soulever le capot du thermomètre numérique en faisant attention de ne pas toucher ou de ne pas souffler sur la sonde de température.
2. Noter l'heure et la date sur la feuille de données.
3. Allumer l'affichage en appuyant sur le bouton ON de l'affichage de la sonde aérienne (situé en haut à gauche).
4. Relever la température de l'air, affichée dans la partie supérieure de l'écran et la noter sur la feuille de données.
5. Si des mesures de la température du sol sont à effectuer, allumer l'affichage de la sonde enfouie (en haut à droite).
6. Relever la température du sol, affichée dans la partie inférieure de l'écran et la noter sur la feuille de données.
7. Une fois tous les relevés effectués, refermer le couvercle de l'appareil. Ce dernier va s'éteindre automatiquement avec un certain délai.

Vérification de l'erreur du capteur sol du thermomètre numérique

Guide de terrain et de laboratoire

But

Vérifier l'exactitude du capteur sol afin de déterminer si il doit être déterré et ré-étalonné

Ce dont vous avez besoin

- La sonde sol du thermomètre numérique
- Une feuille de donnée Etalonnage et Réinitialisation d'un thermomètre numérique

Sur le terrain et en laboratoire

1. Etalonner la sonde de température de sol suivant les instructions du guide de terrain Etalonnage de la sonde sol.
2. Ouvrir la porte de l'abri.
3. Choisir un emplacement intact à environ 15cm de la sonde enfouie.
4. Mesurer la température à une profondeur de 10cm, selon le guide de terrain '*Mesure de la température du sol*'.
5. Noter cette valeur dans la section Vérification de l'erreur du capteur enfoui de la feuille de données.
6. Allumer l'affichage en appuyant sur le bouton ON de l'affichage de la sonde so (situé en haut à droite).
7. Relever la température du thermomètre numérique et l'inscrire sur la feuille de données.
8. Refermer le couvercle du thermomètre numérique et la porte de l'abri.
9. Répéter les étapes 2 à 8 quatre fois, à au moins 1 heure d'intervalle.
10. Calculer la valeur moyenne de la température du sol.
11. Calculer la valeur moyenne des relevés du thermomètre numérique.
12. Calculer l'erreur en soustrayant à la valeur moyenne de l'étape 11 la valeur calculée à l'étape 10.
13. Si la valeur absolue de l'erreur est supérieure à 2°C, déterrer la sonde et ré-étalonner les 2 sondes (air et sol) grâce au guide de terrain 'Etalonnage des capteurs du thermomètre numérique'. Sinon, laisser la sonde enfouie et ré-étalonner uniquement la sonde air.

Remplacer la pile du thermomètre numérique

Guide de terrain

But

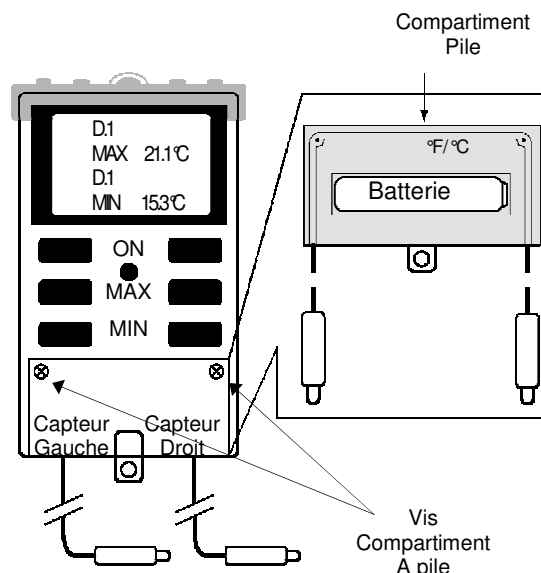
Remplacer la pile du thermomètre numérique.

Ce dont vous avez besoin

- Une pile AA neuve
- Un tournevis à petite tête Phillips

Sur le terrain

1. La pile se trouve dans la partie inférieure du thermomètre, sous le pavé de boutons.
2. Dévisser les 2 petites vis dans les coins supérieurs du compartiment et soulever le couvercle.
3. Changer la pile, en prenant garde à la polarité (le pôle négatif doit être en contact avec le ressort).
4. Refermer le couvercle et le revisser. Une fois la pile changée, ré-étalonner l'appareil.
5. Ré-étalonner les sondes en suivant le guide de terrain 'Étalonnage d'un capteur du thermomètre numérique à mémoire'.
6. Réinitialiser le thermomètre suivant le guide 'Réinitialisation d'un thermomètre numérique à mémoire'.

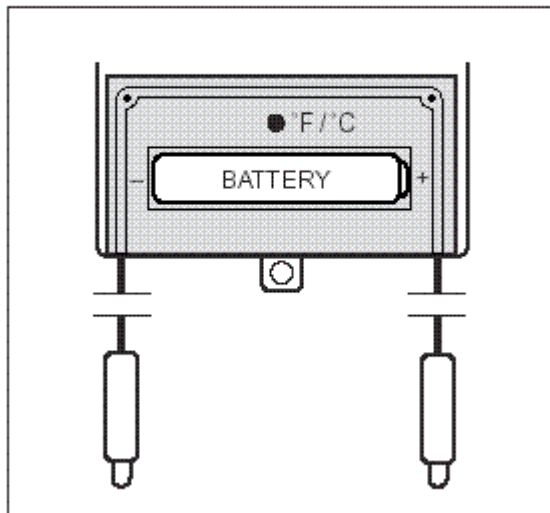


Questions fréquentes

1. Que dois-je faire si le thermomètre numérique affiche les températures en degrés Fahrenheit au lieu de Celsius?

Vous pouvez changer les unités en appuyant sur un petit bouton situé dans le compartiment à pile. Ouvrez le compartiment comme indiqué dans le guide Remplacer la pile du thermomètre numérique. Vous devriez voir un petit bouton rond étiqueté °F/°C (voir le dessin ci-dessous). Allumer au moins une des 2 sondes puis appuyez sur ce bouton. L'affichage change de degrés Fahrenheit à Celsius. Refermer le compartiment. Tous les relevés pour GLOBE doivent être effectués en degrés Celsius.

Figure AT-MU-2: Multi-Day Digital Max/Min Thermometer Battery Compartment with cover removed.



2. Que faire si le midi, heure solaire locale, qui change au cours de l'année, n'est plus dans un intervalle d'une heure autour de mon moment de réinitialisation?

Pour que vos mesures d'extrema de température soient valides, il est nécessaire que votre *moment de réinitialisation* soit dans un intervalle d'une heure autour du midi, heure solaire locale. Réinitialiser votre appareil suivant le guide Réinitialisation d'un thermomètre numérique à mémoire afin d'être dans les 15 minutes autour du midi solaire.

3. Si j'oublie de relever les extrema de température, est-ce que je peux les récupérer le jour suivant ?

Les extrema stockés par l'appareil sont mis à jour toutes les 24 heures au *moment de réinitialisation*. Ainsi ces valeurs peuvent être récupérées entre approximativement 5 minutes après le *moment de réinitialisation* et 5 minutes avant celui du jour suivant. Si vous attendez jusqu'à après le *moment de réinitialisation* du 7^{ème} jour, une journée de données sera donc perdue. Cependant, il faut faire attention à bien faire correspondre la température mesurée et le jour de cette mesure. Les valeurs affichées avec le symbole D.1 correspondent ainsi au jour en cours si le relevé est fait après le *moment de réinitialisation* (comme recommandé), et au jour précédent si le relevé est fait avant. Les tableaux ci-dessous fournissent des éclaircissements.

Relevé après le moment de réinitialisation

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

Relevé avant le moment de réinitialisation

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

4. Puis-je lire le thermomètre le matin avant le moment de réinitialisation ?

Si le thermomètre est lu le matin, au moins 5 minutes avant le *moment de réinitialisation*, il donne les valeurs pour les 6 jours précédents, mais pas pour le jour qui commence.

5. Quand je presse une fois un bouton MIN ou MAX, l'appareil affiche une valeur que je ne suis pas supposé relever; à quoi correspond elle?

La valeur affichée est le maximum ou le minimum de température pour le jour en cours. Comme la période de 24 heures n'est pas finie, ce n'est pas forcément l'extremum de la journée. Même si ce n'est pas une mesure valide pour GLOBE, vous pouvez vous en servir pour vos propres études.

6. Comment fonctionne le thermomètre numérique ?

Le thermomètre mesure la variation de courant passant dans un circuit à tension constante dans lequel le capteur sert de résistance.

Quand la température du capteur change, sa résistance varie. La variation de courant dans le circuit est inversement proportionnel à la variation de courant dans le capteur, comme le stipule la loi d'Ohm : le courant est égal à la tension divisée par la résistance. Alors, la mesure du courant dans le circuit et la connaissance de la tension, donnent accès à la résistance. Ces calculs sont effectués par l'appareil, qui affiche au final la température correspondant à la valeur de la résistance.

Protocole de mesure numérique des températures du sol sur plusieurs jours



<p>Objectif Consigner les températures minimale et maximale du sol à 5 et 50 cm de profondeur sur plusieurs jours</p> <p>Vue d'ensemble Un thermomètre électronique est utilisé pour mesurer la température instantanée ainsi que les températures maximale et minimale de la journée. Une sonde de température est placée à 5 cm de profondeur, une autre à 50 cm. Les températures maximale et minimale quotidiennes sont stockées par l'instrument pendant une période allant jusqu'à six jours et doivent donc être lues et consignées au moins une fois tous les six jours pour éviter toute perte de données.</p> <p>Bénéfices pour les étudiants Les étudiants approfondissent la relation entre deux températures à deux profondeurs différentes, et apprennent à se servir d'un thermomètre électronique.</p> <p>Concepts scientifiques <i>Géographie</i> La variabilité de température d'un endroit joue un rôle dans la caractérisation du système géographique physique de la Terre.</p> <p>Enrichissement La température du sol varie avec la température de l'air La température du sol varie moins que la température de l'air.</p> <p>Capacité à mener une recherche scientifique Utiliser un thermomètre électronique Max/Min Identifier les questions pertinentes. Création et conduite de recherches scientifiques</p>	<p>Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse des données. Développer des descriptions et des explications, des prédictions et des modèles en utilisant des preuves. Reconnaître et analyser des explications alternatives</p> <p>Durée Dix minutes par jeu de mesures</p> <p>Niveau Tous niveaux</p> <p>Fréquence Au moins une fois tous les six jours</p> <p>Matériel et instrumentation Un thermomètre électronique max/min multi-jours Un abri pour instrument fixé sur un poteau Des outils pour creuser (pour l'installation seulement) Un thermomètre sonde pour le sol (re-calibration seulement)</p> <p>Préparation Installer l'abri pour instrument Revoir le matériel donné dans le Protocole d'étude de la température du sol</p> <p>Pré requis Aucun</p>
---	---

Protocole de mesure numérique des températures du sol sur plusieurs jours— Introduction

Il existe deux protocoles qui utilisent le thermomètre électronique max/min multi-jours. Ce protocole explique comment utiliser le thermomètre pour mesurer la température du sol à 5 et 50 cm de profondeur. Le *protocole de mesure automatisée des températures de l'air et du sol* montre comment se servir du thermomètre pour mesurer la température de l'air et celle du sol à 10 cm de profondeur. Si deux thermomètres sont disponibles, les deux protocoles peuvent être réalisés au même endroit, et il sera possible de mesurer la température de l'air et celle du sol à trois profondeurs différentes. Ceci permettra de construire et d'étudier un profil de température du sol.

Ce protocole est sensé être réalisé sur un site d'étude de l'atmosphère ou de l'humidité du sol. Mais, si ce site se trouve sur le site d'étude de l'atmosphère qui possède un thermomètre mesurant la température de l'air les données n'en seront que plus significatives. Il est probable qu'il soit nécessaire de définir un nouveau site d'étude de l'humidité du sol spécifiquement pour le thermomètre électronique.

Thermomètre électronique min/max multi jours

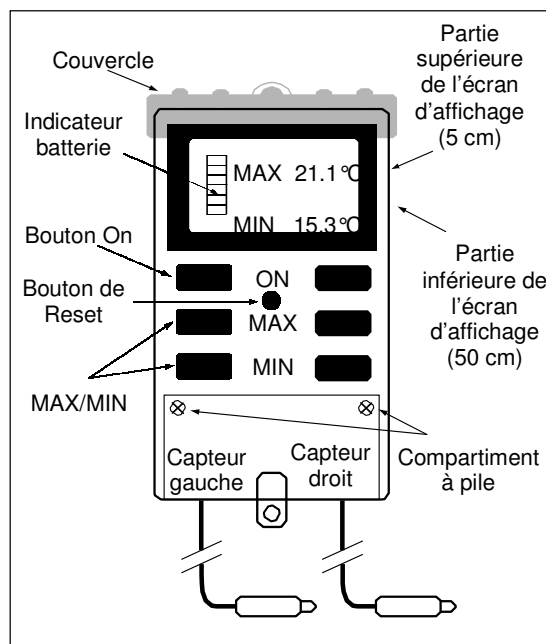
Le thermomètre électronique max/min multi-jours est un instrument utilisé pour mesurer la température instantanée et consigner les températures maximale et minimale atteintes durant plusieurs périodes de 24 heures. Il possède deux sondes identiques.

L'instrument consigne et conserve les températures les plus hautes et les plus basses sur six périodes successives de 24 heures. Les heures de départ et d'arrêt pour chaque période correspond à l'heure à laquelle a été initialisé l'instrument (*heure d'initialisation*). L'instrument est initialisé quand il est configuré pour la première fois et à chaque fois que la pile est changée. Pour une utilisation avec GLOBE, l'*heure d'initialisation* doit être midi à l'heure solaire locale, plus ou moins une heure. Si l'*heure d'initialisation* est midi à l'heure solaire locale, plus ou moins 15 minutes, toutes les périodes de 24 heures commenceront et se termineront à midi,

heure solaire locale, plus ou moins une heure tout au long de l'année, bien que le midi à l'heure solaire locale varie.

Le thermomètre affiche les températures maximale et minimale de la journée en cours ainsi que celles des cinq derniers jours, s'il est lu après l'*heure d'initialisation*. S'il est lu avant l'*heure d'initialisation*, il affichera les températures maximales et minimales des six derniers jours.

Figure SO-MU-1 : Thermomètre électronique max/min multi-jours



Le thermomètre électronique max/min multi-jours est capable de mesurer des températures allant jusqu'à -20°C lorsqu'il est alimenté par des piles alcalines AA standards. Les remplacer par des piles au lithium permet à l'instrument de supporter des températures plus basses. A des températures inférieures à zéro, l'écran digital peut devenir trop sombre pour être lu, ce qui n'empêche pas l'instrument de consigner les températures. Si les étudiants veulent lire le thermomètre ils doivent le réchauffer dans leurs mains au préalable; ceci n'affectera pas les mesures de températures, les sondes étant enterrées dans le sol.

Les sondes de température

Dans ce protocole, une sonde du thermomètre électronique est utilisée pour mesurer la température à 5 cm de profondeur, l'autre à 50 cm. Par soucis de consistance, les sondes sont placées comme suit :

Capteur gauche : à 5cm de profondeur dans le sol

Capteur droit : à 50 cm de profondeur dans le sol

Les données des capteurs s'affichent sur la partie droite de l'écran digital de l'instrument. La zone d'affichage supérieure droite de l'écran (pour le capteur gauche) est labellisée 'LF' alors que la zone d'affichage inférieure droite (pour le capteur droit) est labellisée 'RT'.

Astuce : pour éviter toute confusion, labelliser ces zones d'affichage '5 cm' et '50 cm' respectivement. Ceci peut se faire en écrivant sur un bout de ruban adhésif collé sur la partie gauche de l'écran d'affichage.

Maintenance des instruments

L'abri pour instrument doit être conservé propre à l'intérieur comme à l'extérieur. La poussière, les débris, et les toiles d'araignées doivent être enlevés de l'intérieur avec un chiffon propre. L'extérieur de l'abri peut être soigneusement rincé à l'eau pour enlever tout débris, attention cependant à ne pas mouiller l'intérieur de l'abri. Si l'extérieur de l'abri devient très sale, il est nécessaire de le repeindre en blanc.

Lorsque la pile du thermomètre devient faible un voyant s'allume. Ce voyant est situé sur la gauche de l'écran d'affichage et a la forme d'une pile AA. Lorsque ce voyant s'allume il est temps de changer la batterie. Suivre le *Guide de terrain : Changer la batterie du thermomètre électronique Max/Min multi-jours*.

Support pour l'enseignant

Les instructions données dans ce protocole sont spécifiques à une marque de thermomètre électronique. Elles peuvent être appliquées à d'autres marques possédant les mêmes spécifications. Si vous avez des questions ou nécessitez de l'aide pour adapter ces instructions à d'autres instruments, contactez le Service Assistance GLOBE ou votre coordinateur national. Les éléments essentiels de ce protocole, restant les mêmes quelque soit l'équipement, sont le positionnement des sondes de température, le timing des périodes de 24 heures et la précision de +/- 0.5°C et la stabilité de calibration des capteurs de température.

Logistique des mesures

1. Revoir le contexte dans le chapitre Sol
2. Calibrer le thermomètre en suivant les instructions du guide de laboratoire *Calibration du thermomètre*
3. Calculer les offset de corrections de capteur comme indiqué dans le guide de terrain *Calibration des capteurs du thermomètre électronique multi-jours*
4. Installer le thermomètre électronique comme indiqué dans le guide de terrain *Installation du thermomètre électronique multi-jours*
5. Établir l'heure d'initialisation en initialisant le thermomètre aussi près que possible de midi à l'heure solaire locale, comme indiqué dans le guide de terrain *Initialisation du thermomètre électronique multi-jours*
6. Consigner les températures maximales et minimales comme indiqué dans le guide de terrain du protocole de *mesure des températures du sol par le thermomètre électronique multi-jours* au moins une fois tous les six jours
7. Consigner comme désiré les températures instantanées en suivant les indications du guide de terrain *Température instantanée avec le thermomètre électronique multi-jours*
8. Tous les six mois, ou à chaque changement de pile, vérifier l'exactitude de la sonde à 5 cm comme indiqué dans le guide de terrain *Vérification de l'erreur du capteur à 5 cm du thermomètre électronique multi-jours*. GLOBE indiquera s'il est nécessaire ou non de déterrer les capteurs et de les re-calibrer
9. Demander aux étudiants d'étudier leurs données

Calibration

Le thermomètre électronique doit être calibré avant le premier usage. Tous les six mois après l'installation et après chaque changement de pile les lectures capteurs pour le sol doivent être vérifiées pour voir s'il est nécessaire ou non de les déterrer pour les re-calibrer. Ces calibrations et vérifications se font en comparant les températures lues par les deux sondes avec les lectures du thermomètre de calibration et celles d'un thermomètre sonde pour le sol (voir le protocole *Mesure de la température du sol*).

Conseils utiles

- Le but de la calibration est d'obtenir des offsets de correction de capteur qui tiennent compte des différences entre les températures mesurée et effective. Après avoir rapporté les données de calibrations à la banque de données de GLOBE, celle-ci calcule automatiquement ces valeurs qui vous sont alors renvoyées. Une fois que la calibration est faite et que les données de températures commencent à être envoyées à GLOBE, la banque de données tiendra automatiquement compte des offsets de correction au fur et à mesure que les mesures sont entrées dans celle-ci. De cette façon, toutes les données de la banque GLOBE sont calibrées efficacement. Il faut faire attention à bien prendre en compte les offsets de correction pendant l'analyse de données qui ne sont pas obtenues par la banque de données de GLOBE (vos données collectées incluses). **NE PAS APPLIQUER LES OFFSETS AUX DONNÉES AVANT DE LES ENVOYER A GLOBE.**
- Il y a un voyant pour la batterie sur la partie gauche de la zone d'affichage. Il a la forme d'une pile divisée en deux sections (voir le diagramme du thermomètre). Lorsque ce voyant s'allume, il est temps de remplacer la pile en utilisant le guide de terrain *Changer la pile du thermomètre électronique Max/Min multi-jours*.

Questions pour aller plus loin

Quelle saison possède la plus grande fourchette de températures ? Pourquoi ?

Comment la fourchette de température du sol varie avec la profondeur ?

Quelles sont les latitudes et altitudes des autres écoles GLOBE ayant des températures de sol similaires aux vôtres ?

Quelle température du sol annonce une nouvelle saison dans la région, comme le montrent la pousse de l'herbe, or l'éclosion sur les arbres ou les arbustes ?

De quelle façon la texture du sol influence la température du sol ?

Comment la température du sol varie entre les jours ensoleillés et nuageux sur le site d'investigations et à différentes profondeurs ?

Calibration du thermomètre

Guide de laboratoire

But

Vérifier la calibration du thermomètre de calibration

Matériel

Un thermomètre de calibration

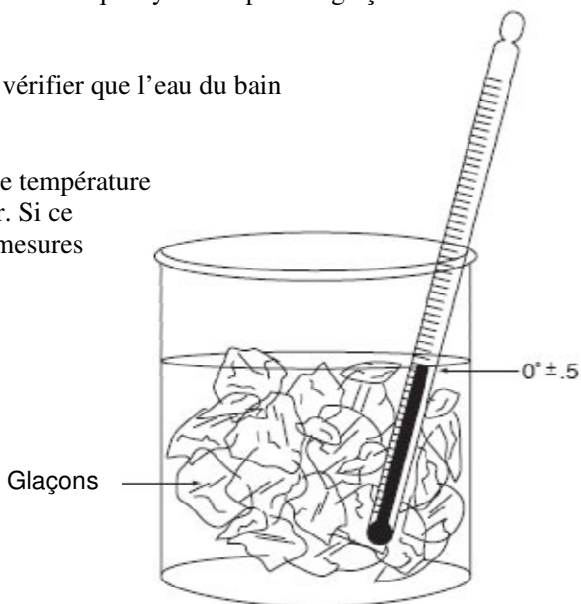
Des glaçons ou de la glace pilée

Un récipient propre d'au moins 250 mL

De l'eau (non salée, distillée de préférence)

Mode opératoire

1. Verser de l'eau et des glaçons dans le récipient. Mettre plus de glaçons que d'eau.
2. Mettre le thermomètre de calibration dans ce bain eau-glaçons. La tête du thermomètre doit se trouver dans l'eau.
3. Laisser tremper le thermomètre dans le bain pendant 10 à 15 minutes.
4. Remuer le thermomètre délicatement dans le bain de façon à ce qu'il soit bien refroidi.
5. Lire le thermomètre. S'il affiche entre -0.5°C et $+0.5^{\circ}\text{C}$, la température est correcte.
6. Si le thermomètre affiche plus de $+0.5^{\circ}\text{C}$, s'assurer qu'il y a bien plus de glaçons que d'eau dans le bain.
7. Si le thermomètre affiche moins de -0.5°C , vérifier que l'eau du bain n'est pas salée.
8. Si le thermomètre n'affiche toujours pas une température comprise entre -0.5°C et $+0.5^{\circ}\text{C}$, le changer. Si ce thermomètre a été utilisé pour prendre des mesures le notifier à GLOBE.



Calibration du thermomètre électronique multi-jours

Guide de terrain

But

Calculer les offsets de corrections des capteurs pour le sol utilisés pour ajuster l'inexactitude de l'instrument

Matériel

Un thermomètre de calibration qui a été vérifié selon le guide de laboratoire *Calibration du thermomètre*

La fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique multi-jours pour le sol*

Mode opératoire

1. Ouvrir l'abri pour instrument et laisser pendre le thermomètre de calibration et les deux sondes (5 cm et 50 cm) dans l'abri, de façon à ce qu'ils soient à l'air libre et qu'ils ne touchent pas les bords de l'abri. Fermer l'abri pour instrument.
2. Attendre au moins une heure et rouvrir l'abri pour instrument.
3. Lire le thermomètre de calibration et la consigner au demi-degré Celsius près sur la fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique pour le sol*.
4. Appuyer sur le bouton Marche du capteur à 5 cm (bouton supérieur gauche) pour afficher la température correspondante à l'écran du thermomètre électronique.
5. Appuyer sur le bouton Marche du capteur à 50 cm (bouton supérieur droit) pour afficher la température correspondante à l'écran du thermomètre électronique.
6. Lire les températures affichées à 5 cm et 50 cm puis les reporter sur la fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique pour le sol*.
7. Fermer le couvercle du thermomètre électronique et l'abri pour instrument.
8. Répéter les étapes 2 à 7 encore quatre fois en attendant au moins une heure entre chaque lecture de température. Essayer d'étaler autant que possible sur la journée les cinq jeux de lectures.
9. Rapporter les données de calibration à GLOBE.

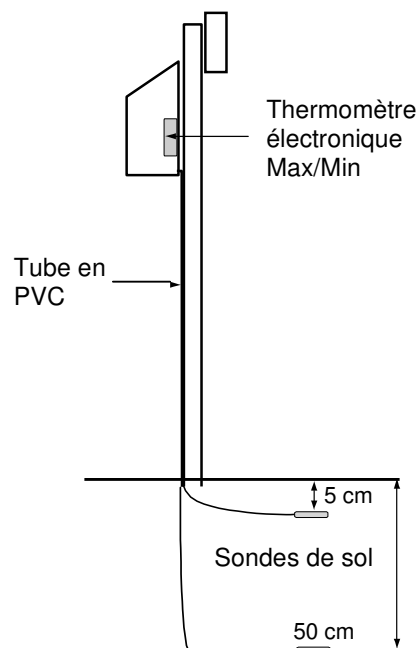
Installation du thermomètre électronique multi-jours

Guide de terrain

Installer le thermomètre électronique pour le sol sur le site d'études de l'atmosphère et de mesure de l'humidité du sol.

Matériel

- Une perceuse avec une mèche de 12 mm
- Des outils pour creuser
- Du fil ou de la ficelle
- L'abri pour instrument GLOBE (les spécifications sont données la *liste des instruments GLOBE* dans kit d'outillage)
- Un tube en PVC de 120 cm de long et 2.5 cm de diamètre (facultatif)
- Deux morceaux de ruban adhésif
- Quelque chose pour écrire (un stylo, un crayon de papier)



Note : un second thermomètre est utilisé pour mesurer la température de l'air et celle du sol à 10 cm de profondeur, enterrer les sondes de sol à 5 cm et 50 cm le plus près possible de la sonde de sol à 10 cm de ce thermomètre. Si la sonde à 10 cm n'a pas encore été enterrée enterrer toutes les sondes dans le même trou.

Mode opératoire

1. Installer la boîte du thermomètre électronique à l'arrière de l'abri pour instrument. La boîte doit être placée de façon à ce que la lecture du thermomètre soit aisée. S'il n'y a plus de place à l'arrière de l'abri, la boîte peut être placée sur le sol, au pied de l'abri.
2. Labelliser la sonde gauche '5 cm' et la sonde droite '50 cm' avec les deux morceaux de ruban adhésif. Attention à ne pas les coller sur les pointes en métal des sondes.
3. Si nécessaire percer un trou de 12 mm dans la partie inférieure, vers l'arrière de l'abri pour instrument. Faire passer les sondes dans le trou en laissant le plus de fil possible dans l'abri. Les capteurs peuvent être introduits dans le tube en PVC de façon à protéger les fils.
4. Enterrer les sondes du côté de la partie ensoleillée du pied de l'abri pour instrument. Il est préférable d'obtenir des données venant d'un sol dégagé de toute ombre. La définition de votre site d'étude doit inclure des commentaires sur la présence éventuelle d'ombres sur la surface du sol en-dessous de laquelle se trouvent les sondes.
5. Creuser un trou de 50 cm de profondeur à l'endroit choisi.

6. Planter horizontalement la sonde labellisée '5cm' dans la paroi du trou creusé à 5 cm de profondeur. Utiliser, si nécessaire, une aiguille ou un clou (d'un diamètre légèrement plus petit que celui de la sonde) pour amorcer le trou et y glisser ensuite la sonde.
7. Planter horizontalement la sonde labellisée '50cm' dans la paroi du trou à 50 cm de profondeur. Encore une fois, utiliser, si nécessaire, une aiguille ou un clou pour amorcer le trou et y glisser ensuite la sonde.
8. Reboucher le trou avec sa propre terre (dernière retirée, première remise)
9. Sécuriser tout câble libre en faisant des nœuds avec de la ficelle. Mettre le plus possible de câble libre dans l'abri pour instrument.

Initialisation du thermomètre électronique Max/Min multi-jours

Guide de terrain

But

Initialiser le thermomètre électronique multi-jours pour établir l'*heure d'initialisation*, qui sert d'heure de départ et d'arrêt aux périodes de 24 heures et durant chacune d'elles le thermomètre enregistre les températures maximale et minimale.

Note : Le thermomètre ne doit être initialisé que lorsqu'il est configuré, lors du changement de batterie, ou lorsque l'heure d'initialisation est de plus d'une heure éloignée de midi, heure solaire locale.

Matériel

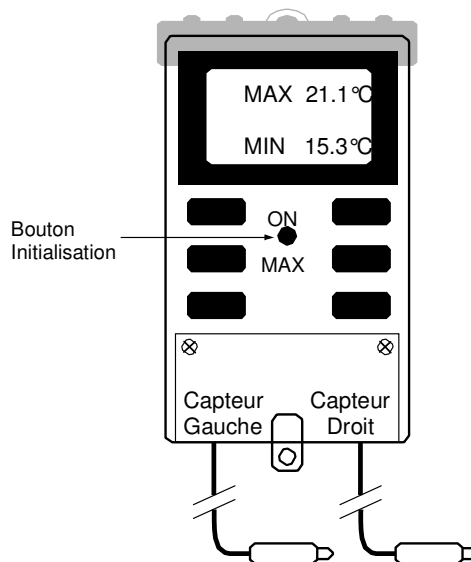
Un stylo ou un clou

La fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique Max/Min*

Une montre précise, un GPS ou tout autre instrument donnant l'heure.

Mode opératoire

1. Déterminer une *heure d'initialisation* correspondant à l'heure moyenne du midi, heure solaire de votre région. Il est important que l'*heure d'initialisation* soit à moins d'une heure de midi à heure solaire locale, pour tous les jours pendant lesquels seront prises des mesures. Si ce n'est pas le cas, une nouvelle *heure d'initialisation* devra être choisie et le thermomètre initialisé de nouveau.
2. Quelques instant avant l'*heure d'initialisation* prévue, ouvrir l'abri pour instrument, retirer le couvercle du thermomètre électronique Max/Min.
3. A l'*heure d'initialisation* désirée, utiliser un clou ou un stylo pour appuyer puis relâcher le bouton situé comme indiqué ci-dessus.
4. L'écran d'affichage clignotera quelques secondes et commencera à lire la température. L'instrument est maintenant initialisé. Noter l'heure exacte de la journée dans la partie Heure d'initialisation du relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique Max/Min*. C'est l'*heure d'initialisation*.
5. Rapporter l'*heure d'initialisation* à GLOBE en heure locale et Temps Universel.



Mesure électronique des températures Max/Min du sol sur plusieurs jours

Guide de terrain

But

Mesurer les températures maximale et minimale quotidiennes à 5 cm et 50 cm de profondeur des six derniers jours.

Ce qu'il faut

Un abri pour instrument correctement installé
Un thermomètre électronique Max/Min correctement calibré et installé

La fiche de relevé de données *du thermomètre électronique sol*
Un stylo ou un crayon de papier
Une montre précise ou tout autre instrument donnant l'heure

Matériel

1. Il est préférable de prendre les maximum et minimum de températures au moins cinq minutes après l'heure d'initialisation.
2. Ouvrir l'abri pour instrument ainsi que le couvercle du thermomètre électronique Max/Min.
3. Noter l'heure et la date sur la fiche de relevé de données en heure locale et Temps Universel.
Note : La saisie de données GLOBE doit se faire en Temps Universel
4. Activer la zone d'affichage du thermomètre correspondant à la température de la sonde à 5cm en appuyant sur le bouton ON (bouton supérieur gauche 'ON').
5. Appuyer le bouton MAX du capteur à 5 cm (bouton du milieu à gauche labellisé 'MAX') **deux fois.**
Note : La température qui s'affiche après avoir pressé le bouton MAX une seule fois est la température maximale depuis la dernière *heure d'initialisation* et non celle d'une période de 24 heures. Elle ne doit pas être consignée.
6. Le symbole 'MAX' doit apparaître sur l'écran d'affichage à gauche de la température avec le symbole 'D1' au-dessus. Noter cette température sur la fiche de relevé de données.
7. Appuyer sur le bouton MAX du capteur à 5 cm une nouvelle fois. Le symbole 'D2' doit alors remplacer le symbole 'D1'. Noter la température correspondante sur la fiche de relevé de données. Répéter cette procédure pour noter les données d'autant de jours nécessaires (dans la limite des six derniers jours).
8. Pour obtenir les températures minimales à 5 cm de profondeur, répéter les étapes 5 à 7 en appuyant sur le bouton MIN du capteur à 5 cm (bouton en bas à gauche labellisé 'MIN') à la place du bouton MAX.
9. Pour obtenir les températures à 50 cm, répéter les étapes ci-dessus en utilisant les boutons correspondant à 50 cm de profondeur sur la partie droite du thermomètre. Les lectures se font sur la partie inférieure de l'écran d'affichage.
10. Une fois que toutes les mesures sont prises, refermer le couvercle de l'instrument. Il s'éteindra automatiquement après un court instant. Fermer l'abri pour instrument.

Mesure de la température instantanée du sol avec un thermomètre électronique

Guide de terrain

But

Mesurer la température instantanée à 5 cm et 50 cm de profondeur.

Matériel

Un abri pour instrument correctement installé
Un thermomètre électronique Max/Min correctement calibré et installé

Une montre précise ou tout autre instrument donnant l'heure
La fiche de relevé de données *du thermomètre électronique sol*
Un stylo ou un crayon de papier

Mode opératoire

1. Ouvrir l'abri pour instrument et soulever le couvercle du thermomètre électronique Max/Min.
2. Noter l'heure et la date sur la fiche de relevé de données.
3. Activer la zone d'affichage du thermomètre correspondant à la température de la sonde à 5cm en appuyant sur le bouton ON (bouton supérieur gauche 'ON').
4. La température actuelle à 5 cm s'affiche alors sur la partie supérieure de l'écran d'affichage. Noter cette température sur la fiche de relevé de données.
5. Pour les mesures à 50 cm, répéter les étapes ci-dessus en utilisant le bouton d'affichage associé à la profondeur 50 cm (bouton en haut à droite labellisé 'ON') et lire la valeur affichée sur la partie inférieure de l'écran.
6. Une fois que toutes les mesures sont prises, refermer le couvercle de l'instrument. Il s'éteindra automatiquement après un court instant. Fermer l'abri pour instrument.

Vérifier l'erreur à 5 cm du thermomètre électronique

Guide de terrain

But

Vérifier que le capteur pour le sol à 5 cm fonctionne correctement

Matériel

Un thermomètre sonde pour le sol du protocole *Mesure de température du sol*

La fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique*

Mode opératoire

1. Calibrer un thermomètre sonde pour le sol en suivant les instructions données dans le guide de laboratoire de *Calibrer un thermomètre sol* du protocole *Mesure de la température du sol*.
2. Ouvrir l'abri pour instrument.
3. Choisir un endroit à environ 15 cm de l'endroit où se trouvent les sondes de température.
4. Mesure la température du sol à 5 cm de profondeur à cet endroit choisi en suivant les instructions du protocole *Mesure de la température du sol*.
5. Noter cette température dans la section 'Vérification de l'erreur du capteur sol à 5 cm' de la fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique pour le sol*.
6. Activer la zone d'affichage de température du thermomètre Max/Min en appuyant sur le bouton ON du capteur sol (bouton en haut à gauche).
7. Lire la température mesurée par la sonde et la noter dans la section 'Vérification de l'erreur du capteur sol à 5 cm' de la fiche de relevé de données *Calibration et initialisation du thermomètre électronique pour le sol*.
8. Fermer le couvercle du thermomètre électronique ainsi que l'abri pour instrument.
9. Répéter les étapes 2 à 8 quatre nouvelles fois, en attendant au moins une heure entre chaque mesure.
10. Rapporter ces données à GLOBE. Les archives GLOBE détermineront s'il est nécessaire de déterrer les capteurs pour le sol et de les recalibrer en suivant les instructions du guide de terrain *Calibration d'un thermomètre électronique*.

Changer la pile du thermomètre électronique min/max

Guide de terrain

But

Changer la batterie du thermomètre électronique Max/Min

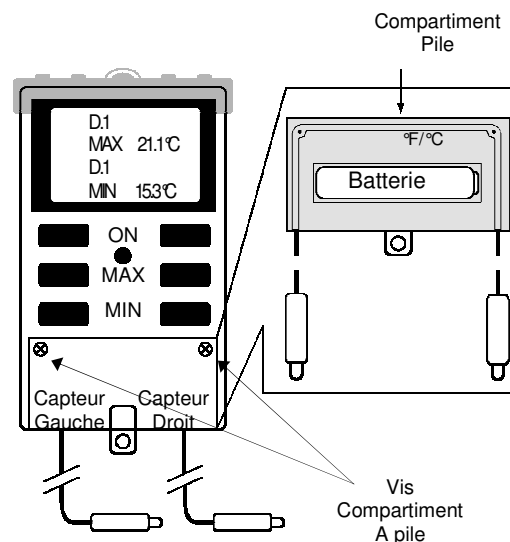
Matériel

Une nouvelle pile AA

Un petit tournevis Phillips

Mode opératoire

1. La pile se trouve dans le compartiment à pile dans la partie inférieure de l'instrument
2. Retirer les deux petites vis des deux coins supérieurs du couvercle du compartiment et retirer le couvercle
3. Changer la pile, en respectant les polarités (le signe moins contre le ressort)
4. Remettre le couvercle du compartiment et revisser les deux vis
5. Re-calibrer les capteurs en suivant les indications du guide de terrain *Calibration d'un thermomètre électronique*
6. Initialiser l'instrument en utilisant le guide de terrain *Initialisation d'un thermomètre électronique min/max*



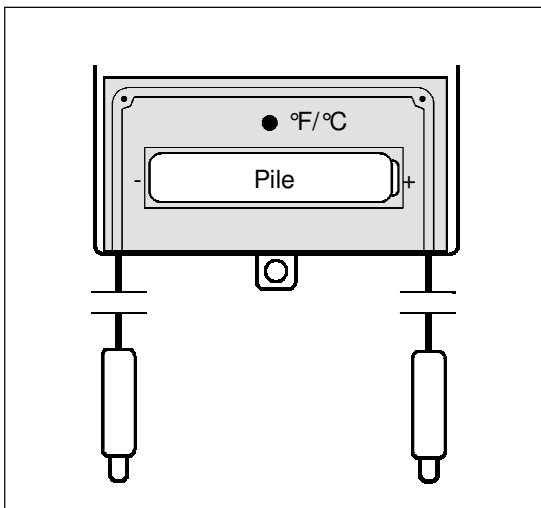
Questions fréquentes

1. Que faire si le thermomètre électronique min/max affiche les températures en degrés Fahrenheit et non Celsius ?

Les unités peuvent être changées en appuyant sur un bouton situé dans le compartiment à pile. Ouvrir le compartiment à pile en suivant les indications données dans le guide de terrain *Changer la pile du thermomètre électronique Max/Min*. Un petit bouton indiqué °F/°C s'y trouve (voir la figure ci-dessous).

Allumer au moins un capteur et appuyer sur le bouton. Les unités passeront de Fahrenheit en Celsius. Fermer le compartiment à pile. S'assurer que l'instrument affiche les unités en degré Celsius lors des mesures !

Figure SO-MU-2: Compartiment à pile avec le couvercle retiré du thermomètre électronique Max/Min.



2. Que se passe-t-il si mon heure d'initialisation est supérieure à plus ou moins une heure de midi à l'heure solaire locale ?

Pour que les lectures des températures maximale et minimale soient valides, il est nécessaire que l'heure d'initialisation soit inférieure à plus ou moins une heure de midi à l'heure solaire locale. Initialiser l'instrument selon le guide de terrain *Initialisation du thermomètre électronique Max/Min* le plus près possible de midi, heure solaire locale (à moins de 15 minutes de préférence).

3. Si une lecture des températures maximale et minimale n'a pas été faite, est-il possible de récupérer les valeurs le lendemain ?



Les températures maximale et minimale enregistrées dans l'instrument sont mises à jour toutes les 24 heures, à l'heure d'initialisation. De ce fait, ces valeurs de températures peuvent être collectées à tout moment, 5 minutes environ après l'heure d'initialisation jusqu'à 5 minutes avant l'heure d'initialisation le jour suivant. Après l'heure d'initialisation du 7^e jour, les données d'une journée seront perdues. Si elles sont lues le jour suivant, il faut faire attention à bien associer les valeurs lues à la journée correspondante. Les températures maximale et minimale affichées sur l'écran avec le symbole 'D1' correspondent aux valeurs de la journée en cours lorsque les lectures sont faites après l'heure d'initialisation (recommandé), et à celle de la journée précédente si la lecture est faite avant l'heure d'initialisation. Voir le tableau ci-dessous :

Lectures après l'heure d'initialisation (recommandé)

Symbole	Affichage digital		
	D.1	D.2	D.3
Lecture correspondant à la période de 24h se terminant :	Aujourd'hui	Hier	J+2

Lectures avant l'heure d'initialisation

Symbole	Affichage digital		
	D.1	D.2	D.3
Lecture correspondant à la période de 24h se terminant :	Hier	J+2	J+3

4. Est-il possible de lire le thermomètre le matin avant l'heure d'initialisation ?

Il est possible de lire les maxima et minima des températures des six derniers jours si elles sont lues au moins cinq minutes avant l'heure d'initialisation. Cependant celles de la journée en cours ne peuvent être lues.

5. Lorsque le bouton MIN ou MAX est appuyé en premier, l'instrument affiche une température qui n'est pas sensée être enregistrée ? A quoi correspond-elle ?

La température qui s'affiche lorsqu'un bouton MIN ou MAX est appuyé en premier est la température maximale ou minimale de la période de 24 heures en cours. La période n'étant pas terminée, la valeur affichée n'est, a priori, pas l'extremum de cette période. Bien que cette valeur ne soit pas à reporter à GLOBE, elle peut être utilisée à titre personnel.

6. Comment fonctionne le thermomètre électronique ?

Le thermomètre fonctionne en mesurant la variation de courant à travers un circuit alimenté en de tension continue dans lequel la sonde sert de résistance. Sa résistance électronique change avec sa température. La variation du courant dans le circuit est inversement proportionnelle à la variation de la résistance électrique de la sonde, comme décrit par la loi d'Ohm (le courant est égal à la tension divisée par la résistance). Ainsi, en mesurant le courant dans le circuit, et connaissant la tension, il est possible de déterminer la résistance de la sonde. Ceci est effectué par l'instrument, qui transmet alors la température de la sonde correspondant à son niveau de résistance.

Etude du sol

Fiche de relevé de données calibration et initialisation du thermomètre électronique

Nom de l'école : _____ Site d'étude : _____
Noms des observateurs : _____

Calibration

<i>Relevés du thermomètre</i>						
Numéro de relevé	Date (jj/mm/aa)	Heure Locale (heure:min)	Temps Universel (heure:min)	Relevés de calibration du thermomètre (°C)	Relevés du capteur à 5 cm (°C)	Relevés du capteur à 50 cm (°C)
1						
2						
3						
4						
5						

Heure d'initialisation

Note : Le thermomètre ne doit être initialisé que lors de sa première installation, après un changement de la pile, ou si l'heure solaire locale dérive de plus d'une heure par rapport à l'heure d'initialisation.

Date : _____ Heure locale (Heure :Min) : _____ Temps universel (Heure :Min) : _____
L'initialisation est-elle due à un changement de pile ? _____

Vérification du capteur à 5 cm

Relevés du thermomètre

Numéro de relevé	Date (jj/mm/aa)	Heure Locale (heure:min)	Temps Universel (heure:min)	Relevé du thermomètre de sol à 5 cm (°C)	Relevé du capteur électronique à 5 cm (°C)
1					
2					
3					
4					
5					

Etude du sol

Fiche de relevé de données du thermomètre électronique

Nom de l'école : _____ Site étudié : _____

Noms des observateurs : _____

Date : Jour _____ Mois _____ Année _____

Heure locale (Heure : Min) _____ Temps Universel (Heure : Min) _____

Heure d'initialisation en temps universel (Heure : Min) : _____

Températures instantanée :

Température du sol à 5 cm (C°) : _____

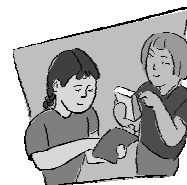
Température du sol à 50 cm (C°) : _____

Températures maximales et minimales

Ne pas effectuer de relevés pendant au moins 5 minutes après l'initialisation

	Affichage sur l'écran numérique					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Température maximum à 5 cm (°C)						
Température minimum à 5 cm (°C)						
Température maximum à 50 cm (°C)						
Température minimum à 50 cm (°C)						
Si vous effectuez le relevé APRÈS l'initialisation : Lecture correspondant à la fin de la période de 24h :	J Aujourd'hui	J-1 Hier	J-2	J-3	J-4	J-5
Si vous effectuez le relevé AVANT l'heure d'initialisation : Lecture correspondant à la fin de la période de 24h se terminant :	J-1 Hier	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6

Protocole de mesure automatisé de température du sol et de l'air



Objectif

Continuellement mesurer la température du sol et de l'air sur un même emplacement.

Vue d'ensemble

Les étudiants installent quatre sondes de température ; trois sont placées dans le sol à trois profondeurs différentes et la dernière est placée dans un instrument de protection. Ils utilisent un enregistreur de données pour mémoriser les observations provenant des sondes toutes les 15 minutes. Ils transfèrent les données à leurs ordinateurs scolaires pour analyse et pour les soumettre à la base de données Globe.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront autorisés à utiliser un équipement de surveillance automatisé pour mesurer les températures du sol et de l'air. Ils pourront manipuler un modem avec des données étendues.

Ils auront le droit de créer des bilans et des graphiques de temps en séries et les utiliser pour des analyses de données.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps peut être décrit par des mesures quantitatives.

Il change au jour le jour et de saison en saison.

Il varie sur les échelles spatiales locales, régionales et globales.

La température du sol change selon la profondeur, l'humidité et la température de l'air.

La température du sol varie moins que la température de l'air.

Géographie

La variabilité de la température d'un endroit affecte les caractéristiques du système géographique physique de la Terre.

Sciences physiques

Utiliser un enregistreur de données pour mesurer la température.

Identifier les questions intéressantes.

Création et conduite de recherches scientifiques.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Développer des descriptions et des explications en utilisant les évidences.

Reconnaître et analyser les différentes explications.

Communiquer les procédures et les explications.

Durée

L'installation prend environ 4 heures mais peut être répartie sur plusieurs jours.

Transfert des données : 10 minutes

Analyse des données et soumission au Globe : de 30 minutes à 2 heures selon la quantité de données et la qualification des étudiants pour les calculs.

Niveau

Moyen, secondaire

Fréquence

Une fois établie

Les batteries ont besoin d'être changées tous les ans.

Transfert des données, analyse et soumission au Globe : de préférence tous les week-end, mais au moins une fois par mois.

Matériel et instrumentation

Un enregistreur de données à 4 chaînes et un logiciel

1 sonde de température de l'air.

3 sondes de température du sol.

Câble d'interface d'enregistreur/ordinateur de données.

Boîte en plastique imperméable à l'eau (~0.5L de volume)

CaSO₄ ou autre déshydratant (100mL)

...

Instrument de protection installé sur un poteau

Des outils creusant

Préparation

Passer en revue le maximum, le minimum, le protocole d'usage pour la température de l'air et celui du sol.

Pré requis

Aucun

Protocole automatisé de mesure de température du sol et de l'air

-Introduction

Un enregistreur de données est un dispositif électronique qui rassemble automatiquement les données à un taux d'échantillonnage prédéterminé. Un enregistreur de données permet aux scientifiques et aux étudiants de collecter des mesures environnementales correctes à des sites éloignés. Ils rassemblent aussi des données continuellement pour permettre la collecte de données conformes et pour analyse.

Avec un enregistreur de données, les étudiants sont autorisés à collecter des données pendant les week-ends et les récréations. Les enregistreurs de données peuvent collecter des informations jusqu'à 84 jours sans lectures ni calibrages quotidiens du thermomètre.

Les étudiants qui utilisent les enregistreurs de données contribuent à apporter des informations importantes à l'ensemble des données mondiales sur les températures du sol et de l'air. Les connaissances des scientifiques sur le climat ont été déterminées par leur accès à un grand nombre de données sur la température de l'air, mais l'ensemble des données sur la température du sol n'est pas aussi étendu. Les étudiants qui utilisent les enregistreurs de données auront une contribution significative pour l'ensemble de ces données et pour notre connaissance des sciences de la terre.

Support pour le professeur

Gestion du matériel

Les procédures décrites dans ce protocole sont spécifiques à une marque particulière d'enregistreurs de données et ses sondes de températures et son logiciel. Ils peuvent être adaptés à un autre équipement tant qu'ils répondent aux caractéristiques de l'enregistreur de données Globe. Si les enseignants et les étudiants pensent utiliser différents équipements, ils devront contacter le Bureau d'Aide du Globe pour savoir comment adapter ce protocole à leur équipement. Les éléments essentiels de ce protocole, qui doit sembler le même sans regarder le modèle d'équipement, sont le placement des sondes de température, leur précision à 0,5°C près et leur exactitude. Un ordinateur HOB0 4 chaînes externes enregistreur de données est utilisé pour enregistrer les températures de

l'air et du sol à un emplacement d'étude de l'atmosphère toutes les 15 minutes. L'initialisateur de type HA a une gamme de -40 à 100°C et une exactitude de 0,5°C. Ceci marche bien pour la plupart des surfaces et pour les applications proches de la surface. Cet enregistreur de données a 4 chaînes. Pour l'uniformité, l'enregistreur de données doit être connecté comme ceci :

Ch.1 – Température de l'air ;

Ch.2 – 5cm de profondeur ;

Ch.3 - 10cm de profondeur ;

Ch.4 – 50cm de profondeur.

La condensation peut endommager l'enregistreur de données donc il doit être gardé dans un récipient imperméable exempt d'humidité élevée. Une boîte en plastique avec un couvercle serré de cachetage contenant un déshydratant, comme le CaSO₄, fonctionne bien pour absorber l'humidité et protéger l'enregistreur.

Les étudiants peuvent assembler leur propre boîte imperméable. S'ils choisissent de le faire, ils doivent acheter un ensemble de connecteurs passe fils (référence étape 2, dans démarrer l'enregistreur de données, guide de laboratoire). Les étudiants et les professeurs peuvent faire des demandes de ces connecteurs au Bureau d'Aide Globe (école américaine) ou avec leur coordonnateurs de pays (toutes les écoles hors des Etats Unis).

Choix du site

Pour se protéger, la boîte imperméable de l'enregistreur de données doit être gardée hors de portée directe du soleil et de la pluie. Le meilleur emplacement pour installer l'enregistreur de données du sol est sous l'instrument de protection Globe. Les étudiants creusent ou forent un trou du côté de l'équateur (côté soleil) du poteau de support de l'instrument de protection et placent les sondes à une profondeur de 5cm, 10cm, et 50cm. Les données collectées sur le sol dans des endroits non ombragés sont préférées. Sur leur feuille de définition de l'emplacement les étudiants devront présenter leurs observations sur la quantité d'ombre que le sol reçoit pendant l'année.

Préparation

Les étudiants devraient lire les sections suivantes dans le manuel d'utilisateurs BoxCar Pro v.3.5+ : installation, lancement enregistreur HOBO H8, lecture sortie des données, visualiser vos données, et exporter les données. Les étudiants devraient compléter l'instrument assemblé et le logiciel d'installation avant qu'ils commencent à collecter des données comme décrit dans le paragraphe Préparation de l'enregistreur de données, guide de laboratoire.

Ils devraient compléter le test de polarisation des sondes avant de commencer à collecter des données comme décrit dans le paragraphe Calibration et tests de laboratoire, guide de laboratoire. D'après le guide, ils devraient compléter le calibrage de la gamme complète et les reporter dans Globe. La calibration et les tests laboratoires permettent de vérifier que l'unité fonctionne normalement et fournit une opportunité pour les étudiants de pratiquer en utilisant l'enregistreur avant de l'installer sur l'ordinateur.

Les étudiants devraient également installer l'enregistreur de données et les sondes d'après les instructions du paragraphe installation des sondes, guide de terrain.

Le contenu de la science pour ce protocole est le même que pour le Maximum, le Minimum, et la température d'air et pour le protocole de température du sol. Les étudiants peuvent se référer à ces sections pour des informations plus poussées.

Transférer les données

Les étudiants lancent ou initialisent les données collectées en suivant le paragraphe Lancement de l'enregistreur de données, guide de terrain ou de laboratoire.

Les étudiants placent l'enregistreur de données lancé dans l'instrument de protection et le connectent aux sondes de température en suivant la section sur l'Installation de l'enregistreur de données guide de terrain.

Ils téléchargent les données stockées dans l'enregistreur de données et les transfèrent à leur ordinateur en suivant le paragraphe sur Collecter des données guide de laboratoire.

Après avoir collecter les données, les étudiants relancent et installent l'enregistreur de données dans l'instrument de protection en suivant la section Lancement de l'enregistreur de données, guide de terrain ou de laboratoire et Installation de l'enregistreur de données, guide de terrain.

Ils préparent le transfert de leurs données et les soumettent à Globe en suivant la section Manipulation et soumission des données, guide de laboratoire.

Les données doivent être transférées de l'enregistreur de données et envoyer à la base de données de Globe tous les 1-2 semaines. Les étudiants devraient protéger et sauver leurs .dtf fichiers de l'enregistreur de données brutes.

L'enregistreur de données peut être débranché et apporté à l'intérieur pour télécharger les données, mais il est également possible de prendre un ordinateur portable ou un chariot portatif de données dans le champ et ainsi éviter de débrancher l'enregistreur de données.

Questions pour aller plus loin

Comment varient les températures de l'air et du sol durant la journée ?

Comment sont liées les températures du sol et de l'air ?

Comment sont liées les températures du sol à des profondeurs différentes ?

Comment les changements de températures du sol et de l'air sont affectés par l'humidité ?

Comment la texture du sol affecte sa température ?

Pour influencer la synchronisation de l'ouverture des bourgeons et autres changements phénologiques, est ce que ce sont les températures moyennes ou les températures extrêmes qui ont de l'importance ?

Préparation de l'enregistreur de données

Guide de laboratoire

But

Préparer et assembler l'enregistreur de données et les câbles. Lancer le logiciel de l'enregistreur de données.

Matériel

Enregistreur de données/sondes assemblés

H08-006-04 HOBO H8 4 chaînes externes

TMC1-HA large gamme de sonde de température 0.3m (1 ft) câble (1)

TMC20-HA large gamme de sonde de température 6.1m (20 ft) câble (3)

Boîte imperméable comme une boîte carré à sandwich (~0.5L volume)

CaSO₄ ou un autre agent déshydratant (100mL)

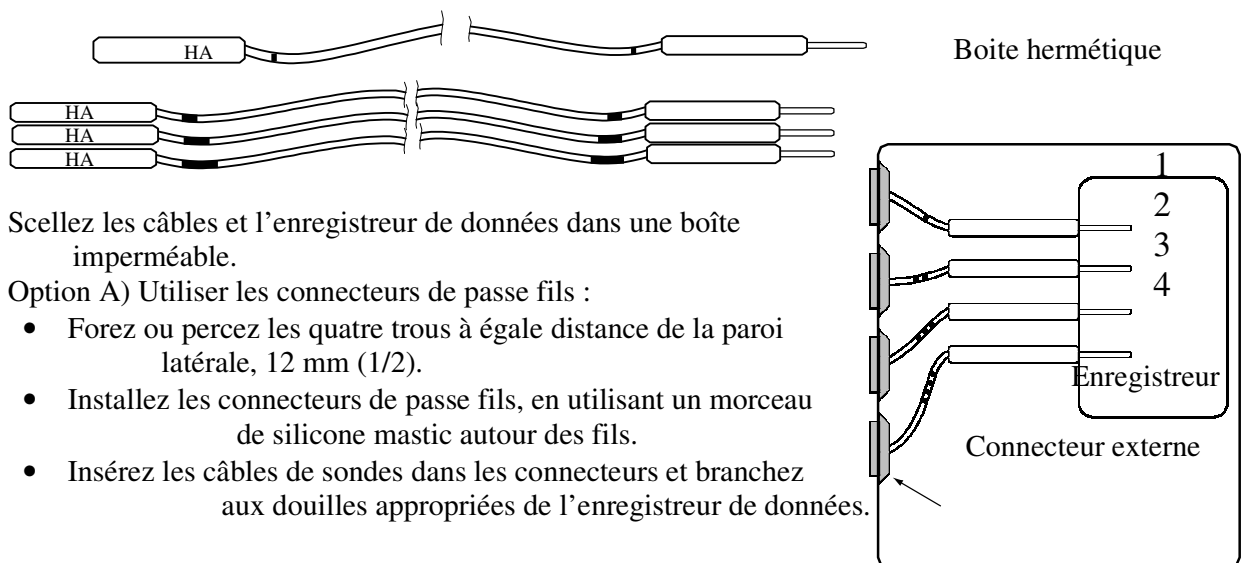
Connecteurs de passe fils (4)

Ordinateur interfaceBoxCar Pro logiciel v.3.5+ ou v.4.0

Ordinateur interface câble PC ou MAC

Mode opératoire

1. Utilisez un marqueur permanent pour marquer les deux extrémités des câbles des quatre sondes TMC6-HA. Placez la marque à 1 cm du bout renforcé des prises. Utilisez 1, 2, 3 ou 4 lignes tracées complètement autour de chaque câble. Etiqueter le petit câble numéro 1.



2. Scellez les câbles et l'enregistreur de données dans une boîte imperméable.

Option A) Utiliser les connecteurs de passe fils :

- Forez ou percez les quatre trous à égale distance de la paroi latérale, 12 mm (1/2).
- Installez les connecteurs de passe fils, en utilisant un morceau de silicone mastic autour des fils.
- Insérez les câbles de sondes dans les connecteurs et branchez aux douilles appropriées de l'enregistreur de données.

Note : un ensemble de connecteurs passe fils peuvent être obtenus en envoyant votre adresse e-mail à : Bureau d'Aide Globe (école américaine) ou à votre coordinateur (toutes les autres écoles).

OU Option B) Utiliser les chaînes de fils et le silicone mastic :

- Forez les quatre trous à égale distance de la paroi latérale, 5 mm (1/4).
- Insérez les câbles des sondes dans la paroi latérale et branchez-les dans les douilles de l'enregistreur de données appropriées.
- Attachez les chaînes de fils convenablement contre le mur intérieur.
- Attachez les chaînes de fils convenablement contre le mur extérieur.
- Appliquez le silicone mastic autour des fils et entre les chaînes de fils et bouchez la paroi latérale.
- Laissez sécher/ traiter pendant 24heures.

3. Lancer le logiciel BoxCar Pro de votre ordinateur. Si vous utilisez un MAC, vous devez télécharger le logiciel sur : www.onsetcomp.com/support/2543_MacBCP.html
 - Suivez les instructions d'installation du logiciel en page 1 du manuel d'utilisateurs de BoxCar.
 - Connectez les câbles en série au PC (9-pin, D-type) port COM ou à MAC (8-pin, O-type) port modem.
 - Vérifiez que la date et l'heure de votre ordinateur sont correctes.
 - Lancez c:\Bxcrpro3\Bxcrpro.exe (endroit par défaut) ou double cliquez sur l'icône BoxCar Pro.

Note : les nouveaux ordinateurs iMAC/G3 et G4 Apple avec clé USB nécessite des adaptateurs de câbles supplémentaires.

Calibration et tests de laboratoire

Guide de laboratoire

But

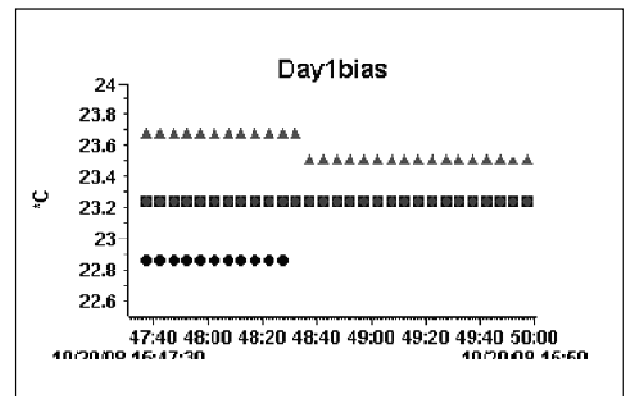
Vérifier que l'enregistreur de données et les sondes fonctionnent normalement.

Matériel

Enregistreur de données assemblé et des câbles
Eau chaude (~50°C), tasse non isolée, glace
Thermomètre calibration

Mode opératoire

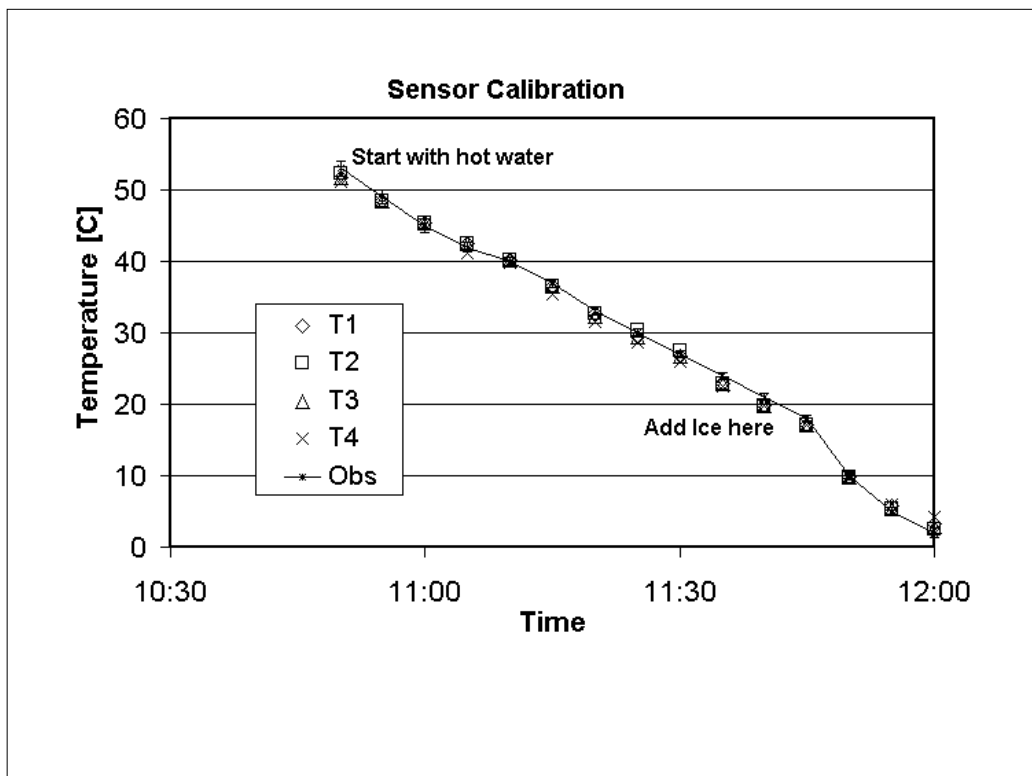
1. Enregistrer la polarisation de sonde. Ce test vérifie que les quatre chaînes enregistrent approximativement la même température en collectant des données pendant quelques minutes avec quatre sondes regroupées mesurant la température de l'air. La polarisation ou la différence entre chaque sonde devrait être d'au moins 1°C.
 - a. Branchez chaque sonde dans le socle approprié et placez les quatre bouts des sondes ensemble et loin de toute source de chaleur (comme un endroit ensoleillé).
 - b. Connectez l'enregistreur au câble en série.
 - c. Confirmez que l'horloge de l'ordinateur est à la bonne heure.
 - d. Double cliquez sur l'icône BoxCar pour lancer ce logiciel.
 - e. Sélectionnez « lancer » (Ctrl L) sous le Bouton « enregistreur » sur la barre de menu.
 - f. Changez le fichier « description » de « test » à « jour 1 polarisation ».
 - g. Changez l'«intervalle » à « 6secondes ».
 - h. Sélectionnez le bouton « commencer », un message devrait indiquer que le « programme » est en chargement.
 - i. Attendez 3 minutes. L'enregistreur de données devrait fonctionner !
 - j. Sélectionnez « afficher » (Ctrl R) sous le bouton « enregistreur » sur la barre de menu.
 - k. L'écran devrait indiquer que les données sont « téléchargées », ensuite donnez un nom au fichier.
 - l. Utilisez les options d'affichage pour regarder chaque canal de la température séparément.



- m. Enregistrez les moyennes des valeurs de chaque chaîne dans votre Notation Science Globe, elles devraient être à 1°C l'une de l'autre.
- n. Assurez-vous que vous avez compris la balance d'axe de temps et que ça montre l'heure et la date exacte et comment sauver les données dans le fichier Excel.

2. Calibrage de gamme complète

- a. Placez les quatre sondes de température à moitié pleine, non isolée dans une tasse d'eau chaude (~50°C).
- b. Connectez l'enregistreur au câble en série.
- c. Confirmez que l'horloge de votre ordinateur est à la bonne heure.
- d. Sélectionnez « lancer » sous le bouton « enregistreur » sur la barre de menu.
- e. Nommez le fichier « description » en « CAyymmdd, où yymmdd représente l'année d'aujourd'hui, le mois et le jour.
- f. Placez l' »intervalle « à 5 min et lancez l'enregistreur avec un lancement retardé régulier de 5 minute (exemple : il est maintenant 10:17:00. Donc mettez le lancement retardé à 10:20:00).
- g. Enregistrez la température du thermomètre toutes les 5 minutes en conjonction avec les enregistreurs prélevant le temps.
- h. Après que le changement de température ait ralenti de 1°C/5min, ajoutez des cubes de glace et continuez jusqu'à ce que l'eau soit congelée.



Installation du capteur

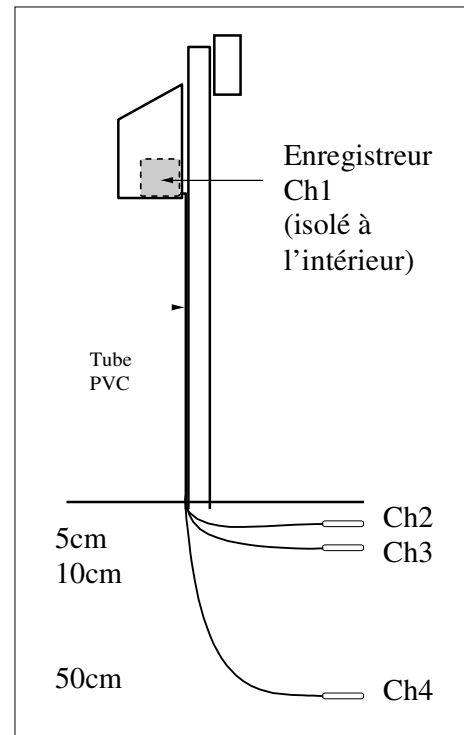
Guide de terrain

But

Installez l'enregistreur de données et les capteurs sur votre site d'étude atmosphérique.

Matériel

Un mètre
Outils pour creuser
Un tube PVC 120 cm x 2.5 cm
Les câbles et l'enregistreur de données assemblé
Une perceuse avec un foret de 12mm
De la ficelle ou du fil métallique
Désydratant



Mode opératoire

1. Préparez l'installation. Assurez vous que la distance entre votre boîtier et le capteur le plus profond est de moins de 5,5 mètres afin de pouvoir creuser facilement un trou de 50cm de profondeur.
2. Percez un trou de 12mm, si besoin, à travers le bas de votre abri, à proximité du fond.
3. Placez le boîtier de l'enregistreur des données à l'intérieur de la partie abritée.
4. Utilisez une ficelle ou un fil métallique pour sécuriser le capteur de température d'air (#1) à l'intérieur de l'instrument abrité.
5. Insérez vos 3 câbles dans le trou de 12mm et tirez les dans le tube (qui protège les câbles contre les UV et les rongeurs). Prévoyez de ne garder aucun surplus de fil au sein de l'abri.
6. Sécurisez le tube en PVC de l'abri.
7. Creusez un trou de 50 cm de profondeur sur le côté ensoleillé de l'abri (direction équatoriale).
8. Enfoncez les capteurs horizontalement contre la paroi du trou à 50 cm (#4), 10 cm (#3) et 5 cm (#2) de profondeur. Utilisez un clou ou une broche en acier d'un petit diamètre pour guider dans ces trous si le sol est trop dur.
9. Activez le séchage à partir d'un sac composé d'un tissu laissant l'air passer et placez le dans le boîtier étanche où l'air présent sera maintenu au sec.
10. Fermez le boîtier étanche contenant l'enregistreur de données.

Démarrer l'enregistreur de données

Guide de terrain ou de laboratoire

But

Démarrer votre enregistreur de données pour collecter les températures du sol et de l'air.

Matériel

- L'enregistreur de données déconnecté des quatre câbles du capteur.
- Formulaire pour reporter les données*
- Ordinateur : 386 ou plus, 4Mb RAM, Windows 3.1 minimum, 1 port COM disponible

Mode opératoire

1. Assurez-vous que l'horloge de votre ordinateur correspond à l'heure locale.
2. Démarrez le logiciel BoxCar.
3. Connecter l'enregistreur HOBO 4 canaux externes au câble en série.....
4. Sélectionner « Launch » (Ctrl L) sous le bouton « Logger » sur la principale barre d'outils.
5. Vous devriez apercevoir et sélectionner les éléments suivants :
 - a. Intervalle : 15 minutes (84jours)
 - b. Mesure : Canaux 1-4 enregistrement de la température (touches F et C toutes les deux). Sans les sondes connectées, les valeurs seront différentes mais devraient être relativement constantes.
 - c. Niveau de batterie : chargé (remplacer la batterie quand le niveau passe en dessous de 30%)
6. Sélectionnez « Options avancées »
7. Vous devriez apercevoir et sélectionner les éléments suivants :
 - a. Entourez quand chargé (non vérifié)
 - b. Début retardé (vérifié) Programmez les heures de début désiré ; Utilisez ce mode pour programmer l'heure tous les quart d'heure, ex:XX:00:00,XX:15:00,XX:30:00, or XX:45:00. Sélectionnez « am » ou « pm ».
8. Sélectionnez « canal possible ou non possible ».
9. Pour les canaux 1-4, vous devriez apercevoir et sélectionner les éléments suivants :
 - a. -40°F à +212°F [TMC6-HA]. (vérifié)
 - b. Sélectionnez « Appliquer »
10. Sélectionner « Démarrer »

Installation de l'enregistreur de données

Guide de terrain

But

Installer l'enregistreur en marche dans l'abri

Matériel

Enregistreur de données en marche

Formulaire pour reporter les données

Déshydratant

Mode opératoire

1. Ouvrez la porte de l'abri et enlever le couvercle de la boîte vide de l'enregistreur de données.
2. Assurez-vous que l'enregistreur et les prises de câbles sont secs. Remplacez le déshydratant si nécessaire.
3. Branchez soigneusement chaque câble de sonde au canal approprié de l'enregistreur de données. S'assurer que chaque prise est entièrement insérée et posée dans son cric.
 - a. prise câble #1 dans cric #1 (sonde température de l'air)
 - b. prise câble #2 dans cric #2 (sonde 5cm)
 - c. prise câble #3 dans cric #3 (sonde 10cm)
 - d. prise câble #4 dans cric #4 (sonde 50cm)
4. Scellez soigneusement la boîte imperméable à l'eau à l'enregistreur de données et placez-la à l'écart dans l'instrument de protection.
5. L'enregistreur de données collecte maintenant des informations. Nous vous recommandons de télécharger les données quotidiennement quand l'école est ouverte ou au moins mensuellement pendant les vacances d'été.

Collecter les données

But

Télécharger les données stockées dans votre enregistreur de données dans votre ordinateur.

Matériel

Enregistreur de données déconnecté des 4 câbles de la sonde

Formulaire pour reporter les données

Ordinateur 386 ou plus, 4Mb RAM, Windows 3.1 minimum, 1 port COM disponible

Mode opératoire

1. Assurez-vous que l'horloge de votre ordinateur correspond à l'heure locale
2. Démarrez le logiciel BoxCar.
3. Connecter l'enregistreur HOBO 4 canaux externes au câble en série.....
4. Sélectionner « Launch » (Ctrl L) dessous le bouton « Logger » sur la principale barre d'outils.
5. Vous devriez apercevoir :
 - a. une fenêtre indiquera que le logiciel recherche l'enregistreur de données HOBO.
 - b. une fenêtre indiquera que les données sont en train d'être téléchargées.
 - c. un avertissement sera donné si les horloges de l'enregistreur et de la navette ne sont pas synchronisées.
 - d. Niveau de la batterie : remplacez la batterie après avoir sauvé les données si son niveau tombe en dessous de 30%.
6. Renommez le fichier des données (fichier dtf) et sauvez-le. Il est recommandé d'utiliser fichier nommé « SSYYMMDD » où,
 - a. « SS » représente deux caractères de l'école ou un code d'emplacement et « YYMMDD » représente les valeurs à deux chiffres de l'année, mois et jour (c'est-à-dire, 010315) pour la date où vous avez téléchargé (PEADOUT) les données de votre enregistreur. Note : le logiciel BoxCar est limité à 8 caractères pour le nom des fichiers.
 - b. assurez vous de sélectionner ou noter le nom du fichier de données.
7. Prenez le temps de visionner les données en utilisant les possibilités de graphique du logiciel BoxCar.

Manipulation et soumission des données

Guide du laboratoire

But

Convertir les données dans le format approprié pour les reporter dans GLOBE

Matériel

Ordinateur 386 ou plus, 4Mb RAM, Windows 3.1 minimum, 1 port COM disponible

Logiciel BoxCar

Excel ou un autre logiciel de bilan

Formulaire pour reporter les données

Mode opératoire

Vous devriez renvoyer vos données à GLOBE dès que vous les avez téléchargés à partir de votre enregistreur, ce qui devrait être environ quotidiennement ou mensuellement.

1. Double cliquez sur l'icône BoxCar pour mettre en marche le logiciel.
2. Sous « fichier » sélectionnez « ouvrir » et ouvrez le fichier BoxCar (dtf) qui contient les données que vous préparez à soumettre à Globe.
3. Sous « fichier » sélectionnez « exportation » et ensuite « excel » ou un autre logiciel de données (ou sélectionner juste l'icône excel sur le raccourci de la barre d'outil).
4. La fenêtre « installation de l'exportation » va apparaître.
5. Sélectionnez les 4 canaux qui contiennent les mesures Celsius en sélectionnant chaque canal nommé « Température [*C] », dans la fenêtre « unités » (soyez sûr d'avoir désélectionné la première valeur par défaut qui est nommé « Température [*F] »).
6. Sélectionner « exportation ».
7. Maintenez le nom « SSYYMMDD ».
8. Sélectionnez OK
9. Lancer Excel ou l'autre logiciel de bilan
10. Sous « fichier » sélectionnez « ouvrir » et choisissez le fichier qui contient vos données (SSYYMMDD)
11. Assurez vous de sélectionner « tous les fichiers » (*.*) sous « type de fichier ».
12. Sélectionnez « ouvrir ».
13. Le « magicien d'importation des textes » devrait être placé sur « délimité », « commencer importation rangée 1 », « fichier d'origine Windows (ANSI)».
14. Sélectionner directement « finir » sans passer par les étapes intermédiaires. Vous devriez voir une colonne de données de temps et quatre colonnes de données de température avec comme unité [*C].
15. Tracer vos données en suivant les étapes dans *Regarder les données*.
16. Si vous avez des points de repère qui sont incontestablement mauvais, remplacez ces valeurs par un « B ».
17. Si une de vos sondes n'était pas connectée ou ne marchait pas, mettez un « X » dans les cellules correspondantes de votre bilan.
18. Sélectionner entièrement la première rangée qui contient les titres (en cliquant sur « 1 ») et enlevez la, en sélectionnant « effacer » sous le menu « éditer ».

19. Formater entièrement la première colonne qui contient l'heure et la date (en cliquant sur « A ») et choisissez « cellule » en dessous du menu « format ».
20. Dans la fenêtre qui apparaît sélectionnez « usage » sous « catégorie » et sous « type » entrez yymmddhhmm. Tapez OK. Les entrées date et heure sont maintenant dans le format requis par Globe.
21. Sélectionnez les colonnes A, B, C et insérez trois nouvelles colonnes en sélectionnant « colonnes » sous le menu « insérer ».
22. Faites défiler vers le bas jusqu'à la dernière rangée de données.
23. Tapez « DLOG » dans la colonne A.
24. Entrez votre identifiant scolaire Globe dans la colonne B.
25. Entrez le type et le nombre d'emplacement de Globe où l'enregistreur de données est installé. (atmosphère de l'emplacement=ATM-dd ou humidité du sol à l'emplacement=SMS ; e.g, ATM-01 ou SMS-01) dans la colonne C.
26. Accentuez les trois cellules contenant « DLOG », votre identifiant scolaire de Globe, et le type et le nombre d'emplacement et choisissez « copier » sous le menu « éditer ».
27. Accentuer la première des trois colonnes dans la deuxième jusqu'à la dernière rangée des données puis utilisez les deux frappes suivantes pour accentuer toutes les cellules des colonnes A à C qui contiennent les données : « finir », « décaler vers le haut de la flèche ».
28. Sélectionnez « afficher » sous le menu « éditer » de sorte que ces trois valeurs soient copiées dans le secteur des colonnes A-C choisi.
29. Sélectionnez la colonne « E » et insérez une nouvelle colonne en sélectionnant « colonne » sous le menu « insérer ».
30. Formater les cinq colonnes entièrement (en cliquant sur « E ») et choisissez « cellule » sous le menu « format ».
31. Dans la cellule format, la fenêtre « numéroter » apparaît. Sélectionnez « texte ». Descendez jusqu'à la cellule format tablée « alignement », et sélectionnez « droit » dans la fenêtre choisie « horizontal ». Tapez OK.
32. Faites défiler vers le bas jusqu'à la dernière rangée de données, si nécessaire.
33. Dans la colonne « E », entrez l'*UT excentré* entre votre emplacement et le méridien principal (UT-excentré= UT-temps- lieu-temps). Ce sera une constante à moins qu'il y ait eu un décalage local dans le temps (pour faire des économies d'énergie) pendant la période d'observation. Entrez la valeur utilisant un arrangement hhmm (exemple : +0400 pour 4 heures excentrées de la côte Est des Etats-Unis ou - 1030 pour 10 heures 30 minutes décalge du centre de l'Australie).
34. Sélectionnez la cellule contenant votre offset et sélectionnez « copier » sous le menu « éditer ».
35. Sélectionnez la cellule vide dans la colonne E dans la seconde jusqu'à la dernière rangée puis utilisez les deux frappes suivantes pour sélectionner toutes les cellules de la colonne E qui contiennent les données : « finir », « décaler vers le haut de la flèche ».
36. Sélectionnez « coller » sous le menu « éditer » de sorte que cette valeur soit copiée dans le secteur choisi de la colonne E.
37. Sauvegardez ce document en sélectionnant « sauver si » sous le menu « fichier ».
38. Changez le nom du fichier formaté Globe en DLYYMMDD (ignorez l'avertissement concernant le fichier format généré par Excel et sauvez le comme un fichier à texte tablé délimité.
39. Vous êtes maintenant prêts à envoyer vos données à Globe par email.
40. Lancez votre programme email sans quitter Excel.
41. Dans le champ « à » de votre message écrivez « DATA@GLOBE.GOV ».
42. Dans le champ « sujet » entrez « DONNEES ».
43. La première ligne de texte de votre message doit être « //AA ». Ceci indique au serveur de Globe que les lignes qui suivent contiendront des données.
44. Copiez et collez les neuf colonnes du fichier bilan qui contient vos données de l'enregistreur :
 - a. Retournez sous Excel ou un autre programme de bilan et sélectionnez la partie des neuf colonnes qui contient des informations.
 - b. Sélectionnez « copier » sous le menu « éditer ».

c. Retournez à votre programme email, mettez le curseur sur la ligne au-dessous de « //AA » entré dans la partie texte de votre message, et sélectionnez « coller » sous le menu « éditer ». La table entière devrait maintenant apparaître dans le corps du message email.

45. Après avoir inséré votre tableau contenant vos données, tapez sur la dernière ligne de votre message « //ZZ ». Ceci indique à l'ordinateur qu'il n'y a pas d'autres données dans votre message. Voyez l'exemple en dessous de ce à quoi votre email devrait ressembler.

46. Envoyez votre email à Globe.

Exemple d'un email contenant des données sur la température de l'air et du sol collectées avec un enregistreur de données.

A: DATA@GLOBE.GOV

De: GLOBE_School@Somewhere.edu

Sujet: DONNEES

//AA

DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141600	+0400	B	B	B	B
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141615	+0400	24.79	24.79	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141630	+0400	24.79	24.79	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141645	+0400	24.79	24.79	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141700	+0400	24.79	24.79	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141715	+0400	24.79	24.4	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141730	+0400	24.79	24.4	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141745	+0400	24.79	24.4	24.79	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141800	+0400	24.79	24.4	24.4	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141815	+0400	24.79	24.4	X	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141830	+0400	24.79	24.79	X	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141845	+0400	24.79	24.79	X	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141900	+0400	24.79	25.17	X	24.79
DLOG	ZZUSTEST	ATM-01	200105141915	+0400	24.79	25.17	X	24.79

//ZZ

GLOBE® 2005

Protocole de contrôle de température automatisé du sol et de l'air .14

sol

Questions fréquentes

1. Il n'y a pas de données quand j'essaie de télécharger les données de l'enregistreur., Que s'est-il passé ?

Ceci peut arriver si vous ne pas si le démarrage de l'enregistreur n'est pas fait dans l'ordre prévu avant de placer votre enregistreur sur le terrain. Assurez-vous de ne pas essayer de lancer un enregistreur de données dont les données n'ont pas été téléchargées car toutes les données seront perdues.

2. Comment faites-vous lorsque l'une de vos sondes ne fonctionne pas ?

Les deux problèmes les plus fréquents sont un fil cassé ou un circuit ouvert, habituellement dû à une morsure d'animal ou parce que la connexion entre la prise et le socle n'est pas bonne. Un circuit ouvert produira une valeur peu réaliste, qui pourrait changer légèrement. Un autre avertissement est une lecture qui ne change pas. Contactez Onset ou le bureau d'aide de Globe si vous avez besoin.

3. Nous n'avons pas eu de données de notre enregistreur sur le terrain pendant deux jours après qu'il ait été lancé, devrions nous supprimer les données obtenues pendant cette période sachant que pendant ce temps l'enregistreur n'a pas été branché à nos capteurs ?

N'effacez jamais des rangées de données. Nous voulons savoir quand vous avez commencé à collecter des informations. Cependant, si vous avez des données qui sont incontestablement mauvaises, remplacez ces valeurs par un «B ». Si une de vos sondes manquait ou si elle ne s'éteignait pas, mettez un « X » dans les cellules de votre bilan.

4. Nous avons branché nos sondes aux mauvais canaux. Que devons-nous faire ?

Si vous savez transposer des colonnes de données, faites le avec un programme de bilan. Autrement, envoyez les fichiers .dtf et .txt à jwash@hwr.arizona.edu avec une description du problème et je le corrigerai. Généralement, la gamme quotidienne de données devrait diminuer de la température de l'air à la température du sol de 50 cm.

5. Quand est-ce que les mauvaises données se produisent ?

Les mauvaises données se produisent habituellement au début ou à la fin de votre enregistrement à cause des mesures réalisées alors que les capteurs étaient débranchés.

6. Nous avons soumis nos données sur la température de l'air de notre enregistreur de données pendant une période spécifique mais le maximum et le minimum de ces valeurs pendant cette durée n'apparaissent pas dans nos archives des données de l'école. Pourquoi ?

S'il y a trois ou plus de données mauvaises ou disparues pendant une période de 24 heures le serveur de Globe ne va pas calculer quotidiennement les valeurs maximums et minimums pour ce jour.

Définitions clés :

Atténuation : réduire une grandeur, la diminuer.

Conduction : transmission de la chaleur (ou de l'électricité) .

Enregistreur de données : ordinateur capable de mesurer et de stocker des données sur le terrain. Le seul système de maintenance requis est de télécharger périodiquement les données stockées.

Déshydratant : substance comme le sulfite de calcium qui absorbera continuellement les excès d'humidité après qu'il soit séché au four.

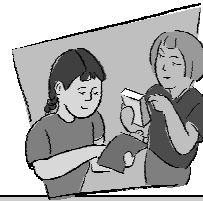
Journalier : variation régulière tout au long de la journée.

Bilan énergétique : équilibre entre les composants entrants et sortants de l'énergie (solaire, sensible, la chaleur latente, la chaleur de sol) en un point de la surface de la terre.

Déphasage : la période de phénomènes ondulatoire (vagues d'océan, vagues saines) qui détermine la distance entre les crêtes adjacentes (maximum). Un déphasage se produit quand deux vagues se forment en même temps mais les maximum interviennent à des heures différentes.

Sinusoïdal : comme une sinusöide ; beaucoup de phénomènes de rayonnement sont maximum à midi et minimum la nuit.

Protocole facultatif de mesure de l'humidité du sol par sonde



Objectif

Mesurer la teneur en eau du sol grâce à la résistance électrique de la sonde d'humidité du sol.

Vue d'ensemble

Les étudiants installent la sonde d'humidité du sol dans des trous de 10 cm, 30 cm, 60 cm, et 90 cm.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capable de mesuré le taux d'humidité du sol avec une sonde et enregistrer et rapporter des données d'humidité du sol. Les élèves pourront relier les mesures d'humidité du sol avec les précipitations, la température de l'air et les caractéristiques physique et chimique du sol. Les élèves comprendront le rôle de l'humidité du sol dans le cycle de l'eau et la phénologie.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les matières premières de la Terre sont les roches solides, la terre, l'eau, les êtres vivants et les gaz de l'atmosphère.

Les sols ont des propriétés de couleur, de texture, de consistance, de densité, de pH, de fertilité; ils permettent la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Le sol est composé de minéraux (de moins de 2mm), de matière organique, d'air et d'eau.

L'eau circulant à travers le sol change les propriétés à la fois du sol et de l'eau.

Sciences Physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions auxquelles on peut répondre.

Imaginer et conduire une enquête.

Utiliser les outils et les techniques appropriés, notamment les mathématiques pour recueillir, analyser, et interpréter les données.

Développer les descriptions et les explications, les prédictions et les modèles

en utilisant des preuves.

Partager les procédures et les explications.

Durée

10 minutes par jour

Niveau

Intermédiaire et Avancé

Fréquence

Tous les jours

Réinstallation et calibration

Matériel et instrumentation

Foreuse

Bâton d'un mètre

Quatre sondes d'humidité du sol

Quatre tubes de 10 cm de longueur et 7,6 cm de diamètre en PVC ou boîtes de conserve pour contenir les fils à la surface

Deux seaux 4-L pour contenir et mélanger la terre

De l'eau pour faire des boules de boue (0,5 L)

Un tube de guidage de 1 m x 2 cm en PVC

Bâton pour tasser le sol (par exemple un vieux manche à balais)

Stylo ou crayon

Mesureur d'humidité du sol

Papier millimétré

Calculatrice

Fiche de relevé de données journalières de la sonde

Sonde semestrielle à humidité du sol

Fiche de relevé de données de calibration

Matière première pour le Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du sol

Préparation

Localiser un site d'étude de l'humidité du sol et remplis une Fiche de Définition du Site d'Humidité du Sol. Collecter les outils et les matières premières. Préparer le tube de guidage en PVC. Faire tremper les sondes pendant la nuit.

Pré requis

Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du sol

Protocole facultatif de mesure de l'humidité du sol par sonde- Introduction

Le *Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du Sol* mesure l'humidité du sol en fonction de la teneur en eau par unité de masse de terre (voir *Le Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du sol* pour plus d'information). La technique utilisée dans le protocole développé ici mesure l'humidité du sol grâce à une sonde sensible à la teneur en eau par unité de volume dans la mesure où l'eau est étroitement liée au sol. La sonde mesure la conductivité électrique de l'humidité venant de la terre environnante qui entre dans un bloc de céramique. Les données délivrées par la sonde sont fonction de la porosité de la céramique, de la texture du sol et la quantité totale de solide dissout (TSD) dans l'eau du sol.

Pour être scientifiquement exploitable, les données d'humidité du sol doivent être converties en valeur d'eau contenue dans le sol. Comme cette conversion est sensible aux caractéristiques du site d'étude, une ou plusieurs courbes de calibration doivent être construites. Les étudiants prennent des mesures aux moins 15 fois en suivant les parties appropriées du *Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du sol – Profile de profondeur* pour obtenir les données qui détermineront ces courbes.

Support pour l'enseignant

Procédures de mesures

Les étudiants utilisent une foreuse pour creuser des trous de 10 cm, 30 cm, 60cm, et 90 cm de profondeur. Ils installent un block de céramique de la sonde à humidité dans chaque trou, en suivant les instructions du *Guide de terrain de l'installation de la sonde à humidité du sol*. Le block de céramique de la sonde à humidité doit être complètement en contact avec le sol avoisinant. La terre doit être ameublie et un peu humide avant qu'elle soit tassée autour de la sonde lors de son installation.

Une fois que les sondes à humidité du sol sont installées, les étudiants doivent attendre au moins une semaine avant de commencer à communiquer les données à GLOBE. Les étudiants relèvent chaque jour les données d'humidité du sol sur les hydromètres qu'ils ont connecté aux sondes en suivant le *Guide de terrain pour relever les mesures d'un hydromètre*.

Les courbes de calibration doivent être créées pour convertir les données de l'hydromètre en teneur en eau du sol. Pour ceci, les étudiants doivent faire des mesures gravimétriques de l'humidité du sol pour une ou plusieurs profondeurs sur le site d'étude. Ils auront besoin de prendre des mesures au moins 15 fois sur une période de 6 à 8 semaines pendant lesquelles le sol passe de mouillé à sec. Les courbes de calibrations n'ont pas à être construites immédiatement mais devraient être complètes dans les 6 mois qui suivent l'installation des sondes à humidité du sol. Par conséquent, chronométrez le temps de collecte des données de calibration pendant une période où l'humidité du sol est susceptible de changer considérablement. En général, cela signifie de commencer les mesure lorsque le sol est mouillé et qu'il séchera considérablement dans les 2 mois à venir. Il est préférable d'obtenir les données de calibration durant un cycle d'assèchement complet.

Il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de calibration lorsque les mesures de l'hydromètre sont proches les unes des autres. La clé est de couvrir la plus large bande de conditions d'humidités possible. Les étudiants peuvent commencer à prendre des échantillons de calibration et attendre un jour que les mesures de l'hydromètre aient changé considérablement avant de prendre un nouvel échantillon. Ce qui constitue un changement significatif dépend de la gamme de mesure de l'hydromètre. Si vous utilisez un hydromètre Delmhorst, il vous faut 5 points de calibration ou plus pour des mesures de l'hydromètre allant de 85 à 100, alors qu'il ne vous faut que 5 points de calibration pour une gamme de 1 à 40. Pour le modèle Watermark et d'autre hydromètre similaire, vous devez obtenir au moins 5 points de calibration pour des mesures de l'hydromètre entre 1 et 15 alors que 5 points sont suffisants pour des mesures entre 100 et 199. Quelque soit l'hydromètre, les points extrêmes (0 et 100 pour le Delmhorst et 0 et 200 pour Watermark) ne doivent pas être utilisés pour déterminer les courbes de calibration. Les données gravimétriques d'humidité du sol récupérées doivent être envoyées à GLOBE.

Si le profile du sol est uniforme et que les sondes sont identiques, alors la calibration des 4 sondes peut être fait en comparant les échantillons des sondes et des mesures gravimétrique d'humidité à une profondeur de 30 cm. Pour savoir si le sol est uniforme pour différentes profondeurs, les étudiants peuvent accomplir les *Protocoles de mesure de densité de particules du sol et de distribution de la taille des particules* pour des échantillons de sol pour les quatre profondeurs – 10 cm, 30 cm, 60 cm, et 90 cm. La densité et la texture des particules du sol à 10 cm, 30 cm, 60 cm, et 90 cm peuvent être comparée si :

1. la densité de particule à deux profondeurs ou plus diffère de moins de 20%, et
2. les textures à ces profondeurs sont soit les mêmes soit très proches dans le *Triangle de texture du sol*,

alors les mêmes courbes de calibrations peuvent être utilisées pour ces profondeurs. Ainsi, en fonction du sol de votre site, vous pouvez n'avoir besoin que d'une seule courbe de calibration (à 30 cm de profondeur) ou vous devrez déterminer jusqu'à quatre courbes séparées pour les quatre profondeurs.

Vous pouvez demander aux étudiants de déterminer la densité et la texture des particules du sol à partir d'échantillons pris lorsque que les sondes ont été installées ou de prendre des mesures gravimétrique à partir d'échantillon des quatre profondeurs pris la première fois que des échantillons de calibration sont récoltés et d'utiliser les échantillons du sol séché pour accomplir les *Protocoles de mesure de densité de particules du sol et de distribution de la taille des particules*.

Si vous ne voulez pas que les étudiants accomplissent les *Protocoles de densité de particule du sol et de distribution de la taille des particules* pour déterminer l'uniformité du sol, créez simplement des courbes de calibrations individuelles pour les 4 profondeurs.

Pendant que GLOBE créera pour vous les courbes de calibration avec vos données de calibration, les étudiants peuvent créer leurs propres courbes de calibration en suivant le *Guide de laboratoire de création de courbe de calibration*.

Les étudiants doivent vérifier les variations d'humidité des sondes chaque jour. Ils doivent communiquer à la fois les données brutes des hydromètres et les valeurs calibrées des courbes de calibration. Ils communiqueront les valeurs brutes et entreranno les valeurs calibrées plus tard.

Les étudiants ne doivent pas vérifier les sondes si le sol est gelé car cela limite la conductivité électrique de l'eau absorbée par les pores.

Tout les deux ans, les étudiants doivent réinstaller et recalibrer les sondes à humidité du sol.

Matériel

Les étudiants peuvent utiliser n'importe quelle sonde à block de céramique qui réponde aux attentes de GLOBE. Les sondes fabriquées par Watermark sont connues pour répondre à ces attentes et fonctionnent bien pour ces mesures. Il y a deux hydromètres suggérés pour l'emploi avec ces sondes. Un créé par Delmhorst gradué de 0 à 100 (sec à mouillé). L'autre est fait par Watermark et est gradué de 0 à 200 (mouillé à sec). Veuillez contacter l'équipe scientifique pour l'humidité du sol de GLOBE si vous avez des sondes ou des hydromètres différents.

Activités de référence

Les étudiants peuvent examiner les caractéristiques du profil du sol du site d'étude. Ils doivent suivre les procédures de *Mise en évidence des caractéristiques du Sol – Méthode de forage* pour creuser les trous des sondes à humidité. Ils doivent suivre le *Protocol de caractérisation du sol* pour creuser les trous de 90 cm. Les étudiants doivent se rappeler de placer la terre extraite dans un papier en plastique après l'avoir enlevé du trou. Les étudiants mesurent la profondeur du trou après chaque passe de forage et ajustent l'aire et la longueur de la disposition des échantillons pour conserver les relations profil-profondeur.

Questions pour aller plus loin

Quel est le cycle annuel de l'humidité du sol de votre site ? A quel point ce modèle est conforme d'année en année ? Pouvez-vous expliquer les différences majeures entre deux cycles annuels consécutifs ?

Quelle quantité de pluie faut-il pour voir des changements dans vos mesures du trou de 90 cm ? Combien de temps faut-il pour voir ce front humide dans chacune des quatre profondeurs ?

Quelles autres parties du monde ont le même modèle d'humidité du sol ?

Essayez de trouver des données d'humidité du sol des parties du monde connaissant la sécheresse. Comment évalueriez-vous l'importance de la sécheresse à partir des enregistrements d'humidité du sol ?

Questions fréquentes

1. La densité et la texture des particules du sol changent à différentes profondeurs de notre site. Combien de courbes de calibrations devons-nous construire ?



Toutes les profondeurs avec des densités (moins de 20%) et des textures (les mêmes ou adjacentes dans le *Triangle de textures du sol*) de particules similaires peuvent partager la même courbe de calibration.

Le tableau suivant décrit sept situations et états possibles pour lesquelles les courbes de calibrations doivent être construites et comment elles doivent être utilisées.

Situation	Ce qu'il faut faire
Chaque profondeur est différente des autres	Construire des courbes de calibration individuelles pour chaque profondeur
30 cm, 60 cm, et 90 cm sont similaires mais 10 cm est différente	Construire une courbe de calibration pour 10 cm et l'utiliser pour 10 cm et construire une courbe séparée pour 30 cm et l'utiliser pour 30 cm, 60 cm, et 90 cm
10 cm, 30 cm, et 60 cm sont similaires mais 90 cm est différente	Construire une courbe de calibration pour 90 cm et l'utiliser pour 90 cm et construire une courbe séparée pour 30 cm et l'utiliser pour 10 cm, 30 cm, et 60 cm
10 cm et 30 cm sont similaires, 60 cm et 90 cm sont similaires mais différentes de 10 cm et 30 cm	Construire une courbe de calibration pour 30 cm et l'utiliser pour 10 cm et 30 cm ; construire une courbe séparée pour 60 cm et l'utiliser pour 60 cm et 90 cm
30 cm et 60 cm sont similaires, mais 10 cm et 90 cm sont différentes les unes des autres et de 30 cm et 60 cm	Construire des courbes de calibration séparées pour 10 cm, 30 cm, et 90 cm ; utiliser la courbe de 30 cm pour 30 cm et 60 cm
10 cm et 30 cm sont similaires, mais 60 cm et 90 cm sont différentes les unes des autres et de 10 cm et 30 cm	Construire des courbes de calibration séparées pour 30 cm, 60 cm, et 90 cm ; utiliser la courbe de 30 cm pour 10 cm et 30 cm
60 cm et 90 cm sont similaires, mais 10 cm et 30 cm sont différentes les unes des autres et de 60 cm et 90 cm	Construire des courbes de calibration séparées pour 10 cm, 30 cm, et 60 cm ; utiliser la courbe de 60 cm pour 60 cm et 90 cm

Installation des sondes à humidité du sol

Guide de terrain

But

Installer les sondes à humidité du sol

Matériel

- Foreuse
- Bâton d'un mètre
- Quatre sondes à humidité du sol
- Quatre tubes de 10 cm de longueur et 7,6 cm de diamètre en PVC ou en fer blanc pour contenir les fils à la surface
- Deux seaux 4-L pour contenir et mélanger la terre
- De l'eau pour faire des boules de boue (0,5 L)
- Un tube de guidage de 1 m x 2 cm en PVC
- Bâton pour tasser le sol (par exemple un vieux manche à balais)
- Stylo ou crayon

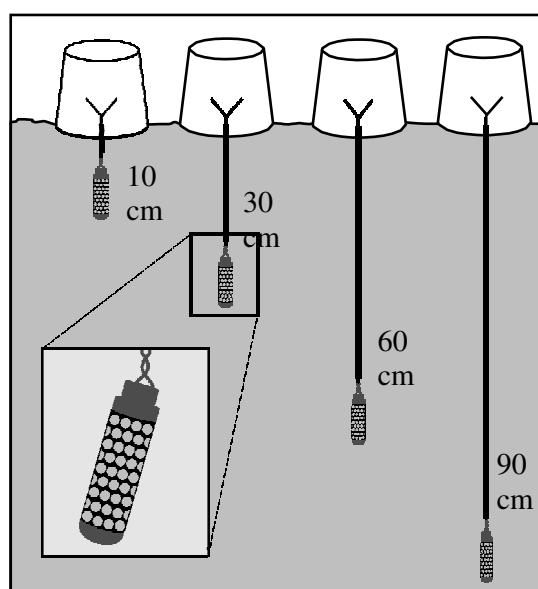
Mode opératoire

1. Mettez les sondes dans un container rempli d'eau et **laissez tremper toute la nuit**.
2. Forez 4 trous l'un à côté des autres à la profondeur appropriée pour chaque sonde à humidité (10 cm, 30 cm, 60 cm ou 90 cm). Chaque sonde ira dans son propre trou.
3. Placez deux grosses poignées de terre extraites du fond de chaque trou dans un petit seau ou un contenant similaire. Enlevez toutes les pierres. Ajoutez une petite quantité d'eau et remuez pour former de la terre suffisamment humide pour qu'elle reste compacte quand on lui donne la forme d'une balle.
4. Laissez tomber la balle de terre humide au fond du trou. Assurez-vous qu'elle atteigne le fond.
5. Poussez le fil de cuivre à partir d'une sonde à travers le tube de guidage en PVC.
6. Tirez l'extrémité du fil de cuivre jusqu'à ce que les sondes s'ajustent totalement avec l'autre extrémité du tube de guidage. Faites descendre le tube dans le trou avec la sonde en premier. Tout en tenant le fil de cuivre en haut du tube, poussez doucement le tube vers le bas jusqu'à ce que la sonde soit mise dans la terre humide au fond du trou.
7. Tenez la sonde en place avec le tube de guidage pendant que vous commencez à reboucher le trou. Alors que vous ajoutez petit à petit de la terre dans le trou, tassez doucement avec un manche à balai ou tout autre bâton similaire. Une fois que la sonde est recouverte, enlevez le tube de guidage. Continuez d'ajouter de la terre par petites poignées et tassez fermement alors que vous rebouchez le trou. Tenez le fil de cuivre quand vous rebouchez afin que celui-ci sorte du sol bien droit.
8. Placez un petit tube de PVC (environ 10 à 20 cm de long), ou une boîte de conserve ou une boîte à café (avec le dessus enlevé) autour du fil de cuivre à la surface pour le protéger et

- le rendre visible à tous ceux marchant à proximité. Marquez le tube ou la boîte avec la profondeur appropriée de la sonde.
9. Mettez le fil dans le tube ou la boîte et appuyer sur le tube ou la boîte pour les faire rentrer de 2 à 5 cm dans le sol afin qu'ils restent en place. Ne coupez pas le fil, mais enroulez l'extrémité libre sortant du sol et placez-la dans le tube ou la boîte pour la garder hors du chemin entre les mesures. Une petite boîte de conserve vide peut être retournée et déposée sur l'extrémité du tube de PVC pour protéger l'ensemble de la pluie.
 10. Répétez les étapes ci-dessus pour chaque sonde.

Note : Ne pas relever de mesure pendant la semaine après l'installation. Les sondes ont besoin d'au moins une semaine pour s'équilibrer aux conditions naturelles. Les fils de cuivre sont fragiles, spécialement quand ils sont connectés aux hydromètres. Si l'extrémité d'un fil de cuivre relié à la sonde à humidité casse, dénudez le fil pour refaire une extrémité en cuivre. Il est important de laisser sortir du sol assez de fil pour cela.

Configuration d'une sonde à humidité du sol Installée



Déterminer l'uniformité du sol avec la profondeur

Guide de laboratoire et de terrain

But

Déterminer si la densité et la texture des particules du sol est uniforme à 10 cm, 30 cm, 60 cm et 90 cm de profondeur.

Matériel

- Foreuse
- Bâton d'un mètre
- Quatre récipients pour la terre (des sacs ou les boîtes de conserves des échantillons)
- Matériel nécessaire pour le *Protocole de mesure de la densité particulaire du sol*
- Matériel nécessaire au *Protocole de distribution granulométrique*
- Four pour sécher la terre

Une courbe de calibration de votre sonde à humidité à 30 cm de profondeur doit être construite pour convertir les mesures de l'hydromètre en teneur en eau du sol. Il n'y a pas besoin de construire une courbe de calibration pour les autres profondeurs à moins qu'elle ne diffère considérablement en densité ou en texture de particule. Les étapes suivantes vous aident à le savoir.

Sur le terrain

1. Près des trous où sont installées vos sondes à humidité, utilisez la foreuse pour prendre des échantillons de terre de 10 cm, 30 cm, 60 cm et 90 cm de profondeur et gardez les pour une analyse en laboratoire. Les échantillons doivent être d'au moins 200 g chacun. Marquez-les avec la date et la profondeur.

Note : Si vous utilisez les échantillons du *Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du Sol*, suivez les instructions de ce protocole pour prendre, conserver, peser, et sécher les échantillons, ensuite, utilisez les échantillons dans les étapes qui suivent en commençant par l'étape 4.

2. Remplacez la terre restante dans le trou par la terre venant de la profondeur la plus importante en premier, la terre venant de la surface sera mise en dernier.

Au laboratoire

3. Séchez les échantillons de terre.
4. Déterminez la densité de particules de chaque échantillon en suivant le *Protocole de mesure de densité particulaire du sol*.
5. Déterminez la texture de chaque échantillon en suivant le *Protocole de distribution granulométrique*.
6. Comparez la densité de particule à 10 cm, 60 cm, et 90 cm avec la valeur à 30 cm. Si la valeur diffère de plus de 20% de celle à 30 cm, vous devez construire une courbe de

calibration séparée pour cette profondeur.

7. Localisez les textures des quatre profondeurs sur le *Triangle de textures du sol*. Si la texture à 10 cm, 60 cm ou 90 cm de profondeur n'est pas dans la même zone du triangle que la texture à 30 cm de profondeur, ou qu'elle n'est pas adjacente à cette dernière, construisez une courbe de calibration séparée pour cette profondeur.
8. Vous pouvez ramener vos échantillons à la profondeur correspondante en prenant les échantillons pour la construction de vos courbes de calibration.

Lire l'hydromètre

Guide de terrain

But

Prendre des mesures journalières à partir de l'hydromètre.

Ce qu'il faut

- Sondes à humidité correctement installées
- Hydromètre
- Stylo ou crayon
- *Fiche de relevé de données journalières de la sonde à humidité du sol*

Note : Testez l'hydromètre pour s'assurer qu'il fonctionne correctement en suivant les instructions du constructeur. Faites le avant chaque utilisation. Chaque hydromètre a ses propres procédures d'utilisation. Les instructions si dessous sont pour les hydromètres Delmhorst et Watermark.

Sur le terrain

1. Complétez le haut de votre *Fiche de relevé de données journalières de la sonde à humidité*.
2. Localisez la sonde dans le trou de 10 cm de profondeur.
3. Découvrez les fils de cuivre de la sonde.
4. Connectez l'hydromètre aux fils de cuivre de la sonde.
5. Pressez le bouton LIRE. Attendez que l'hydromètre atteigne une valeur constante.
6. Notez la date, l'heure, les conditions de saturation, et les données affichées sur l'hydromètre sur la *Fiche de relevé de données journalières de la sonde* dans la colonne de la profondeur correspondante. Si l'hydromètre retourne une valeur négative (et que le sol est sec), notez zéro.
7. Déconnectez l'hydromètre et rangez les fils de cuivre.
8. Replacez la protection sur le tube de PVS et les fils de cuivre.
9. Répétez les étapes 3 à 8 pour les sondes restantes (30 cm, 60 cm, et 90 cm).
10. Convertissez chaque donnée de l'hydromètre en teneur en eau du sol en utilisant votre courbe de calibration.

Calibration des sondes à humidité de sol

Guide de terrain

But

Calibrer les sondes à humidité de sol.

Matériel

- Foreuse
- Bâton d'un mètre
- Stylo ou crayon
- Sondes à humidité correctement installées
- Hydromètre
- Matériel pour le *Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du Sol*
- *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes à humidité*

Mode opératoire

1. Complétez la partie supérieure de votre *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes à humidité*.
2. Prenez des mesures avec les sondes à humidité en suivant la démarche expliquée dans le *Guide de terrain pour lire l'hydromètre*. Notez ces mesures dans la colonne G, Mesure correspondante de l'hydromètre, de la *Fiche de relevé de données semestrielles de calibration des sondes à humidité*.
3. Sélectionnez une zone au hasard dans les 5 m autour des trous des capteurs.
4. Enlevez tous les débris à la surface.
5. Utilisez la foreuse pour collecter des échantillons pour le *Protocole de mesure gravimétrique de l'humidité du Sol* pour chaque profondeur pour lesquelles vous allez construire une courbe de calibration. Placez chaque échantillon dans un récipient numéroté.
6. Rebouchez le trou (premier entré, dernier sorti) et remplacez la protection de la surface.
7. Notez la date, l'heure, la (les) profondeurs et le numéro du (des) récipient(s) dans votre carnet de science GLOBE.
8. Déterminer la teneur en eau de chaque échantillon en suivant le *Guide de laboratoire du protocole de mesure de l'humidité du sol par gravimétrie*.
9. Notez la date et l'heure de votre mesure, le taux d'humidité, celui de sécheresse, et la masse des récipients sur la *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes à humidité*. Calculez la masse d'eau, la masse de terre sèche et la teneur en eau du sol, et notez ces valeurs sur la *Fiche de relevé de données*.

10. Envoyez vos données de mesure gravimétrique d'humidité à GLOBE.
11. Répétez les étapes 2 à 10 environ quatorze fois pendant que le sol traverse un ou deux cycle de l'eau complets. Attendez jusqu'à ce que les mesures de l'hydromètre changent considérablement avant de ramasser d'autres échantillons pour les mesures gravimétriques.
12. Envoyez vos données de calibration à GLOBE et une courbe de calibration sera créée, utilisée pour convertir vos mesures d'hydromètre en données de teneur en eau et envoyé à votre école.

Créer une courbe de calibration – Hydromètre Watermark

Guide de terrain

But

Créer une courbe de calibration

Matériel

- Stylo ou crayon
- Papier millimétré ou logiciel de traitement graphique de données
- *Fiche de relevé de données semestrielles de calibration des sondes à humidité* avec au moins 15 paires de mesures pour chaque profondeur qui nécessite une courbe de calibration
- Calculatrice ou ordinateur

Mode opératoire

1. Tracez toutes les paires de mesures pour une seule profondeur avec la teneur en eau du sol sur l'axe Y et les mesures de l'hydromètre correspondantes sur l'axe X. Ceci peut être fait avec un logiciel informatique.

2. Dessiner ou calculer la courbe la plus proche d'un logarithme naturel à travers vos points.

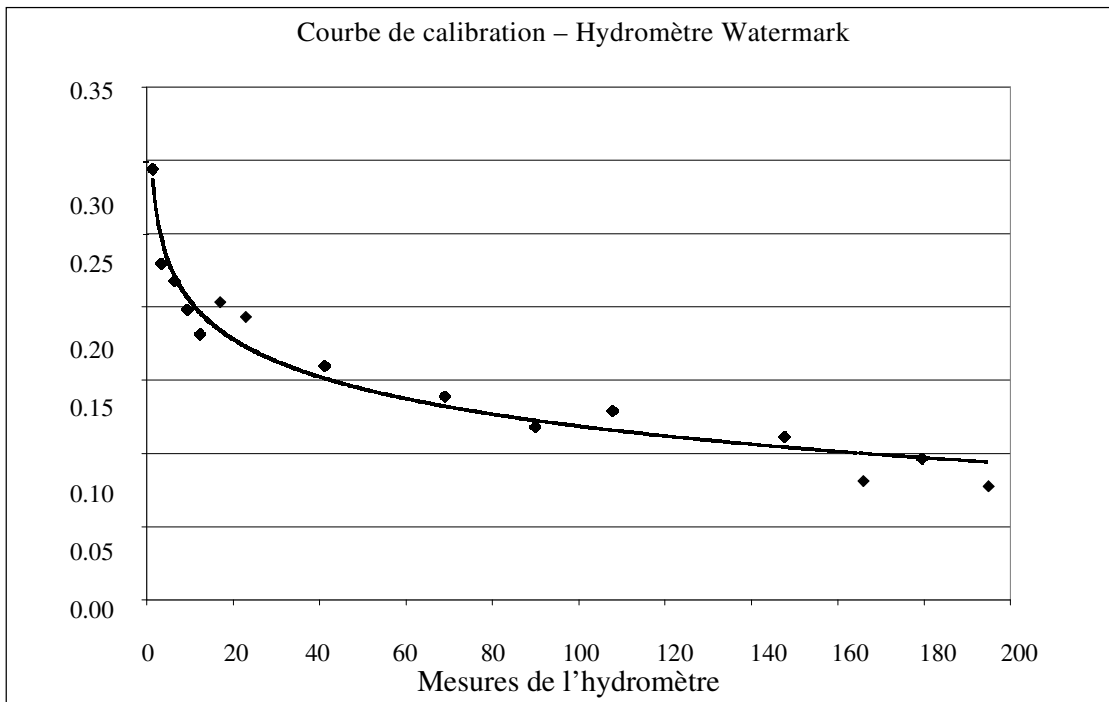
$$\text{Teneur en eau} = a * \ln(\text{mesure de l'hydromètre}) + b$$

Vos données doivent balayer une large bande de valeur d'humidité du sol. Cela sera votre courbe de calibration, que vous utiliserez pour convertir les mesures de l'hydromètre en valeur de teneur en eau du sol.

Note : Si vous avez des questions sur la création de votre courbe de calibration ou si vous avez besoin d'aide avec la courbe, contactez le Bureau d'aide de GLOBE ou le coordinateur de votre pays et demandez l'aide du scientifique de GLOBE approprié.

3. Envoyez par la poste ou par internet une copie de votre courbe et de la *Fiche de relevé de données semestrielles de calibration des sondes* correspondante à GLOBE en suivant les instructions pour l'envoi de cartes et de photos données dans la section *Comment proposer des photos et des cartes* dans l'*Annexe* du *Guide d'implémentation*. Si pendant vos mesures d'humidité vous obtenez des valeurs de l'hydromètre plus hautes ou plus basses que n'importe quelles autres valeurs de votre fiche de relevé de données, prenez un échantillon pour une mesure gravimétrique, et utilisez les valeurs que vous mesurez avec cet échantillon pour étendre votre courbe de calibration. Envoyez une copie à GLOBE si vous modifiez la courbe de calibration ou la *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes*.

Exemple de courbe de calibration de sonde à humidité pour une hydromètre Watermark



Créer une courbe de calibration – Hydromètre Delmhorst

Guide de terrain

But

Créer une courbe de calibration

Matériel

- Stylo ou crayon
- Papier millimétré ou logiciel de traitement graphique de données
- *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes à humidité* avec au moins 15 paires de mesures pour chaque profondeur qui nécessite une courbe de calibration
- Calculatrice ou ordinateur

Mode opératoire

4. Tracez toutes les paires de mesures pour une seule profondeur avec la teneur en eau du sol sur l'axe Y et les mesures de l'hydromètre correspondantes sur l'axe X. Ceci peut être fait avec un logiciel informatique.
5. Dessiner ou calculer la courbe la plus proche d'un polynôme du second degré à travers vos points.

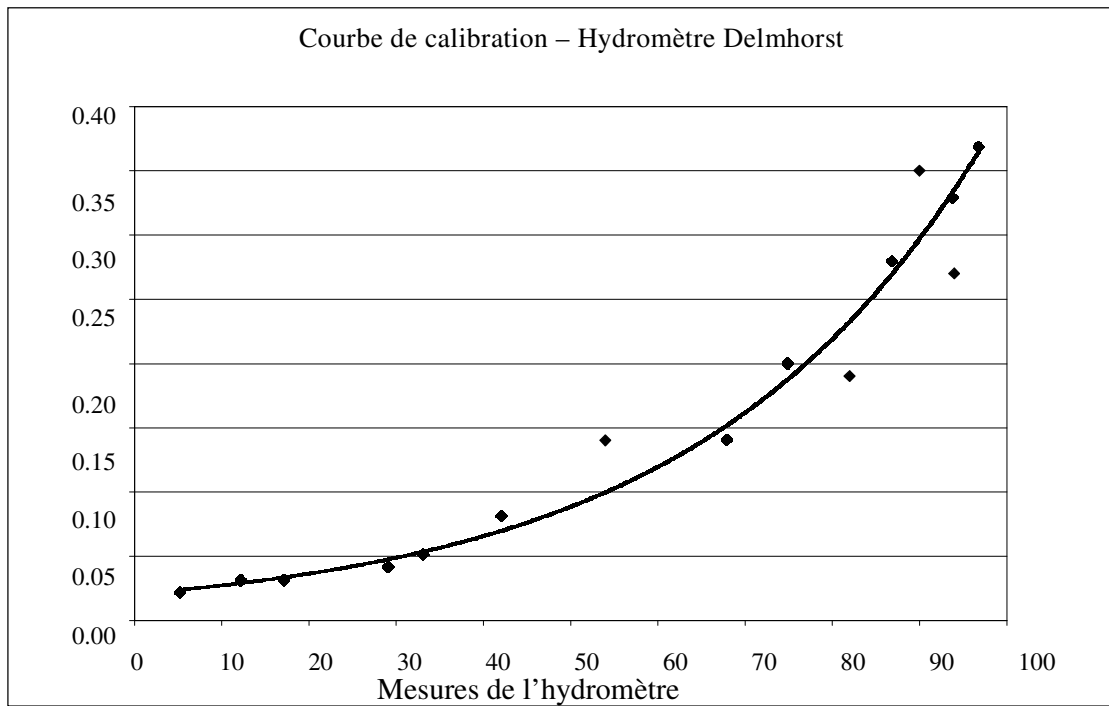
$$\text{Teneur en eau} = a * e^{(b * \text{mesure de l'hydromètre})}$$

Vos données doivent balayer une large bande de valeur d'humidité du sol. Cela sera votre courbe de calibration, que vous utiliserez pour convertir les mesures de l'hydromètre en valeur de teneur en eau du sol.

Note : Si vous avez des questions sur la création de votre courbe de calibration ou si vous avez besoin d'aide avec la courbe, contactez le Bureau d'aide de GLOBE ou le coordinateur de votre pays et demandez l'aide du scientifique de GLOBE approprié.

6. Envoyez par la poste ou par internet une copie de votre courbe et de la *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes* correspondante à GLOBE en suivant les instructions pour l'envoi de cartes et de photos données dans la section *Comment proposer des photos et des cartes* dans l'*Annexe du Guide d'implémentation*. Si pendant vos mesures d'humidité vous obtenez des valeurs de l'hydromètre plus hautes ou plus basses que n'importe quelles autres valeurs de votre fiche de relevé de données, prenez un échantillon pour une mesure gravimétrique, et utilisez les valeurs que vous mesurez avec cet échantillon pour étendre votre courbe de calibration. Envoyez une copie à GLOBE si vous modifiez la courbe de calibration ou la *Fiche de relevé de données semestrielle de calibration des sondes*.

Exemple de courbe de calibration de sonde à humidité pour une hydromètre Delmhorst



Protocole facultatif de mesure d'infiltration



Objectif

Déterminer le taux auquel l'eau pénètre dans le sol en fonction du temps

Vue d'ensemble

Les étudiants placent deux cannettes dans le sol et y ajoutent une hauteur d'eau d'au moins 5 cm. Les étudiants mesurent et notent le temps que met le niveau de l'eau à diminuer de 2 et 4 cm. Les étudiants répètent les mesures afin de déterminer la manière dont l'eau pénètre verticalement dans la terre.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de mesurer l'infiltration de l'eau dans le sol. Les étudiants comprendront que le taux d'infiltration de l'eau dans la terre dépend du niveau de saturation de la terre. Les étudiants comprendront que l'eau qui n'est pas stockée dans le sol s'évapore ou stagne et peut former une flaque à la surface pour un certains temps. Les étudiants seront capables de déterminer comment le taux d'infiltration du sol influe sur le caractère inondable d'une région.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les matériaux terrestres sont des roches solides, la terre, l'eau, le biote, et les gaz atmosphériques. Les sols ont des propriétés de couleur, texture, structure, consistance, densité, pH, fertilité : ils soutiennent la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols consistent en minéraux (moins de 2 mm), matériaux organiques, air et eau.

L'eau circule à travers le sol ceci ayant pour effet de changer les propriétés du sol et de l'eau.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions intéressantes.

Création et conduite de recherches scientifiques

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse des données.

Développer descriptions et explications, prédictions et modèles en utilisant des preuves. Communiquer procédures et explications

Durée

Une séance de classe pour construire et tester l'infiltromètre à double anneau.
45 minutes ou une séance de classe pour effectuer les mesures.

Niveau

Tout niveau

Fréquence

Trois ou quatre fois par an sur le site d'étude d'humidité du sol.

Dans tous les cas, trois jeux de mesures devront être pris dans un rayon de 5 m.

Ce protocole peut être mené pendant que des échantillons sont collectés pour le protocole *Humidité du sol par méthode gravimétrique*.

Matériel et instrumentation

Anneau de métal de 10 – 20 cm de diamètre

Anneau de métal de 15 – 25 cm de diamètre

Des seaux ou autres contenants pour transporter jusqu'au site un total d'au moins 8 L d'eau

Une règle

Des marqueurs imperméables à l'eau (waterproof)

Un chronomètre ou une montre avec trotteuse

Un morceau de bois

Un marteau

Trois contenants pour les échantillons de sol permettant de mesurer l'humidité de celui-ci.

Des pinces pour attacher l'herbe

Un entonnoir

Préparation

Construire un infiltromètre

Pré requis

Aucun

Protocole de mesure d'infiltration – Introduction

Le taux d'infiltration est déterminé en mesurant le temps que met de l'eau stagnante à pénétrer d'une certaine hauteur dans le sol. Ce taux varie avec le temps et à mesure que les pores de la terre se remplissent d'eau. Il y a trois taux d'écoulement.

L'écoulement insaturé est le taux d'écoulement initial. Il est élevé du fait que les pores de la terre sèche se remplissent d'eau.

L'écoulement saturé est un taux d'écoulement stable qui a lieu à mesure que l'eau se déplace dans la terre à un taux qui est déterminé par la texture et la structure de la terre.

L'accumulation est le taux d'écoulement qui a lieu lorsque le sol est totalement saturé et qu'il n'est plus capable de conduire l'eau à travers ses pores.

Support pour l'enseignant

Sélection du site

Les étudiants doivent choisir un endroit de 5 m de diamètre à l'intérieur d'un site d'Humidité du Sol ou d'un site de Caractérisation du Sol. Les étudiants doivent faire attention à ne pas laisser couler un tuyau sur leurs zones d'échantillons de terre.

Préparation

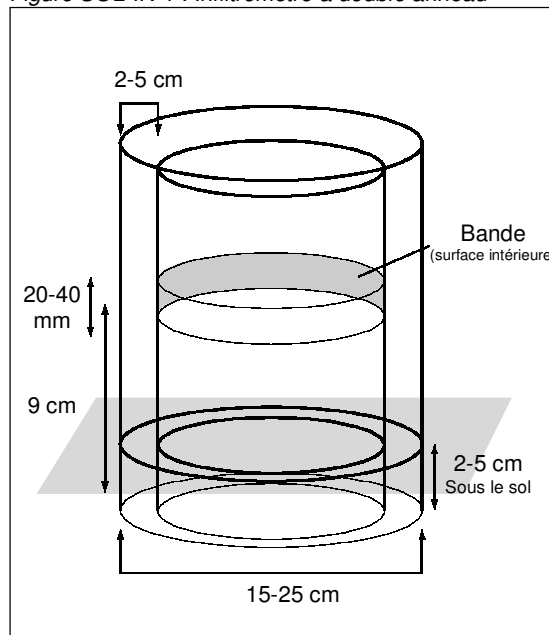
Avant de débiter le protocole Infiltration, les étudiants ont besoin de construire un infiltromètre pour mesurer le taux d'infiltration du sol. Les étudiants doivent suivre la procédure suivante pour construire leurs infiltromètre.

Construire un infiltromètre à double anneau

1. Retire en le découpant le fond de tes canettes.
2. Dessine, en utilisant un marqueur imperméable à l'eau ou de la peinture, à l'intérieur de la plus petite canette, une bande qui te servira de repère. La bande doit faire entre 20 et 40 mm d'épaisseur et être positionnée à environ 9 cm du bas de la canette. Beaucoup de canettes ont des marques imprimées qui peuvent servir de

repère, mais il faut tout de même dessiner la bande pour avoir une bonne visibilité.

Figure SOL-IN-1 : Infiltromètre à double anneau



3. Mesure et note la largeur de ta bande repère (en mm).
4. Mesure et note les largeurs de tes anneaux intérieur et extérieur (en cm).

Demandez aux étudiants de répéter ce protocole, en incluant les phases de mesure de temps, sur un site où l'eau est facilement accessible, de façon à ce que les étudiants deviennent familiers avec la prise de mesures. Si les étudiants s'entraînent sur un site sablonneux, les intervalles de temps d'infiltration seront courts. Ils auront donc plus d'opportunités de s'entraîner à prendre des mesures sur une période de temps limité.

Gestion du matériel

Les étudiants peuvent utiliser un chronomètre ou une montre avec une trotteuse pour chronométrer l'écoulement de l'eau dans le sol. Les étudiants doivent commencer à chronométrer dès que l'eau est versée dans l'anneau intérieur. Le temps à mesurer est celui mis par l'eau à parcourir une distance fixée.

Protocole d'infiltration

Guide de terrain

But

Déterminer le taux auquel l'eau pénètre dans le sol en tant que fonction du temps

Matériel

Un infiltromètre (voir la section de *préparation*)
Des seaux ou autres contenants pour transporter jusqu'au site un total d'au moins 8 L d'eau
Une règle
Un marqueur imperméable à l'eau (waterproof)
Un chronomètre ou une montre avec trotteuse
Un morceau de bois

Un marteau
Trois contenants pour les échantillons de sol permettant de mesurer l'humidité du sol
Des pinces pour attacher l'herbe
Un entonnoir

Mode opératoire

1. Arracher toute végétation (herbe) au sol et enlever toute couverture organique sur une aire à de la taille de la plus grande de tes canettes. Essayer de ne pas remuer la terre.
2. En commençant par la plus petite, enfoncer les deux canettes dans le sol sur 2 - 5 cm. Un marteau peut être utilisé pour enfoncer la canette dans le sol. Si on utilise un marteau, placer un bloc de bois entre le marteau et le dessus de la canette pour que la force appliquée soit bien répartie. Faire attention à ne pas froisser la canette en utilisant le marteau.
3. Compléter la section supérieure de la *fiche de relevé de données sur l'infiltration dans le sol*. Si on utilise une montre chronomètre, la démarrer.
4. Verser de l'eau dans les deux anneaux. Maintenir un niveau d'eau dans l'anneau extérieur approximativement égal à celui de l'anneau intérieur. Noter que le niveau de l'anneau extérieur a tendance à diminuer plus rapidement que celui de l'anneau intérieur. Dans l'anneau intérieur, verser de l'eau jusqu'au dessus du niveau de la bande repère. **Note :** l'anneau extérieur ne doit pas laisser échapper de l'eau autour de sa base. Si c'est le cas, recommencer à un autre endroit en enfonçant plus profondément dans la terre ou en colmatant sa base avec de la boue.
5. Lorsque l'eau atteint la limite supérieure de la bande repère, lire le chronomètre ou noter l'heure à la seconde près. C'est le temps de départ. Noter cette heure dans la *fiche de relevé de données*. Pendant l'intervalle de temps, garder le niveau de l'eau dans l'anneau extérieur approximativement égale à celui de l'anneau intérieur, mais faire attention à ne pas verser de l'eau dans l'anneau intérieur (utiliser un entonnoir peut aider) ou à ne laisser s'assécher aucun des deux anneaux.
6. Noter l'heure à laquelle le niveau de l'eau de l'anneau intérieur atteint la limite inférieure de la bande repère. C'est le temps de fin.
7. Calculer l'intervalle de temps en soustrayant le temps de départ au temps de fin. Noter cet intervalle dans la *fiche de relevé des données*.

8. Répéter les étapes 4 à 7 pendant 45 minutes ou jusqu'à ce que deux intervalles de temps consécutifs soient inférieurs à dix secondes. Des sols argileux et compacts seront imperméables à l'eau et le niveau d'eau diminuera à peine sur une période de temps de 45 minutes. Dans ce cas, noter la variation du niveau de l'eau, s'il y en a, au millimètre près. Noter l'heure à laquelle on arrête les observations comme temps de fin. la mesure d'infiltration consistera donc en un seul intervalle de temps.
9. Enlever les anneaux. ATTENDRE CINQ MINUTES.
10. Mesurer l'humidité en proche surface (0 – 5 cm de profondeur) de l'endroit où on vient de retirer les anneaux. Suivre le protocole de mesure de l'*humidité du sol par gravimétrie*. Un seul échantillon suffit.
11. Faire deux autres mesures d'infiltration à un endroit situé dans un rayon de 5 m. Ces mesures peuvent être faites en même temps par d'autres groupes ou sur plusieurs jours (à condition que la proche surface ne soit pas modifiée par la pluie). Il n'est pas nécessaire que toutes les séries aient le même nombre de jeux de mesures, cependant il ne faut pas soumettre des séries incomplètes (i.e. une série interrompue par manque de temps). Si on réalise plus de trois jeux de mesures d'infiltration lors d'une série, soumettre les trois meilleurs.

Protocole d'infiltration – Analyse des données

Le taux d'infiltration est déterminé en divisant la distance que le niveau de l'eau parcourt en diminuant par le temps mis pour la parcourir. Pour les mesures GLOBE cela est égal à la largeur de la bande repère tracée sur l'infiltromètre divisée par la différence entre le temps de départ et le temps de fin d'un intervalle de temps.

La fiche de relevé de données d'infiltration peut être utilisée pour noter et aider au calcul des valeurs nécessaires pour tracer les résultats des mesures. Le taux d'écoulement pour chaque intervalle de temps est la valeur moyenne pour un intervalle. Le taux d'écoulement doit être tracé au point médian des intervalles de temps. L'infiltration doit normalement décroître avec le temps et il est important de suivre cette évolution à partir du moment où l'eau a été versée pour la première dans l'anneau intérieur. Le tableau et le graphique ci-dessous illustrent comment

calculer les taux d'infiltration et les tracer sur un graphique.

Figure SOL-IN-3: Infiltration

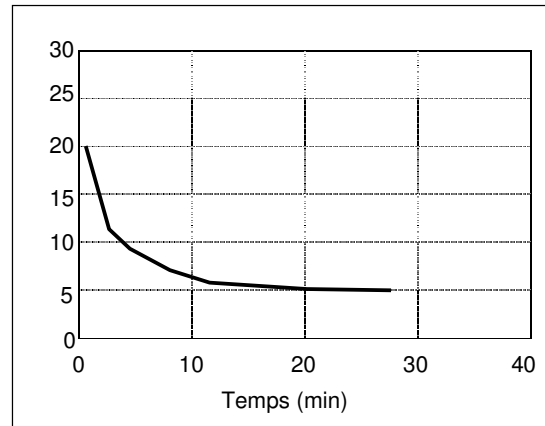


Figure SOL-IN-2: Infiltration dans le jardin de Jim

Variation du niveau de l'eau = 20 mm

Temps							Écoulement
Départ		Fin		Intervalle	Milieu	Cumulé	Taux
[min]	[sec]	[min]	[sec]	[min]	[min]	[min]	[mm/min]
31	00	32	00	1.00	31.50	0.50	20.0
32	30	34	15	1.75	33.38	2.38	11.43
34	30	36	45	2.25	35.62	4.62	8.89
37	15	40	00	2.75	38.62	7.72	7.27
40	45	44	00	3.25	42.38	11.38	6.15
44	15	47	45	3.50	46.00	15.00	5.71
48	15	52	0	3.75	50.12	19.12	5.33
52	15	56	15	4.00	54.25	23.25	5.00
56	30	00	30	4.00	58.50	27.50	5.00

Etude du sol

Fiche de relevé de données d' 'infiltration dans le sol

Nom du site: _____

Nom de la personne qui effectue les relevés _____

Prélèvement des échantillons

- jour: _____
- heure: _____(heures et minutes) cochez une option: temps universel ___ heure locale _____

Distance au site d'étude de l'humidité du sol _____m

Numéro de groupe d'échantillon: _____Largeur de la bande de référence: _____mm

Diamètre :Anneau intérieur: _____cm Anneau extérieur: _____cm

Hauteur au dessus du sol de la bande de référence: Borne supérieure : _mm Borne Inférieure : _mm

Mode opératoire:

Effectuer trois séries de relevés du taux d'infiltration dans une zone d'un diamètre de 5 m. Utilisez une fiche de relevé différente pour chaque série de relevés. Chaque série de relevés consiste à effectuer plusieurs mesures de temps pour une diminution ou une variation du niveau d'eau, jusqu'à ce que le taux d'écoulement soit constant ou que 45 minutes se soient écoulées. Notez vos données ci-dessous pour une série de mesures d'infiltration que vous aurez à effectuer.

Le formulaire ci –dessous est conçu pour vous aider à calculer votre taux d'écoulement.

Pour l'exploitation des données, tracez le graphe du taux d'écoulement (F) en fonction du temps au point médian 5D).).

Relevés:

	A.	B.	C.	D.	E.	F.
	Débur	Fin	Durée	Temps au point Médian	Variation Niveau Eau	Taux d'écoulement
	(min) (sec)	(min) (sec)	(min)	(min)	(mm)	(mm/min)
			(B-A)	(A+C/2)		(E/C)
1						
2						
3						
4						
5						
7						
8						
9						

Contenu en eau du sol saturé sous l'infiltromètre après la série de mesures :

A. Masse humide : _____g B. Masse sèche : _____g C. Masse d'eau (A-B) : _____g

D. Masse du récipient : _____g E. Masse de l'échantillon sec (B-D) : _____g

F. Contenu en eau de l'échantillon (C/E) : _____

Méta -données journalières/commentaires : (facultatif)

Protocole facultatif de mesure d'humidité et de température du sol avec la station Davis



Objectif

Noter des données de sol en utilisant une station d'humidité et de température du sol de Davis

Vue d'ensemble

Des capteurs d'humidité et de température du sol sont installés à différentes profondeurs et une station est configurée pour effectuer et enregistrer des mesures toutes les 15 minutes. Ces mesures sont ensuite transférées aux ordinateurs de votre école et soumises à GLOBE via un courrier électronique de saisie de données. Des mesures d'humidité du sol par gravimétrie doivent être prises afin de réaliser des courbes de calibration pour les capteurs d'humidité du sol.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants peuvent voir des données du sol varier au cours d'une journée. Ceci permet des études détaillées des variations d'humidité et de température du sol selon la durée et la profondeur.

Concepts scientifiques et capacité à mener une recherche scientifique

Les *concepts scientifiques* et la *capacité à mener une recherche scientifique* sont obtenus à travers l'analyse des données collectées avec la station météo. Se référer aux *Protocole de mesure d'humidité du sol par gravimétrie* et *Température du sol* pour les concepts scientifiques et les capacités à mener une recherche scientifique, listés dans les cases grisées.

Durée

2 heures pour la définition et la configuration du site

La calibration initiale nécessite que le *Protocole de mesure d'humidité du sol par gravimétrie* soit

réalisé environ 15 fois sur six semaines ou plus, à au moins 30 cm de profondeur. Ceci prend entre 15 et 45 minutes à chaque fois.

15 minutes pour utiliser le courrier électronique de saisie de données afin de préparer et soumettre les données à GLOBE de façon périodique.

Niveau

Cours moyens et Secondaire

Fréquence

Rapport de données une fois par semaine environ
Remplacement et calibration des capteurs d'humidité et de température tous les deux ans.

Matériel et instrumentation

Station d'humidité et de température du sol et une station météo, avec des ordinateurs permettant l'enregistrement des données et possédant un logiciel de station météo

Une foreuse appropriée

Un compteur

Quatre capteurs d'humidité du sol

4 L de terre, 0,5 L d'eau, des seaux pour faire des boulettes de boue.

Un guide en PVC de 120 cm x 2cm

Un tube pour tasser le sol (un vieux manche à balai)

Un stylo ou un crayon à papier

Une calculatrice et du papier millimétré ou un ordinateur

La fiche technique *Calibration biannuelle d'un capteur d'humidité du sol*.

Préparation

Configurer la station d'humidité et de température du sol.

Pré requis

Protocole de mesure d'humidité du sol par gravimétrie

Protocole de mesure d'humidité et de température du sol avec une station Davis– Introduction

Utiliser des stations automatiques d'humidité et de température du sol qui enregistrent les données permet aux étudiants de prendre des mesures du sol à des intervalles de temps plus courts que s'ils avaient à les collecter manuellement. Le grand volume de données qui peut être collecté autorise une étude détaillée des conditions du sol, notamment des variations horaires, qui sont souvent importantes près de la surface.

Les stations d'humidité et de température du sol utilisées dans ce protocole sont produites par Davis Instruments (<http://davisnet.com>). Ces stations d'humidité et de température du sol se connectent à des stations météo qui possèdent un écran affichant les conditions de sol actuelles. Des capteurs atmosphériques peuvent aussi être connectés à la station météo pour collecter des données atmosphériques comme indiqué dans le protocole *Station météo de Davis*.

Tout en affichant les données en temps réel, la station météo enregistre des données sur une longue période de temps en utilisant un enregistreur de données. Cet enregistreur de données est vendu dans un kit qui inclut un logiciel nécessaire pour ce protocole, et qui permet de télécharger et de visualiser sur son ordinateur les données. Le même logiciel fonctionne pour les mesures atmosphériques et d'humidité du sol. Ainsi, si les deux types de mesures sont effectués, un seul enregistreur suffit.

Une fois les données téléchargées de la station météo sur l'ordinateur, elles peuvent être exportées en un format texte, injecté dans un tableur, lui-même manipulé pour être conforme au format requis par le courrier électronique de saisie de données de GLOBE. Le logiciel pour exporter des fichiers texte dans le format du courrier électronique de saisie de données de GLOBE est disponible sur certains modèles.

Support pour l'enseignant

Les instructions données dans ce protocole sont spécifiques à une marque de station d'humidité et de température du sol. Cependant, elles peuvent être adaptées à d'autres équipements qui possèdent les mêmes spécifications. Si vous avez des questions ou nécessitez une assistance pour adapter ces instructions à d'autres instruments, contactez votre Coordinateur National ou, aux États-Unis, le GLOBE Help Desk. Les éléments essentiels de ce protocole, qui doivent rester les mêmes quelque soit le modèle de l'équipement, sont la position de la station et des capteurs, la précision et l'exactitude des capteurs, et les intervalles d'échantillonnage.

La station d'humidité et de température du sol rapporte des valeurs d'humidité du sol dans des unités qui correspondent à des centibars de tension d'eau. Pour interpréter correctement ces valeurs en terme de teneur du sol en eau (grammes d'eau/ grammes de sol sec), il est nécessaire d'établir une courbe de calibration. Une fois établie, cette courbe est utilisée pour convertir les lectures faites avec le compteur en teneur du sol en eau, et les deux sont envoyées à GLOBE. Les détails sur la procédure pour créer cette courbe sont donnés dans la section *Procédure de calibration de l'humidité du sol*, ci-dessous.

Vous pouvez collecter des données avec votre station d'humidité et de température du sol sur un site d'Étude de l'Atmosphère ou d'Étude de l'humidité du Sol déjà existant. Cela rendra les données collectées avec la station d'humidité et de température du sol directement comparables avec d'autres mesures GLOBE prises sur ses sites. Cependant, vous pouvez aussi choisir de définir un nouveau site spécifiquement pour votre station. Si c'est le cas, définissez ce nouveau site en suivant la fiche technique *Définition d'un site d'humidité du sol*. Si votre station n'est pas équipée d'un instrument mesurant la température de l'air, un capteur de température d'air peut être ajouté à vos trois capteurs de température du sol, pourvu que vous installiez un dispositif sur lequel monter ce capteur.

Enregistrement des données

La base de données GLOBE nécessite des données de station du sol enregistrées toutes les 15 minutes. Veillez donc à ce que les intervalles d'échantillonnage de votre station soient bien

réglés à 15 minutes. La lecture des données doit avoir lieu aux quarts d'heure (10h, 10h15, 10h30, 10h45, etc.). Assurez-vous que les mesures pour la température s'affichent et sont reportées en degrés Celsius. L'humidité du sol doit être affichée dans les unités allant de 0 (sec) à 200 (mouillé).

Du fait de la quantité des données impliquée, les données de station d'humidité et de température du sol sont envoyées à GLOBE sous la forme d'un courrier électronique de saisie de données uniquement. Le logiciel fourni par Davis permet aux données d'être exportées directement dans le bon format de courrier électronique de saisie de données GLOBE (voir *Questions Fréquentes pour des informations sur la disponibilité de ce logiciel*). Utilisez l'option « Export Records (Format GLOBE) » à partir du menu Chercher qui se situe dans le menu export data pull-down. Si vous utilisez votre station météo pour enregistrer des données atmosphériques, ces données seront exportées en même temps. Si le logiciel de votre station météo n'a pas cette option, exportez vos données sous un fichier texte, importez ce fichier texte dans un tableur, manipuler les colonnes de façon à satisfaire le format du courrier électronique de saisie de données. Coupez et collez les lignes de données obtenues dans un courrier électronique de saisie de données.

L'heure associée à chaque point de donnée envoyé à GLOBE doit être en Temps Universel (UT). Si vous choisissez de régler votre station à l'heure locale, vous devrez ajuster les heures que vous envoyez à GLOBE. Certains packages de logiciel feront automatiquement ce changement lorsque vous mettrez les données sous le format de courrier électronique de saisie de donnée GLOBE.

Procédures de mesures

1. Revoir le contexte dans les introductions des protocoles *Température du sol* et *Humidité du sol par gravimétrie*.
2. Configurer la console de la station météo et la connecter à l'ordinateur en suivant les instructions du fabricant.
3. Installer les capteurs de température comme indiqué dans le guide *Installation des capteurs de température*.

4. Installer les capteurs d'humidité comme indiqué dans le guide *Installation des capteurs d'humidité*.
5. Enregistrer les lectures toutes les 15 minutes et transférer les données vers l'ordinateur en suivant les instructions données avec le logiciel.
6. Lorsque vous êtes prêts à rapporter les données à GLOBE (une fois par semaine est recommandé) exportez les données de votre ordinateur en un fichier texte de format compatible avec GLOBE comme indiqué dans les guides de laboratoire *Enregistrer et rapporter les données laboratoires de stations sur la température et l'humidité du sol*.
7. Coller le texte de ce fichier dans un corps de courrier électronique. L'envoyer à GLOBE en suivant les instructions de saisie de données, disponibles dans la section Saisie de données sur le site internet GLOBE.
8. Récupérer les données d'humidité du sol par gravimétrie comme indiqué dans le guide *Calibration du capteur*.
9. Tout en récupérant les lectures d'humidité du sol par gravimétrie, les rapporter à GLOBE. Une fois que 15 points de calibration sont obtenus, GLOBE crée une courbe de calibration. Les étudiants peuvent suivre les instructions données dans le guide de laboratoire *Créer une courbe de calibration* et créer leur propre courbe de calibration.
10. Encourager les étudiants à étudier les données.
11. Tous les deux ans, remplacer les capteurs d'humidité du sol, et prendre de nouvelles mesures d'humidité du sol par gravimétrie pour créer une nouvelle courbe de calibration.

Procédure de calibration de l'humidité du sol

La station de température et d'humidité du sol procure des mesures d'humidité du sol en centibars de tension d'eau sur une échelle de 0 à 200. Pour être utiles à la communauté scientifique GLOBE, elles doivent être en teneur du sol en eau (grammes d'eau/grammes de sol sec). Les procédures pour récupérer des données de calibration et créer une courbe de calibration sont les mêmes que celles données dans le protocole *Capteurs d'humidité du sol pour les compteurs Watermark*.

Les étudiants doivent installer de nouveaux capteurs d'humidité du sol Watermark et les recalibrer tous les deux ans.

Conseils utiles

- Le jour précédent l'installation des capteurs, placer les capteurs d'humidité du sol dans un seau d'eau.
- Lorsque vous cherchez un endroit pour installer votre station d'humidité et de température du sol, garder à l'esprit que la station doit communiquer avec la station météo.

Questions pour aller plu loin

Quelle saison possède la plus grande fourchette de température ? Pourquoi ?

Quelles sont les latitudes et altitudes des autres écoles GLOBE possédant des caractéristiques d'humidité et de températures similaires aux vôtres ?

La température du sol à 5 cm de profondeur est-elle fortement corrélée avec la température de l'air ou celle de surface ? A 10 cm ? A 15 cm ?

Y a-t-il un lien entre l'humidité du sol et le moment de l'éclosion ?

Combien de temps cela prend-il pour qu'un évènement pluvieux affecte les lectures d'humidité du sol à diverses profondeurs ? Les précipitations affectent-elles la température du sol ?

Installation des capteurs d'humidité du sol

Guide de terrain

But

Installer les capteurs d'humidité du sol

Matériel

- Une foreuse
 - Un compteur
 - Une station d'humidité et de température du sol avec 4 capteurs d'humidité du sol Watermark
 - Des seaux de maintien de 4 L
- Un tube en PVC (ou autres types de tubes) de 120 cm x 2cm pour protéger les fils
 - De l'eau pour humidifier le sol (0.5 L)
 - Un guide en PVC de 1 m x 2 cm
 - Un tube pour tasser le sol (type vieux manche à balai)
 - Un marqueur indélébile

Mode opératoire

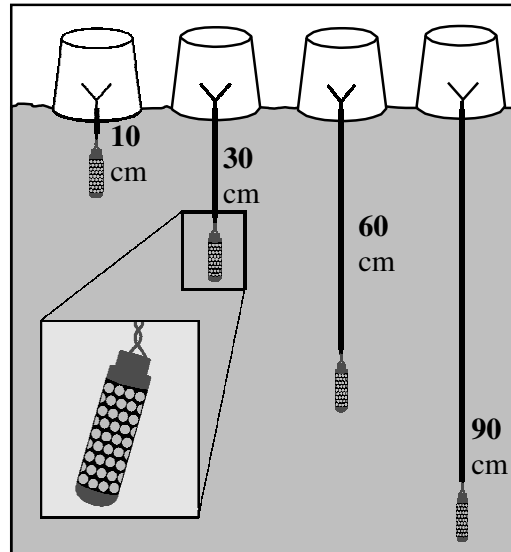
1. Placer les capteurs dans l'eau et laisser tremper toute la nuit.
2. Utiliser un marqueur indélébile pour placer des repères sur les câbles des capteurs près des contacts. Faire une ligne autour du câble pour le capteur à 10 cm, 2 lignes pour celui à 30 cm, 3 lignes pour celui à 60 cm, et 4 lignes pour celui à 90 cm.
3. Faire un trou dans le sol pour chaque capteur d'humidité de sol (10 cm, 30 cm, 60 cm ou 90 cm). Chaque capteur est installé dans son propre trou. S'assurer que chaque câble peut atteindre la station d'humidité et de température du sol avec un peu de mou.
4. Placer l'équivalent de deux mains pleines de terre, extraite du fond de chaque trou, dans un petit seau. Enlever les cailloux s'il y en a. Ajouter une faible quantité d'eau et remuer afin de créer une terre suffisamment humide pour former des boulettes compactes.
5. Placer les boulettes de terre dans les trous. S'assurer qu'elles atteignent bien le fond.
6. Faire passer l'extrémité libre du fil d'un des capteurs à travers le guide en PVC.
7. Tirer le bout du fil jusqu'à ce que le capteur soit maintenu fermement de l'autre côté du guide. Faire descendre le guide dans le trou, le capteur en premier. En tenant l'extrémité libre du fil, pousser délicatement le guide vers le fond jusqu'à ce que le capteur soit posé sur le fond humide du trou.
8. Maintenir le capteur et le guide dans cette position pendant que le rebouchage du trou. Tout en ajoutant de la terre dans le trou, la tasser délicatement avec le manche à balai ou équivalent. Une fois le capteur recouvert, enlever le guide. Continuer d'ajouter de la terre par poignées et tasser fermement en rebouchant le trou. Tenir l'extrémité du fil lors du rebouchage de manière à ce qu'il ressorte droit une fois le trou rebouché.
9. Placer le fil dans le tube PVC ou autre tube.

10. Répéter les étapes 2 à 9 pour chaque capteur

11. Connecter les extrémités des fils à la station d'humidité et de température du sol. Le capteur à 10 cm est connecté au canal 1, à 30 cm au canal 2, à 60 cm au canal 3, à 90 au canal 4.

Note : Ne pas rapporter de mesures pendant une semaine après l'installation. Les capteurs ont besoin d'au moins une semaine pour s'équilibrer avec les conditions ambiantes. Attention, les extrémités des fils sont fragiles, surtout là où elles se connectent au compteur. Si l'extrémité libre du fil casse, réduire le tube en PVC pour créer une nouvelle extrémité.

Configuration des capteurs d'humidité installés



Installation des capteurs de température

Guide de terrain

But

Installer les capteurs de température du sol de la station d'humidité et de température du sol

Note

Ce guide correspond à l'installation de 4 capteurs de température : un pour mesurer la température de l'air et les trois autres pour mesurer la température du sol à des profondeurs déterminées. Si votre station se trouve sur un lieu où des mesures de température de l'air sont déjà prises, vous pouvez omettre l'installation de votre capteur de température de l'air. Si vous ne faites pas de lectures de température d'air, veillez à ce que les capteurs de température du sol soient branchés sur les canaux 2 à 4 de la station.

Matériel

Un compteur

Des outils pour creuser

Un abri pour instruments et un 4^e capteur pour la température de l'air (facultatif)

Une station avec 3 capteurs de température

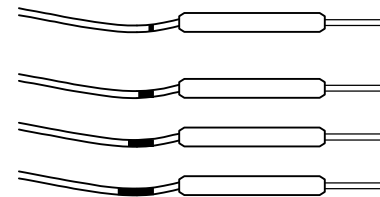
Un tube en PVC de 120 cm x 2 cm ou autre type de tube pour protéger les fils (peut être le même que celui utilisé pour les capteurs d'humidité)

Du fil

Un marqueur indélébile

Mode opératoire

1. Choisissez un endroit où la station d'humidité et de température du sol sera protégée. Si vous avez un abri pour instruments vous pouvez y mettre la station. Si vous utilisez une station sans fil, assurez-vous qu'elle puisse communiquer avec la station météo de l'endroit où elle est installée.
2. Branchez les capteurs de température sur la station. Marquez chaque capteur avec le marqueur indélébile à l'extrémité du câble (à environ 1 cm du capteur). Marquez d'un, deux, trois, quatre cercles les capteurs respectivement branchés sur les canaux 1 à 4. Faites passer les capteurs dans le tube en PVC (ou autre tube) pour les protéger.
3. Si vous mesurez la température de l'air, maintenez bien, avec du fil, le capteur dans l'abri en prenant soin à ce qu'il n'en touche pas les bords.
4. Les capteurs 2 à 4 sont utilisés pour mesurer la température du sol. Creusez un trou de 50 cm de profondeur, à proximité de la station (que les capteurs devront atteindre). Si vous creusez près d'un obstacle, assurez-vous que le trou se trouve du côté ensoleillé de l'obstacle.
5. Installez les capteurs de température (horizontalement) dans le trou aux profondeurs de 50 cm (n°4), 10 cm (n°3), 5 cm (n°2).
6. Rebouchez le trou avec la terre enlevée (dernière retirée, première remise).



Détermination de l'uniformité de la terre en fonction de la profondeur

Guide de terrain et de laboratoire

But

Déterminer si la densité et la texture particulière de la terre est uniforme à 10 cm, 30 cm, 60 cm et 90 cm de profondeur.

Matériel

Une foreuse
Un compteur
Quatre récipients pour la terre (sacs ou boîtes pour échantillons)

Le matériel pour le *protocole de densité particulière de la terre*
Le matériel pour le *protocole de distribution granulométrique*
Un four

Une courbe de calibration, à partir du capteur d'humidité à 30 cm, doit être établie pour effectuer la conversion de la lecture du compteur à la teneur de la terre en eau. Il n'est pas nécessaire d'en établir pour les autres profondeurs, à moins que leur texture et densité de particule ne diffèrent de trop. Les étapes suivantes montrent comment déterminer si c'est le cas ou non.

Sur le terrain

1. A proximité des trous où sont installés les capteurs d'humidité, utiliser la foreuse pour prélever des échantillons à 10 cm, 30 cm, 60 cm, 90 cm de profondeur, puis les stocker pour l'analyse en laboratoire. Les échantillons doivent peser 200 g au minimum et doivent être labélisés (date et profondeur)
Note : Si vous utilisez ces échantillons pour le *protocole d'humidité du sol par gravimétrie* suivez les étapes de ce protocole correspondant à la prise, au stockage, à la pesée, et au séchage des échantillons. Utilisez alors les échantillons secs et reprenez à partir de l'étape 4 ci-dessous
2. Remplacer la terre dans les trous (dernière retirée, première remise)

Au laboratoire

3. Sécher les échantillons de terre
4. Déterminer la densité particulière de chaque échantillon en suivant le protocole *Densité particulière de la terre*
5. Déterminer la texture de chaque échantillon en suivant le protocole *de distribution granulométrique particules*
6. Comparer les densités particulières à 10 cm, 60 cm et 90 cm à celle à 30 cm. Si la densité varie de plus de 20 % par rapport à celle à 30 cm pour l'une des profondeurs, établir une courbe de calibration pour la profondeur en question.
7. Localiser les textures des profondeurs sur le triangle de texture du sol. Si une texture à 10 cm, 60 cm ou 90 cm ne se trouve pas dans la même zone du triangle que celle à 30 cm, ou si elle n'est pas dans une région dans le triangle bordant la texture de la terre à 30 cm de profondeur, faire une courbe de calibration pour la profondeur en question.
8. Les échantillons utilisés pour la calibration peuvent être remis aux profondeurs appropriées

Calibration des capteurs d'humidité du sol

Guide de terrain

But

Calibrer les capteurs d'humidité du sol

Matériel

Une foreuse
Un mètre
Un stylo ou un crayon de papier
Installer correctement les capteurs d'humidité du sol

Un compteur d'humidité
Le matériel pour le protocole de mesure *d'humidité du sol par gravimétrie* (i.e. récipient, four, transplantoir, marqueur)
Les fiches de relevé de données de calibration semestrielle *des sondes d'humidité du sol*

Mode opératoire

1. Compléter la partie supérieure de la fiche de relevé de *calibration semestrielle des sondes d'humidité du sol*.
2. Noter l'humidité du sol lue sur l'ordinateur pour la date et l'heure de l'échantillon gravimétrique dans la colonne G, Lecture compteur de l'humidité du sol, de la fiche de relevé de *calibration*.
3. Choisir un endroit à moins de 5 mètres des trous des capteurs.
4. Nettoyer le sol de tout débris.
5. A l'aide de la foreuse, récupérer des échantillons pour le protocole *d'humidité du sol par gravimétrie*, et ce à toutes les profondeurs pour lesquelles la courbe de calibration est élaborée. Placer chaque échantillon dans un récipient. Numéroté chaque récipient.
6. Reboucher le trou (dernière retirée, première remise) et reformer la surface
7. Noter la date, l'heure, la (les) profondeur(s) et le ou les numéros du ou des récipients dans un carnet.
8. Déterminer la teneur en eau de chaque échantillon en suivant le protocole *Humidité du sol par gravimétrie* du guide de laboratoire.
9. Noter sur la fiche de relevé des données de *calibration*, la date et l'heure de la mesure, le poids de l'échantillon humide puis sec et celui du récipient. Calculer la masse d'eau, la masse de la terre sèche et sa teneur en eau. Reporter ces valeurs sur la fiche technique.
10. Envoyer à GLOBE les données d'humidité du sol par gravimétrie.
11. Répéter les étapes 2 à 10 une quinzaine de fois le temps que la terre parcourt une ou deux fois son cycle de séchage. Attendre que les lectures compteur changent significativement avant de prendre un nouvel échantillon gravimétrique.
12. Envoyer à GLOBE les données de calibration. Une courbe de calibration sera alors créée pour déterminer, à partir des lectures compteur, la teneur en eau du sol. Elle sera envoyée à votre école.

Créer une courbe de calibration – Compteur Watermark

Guide de laboratoire

But

Créer une courbe de calibration

Matériel

Un stylo ou un crayon de papier

Du papier millimétré un logiciel graphique approprié

La fiche de relevé de données de *calibration semestrielle de sondes d'humidité du sol* avec 15 (ou plus) couple de lectures de chaque profondeur pour laquelle une élaboration de courbe de calibration est entreprise

Une calculatrice ou un ordinateur

Mode opératoire

1. Placer les couples de lecture pour chaque profondeur. La teneur du sol en eau sur l'axe des ordonnées et la lecture compteur de l'humidité du sol sur l'axe des abscisses. Ceci peut être fait avec un logiciel graphique.
2. Tracer ou calculer la courbe logarithme qui passe par le plus grand nombre de points.

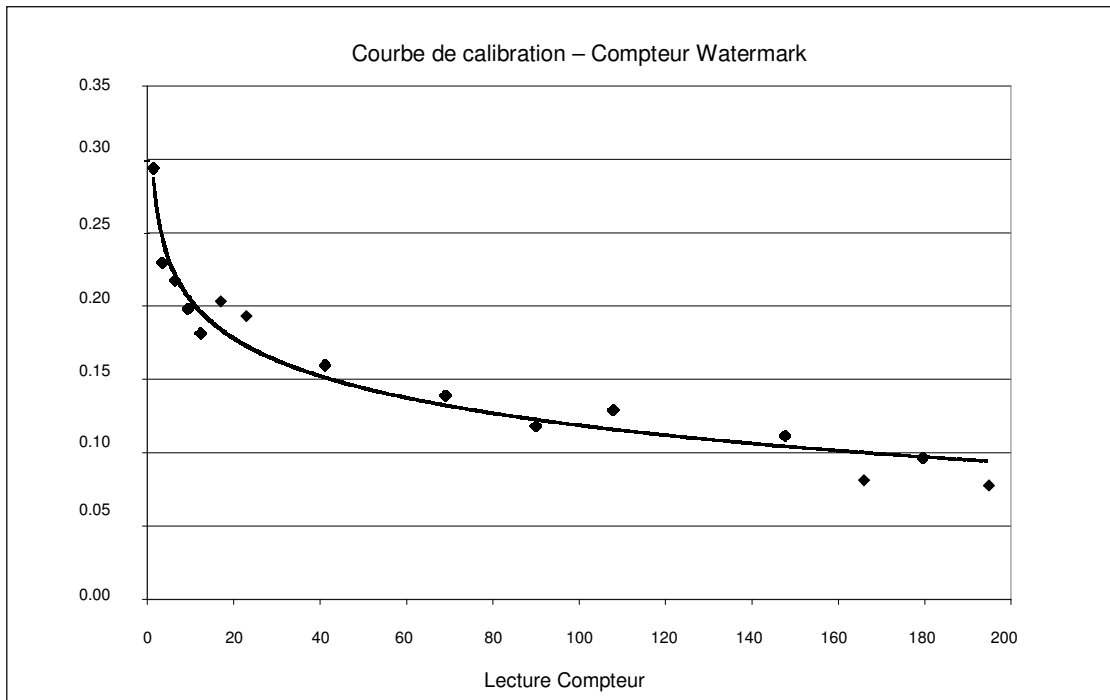
$$\text{Teneur du sol en eau} = a \times \ln(\text{lecture compteur de l'humidité du sol}) + b$$

Les données récoltées doivent couvrir une grande plage d'humidité du sol. Cette courbe de calibration sera utilisée pour convertir les lectures compteur d'humidité du sol en teneur du sol en eau.

Note : Pour toute question concernant l'élaboration d'une courbe de calibration, ou en cas de besoin, contacter le Globe Help Desk et le coordinateur national et demander le scientifique de GLOBE compétent.

3. Envoyer à GLOBE, par courrier postal ou courrier électronique, une copie de la courbe de calibration ainsi que la fiche de relevé de données de *calibration semestrielle de sondes d'humidité du sol* en suivant les indications données dans la section *Comment soumettre des photos et des cartes* du guide *Implémentation*. Si, pendant des mesures d'humidité du sol, des lectures compteurs se révèlent plus basses ou plus grandes que toutes celles déjà prises, prendre un échantillon gravimétrique et utiliser les valeurs obtenues pour cet échantillon pour étendre la courbe de calibration. Envoyer à GLOBE une copie de la courbe de calibration remise à jour ainsi que la fiche de relevé de données de *calibration semestrielle de sondes d'humidité du sol*.

Exemple d'une courbe de calibration d'un capteur d'humidité du sol pour un compteur Watermark



Noter et rapporter des données d'humidité et de température du sol de la station

Guide de laboratoire

But

Noter et rapporter des données de la station d'humidité et de température du sol.

Matériel

Une station d'humidité et de température du sol opérationnelle et configurée, connectée avec une station météo.

Un ordinateur avec un accès au courrier électronique.

Mode opératoire

1. Configurer la station météo pour qu'elle note les données toutes les quinze minutes, aux quarts d'heure (ex : 15h15)
2. Télécharger sur l'ordinateur les données de la station d'humidité et de température du sol (ainsi que toute donnée atmosphériques prise suivant le protocole Station météo de Davis) en se référant au mode d'emploi de la station météo.

Note : Certains modèles de station météo sont configurés pour transférer automatiquement ces données

3. Exporter les données sous un fichier texte. Sauvegarder ce fichier. Si le logiciel utilisé permet l'exportation directe du fichier texte sous le format courrier électronique de saisie de données, passer à l'étape 5).
4. Utiliser un logiciel pour éditer le fichier texte sous le format courrier électronique de saisie de données. Sauvegarder ce nouveau fichier.
5. Copier et coller les données dans un courrier électronique de saisie de données GLOBE.

Questions fréquentes

1. La densité particulière et la texture de la terre diffèrent avec la profondeur de l'endroit d'étude. Combien de courbes de calibration doit-on faire ?



Toutes les profondeurs ayant les mêmes densités particulières (jusqu'à 20% différentes) et textures (identiques ou adjacente dans le *Triangle de texture du sol*) ont la même courbe de calibration.

Le tableau suivant propose sept configurations possibles et établit quelles sont les courbes de calibrations à élaborer et comment les utiliser.

Configuration	Ce qu'il faut faire
Chaque profondeur est différente des autres	Établir une courbe de calibration pour chaque profondeur
30 cm, 60 cm et 90 cm sont similaires et 10 cm est différente	Établir et utiliser la courbe de calibration pour 10 cm. Établir une courbe de calibration pour 30 cm et l'utiliser pour 30 cm, 60 cm et 90 cm
10 cm, 30 cm et 60 cm sont similaires et 90 cm est différente	Établir et utiliser la courbe de calibration pour 90 cm. Établir une courbe de calibration pour 30 cm et l'utiliser pour 10 cm, 30 cm et 60 cm
10 cm et 30 cm sont similaires, 60 cm et 90 cm sont similaires mais différentes de 10 cm et 30 cm	Établir une courbe de calibration pour 30 cm et l'utiliser pour 30 cm et 60 cm. Établir une courbe de calibration pour 60 cm et l'utiliser pour 60 cm et 90 cm
30 cm et 60 cm sont similaires et 10 cm et 90 cm sont différentes l'une de l'autre et des deux premières	Établir des courbes de calibration pour 10 cm, 30 cm et 90 cm. Utiliser celle de 30 cm pour 30 cm et 60 cm
10 cm et 30 cm sont similaires et 60 cm et 90 cm sont différentes l'une de l'autre et des deux premières	Établir des courbes de calibration pour 30 cm, 60 cm et 90 cm. Utiliser celle de 30 cm pour 10 cm et 30 cm
60 cm et 90 cm sont similaires et 10 cm et 30 cm sont différentes l'une de l'autre et des deux premières	Établir des courbes de calibration pour 10 cm, 30 cm et 60 cm. Utiliser celle de 60 cm pour 60 cm et 90 cm



Pourquoi étudions nous le sol?*

Une activité qui illustre l'importance d'étudier les sols sur Terre. Dans cette activité, les étudiants explorent certaines des nombreuses utilisations des sols, apprennent les cinq facteurs formateurs de sol et aboutissent à une meilleure compréhension de la très faible surface de la Terre recouverte de sol.

Juste en passant

Les concepts de base concernant la circulation de l'eau dans le sol sont donnés aux débutants dans une activité qui illustre la méthode scientifique. Les étudiants confirmés étudient les effets des propriétés du sol sur l'infiltration de l'eau et les propriétés chimiques de l'eau qui est passée à travers le sol.

Le sol et mon jardin*

Les étudiants collectent, décrivent et comparent des sols de leur propre jardin.

Le sol étudié sur le terrain– Creuser aux alentours*

Les étudiants découvrent que les propriétés du sol, telles l'humidité et la température, peuvent varier considérablement au sein d'une même région.

Le sol est une éponge : Quelle quantité d'eau le sol retient-il ?*

Les étudiants étudient l'humidité en pesant et séchant des éponges puis étudient leurs échantillons de sol de la même manière.

Le sol : le grand décomposeur*

Les étudiants simulent des conditions environnementales afin de déterminer les facteurs clés qui affectent la décomposition de la matière organique dans le sol.

Le jeu des données*

Les équipes d'étudiants jouent à un jeu dans lequel ils collectent des données et modifient les valeurs de quelques mesures. Elles estiment ensuite les valeurs des mesures faites par d'autres équipes et essaient de détecter leurs erreurs.

* Voir la version complète du Guide pour le professeur disponible sur le site Web GLOBE et sur CD-ROM.

Pourquoi étudions-nous le sol ?



Objectif

Montrer aux étudiants l'importance du sol et les raisons pour lesquelles il doit être étudié.

Vue d'ensemble

Au cours de la première activité, les étudiants créent une liste des raisons pour lesquelles les sols sont importants. Au cours de la seconde activité, les étudiants doivent décrire les cinq facteurs qui constituent un unique profil du sol et explorer ces concepts. Au cours de la troisième activité, on montre aux étudiants la quantité de sol qu'il y a sur la Terre qui est disponible pour l'activité humaine.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants comprendront l'importance de la science du sol.

Les étudiants seront capables de fournir des raisons d'étudier le sol.

Les étudiants comprendront comment les propriétés du sol seront déterminées par les cinq facteurs de formation du sol.

Les étudiants apprécieront les quantités relatives de sol utilisable qu'il y a sur Terre.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les matériaux terrestres sont des roches solides, la terre, l'eau, le biote, et les gaz atmosphériques.

Les sols ont des propriétés de couleur, texture, structure, consistance, densité, pH, fertilité : ils participent à la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols se trouvent souvent en couches, chaque couche ayant une composition chimique et une texture différente.

Les sols consistent en minéraux (moins de 2 mm), matériaux organiques, air et eau.

L'eau circule à travers le sol, ceci ayant pour effet de changer les propriétés du sol et de l'eau.

Sciences physiques

Les objets ont des propriétés observables.

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Toutes les populations vivants ensemble ainsi que les facteurs physiques avec lesquels elles interagissent constituent un écosystème.

Capacités à mener une recherche scientifique

Identifier les questions intéressantes.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Création et conduite de recherches scientifiques

Mettre en place des descriptions et des explications, des prédictions et des modèles fondés sur l'utilisation de preuves.

Parvenir à communiquer les procédures et les explications.

Durée

Une ou deux classes (suivant le niveau d'exploration de la seconde activité)

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instrumentation

Une pomme et un petit couteau (ou des diagrammes montrant l'activité d'une pomme)

Exemples d'usage médicinal du sol (i.e. médicament contre la diarrhée, gel ou crème antibactérienne, masque pour le visage)

Exemples d'usage artistique du sol (i.e. habits de bous, peintures à base de sable, poterie)

Exemples d'usage du sol pour des matériaux de construction (i.e. briques rouges, photos de maison en terre)

Maquillage (i.e. fond de teint, rouge)

Echantillons de sol (si possible, particulièrement des sols qui ont les couleurs et textures des exemples ci-dessus pour la médecine, l'art, la construction ou le maquillage)

Des plantes

Exemple d'une histoire d'un sol (i.e. Inondation du sol des plaines du Maryland)

Pré requis

Aucun

Pourquoi les sols sont importants ?

Les sols sont des écosystèmes naturels à la surface de la Terre faits de macro et de micro-organismes, de minéraux, de matière organique, d'air et d'eau. Les sols sont des systèmes vivants qui fournissent beaucoup des fonctions fondamentales nécessaires à la vie. Ces fonctions fondamentales incluent :

- Fournir le milieu fertile dans lequel nous faisons pousser notre nourriture et nos végétaux.
- Produire et stocker des gaz comme le CO₂
- Stocker de l'eau et de la chaleur
- Fournir une maison pour des millions de plantes, d'animaux et de micro-organismes
- Filtrer l'eau et les déchets
- Fournir une matière première pour la construction, la médecine, l'art, le maquillage, etc.
- Décomposer les déchets
- Fournir une photo de l'histoire géologique, climatique, biologique et humaine.

Les sols se forment très lentement et ne comprennent que 10 ou 11 % de la surface de la Terre. C'est donc important d'étudier cette ressource naturelle essentielle et de comprendre comment elle devrait être utilisée et conservée correctement.

Que faire et comment le faire

Activité 1 : Pourquoi les sols sont importants ?

1. Récupérez autant de matériaux et d'outils de la liste de Matériel et instrumentation que possible.
2. Demandez à la classe « Pourquoi les sols sont importants ? » et « Pourquoi pensez-vous qu'il est important d'étudier les sols ? ».
3. Notez les réponses sur le tableau ou quelque part où tous les étudiants pourront les lire.
4. Au fur et à mesure que les étudiants donnent des réponses liées aux matériaux récupérés, sortez ces matériaux et montrez-les à la classe. Par exemple, si un étudiant dit que l'on utilise le sol pour l'art, montrez un pot en argile. Si les étudiants sont à court d'idées quant aux utilisations du sol, demandez-leur de réfléchir au sol utilisé pour l'art (et montrez les habits de boue africains [Bogolanfini] ou une photo) ou pour la médecine (contre la diarrhée, les gels antibactériologiques, des exemples de gens mangeant du sol pour des problèmes gastriques,

etc.). Montrez aussi des échantillons de sol qui ressemblent à ces matériaux pour comparaison.

5. Mener la discussion vers les nombreuses raisons possibles pour lesquelles il est important d'étudier le sol (voir ci-dessus)

Activité 2 : Les sols sont-ils tous les mêmes ?

1. Montrez aux étudiants des photos de la partie *Les sols du monde* de l'*Introduction de l'Etude du sol*. Demandez aux étudiants de regarder sur internet (i.e. soils.usda.gov ou soils.gsfc.nasa.gov), à la bibliothèque, et d'autres sources de photos ou de profils pédologiques. Recherchez également des photographies des propriétés du sol ou des dessins en couleur faits par des étudiants GLOBE sur le site Web GLOBE (aller sur la page d'accès aux données, puis sur *Sites GLOBE* puis sur *Profils pédologiques*).

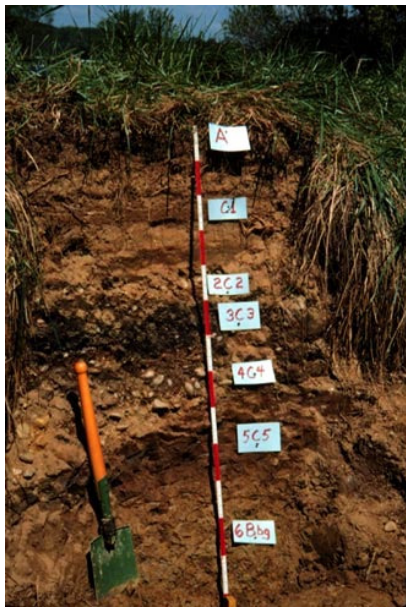
2. Demandez aux étudiants pourquoi un profil pédologique est différent d'un autre ? Quels sont des facteurs qui font que le sol ressemble à ce qu'il ressemble ? Guidez leurs réponses et aidez-les en lisant la partie *Les cinq facteurs de formation du sol* (matériau parent, climat, topographie, biote, et temps) de l'*Introduction de l'Etude du sol*.

3. Demandez aux étudiants d'identifier les cinq facteurs de formation du sol à leur école et demandez-leur dans quelles mesures ils sont susceptibles de varier en d'autres endroits, au sein du quartier ou tout autour du monde.

4. Parlez du fait que chaque sol raconte une histoire différente fondée sur les propriétés qui l'ont formé à cause des cinq facteurs de formation du sol. Vous pouvez utiliser l'histoire et la photographie ci-après de l'inondation du sol des plaines du Maryland.

Ce profil pédologique est issu d'une crique du College Park dans le Maryland aux Etats-Unis sur la ligne de partage d'eau de Chesapeake Bay. Quand les scientifiques du sol ont regardé cette couche avec une lentille portative (une petite loupe) ils ont vu que la couleur noire était due à de minuscules pigments formés de morceaux de cendres et de charbon. En effectuant plusieurs types de tests, ils ont appris que ce matériau a été déposé il y a environ 300 – 350 ans.

Figure-SO-WH-1: College Park, Maryland



D'où les cendres et le charbon pouvaient-ils bien venir il y a 300-350 ans ? Que s'est-il passé sur la Chesapeake Bay à cette époque ?

Les premiers colons arrivant dans cette région brûlaient les forêts pour faire de la place pour les fermes. Les restes de ces feux de forêts se sont écoulés dans les rivières et dans les criques et certains d'entre eux ont pu se déposer et faire ainsi partie de ce profil pédologique. Le sol au-dessus de cette couche a été créé après le dépôt des cendres et du charbon ayant coulé le long de la rivière et le dépôt des sédiments qui ont subi l'érosion de la région sur le haut de la couche de charbon. Dans les sols, les matériaux les plus jeunes se trouvent sur le dessus du profil. Une fois les sédiments ayant flottés le long de la rivière déposés, les processus du sol participent à la formation de la structure, de la couleur et d'autres propriétés du sol qui peuvent être vues et mesurées.

Les scientifiques ont aussi notés que dans les horizons sous la couche de cendres et de charbon, des coquilles d'huîtres et de palourdes (ainsi que des petits cailloux devenus ronds sous l'effet de l'eau de la rivière durant les inondations). Avec des tests effectués avec attention, ils ont appris que les objets de ces horizons ont été déposés il y a environ 400 – 450 ans.

Que s'est-il passé sur la Chesapeake Bay à cette époque ?

Les indigènes qui vivaient dans cette région avant que les colons n'arrivent pouvaient aller à la Baie pour leurs fêtes de vacances et fêtaient cela avec des huîtres et des palourdes. Ce que l'on voit ici en sont les restes. Ces coquilles ont pu couler le long de la rivière jusqu'à cette crique pour finalement faire partie du sol.

La dernière partie de l'histoire nous amène au début. Les deux horizons inférieurs de ce profil sont issus d'un sol ancien qui a été recouvert par le nouveau sol. Le sol recouvert présente une structure, une couleur et d'autres caractéristiques qui indiquent qu'il est vieux de plusieurs millénaires et qu'il était dans une zone marécageuse avant que la rivière ne change son cours et commence à le recouvrir.

C'est un exemple de la manière dont un sol peut se révéler être un enregistrement de l'histoire de la zone alentour et peut nous raconter son histoire. D'autres histoires sont disponibles sur la page Web de l'éducation scientifique sur les sols (soils.gsfc.nasa.gov) sous le nom de « Chaque sol raconte une histoire ».

5. Demandez aux étudiants d'essayer de trouver des « histoires » sur comment d'autres sols ont pu être formés et sur les propriétés qu'ils ont.

6. Présentez le concept de la diversité des sols qui stipule que parce que chaque sol est différent, chacun ne peut être utilisé que pour un usage particulier. Par exemple, quel type de sol serait le plus adapté pour faire pousser des récoltes (plat, fertile, humide, profond, etc.) ? Quels sols seraient le plus adaptés pour construire un étang ou un réservoir (argile avec une structure massive à forte densité, faible porosité, zone plate ou faux-plate dans la campagne, etc.) ? Quels sols seraient le plus adaptés pour filtrer les déchets (zones de grandes surfaces, beaucoup d'organismes, pas trop froid ou trop mouillé, etc.) ? Faites réfléchir les étudiants à d'autres usages de la terre et aux propriétés idéales pour ces usages.

Activité 3 : Quelle quantité de sol y a-t-il sur Terre ?

1. Prenez une pomme et un petit couteau, ou utilisez les graphiques ci-dessous pour mener à bien la démonstration suivante :



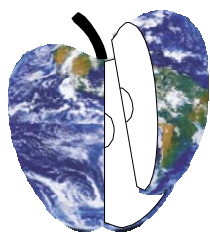
2. L'enseignant dit : « Supposez que cette pomme soit la planète Terre, ronde, belle, et plein de bonnes choses. Remarquez sa peau, l'entourant et protégeant la surface.

3. Le professeur demande et lance la discussion :

a. « Quelle quantité de la surface de la Terre est recouverte par les eaux ? »

b. Réponse : L'eau recouvre environ 75% de la surface de la Terre.

Action : Coupez la pomme en quartiers. Retirez trois quartiers (75%)



4. L'enseignant dit : « Ces trois quartiers (75%) qui viennent d'être retirés représentent la portion de la Terre qui est recouverte par l'eau – océans, lacs, rivières, courants. Ce qu'il reste (25%) représente les terres sèches. Cinquante pourcent de ces terres sèches sont des déserts, des zones polaires, ou des régions montagneuses où il fait trop chaud ou trop froid pour produire. »

Action : Coupez le quartier des « terres sèches » en deux et retirez une moitié.



5. L'enseignant dit : « Quand on retire 50% des terres sèches, voilà ce qu'il reste (12,5% de l'original). De ces 12,5%, 40% est fortement limité par le terrain la fertilité ou les précipitations excessives. C'est trop rocheux, pentu, pauvre, mouillé pour supporter une production de nourriture. »

Action : Coupez et séparez cette portion de 40%



6. L'enseignant dit : « Ce qu'il reste représente environ 10% de la pomme ».

Action : Epluchez la peau de la toute petite partie restante.



7. L'enseignant dit : « Les 10% qu'il reste (approximativement), une toute petite partie de la zone terrestre, représente le sol dont nous dépendons pour le ravitaillement mondial en nourriture. Ce fragment est en compétition avec tous les autres besoins – logements, villes, écoles, hôpitaux, centres commerciaux, etc. et, parfois, il ne gagne pas. »

Action : Discutez avec les étudiants des manières par lesquelles ils pourraient être plus attentifs au sol et à son utilisation chez eux et dans leur ville. Par exemple, parlez du retraitement des déchets, du compost, de l'aide à apporter au sol pour qu'il soit riche en matières organiques et de la manière on peut garder le sol couvert par la végétation de sorte qu'il ne s'érode pas ou qu'il ne soit pas compacté.

** Activité d'apprentissage : Quelle quantité de sol y a-t-il ? avec l'aimable autorisation du Service de conservation des ressources naturelles, US Department of Agriculture.*

(Ce matériel peut être téléchargé à partir du site : soils.gsfc.nasa.gov).

Juste en traversant (Version débutant)



Objectif

Comprendre comment l'eau s'écoule à travers différents sols et comment elle est transformée lorsqu'elle s'écoule à travers ces sols.

Vue d'ensemble

Les étudiants chronomètrent l'écoulement de l'eau à travers différents sols et observent la quantité d'eau retenue dans ces sols. Ils vont aussi observer la capacité de filtrage des sols en comparant la clarté de l'eau avant et après son passage à travers le sol.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables d'identifier les changements physiques et chimiques qui se produisent lorsque l'eau passe à travers le sol.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

La Terre est composée de roches solides, de sol, d'eau, et des gaz atmosphériques.

Les sols ont des propriétés comme la couleur, la structure, la texture, la consistance, la densité, le pH et la fertilité ; ils supportent la croissance de beaucoup de végétaux.

La surface de la Terre évolue.

Les sols sont constitués de minéraux (de moins de 2 mm, de matière organique, d'air et d'eau.

L'eau circule à travers le sol en changeant à la fois les propriétés du sol et de l'eau.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les techniques et outils appropriés, y compris mathématiques, pour rassembler, analyser et interpréter des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prévisions et des modèles à partir de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

Une classe.

Niveau

Débutants

Matériel et instrumentation

(pour chaque équipe de 3-4 étudiants)

Bouteille vide de 2 litres.

Trois bécchers de 500 mL ou autres récipients vides de même taille gradués en cm pour remplir d'eau.

Echantillon de sol (Apportez 1,2 L d'échantillons de différents types de sol provenant de l'école ou de la maison. Cela peut être du sol de surface (Horizons A), du sol de profondeur (Horizon B), sol en pot, sol sablonneux, sols compactés, sols avec de l'herbe poussant dessus, sols avec des textures, couleurs ou structures distinctes).

Ecran fin de fenêtre ou autre chose à maille fine qui n'absorbe ni ne réagit avec l'eau (1 mm ou moins de maille)

Eau

Montre ou chronomètre

Note : Des récipients plus petits peuvent être utilisés si vous le souhaitez tant que le récipient à sol tient bien dans récipient à eau. Diminuez les quantités de sol et d'eau, - mais souvenez-vous qu'il est important que tous les étudiants commencent avec la même quantité.

Pour les étudiants confirmés

Papier-pH, stylo à pH ou pH-mètre

Pré requis

Aucun

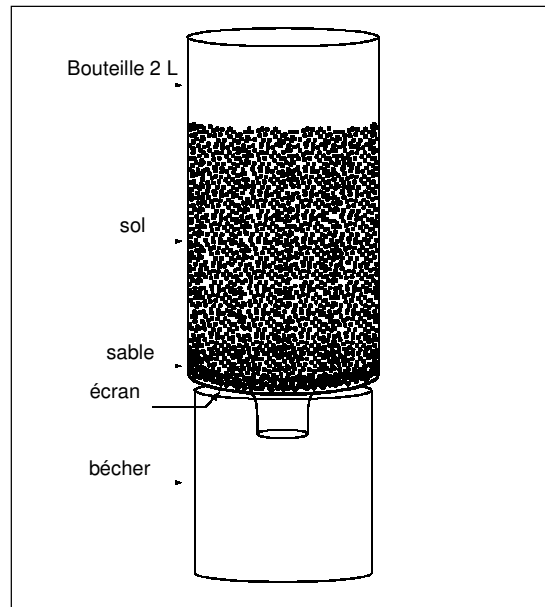
Contexte

Ce qui se passe quand l'eau passe à travers le sol dépend de beaucoup de choses comme la taille des particules du sol (la texture et la répartition granulométrique), la manière dont les particules sont agencées (structure), leur compacité (masse volumique), les interactions entre les particules du sol et l'eau. Certains types de sol laissent pénétrer l'eau rapidement et retiennent ensuite l'eau comme une éponge. Cela peut aider les végétaux à utiliser une partie de cette eau. D'autres types de sol peuvent laisser l'eau s'écouler complètement à travers en seulement quelques secondes. D'autres sols peuvent enfin empêcher complètement l'eau de les pénétrer. Il n'y a pas de meilleur type de sol – ils sont simplement bons pour des usages différents. Quelles propriétés du sol allez-vous rechercher pour un jardin ? Pour construire une route ou une cour de récréation ? Que se passe-t-il si le sol est saturé en eau et qu'il pleut beaucoup ? Comment pouvez-vous modifier la manière dont votre sol retient l'eau ? Qu'advient-il du sol lorsque de la matière organique y est ajoutée, lorsque des végétaux y poussent, quand il est compacté ou quand il est labouré ?

Préparation

- Débattez de certaines caractéristiques générales des sols ou faites *Pourquoi étudier le sol* ou l'activité d'apprentissage *Le sol de mon jardin* ou *Les protocoles de caractérisation du sol*.
- Apportez des échantillons de différents types de sols provenant de l'école ou de la maison.
- Enlevez les étiquettes et les bouchons des bouteilles en plastique vides de 2L et découpez-en les fonds.
- Placez l'écran à l'intérieur de la bouteille en occultant l'ouverture.
- Mettez 3-4 cm de sable sur l'écran. Il empêchera l'écran d'être obstrué.
- Placez la bouteille à l'envers dans un béccher ou un récipient vide.
- Remplissez la bouteille avec 1,2 L de sol par-dessus le sable.
- Photocopiez les *Feuilles de Travail* pour chaque étudiant.

Schéma SOL-PB-1



Ce qu'il faut faire et comment le faire

Recherche en classe entière

1. Choisissez un sol (un sol sablonneux marchera le mieux) pour faire une démonstration et placez 1,2 L de sol dans la bouteille de 2 L.
2. Demandez aux étudiants de regarder attentivement ce sol. Que remarquent-ils : la couleur ? la végétation ? A-t-il l'air lourd ou léger ? Est-il granuleux (comme des cookies) ou compacté ? Notez ces observations à propos du sol sur le tableau.
3. Mettez 300 mL d'eau dans un béccher de 500 mL ou un autre récipient vide. Faites décrire aux étudiants la clarté de l'eau.
4. Utilisez un marqueur noir pour tracer un trait montrant la hauteur de l'eau dans le récipient. Faites compter aux étudiants le nombre de centimètres pour atteindre la surface de l'eau. Notez ce nombre au tableau.
5. Demandez aux étudiants « *Que va-t-il se passer quand vous mettrez l'eau sur ce sol ?* » Demandez aux étudiants d'expliquer pourquoi ils pensent que le sol et l'eau vont interagir de cette manière quand l'eau va être mise sur le sol. Par exemple :
 - *Est-ce que l'eau va s'écouler à travers le fond de la bouteille ?*
 - *Est-ce qu'elle va s'écouler entièrement ? Quelle quantité va s'écouler à travers le fond ?* Faites un trait sur le récipient vide avec un stylo

- rouge pour montrer la hauteur jusqu'à laquelle l'eau va s'écouler d'après les étudiants.
- *A quelle vitesse l'eau va-t-elle s'écouler à travers le sol ? Les étudiants plus âgés peuvent chronométrer avec une montre ou un chronomètre. Les étudiants plus jeunes peuvent chronométrer en notant les minutes avec le professeur (comme dans les Feuilles de Travail).*
 - *A quoi l'eau va-t-elle ressembler quand elle s'écoulera du fond de la bouteille ? Claire ? Sombre ? Très sale ?*
6. Notez les « hypothèses » de la classe sur le tableau.
 7. Mettez l'eau sur le sol et commencez à chronométrer. Demandez aux étudiants de décrire ce qu'il se passe quand vous mettez l'eau :
 - Est-ce que toute l'eau va rester sur le dessus ?
 - Où va-t-elle ? Est-ce que vous voyez des bulles d'air à la surface de l'eau ?
 - Est-ce que l'eau sortant de la bouteille a la même allure que l'eau qui y entre ?
 - Est-ce que le sol a une allure différente là où l'eau est passée ?
 8. Notez les observations de la classe sur le tableau. Notez également le temps qu'a mis l'eau pour traverser le sol.
 9. Demandez aux étudiants de confronter leurs hypothèses avec les résultats de l'expérience.
 10. Une fois que l'eau a arrêté de goutter du fond de la bouteille, retirez la bouteille remplie de sol et laissez le béccher rempli de l'eau qui vient de traverser le sol. Demandez aux étudiants :
 - Est-ce la même quantité d'eau que celle avec laquelle on a commencé ? Comment peut-on dire si c'est la même quantité ?
 - *Remettez l'eau dans le récipient d'origine. Comparez la quantité restante avec la ligne noire sur le récipient. Quelle quantité d'eau manque-t-il ? Comment peut-on mesurer la quantité d'eau manquante.*
 - *Comparez le niveau de l'eau avec la ligne rouge sur le récipient. Y a-t-il plus ou moins d'eau que ce que l'on*
- pensait ? Comment peut-on mesurer la différence ? Pourquoi pensiez-vous qu'il y en aurait plus ou moins ?
- *Qu'est-il advenu de l'eau manquante ? L'eau est-elle plus ou moins claire qu'avant qu'elle ne passe à travers le sol ? Pourquoi ?*
11. Gardez l'eau mise sur le sol pour comparaison.
 12. Avec la bouteille de sol saturée en eau, demandez aux étudiants ce qu'il se passerait si vous remettiez 300 mL d'eau sur le sol. Notez les hypothèses de la classe sur le tableau.
 - Y aura-t-il plus, moins ou autant d'eau retenue dans le sol cette fois ?
 - L'eau ira-t-elle à la même vitesse, plus ou moins vite ?
 - Quelle sera la clarté de l'eau ? La même, plus claire ou moins claire qu'avant ?
 13. Mettez l'eau sur le sol saturé en eau, chronométrez, observez les résultats et comparez-les avec les hypothèses. Demandez aux étudiants :
 - *L'eau s'est-elle écoulée plus ou moins rapidement qu'avant ? Comment le savez-vous ? Comparez les deux fois.*
 - *Y en a-t-il plus qu'avant qui se soit écoulée ? Comment peut-on le savoir ? Comparez les quantités dans les bécchers.*
 - *L'eau est-elle aussi claire que la première fois ? Comparez la couleur de l'eau dans les deux bécchers.*

Recherche en groupe

Expériences avec des sols différents

Discussion

1. Passer en revue les propriétés des différents échantillons de sol apportés.
2. Demandez aux étudiants s'ils pensent que l'eau passerait à travers tous ces types de sol et si tous les sols retiendraient la même quantité d'eau.
3. Discuter des sols qu'ils pensent être différents.
4. Donnez à chaque groupe d'étudiants un des échantillons apportés.

Observation et hypothèses

1. Donnez à chaque étudiant la *Feuille de travail Regarde et Devine*.
2. Demandez aux étudiants de remplir la **Couleur** de leur sol (avec des mots ou un crayon).
3. Demandez aux étudiants d'entourer la **Structure** qui ressemble le plus à celle de leur échantillon.
4. Demandez aux étudiants de rechercher des restes de **Matière organique** dans leur sol. Entourez OUI s'ils en trouvent, et NON sinon.
5. **Chronométrage :** Rappelez aux étudiants les observations qu'ils ont faites pendant la démonstration. Demandez aux étudiants de deviner le temps que l'eau mettra à traverser leur sol. Entourez la durée sur le chronomètre, puis marquez la durée dans le blanc.
6. **Quantité :** Demandez aux étudiants de tracer une ligne rouge sur le récipient montrant la quantité d'eau qui passera à travers le sol d'après eux.
7. **Clarté :** Demandez aux étudiants de mettre un X sur le récipient qui ressemblera le plus à leur eau après être passée à travers leur sol.

Expérience et compte-rendu

1. Expliquez que quand vous direz TOP tout le monde met son eau sur le sol.
2. Vous commencerez à chronométrer une fois l'eau mise.
3. Faites remplir aux étudiants la *Feuille de travail Expérience et Compte-rendu* pour leur sol.

Faites faire un compte-rendu de leurs résultats à la classe à chaque groupe. Les comptes-rendus devront inclure des **Questions**, des **Hypothèses**, des **Observations** et des **Conclusions** à propos de leur expérience. Les étudiants peuvent utiliser leurs *Feuilles de Travail* pour préparer leur compte-rendu.

Pour aller plus loin

1. En utilisant de l'eau distillée, faites mesurer aux étudiants le pH de l'eau.
2. Prévoir si le pH sera différent avant et après que l'eau ait traversé le sol.
3. Mettez l'eau sur le sol, puis mesurez le pH à nouveau.
4. Demandez aux étudiants de tirer des conclusions quant à l'influence du sol sur le pH de l'eau.

Note : 1. Utilisez cette procédure pour mesurer la conductivité de l'eau distillée avant et après, puis répétez l'expérience avec de l'eau salée.

2. Faites l'expérience de filtrage avec de l'eau très sombre et passez-la à travers du sol très clair.

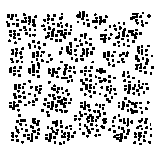
Demandez aux étudiants d'effectuer la version avancée de l'activité d'apprentissage *Juste en traversant*.

Juste en traversant – Débutants

Feuille de travail

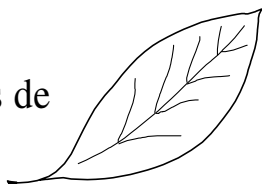
Regarde et devine

Mon sol est de couleur ____



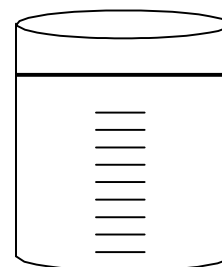
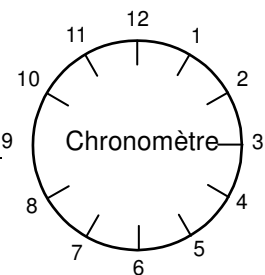
Mon sol est granulaire en blocs

Mon sol a des restes de



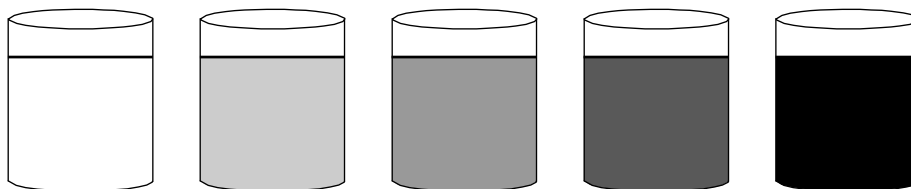
YES NO

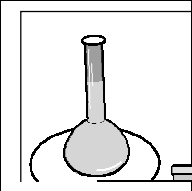
Durée _____



Quelle quantité d'eau traversera ? Faites un trait ROUGE

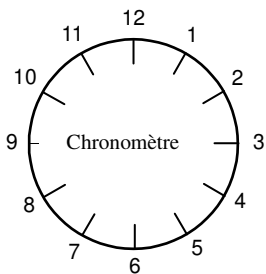
A quoi l'eau ressemblera? (ENTOUREZ)



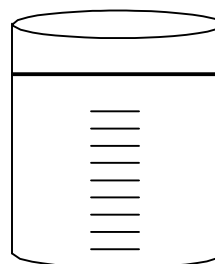


Expérience et Compte-rendu

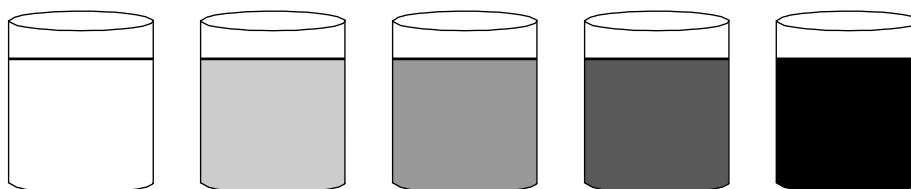
Durée _____



Quelle quantité d'eau a traversé?



A quoi l'eau ressemblait?



Mon compte-rendu

Juste en traversant



Objectif

Comprendre les relations entre des sols de différents types et l'eau.

Vue d'ensemble

Les étudiants chronomètrent l'écoulement de l'eau à travers différents sols et mesurent la quantité d'eau retenue dans ces sols. Ils vont aussi observer la capacité de filtrage des sols en comparant la clarté de l'eau et les propriétés du sol avant et après le passage de l'eau à travers le sol et en mesurant le pH et

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables d'identifier les changements physiques et chimiques qui se produisent lorsque l'eau passe à travers le sol. Les étudiants seront capables d'imaginer des expériences pour tester les propriétés du sol et de l'eau. Ils seront capables d'explorer le concept de Terre vue en tant que système. Ils seront capables d'appliquer une méthode scientifique.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

La Terre est composée de roches solides, de sol, d'eau, et des gaz atmosphériques.

Les sols ont des propriétés comme la couleur, la structure, la texture, la consistance, la densité, le pH et la fertilité ; ils supportent la croissance de beaucoup de végétaux.

La surface de la Terre évolue.

Les sols sont constitués de minéraux (de moins de 2 mm, de matière organique, d'air et d'eau.

L'eau circule à travers le sol en changeant à la fois les propriétés du sol et de l'eau.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Concevoir et mener à bien une étude.

Utiliser les techniques et outils appropriés, y compris mathématiques, pour rassembler, analyser et interpréter des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prévisions et des modèles à partir de preuves.

Arriver à expliquer clairement les procédures et les arguments utilisés.

Durée

Une classe pour l'activité initiale

2 – 3 classes pour la partie *Pour aller plus loin*

Niveau

Tous

Matériel et instrumentation

(pour chaque équipe de 3-4 étudiants)

2-3 bouteilles vides de 2 litres (par exemple, des bouteilles d'eau ou de soda).*

4 - 6 béchers* de 500 mL ou autres récipients vides de même taille gradués en cm pour remplir d'eau pour faire la démonstration, plus pour la classe suivant les besoins. Le nombre de béchers dépendra du nombre de groupe d'étudiants. (Des bouteilles en plastique vides marcheront aussi).

Echantillons de sol (Apportez 1,2 L d'échantillons de différents types de sol provenant de l'école ou de la maison (quantité suggérée, qui dépend de la taille de la classe). Un grand sac en plastique fermable est un bon moyen de transporter les échantillons de sol. Cela peut être du sol de surface (Horizons A), du sol de profondeur (Horizon B), sol en pot, sol sablonneux, sols compactés, sols avec de l'herbe poussant dessus, sols avec des textures, couleurs ou structures distinctes) ou de la litière pour chat (sans additif).

Ecran fin de fenêtre ou autre chose à maille fine qui n'absorbe ni ne réagit avec l'eau (1 mm ou moins de maille) (par exemple filet en nylon)

Gros scotch ou bandes élastiques

Ciseaux

Eau

Anneaux de laboratoire pour tenir les bouteilles (si disponibles en nombre suffisant). Une autre solution est de laisser les bouteilles sur le haut du bécher ou dans une autre bouteille en plastique légèrement plus petite avec le haut coupé de manière à ce qu'elle ressemble à un bécher (Pour ces méthodes, il n'est pas nécessaire d'avoir des anneaux de laboratoire). (Utilisez des marqueurs indélébiles à l'eau ou un crayon à la cire pour repérer le niveau d'eau sur le bord de la bouteille. Utilisez un cylindre gradué pour pouvoir lire la valeur). Avec le poids du sol, les bouteilles seront relativement stables dans les béchers ou au fond des bouteilles.

Crayons indélébiles à l'eau ou crayon à la cire (si vous utilisez des bouteilles en plastique au lieu des béchers) et un cylindre gradué (si vous utilisez des bouteilles en plastique au lieu des béchers).

Papier pH, stylo à pH ou pH-mètre.

Feuille de Travail

Carnet de science GLOBE

Pour aller plus loin :

Eau distillée, sel, vinaigre, soda

Films plastiques pour couvrir les bouteilles.

Conductivité-mètre

Kit NPK

Pousses d'herbe

Kit d'alcalinité

* Vous pouvez utiliser des bouteilles d'un litre ou des béchers de 250 ou 400 mL. La taille des béchers dépendra du diamètre des bouteilles. La bouteille avec l'écran occultant ne doit pas trop s'enfoncer dans le bécher et modifier la mesure du volume d'eau. La bouteille plus petite présente l'avantage de nécessiter moins de sol. Quelque soit la taille de bouteille retenue, il est important que les quantités de sol, d'eau et que la taille des béchers et des bouteilles utilisés dans les différentes expériences soient les mêmes.

Vous pouvez également faire vos propres béchers en utilisant des bouteilles avec des diamètres plus petits à leur base. Il faut pour cela couper le haut des bouteilles et utiliser un crayon indélébile à l'eau ou un crayon à la cire pour marquer les centimètres sur le bord de la bouteille. Utilisez un cylindre gradué et de l'eau pour cela.

Pré requis

Aucun

Contexte

Ce qui se passe quand l'eau passe à travers le sol dépend de beaucoup de choses comme la taille des particules du sol (la texture et la répartition granulométrique), la manière dont les particules sont agencées (structure), leur compacité (masse volumique), les interactions entre les particules du sol et l'eau. Certains types de sol laissent pénétrer l'eau rapidement et retiennent ensuite l'eau comme une éponge. Cela peut aider les végétaux à utiliser une partie de cette eau. D'autres types de sol peuvent laisser l'eau s'écouler complètement à travers en seulement quelques secondes. D'autres sols peuvent enfin empêcher complètement l'eau de les pénétrer. Il n'y a pas de meilleur type de sol – ils sont simplement bons pour des usages différents. Quelles propriétés du sol allez-vous rechercher pour un jardin ? Pour construire une route ou une cour de récréation ? Que se passe-t-il si le sol est saturé en eau et qu'il pleut beaucoup ? Comment pouvez-vous modifier la manière dont votre sol retient l'eau ? Qu'advient-il du sol lorsque de la matière organique y est ajoutée, lorsque des végétaux y poussent, quand il est compacté ou quand il est labouré ?

L'eau du sol est aussi le moyen principal de transfert de nutriments du sol aux végétaux qui y poussent. La plupart des plantes ne mangent pas de nourriture solide (même si certaines peuvent digérer des insectes !). Au lieu de cela, ils puisent de l'eau par leurs racines et utilisent les nutriments que l'eau a obtenus du sol. Dans quelle mesure les sols sont-ils nutritifs ? Cela dépend de la manière dont le sol s'est formé, du matériau parent et de son entretien ainsi que de son utilisation. Les agriculteurs et les jardiniers ajoutent souvent des nutriments ou fertilisants au sol de sorte que le sol stocke plus de nutriments pour leurs plantes.

Préparation

- Débattez de certaines caractéristiques générales des sols ou faites *Pourquoi étudier le sol* ou l'activité d'apprentissage *Le sol de mon jardin* ou *Les protocoles de caractérisation du sol*.
- Apportez des échantillons de différents types de sols provenant de l'école ou de la maison.

- Récoltez un nombre de bouteilles en plastique vides de 2 L avec des bords droits. Retirez les étiquettes et les bouchons et coupez le fond. Le bec verseur rentrera dans un bécher de 500 mL ou autre récipient vide.
- Coupez un cercle dans l'écran fin ou le filet en nylon d'environ 3 cm plus large que l'ouverture faite sur le haut de la bouteille. Avec du gros scotch ou des bandes élastiques, attachez ce disque autour du haut de la bouteille.
- Placez la bouteille à l'envers dans un bécher ou un récipient vide qui ressemble à un bécher ou attachez-la à un anneau et y placer le bec verseur.
- Profitez de l'occasion pour souligner l'importance du recyclage.

Ce qu'il faut faire et comment le faire

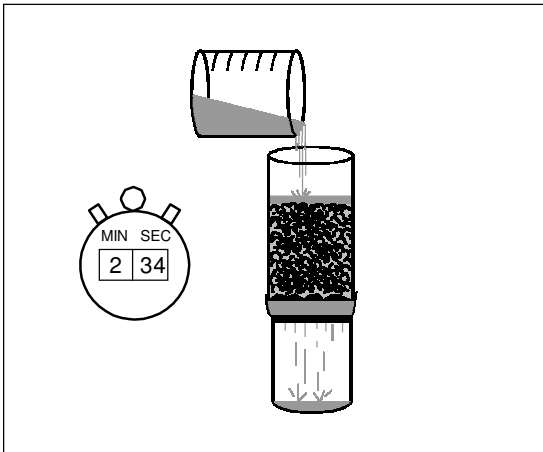
Recherche en classe entière

1. Observez les propriétés des échantillons de sol qui seront utilisés. Utilisez votre carnet de science GLOBE pour reportez les informations à propos des échantillons de sol que vous observez. Reportez également la provenance et la profondeur dont est issue chaque sol. Une autre alternative est de ne rien dire aux étudiants quant à l'origine des sols et de les laisser faire des observations. Si vous avez effectué le Protocole de caractérisation du sol, vous pouvez aussi reportez l'humidité, la structure, la couleur, la consistance, la texture, la présence de racines, de cailloux et de carbonates.
2. Choisissez un sol (un sol sablonneux marchera le mieux) pour faire une démonstration et placez 1,2 L de sol dans une des bouteilles de 2 L.
3. Mettez 300 mL d'eau dans un bécher de 500 mL ou un autre récipient vide. Une petite bouteille en plastique graduée en mL ou cm marche bien et ne se renverse pas facilement. Mesurez le pH de l'eau et remarquez sa clarté.
4. Vous pouvez également demander aux étudiants d'imaginer l'expérience eux-mêmes. Ils devront répondre à des questions comme : comment mettre l'eau sur le sol (rapidement, lentement, en plusieurs fois, etc.) ? Que faut-il mesurer quand l'eau atteint le bassin de rétention (première goutte, premiers 100 mL, etc.) ? Doivent-ils tous mettre l'eau en même temps ?

5. Demandez aux étudiants « Que va-t-il se passer quand vous mettrez l'eau sur ce sol ? » Demandez aux étudiants d'expliquer pourquoi ils pensent que le sol et l'eau vont interagir de cette manière quand l'eau va être mise sur le sol. Par exemple :

- Quelle quantité va s'écouler à travers le fond ?
 - A quelle vitesse l'eau va-t-elle s'écouler à travers le sol ?
 - Le pH de l'eau va-t-il changer, et si oui, dans quelle mesure ?
 - A quoi l'eau va-t-elle ressembler quand elle s'écoulera du fond de la bouteille (i.e. couleur, clarté) ?
6. Notez les hypothèses de la classe et le déroulement de l'expérience au tableau et demandez aux étudiants de recopier cela sur leur carnet de science GLOBE.
 7. Mettez l'eau sur le sol et commencez à chronométrer. Demandez aux étudiants de décrire ce qu'il se passe quand vous mettez l'eau :
 - Est-ce que toute l'eau reste sur le dessus ?
 - Où va-t-elle ?
 - Est-ce que vous voyez des bulles d'air à la surface de l'eau ?
 - Est-ce que l'eau sortant de la bouteille a la même allure que l'eau qui y entre ?
 - Qu'advient-il de la structure du sol, particulièrement à sa surface ?
 8. Notez les observations de la classe sur le tableau et faites recopier ces informations aux étudiants sur leur carnet de science GLOBE. Notez également le temps qu'a mis l'eau pour traverser le sol.
 9. Demandez aux étudiants de confronter leurs hypothèses avec les résultats de l'expérience.
 10. Demandez aux étudiants de reportez leurs propres conclusions sur leur carnet de science GLOBE, ainsi que les interactions qu'il y eu entre le sol et l'eau.
 11. Une fois que l'eau a arrêté de goutter du fond de la bouteille, retirez la bouteille remplie de sol et laissez le bécher rempli de l'eau qui vient de traverser le sol. Demandez aux étudiants :
 - Quelle quantité d'eau est sortie du sol en comparaison avec celle qui y est entrée ?
 - Qu'est-il advenu de l'eau manquante ?

Schéma SOL-PA-2



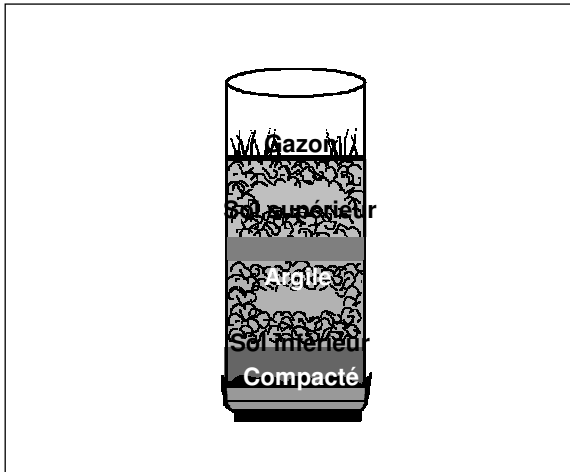
12. Observez la clarté de l'eau.
 - L'eau est-elle plus ou moins claire qu'avant qu'elle ne passe à travers le sol ?
13. Mesurez dans le bécher le pH de l'eau qui a traversé le sol, reportez le résultat et comparez avec celui de l'eau qui a été mise sur le sol. Comparez avec les hypothèses des étudiants.
 - Le pH de l'eau a-t-il changé ?
 - Si oui, quelle peut en être la cause ?
14. Avec la bouteille de sol saturée en eau, demandez aux étudiants ce qu'il se passerait si vous remettiez 300 mL d'eau sur le sol. Notez les hypothèses de la classe sur le tableau.
 - Quelle quantité d'eau sera retenue par le sol ?
 - A quelle vitesse l'eau s'écoulera-t-elle à travers le sol ?
 - Le pH va-t-il changer ?
 - Quelle sera la clarté de l'eau ?
15. Remettez l'eau sur le sol, observez les résultats et comparez-les avec les hypothèses.
16. Faites noter aux étudiants leurs observations, questions et conclusions dans leur carnet de science GLOBE

Recherche en groupe

Expériences avec des sols différents

1. Passer en revue les propriétés des différents échantillons de sol apportés.
 2. Demandez aux étudiants s'ils pensent que l'eau passerait à travers tous ces types de sol et si tous les sols retiendraient la même quantité d'eau.
 3. Discuter des sols qu'ils pensent être différents.
 4. Demandez à chaque groupe d'étudiants de sélectionner un des échantillons apportés.
 5. Faites répéter à chaque groupe les étapes 2 à 15 ci-dessus avec leur propre sol. Au lieu d'écrire leurs hypothèses et observations, ils écriront leur expérience sur leur carnet de science GLOBE.
 6. Faites faire un compte-rendu de leurs résultats à la classe à chaque groupe. Les comptes-rendus devront inclure des questions, des hypothèses, des observations et des conclusions à propos des paramètres suivants et la manière dont ils affectent leur expérience :
 - Les caractéristiques du sol
 - Le pH et la clarté de l'eau d'origine
 - La durée de traversée de l'eau à travers le sol.
 - La quantité d'eau qui a traversé le sol.
 - Les changements de pH et de clarté.
 - Résultats du test de saturation.
- Note :** Les étudiants utiliseront les informations récoltées dans leur carnet de science GLOBE pour préparer leur compte-rendu.
7. Passer en revue tous les résultats avec la classe entière. Demandez à la classe de déterminer les caractéristiques du sol, comme la taille des différentes particules, l'espace entre les particules, la matière organique qui peut retenir l'eau, etc... associées aux vitesses d'infiltration les plus rapides et les plus lentes, la rétention d'eau dans le sol, et les changements de pH et de clarté.
 8. A partir de la comparaison entre leurs hypothèses et les résultats de l'expérience, faites leur écrire dans leur carnet de science GLOBE leurs conclusions sur les interactions entre l'eau et le sol et les différences de comportements des différents sols.

Schéma SOL-PA-3: Colonne de sol expérimentale



9. Demandez aux étudiants d'imaginer dans quelle mesure ce qu'ils ont appris avec leur expérience peut être utilisé dans la vie réelle pour comprendre les questions qui surviennent dans l'utilisation de l'eau et des terres dans leur région. Ils peuvent se poser des questions telles que :

- Que va-t-il se passer si le sol d'une région est très compacté et qu'il y a une pluie diluvienne ?
- Comment le sol est-il modifié par la végétation par rapport à un sol vierge ?
- L'atmosphère influence-t-elle les caractéristiques du sol ?
- Dans quelle mesure le sol influence-t-il sur la vitesse d'infiltration et les eaux souterraines ?

Pour aller plus loin

1. Mettez les étudiants au défi d'élaborer des stratégies pour construire une colonne de sol dans une bouteille en plastique vide de 2 L qui RALENTIRA ou ACCELERERA la vitesse d'écoulement de l'eau.

Demandez à tout le monde de lancer des idées pour ce défi. Faites inscrire aux étudiants leur méthode et la « recette » qu'ils utilisent. Conseil : Les professeurs peuvent demander aux étudiants de construire leur colonne de sol un jour, puis demander à un étudiant d'arriver en avance le lendemain et de commencer à faire s'écouler l'eau.

Reportez les résultats pour les vitesses d'écoulement. Quelles stratégies ont le mieux marché ?

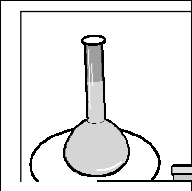
Demandez aux étudiants si les mêmes stratégies marchent pour faire s'écouler l'eau à travers le sol ou par l'y retenir.

2. Construire une colonne de sol semblable à un profil pédologique d'un de vos sites d'échantillonnage et de caractérisation du sol (Utilisez les échantillons de chacun des horizons dans le même ordre que celui où ils étaient dans le profil). Observer les interactions Sol/Eau dans le profil simulé.
3. Déterminez si la température varie d'un sol à l'autre et essayez de trouver pourquoi.

Pour les étudiants confirmés

A partir des observations et des résultats de leur expérience, demandez aux étudiants d'imaginer d'autres expériences pour tester d'autres hypothèses qu'ils auront pu formuler. Voici quelques idées de possibilités :

1. Demandez aux étudiants de formuler une hypothèse quant à l'influence du sol sur d'autres propriétés chimiques de l'eau. Prenez une mesure de NPK à l'aide du kit NPK avec uniquement le sol, puis avec un échantillon d'eau. Répétez l'expérience après son passage à travers le sol.
2. Demandez aux étudiants de refaire l'expérience en ajoutant du sel à l'eau et en testant la conductivité ou la salinité de l'eau avant et après son passage à travers le sol.
3. Demandez aux étudiants de refaire l'expérience en ajoutant du vinaigre ou du soda à l'eau et en testant le pH ou l'alcalinité de l'eau avant et après son passage à travers le sol.
4. Demandez aux étudiants de formuler une hypothèse quant à l'effet de l'évaporation sur la quantité d'eau retenue. Quels facteurs contrôlent l'évaporation ? Utilisez du sol de même type dans deux bouteilles et saturez-les en eau. Laissez-en une à l'air libre et couvrez l'autre avec un film plastique. Mettez les deux à une fenêtre en plein soleil. Le poids du sol dans chacune des bouteilles sera une fonction de la quantité d'eau qu'il retient au cours du temps. Les étudiants peuvent tracer les différences de poids en fonction du



temps pour chacune des deux bouteilles. Mettez de l'herbe sur le sol dans la bouteille. Dans quelle mesure cela affecte-t-il la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol ? Dans quelle mesure cela affecte-t-il la clarté de l'eau qui sort du fond de la bouteille ? Dans quelle mesure cela est-il relié à l'érosion dans le monde réel ?

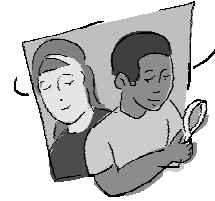
6. Demandez aux étudiants quels changements vont apparaître si le sol reste saturé en eau pendant de longues périodes. Placez un échantillon de sol dans une bouteille qui a toujours son fond intact et saturez-le en eau. Peuvent-ils voir des changements de structure, de couleur, d'odeur ? Combien de temps faut-il pour que ces changements se manifestent ?
7. Demandez aux étudiants d'examiner les données d'humidité du sol de cinq sites GLOBE qui reçoivent approximativement les mêmes précipitations sur une période de six mois. Tracer l'humidité du sol mensuelle pour chaque site. Quelles sont les différences entre les graphes ? Quelles autres données GLOBE peuvent utiliser les étudiants pour expliquer ces variations ?

Evaluation des étudiants

Les étudiants doivent connaître la méthode scientifique et la façon dont l'appliquer pour établir une expérience et doivent aussi comprendre le contenu scientifique lié à l'humidité du sol. Ils doivent également faire preuve d'un haut niveau de réflexion, notamment en tirant des conclusions d'observations expérimentales et en étant capables de les étayer avec des preuves. Ils peuvent être évalués sur leur carnet de science GLOBE, leur participation en classe, leur contribution aux questions, hypothèses, observations et conclusion de la classe. La qualité de leurs présentations est aussi un bon moyen d'évaluer leurs progrès. C'est aussi une bonne idée de demander aux étudiants de préparer un rapport écrit de leur expérience. Le travail expérimental, ainsi que les présentations et les rapports seront effectués en groupe, de manière à ce que leurs capacités à travailler en groupe puissent également être évaluées.

Note : Cette activité marche très bien avec le protocole de mesure d'humidité du sol. L'activité peut commencer dans la classe, avant d'aller dehors, pour établir la stratégie d'échantillonnage ou prendre une mesure de l'humidité du sol. Des observations supplémentaires comme la vitesse d'écoulement, le volume d'eau, le pH, la clarté de l'eau, etc. peuvent être faites en retournant en classe. (Pour certains sols, cela peut prendre du temps avant que toute l'eau se soit écoulée à travers le sol). Cette activité place aussi à la fois l'humidité du sol et la caractérisation du sol dans un contexte conceptuel pour les étudiants. Ils comprendront pourquoi les informations et les données qu'ils collectent sont importantes pour formuler des hypothèses, imaginer des expériences pour tester ces hypothèses, interpréter les observations, et tirer des conclusions. Ils comprendront également l'importance potentielle pour la recherche des données d'humidité du sol et de caractérisation du sol.

Du pâtre de sable à la brique



<p>Objectif Introduire les différentes tailles des particules du sol et les propriétés qui contribuent à la caractérisation du sol.</p> <p>Vue d'ensemble Les étudiants tamisent de la terre pour enlever les cailloux et la matière organique. Puis ils tamisent cette terre avec des tamis plus fins pour séparer le sable et l'argile. Les étudiants font des pâtes de sable en ajoutant de l'eau aux différents composants du sol, les laissent sécher et observent les caractéristiques des pâtes. Enfin, les étudiants construisent le pâtre de sable et ou la brique parfaite avec une combinaison de composants du sol.</p> <p>Bénéfices pour les étudiants Les étudiants seront capables de caractériser le sol. Les étudiants seront capables d'identifier un sol à partir de la taille de ses particules. Les étudiants seront capables de créer des matériaux de construction avec de la terre.</p> <p>Concepts scientifiques <i>Sciences de la Terre et de l'Espace</i> Le sol est constitué de rochers érodés et de matière organique décomposée. La terre fait partie du cycle des roches. <i>La science mise en perspective personnelle et sociale</i> Les matériaux de construction sont issus de ressources primaires.</p>	<p>Capacité à mener une recherche scientifique Identifier les questions auxquelles on peut répondre. Imaginer et conduire une enquête. Développer les descriptions et les explications en utilisant des preuves. Partager les procédures et les explications.</p> <p>Durée Une classe pour tamiser la terre et faire les pâtes de sable Une nuit pour le séchage Une classe pour expérimenter la construction de briques Une nuit pour le séchage</p> <p>Niveau Tous</p> <p>Matériel et instrumentation 1 litre de terre (terreau) pour chaque groupe d'étudiants Plusieurs tailles de tamis Paille (herbe coupée séchée) Argile en poudre et sable en plus Vieux moules à glaçons (pour mouler les briques) Petits couvercles ou plats en plastiques (pour les pâtes de sable) Nappe en plastique</p> <p>Pré requis Aucun</p>
---	---

Contexte

Le sol est composé de grains de roches usées (sable, limon et argile) ayant des tailles très variables. Combien d'eau peut absorber le sol, à quel point l'eau peut-elle le traverser, et ce qui se passe quand le sol est sec dépend de la combinaison de ces matériaux pour un sol particulier. Un sol avec trop d'argile va se craqueler en séchant, comme le montre le sol avec de grosses fissures, ou alors le sommet fendu des mottes de terre où des particules plus

grandes et plus lourdes sont tombées au fond. Le sol avec trop de sable ne sera pas assez cohérent et solide pour être utilisé comme matériau de construction.

La terre a été utilisée comme matériau de construction pendant des centaines d'années, et reste un des plus importants matériaux de construction. Dans les régions sèches, les maisons construites en adobe (briques de terre séchée) durent des centaines d'années. Le béton

et les briques sont communs partout. Que vous construisiez des blocs en adobe ou en béton, il est important de comprendre l'utilité d'avoir les bons éléments dans votre mélange de terre.

Que faire et comment le faire

Observation

1. Demandez aux élèves d'observer le sol attentivement avec leurs yeux, leurs mains, et une loupe.
2. Faire une liste de ce que les étudiants observent à partir du sol. Par exemple : *différentes tailles, formes, couleurs de grains, d'autres matériaux dans la terre comme des bâtons ou des feuilles, la tendance à être poussiéreux, le poids, etc.*
3. Demandez aux étudiants s'ils pensent que le sol serait différent si toutes les particules étaient les mêmes ou si certaines manquaient. En quoi serait-il différent ?
4. En partant du plus gros tamis, tamiser la terre.
5. Mettez ce qui ne passe pas à travers le tamis en tas – ce sont les plus grosses particules.
6. Demandez aux étudiants d'examiner les 2 tas. En quoi sont-ils semblables et différents ? Peuvent-ils imaginer pourquoi des tailles différentes de particules pourraient être nécessaires pour des utilisations différentes ?
7. Prenez la terre qui est passée à travers le premier tamis et faites-la passer à travers un tamis plus fin.
8. Gardez ce qui ne passe pas et continuez de tamiser plus finement. Les étudiants devraient maintenant avoir plusieurs piles de terres rangées par taille de particules.
9. Demandez aux élèves d'identifier des mots pour décrire les différentes piles de terre qu'ils ont. Identifiez le concept de taille des particules : sable, limon et argile. Les mots doivent contenir : *poudreux, rugueux, lisse, poussiéreux, etc.*

Expérience

1. Parlez avec les étudiants de l'importance de la terre en tant que matériau de construction. Demandez leur d'identifier des choses construites avec de la terre. Exemple : *trottoir en béton, maisons en briques*
2. Faites décrire aux étudiants comment ils construiraient une brique avec la terre qu'ils ont.
3. Demandez aux étudiants de décrire les caractéristiques d'un bon pâtre de sable ou d'une bonne brique. Par exemple : *solidité, résistance aux fissures ou à l'eau, etc.*
4. Demandez aux étudiants de deviner quelle pile de terre ferait le meilleur pâtre de sable ou la meilleure brique. Pourquoi ont-ils choisi la pile qu'ils ont prise ? Qu'advient-il de chaque pile lorsqu'on lui rajoute de l'eau ?
5. Faites faire aux étudiants des pâtes de sable ou des briques à partir de la terre de chaque pile en y ajoutant de l'eau et en la modelant avec les mains ou la moulant dans un vieux moule à glaçons.
6. Séchez complètement leurs travaux au soleil ou dans un endroit chaud.
7. Demandez aux étudiants de tester la solidité au cassage ou à la fissuration, la douceur, etc. des pâtes de sable ou des briques qu'ils ont faites. Faites les lister ce qui est bon ou mauvais avec chaque échantillon.

Un plus grand défi

1. Défiiez les étudiants de créer le parfait pâtre de sable ou la parfaite brique en combinant différentes quantités de terre qu'ils ont tamisée. Plus de sable, argile ou matière organique peut être fourni, en particulier si votre sol de départ ne contenait pas beaucoup de ces éléments. Demandez aux étudiants de mesurer ou de peser les différents ingrédients et d'écrire une 'recette' pour qu'ils puissent comparer avec les autres étudiants ou reconstruire leur création.
2. Les étudiants plus âgés peuvent calculer le pourcentage massique de chaque composant de leur recette.

Pour aller plus loin

1. Que se passe-t-il si les briques séchées deviennent humides ? Recherchez comment les maisons en adobe sont protégées de la pluie
2. Examinez un morceau de brique cassée. Quels éléments du sol pouvez-vous identifier ? Pourquoi les briques sont-elles résistantes à l'eau ?

Evaluation des étudiants

Demandez aux étudiants d'observer le sol autour de leur école ou de leur site d'étude. Demandez leur comment ils pourraient déterminer quelles zones sont plus constituées d'argile ou de sable.

Fiche Recette	Quantité
Ingrédients :	
<i>argile (plus petites particules)</i>	
<i>limon (particules moyennes)</i>	
<i>sable (grosse particules)</i>	
<i>autre</i>	
<i>autre</i>	

Le sol et mon jardin



Objectif

Explorer le sol et ses propriétés

Vue d'ensemble

Les étudiants découvrent la variabilité des sols, trouvent des relations entre les sols et les facteurs de formation du sol, et relient l'étude du sol GLOBE à leur environnement local. Les étudiants utilisent des échantillons du sol de chez eux pour déterminer les propriétés qui caractérisent leur sol. Ils comparent leur sol avec ceux de leurs camarades de classe. En classe entière, les étudiants décrivent les relations entre les propriétés de leur sol et la manière dont il a été prélevé, ainsi que l'endroit où il a été prélevé. Les étudiants plus âgés élaborent un schéma de classification du sol.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de caractériser des sols.

Les étudiants seront capables de différencier les sols à partir de leurs propriétés physiques.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les matériaux terrestres sont des roches solides, la terre, l'eau, le biote, et les gaz atmosphériques.

Les sols ont des propriétés de couleur, texture, structure, consistance, densité, pH, fertilité : ils participent à la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols consistent en minéraux (moins de 2 mm), matériaux organiques, air et eau.

L'eau circule à travers le sol, ceci ayant pour effet de changer les propriétés du sol et de l'eau.

Capacités à mener une recherche scientifique

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse et l'interprétation des données.

Les sols se trouvent souvent en couches, chaque couche ayant une composition chimique et une texture différente.

Identifier les questions pertinentes.

Création et conduite de recherches scientifiques
Mettre en place des descriptions et des explications, des prédictions et des modèles fondés sur l'utilisation de preuves.

Parvenir à communiquer les procédures et les explications.

Durée

Une classe pour observer les propriétés du sol et une ou deux classes pour en discuter.

Si les sols sont séchés et des changements sont observés, une classe supplémentaire sera nécessaire.

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instrumentation

Journaux

Sac en plastique de 1 L de contenance

Carte locale (carte topographique ou carte des routes qui contient tout le quartier de l'école)

Loupe

Préparation

Le jour de l'activité, préparez une zone de la pièce pour l'observation des sols. Par exemple, recouvrez les tables du laboratoire avec du papier journal. Si les étudiants vont sécher leurs échantillons, vous aurez besoin de trouver un endroit où les échantillons pourront être laissés pendant plusieurs jours sans être perturbés. Voir les instructions pour sécher les sols dans les Protocoles du sol – *Comment effectuer votre mesure du sol.*

Pré requis

Aucun.



Contexte

Les propriétés des sols varient suivant l'endroit et la profondeur auxquels ils ont été prélevés.

Que faire et comment le faire

Demandez aux étudiants de formuler une hypothèse quant au nombre de différents types de sols différents que les élèves de la classe peuvent trouver dans leurs quartiers. Ils ont besoin d'une expérience passée ou de connaissance pour répondre à cette question.

Avant la classe

Demandez aux étudiants de ramenez des échantillons de sol de chez eux en utilisant des sacs plastiques de 1 litre. Ils doivent préciser leur méthode de prélèvement (comme par exemple noter l'endroit d'où provient chaque échantillon, sa profondeur, les méthodes de stockage, etc.). Pour les étudiants plus jeunes, vous pouvez vouloir établir un protocole de prélèvement d'échantillons en classe – soit par activité de mise en commun des idées de la classe, soit en en fournissant un.

Pendant la classe

1. Dans la salle de classe, les étudiants doivent étaler leurs échantillons de sols et les observer attentivement. Notez les observations concernant le sol dans le carnet de science GLOBE.
2. Pendant que vos étudiants étudient leurs sols, aidez-les à réfléchir à ce qu'ils sont en train d'observer en demandant : Quelles sont les propriétés que vous remarquez ? Le sol est-il sec ou humide ? Quelles couleurs voyez-vous ? Pouvez-vous identifier les composants (matériau organique [à la fois végétal et animal], fragments rocheux, sable, argile, etc.) de vos sols ? Qu'est-ce que le sol sent ? Dans quelles mesures le sol séché est-il différent de l'échantillon de sol original ? Y a-t-il des différences au sein d'un

même échantillon ? Dans quelles mesures votre procédure d'échantillonnage affecte-elle ce que vous voyez ? Comment regrouperiez-vous ou classifieriez-vous les sols ?

3. Demandez à chaque étudiant de trouver une personne qui a un sol similaire au sien. Notez la manière par laquelle ils ont déterminé que leurs sols étaient similaires.

4. Demandez à chaque étudiant de trouver une personne qui a un sol différent du sien. Notez la manière par laquelle ils ont déterminé que leurs sols étaient différents.

5. En classe, mettez en commun et listez sur le tableau les différentes caractéristiques que les étudiants ont utilisées pour décrire leurs sols. Demandez aux étudiants de regrouper les caractéristiques qui semblent appartenir à un même groupe. Utilisez des mots pour décrire ces similarités, comme par exemple même couleur, même « toucher », le nombre de racines. Demandez aux étudiants de décrire les relations entre les propriétés observées du sol et les facteurs de formation du sol.

6. Demandez-vous quels facteurs peuvent mener à des caractéristiques différentes (cinq facteurs de formation du sol, les effets de la méthode d'échantillonnage, etc.)

7. Demandez aux étudiants de comparer leurs observations avec leur hypothèse concernant le nombre de types de sols différents qu'ils étaient susceptibles d'avoir de représentés parmi les échantillons de la classe.

8. Demandez-leur de débattre de la mesure dans laquelle leur connaissance des caractéristiques du sol a changé grâce à leurs recherches. Qu'ont-ils appris ? Soyez précis en listant des choses comme les caractéristiques du sol, la mesure dans laquelle les caractéristiques d'un sol peuvent varier au sein d'une zone relativement restreinte, etc.

Adaptations pour les étudiants plus jeunes et plus âgés

Les étudiants plus jeunes doivent se concentrer sur l'observation et la comparaison.

Les étudiants plus âgés peuvent effectuer une étude plus approfondie, en équipe ou en classe entière, en :

Identifiant les sources supplémentaires d'informations (i.e. les rapports d'études du sol du comté, des cartes du sol ou d'autres informations locales)

Mettant en place une procédure standard d'échantillonnage du sol et en ramenant en classe un second échantillon prélevé suivant cette procédure. Comparez chaque jeu d'échantillon.

Développant un schéma de classification des sols fondé sur les différentes propriétés du sol.

Séchant les échantillons du sol pendant des durées différentes puis en comparant les différences physiques entre ces sols à différents états d'humidité.

Traçant une carte locale des sites d'échantillonnage et la répartition des divers sols de la classe.

Pour aller plus loin

Trouvez un endroit près de l'école où l'on creuse (une excavation en cours) et visitez le site ? Comparez ce que vous observez ici avec les caractéristiques décrites du sol de vos jardins.

Rappel : La sécurité est toujours votre première préoccupation.

Choisissez une autre école dans une région du monde connue pour certaines caractéristiques (i.e. une saison des pluies, une végétation dense, etc.) Choisissez une école qui a soumis des données et/ou des messages. Envoyez un message aux étudiants par GLOBEMail, e-mail normal ou par la poste leur décrivant votre sol et leur demandant de vous décrire leur sol. Dans quelles mesures les différences de climat (par exemple les cycles saisonniers, les fourchettes de température, l'importance des précipitations, les types de couverture du sol) sont liées aux différences entre vos sols ? Comparez vos résultats avec ceux de l'autre école et débattrez des différences avec vos collègues de GLOBE à votre école et à l'autre école.

Etudiez quels types de sols constituent les meilleurs habitats pour les vers de terre et autres petites créatures y demeurant.

Mettez en place un schéma pour regrouper (classer) les sols à partir de leurs propriétés.

Comparez le schéma de classification de la classe à celui de GLOBE Voir le *Protocole de caractérisation du sol*). Demandez aux étudiants de comparer les propriétés du sol du *Protocole de caractérisation du sol* avec celles qu'ils ont choisies pour leur schéma.

Evaluation des étudiants

Donnez aux étudiants des échantillons d'un sol mystérieux. En fonction de leurs capacités, ils pourront :

Décrire le sol dans leur carnet de science GLOBE, en utilisant autant d'adjectifs que possible et en recouvrant autant des caractéristiques du sol du *Guide de terrain du Protocole de caractérisation du sol* qu'ils peuvent en observer.

Prenez en compte les conséquences des caractéristiques du sol pour son histoire éventuelle et sa localisation.

Le sol étudié sur le terrain – Creuser aux alentours



Objectif

Comprendre que les changements dans le paysage peuvent affecter les propriétés du sol

Vue d'ensemble

Les étudiants étudient les variations du sol dans les environs de leurs écoles pour découvrir que les propriétés du sol telles que l'humidité, la température, la couleur et la texture présentent des variations considérables à travers un simple paysage. Ils identifient aussi les facteurs, comme la pente, l'ombre, les plantes et le tassement, qui affectent l'apparence des sols et leurs capacités à retenir l'humidité.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de caractériser le sol.

Les étudiants pourront relier les cinq facteurs de formation du sol avec les propriétés de celui-ci.

Concepts scientifiques

Les matières premières de la Terre sont les roches solides, la terre, l'eau, les êtres vivants et les gaz de l'atmosphère. Les sols ont des propriétés de couleur, de texture, de consistance, de densité, de pH, de fertilité; ils permettent la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols sont souvent disposés en couches, chacune d'elle ayant une composition et une texture chimique différente.

Le sol est composé de minéraux (de moins de 2mm), de matière organique, d'air et d'eau.

L'eau circulant à travers le sol modifie les propriétés à la fois du sol et de l'eau.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions auxquelles on peut répondre.

Imaginer et conduire une enquête.

Utiliser les outils et les techniques appropriés, notamment les mathématiques pour recueillir, analyser, et interpréter les données.

Développer les descriptions et les explications, les prédictions et les modèles en utilisant des preuves.

Partager les procédures et les explications.

Durée

Deux classes: la première pour l'excursion sur le terrain; la seconde pour parler des découvertes et des liens de cause à effet

Niveau

Tous

Matériel et instrumentation

Petite pelle et truelle

Carnet de science GLOBE

Pré requis

Aucun

Contexte

Les facteurs affectant les propriétés du sol

Le sol est unique à chaque endroit de la Terre. Ce qui rend le sol unique est la manière qu'ont les cinq facteurs de formation du sol d'intervenir ensemble à un endroit particulier. Ces cinq facteurs de formation du sol sont 1. les matières premières à partir desquelles le sol est formé 2. la position du paysage où l'on trouve le sol (ou la topographie du site) 3. les types de

plantes et d'animaux qui y vivent 4. le climat de la zone où le sol est formé 5. le temps durant lequel les 4 autres facteurs ont interagi. Quand vous observez votre site, observez si les effets des cinq facteurs de formation du sol sont différents d'une partie du terrain à une autre.

Les propriétés qui peuvent changer d'un sol à un autre sont par exemple :

- la couleur

- le type et la quantité de végétation sur la surface du sol
- ce qu'on ressent en touchant le sol (appelé la texture)
- la quantité et la taille des pierres dans le sol
- le nombre de vers de terre ou d'autres animaux dans le sol
- les sensations de chaud ou froid, de mouillé ou sec que le sol donne en le touchant (un sol mouillé sera collant et se tiendra en bloc, un sol humide sera mouillé et froid, et un sol sec sera comme si il n'y avait pas d'eau du tout à l'intérieur.)

Facteurs affectant l'humidité du sol

Comme chaque sol est unique, chaque sol contient aussi une certaine quantité d'eau. La quantité d'eau contenue dans le sol peut dépendre de beaucoup de choses. Parmi celles-ci se trouve la vitesse à laquelle les précipitations (la pluie, la neige) entrent (s'infiltrent) dans le sol ou coulent, la température, et les plantes. Si le sol est très compact, comme sur les chemins souvent empruntés, l'eau ne pourra pas entrer dans la terre aussi facilement que dans les zones moins visitées. La nature peut augmenter l'écoulement dans certaines zones. Par exemple, dans les climats secs, le "trottoir du désert" (de petites roches alignées serrées sur le sable comme un sol pavé) peut augmenter l'écoulement.

Le vent et l'eau peuvent aider à former une couche sur certains sols qui empêche l'infiltration de l'eau. La pente augmente aussi la vitesse à laquelle l'eau coule le long du sol. L'eau de pluie disparaîtra rapidement sur une pente raide, mais formera des flaques sur un sol plat. Les racines des plantes aident à casser le sol pour créer des zones poreuses où l'eau peut passer. Les sols sablonneux laissent habituellement passer l'eau plus rapidement que les sols riches en argile.

Vous pouvez penser qu'il y a peu de variation de température du sol sur votre site. Cependant, il peut y avoir de grandes différences d'un endroit à un autre. L'ombre crée des températures plus froides. Le sol peut être plus sec dans les endroits chauds, et plus mouillé dans les zones froides et ombragées, par exemple à l'ombre d'un rocher ou du côté non exposé au soleil d'une roche.

Le sol peut être plus sec dans les endroits chauds, et plus mouillé dans les zones froides et ombragées.

Les plantes peuvent aussi affecter l'humidité du sol. Elles peuvent fournir de l'ombre. Elles aspirent aussi l'eau.

Que faire et comment le faire

Commencer par demander

1. Dans votre partie du monde, quelle face d'une pente reçoit le plus de lumière du soleil – la face nord ou sud ?
2. Si vous vouliez trouver des vers de terre (ou d'autres invertébrés vivant dans le sol), où chercheriez-vous ? Pourquoi chercheriez-vous là ? Rappelez-vous, les animaux ont besoin d'eau, d'air et de nutriments, que l'on trouve dans divers sols. Dans les sols compacts, il est plus difficile de survivre pour un animal.
3. Plus de types de plantes poussent le long des pentes ou dans les vallées ? Pourquoi ?

Sur le site d'étude

1. Diviser la classe en groupes de 3 à 5 élèves. Chaque groupe doit avoir une petite pelle ou truelle, et sa fiche de relevé de données de GLOBE Science.
2. Demandez aux groupes d'observer les différences dans les propriétés du sol à différents endroits du site, en récupérant une petite quantité de terre, l'observer, et la toucher. Demandez-leur d'écrire ce qu'ils trouvent dans leurs fiches de relevé de données de GLOBE Science.

Demandez-leur de noter les types de plantes, la présence de pierres, de racines, et d'animaux souterrains (comme les vers de terre), si cela était difficile ou facile de les déterrer, la distance par rapport aux différents objets du paysage ou toutes autres choses qu'ils remarquent. Regarder la fiche, les *Cinq facteurs de formation du sol* (après *Evaluation des étudiants ci-dessous*), pour des questions guides. Demandez aux élèves de classer les zones d'études de la plus mouillée à la plus sèche, de noter à quel point l'humidité est affectée par l'endroit, le type de plantes qui la recouvrent, la position, ou autres choses sur le site.

Extensions

1. Demandez aux étudiants de dessiner un croquis de la carte des caractéristiques du sol de leur site.
2. Demandez aux étudiants d'"aménagement" leur site. Si ce site devenait le jardin de quelqu'un, où planterait-il des choses ?

Evaluation des étudiants

Demander aux étudiants :

1. Dans quelles parties du site vous attendez-vous à trouver des sols similaires? Considérez les régions ayant des facteurs de formation du sol.
2. Où trouveriez-vous le sol qui est le plus typique de votre secteur ? Cherchez de larges zones de votre site qui ont des caractéristiques communes.
3. Quels éléments du paysage affectent l'humidité du sol ?
4. Quels paramètres devriez-vous considérer lors du choix du site caractéristique de l'humidité du sol dans votre secteur?

Les Cinq Facteurs de Formation du Sol

Climat : Est ce qu'une partie du site est plus ombragée ou plus ensoleillée, plus froide ou plus chaude, plus sèche ou plus humide ? Dans quelle mesure la température et l'humidité est différente entre un sol sablonneux et un sol argileux ? En quoi cela affecte la croissance des plantes ?

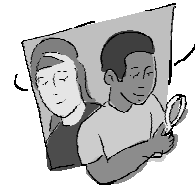
Topographie : Y a-t-il des pentes différentes sur les différentes parties du site ? Où est-ce plat sur le site ? Y a-t-il des zones qui montent et qui descendent ? Quels sont les différents types de positions du paysage (hauteurs, milieu de pente, zones basses ? Où sont les plus hauts endroits ; les plus bas ?

Plantes et animaux : Comment changent les types de végétation sur le site ? Voyez-vous des preuves de vie animale ? Quelles sortes d'insectes sont présentes ? Comment est utilisé le site par les hommes (par exemple, est-ce un parc, un champ, une pelouse, une forêt, une plantation, un zone urbaine) ?

Matériau parent : A partir de quelle sorte de matière fut formé votre site ? Voyez-vous des rochers à la surface pouvant vous donner une indication ? Ces rochers sont-ils proches d'un courant de sorte qu'ils aient pu être déposés par l'eau ? Peuvent-ils avoir été déposés par le vent (comme pour une dune de sable), ou par la gravité en bas d'une colline, ou par un glacier, ou par un volcan ? (Vous pourriez avoir besoin de faire quelques recherches pour déterminer la géologie de la zone).

Temps : Depuis combien de temps ce site n'a pas été perturbé ? Y a-t-il beaucoup de matière organique sur la surface du sol ? Y a-t-il de l'herbe, des arbres, des champs, ou toute autre plante poussant depuis longtemps sans être perturbée ? Y a-t-il de récentes constructions ? S'il y a un champ, a-t-il été récemment labouré ? Des arbres ont-ils été enlevés du site ? Y a-t-il eu une inondation récemment ou toute autre perturbation naturelle qui puisse avoir affecté la formation du sol ?

Le sol est une éponge: quelle quantité d'eau le sol retient-il ?



Objectif

Présenter aux étudiants le principe des mesures gravimétriques de l'eau en calculant la quantité d'eau présente dans des échantillons d'éponges et de terre, en les pesants avant et après séchage.

Vue d'ensemble

Les étudiants déterminent la teneur en eau d'une éponge après l'avoir essorée et avoir laissé s'évaporer l'eau. Ils mesurent également la quantité d'eau qui s'est évaporée de plusieurs échantillons de terre.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants prendront conscience que des objets peuvent contenir une quantité mesurable d'eau.

Ils pourront transférer ce concept à la terre en pesant des échantillons de terre humide et sèche puis en calculant la quantité d'eau contenue dans ces échantillons.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les matériaux terrestres sont des roches solides, la terre, l'eau, le biote, et les gaz atmosphériques. Les sols ont des propriétés de couleur, texture, structure, consistance, densité, pH, fertilité : ils participent la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols sont souvent disposés en couches, chacune ayant sa propre composition chimique et sa propre texture.

Les sols consistent en minéraux (moins de 2 mm d'épaisseur), matériaux organiques, air et eau.

L'eau circule à travers le sol ceci ayant pour effet de changer les propriétés du sol et de l'eau.

Capacité à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Création et conduite de recherches scientifiques

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse des données.

Développer des descriptions et des explications, des prédictions et des modèles en utilisant des preuves.

Communiquer des procédures et des explications

Durée

Environ deux classes pour la manipulation des éponges et des échantillons de terre ; puis 10 à 15 minutes par jour pendant 3 jours, le temps que les objets sèchent.

Niveau

Cours moyen et Secondaire

Matériel et instrumentation

Une balance

Des serviettes en papier, des assiettes en carton, du papier journal, ou toute autre surface sur laquelle faire sécher les échantillons.

Un plateau sur lequel placer les échantillons de terre et les éponges humides.

Du papier millimétré (niveau moyen ou avancé)

Pré requis

Une connaissance des fractions, des nombres décimaux, et de l'algèbre de base.

Contexte

De nombreux objets contiennent de l'eau. Cette eau est essentielle à la survie des êtres vivants. Sur Terre, les sols ont la capacité de retenir une quantité importante d'eau qui est alors utilisée par la faune et la flore vivant sous et sur terre. L'humidité des sols influe également sur la météo, le climat, et l'utilisation que l'on a de la terre. Les scientifiques utilisent les données concernant l'humidité des sols pour prédire ce qui pourra pousser dans une certaine région, comment évoluera le climat, quand se produiront inondations ou sécheresses, et quelle sera la meilleure utilisation de la terre d'une certaine région.

Une façon de calculer l'humidité d'un sol est d'en faire une mesure gravimétrique à partir d'un échantillon. Une mesure gravimétrique consiste à déterminer le poids, ou l'attraction de la gravité, sur un objet (ou la résistance d'un objet à l'accélération de la pesanteur). Pour les protocoles de sol GLOBE, c'est la masse qui est calculée et non le poids. La relation entre la masse et le poids est illustrée par la relation ci-dessous :

résultat doit être normalisé par la masse de terre sèche ($90 - 30 = 60$ g en supposant un récipient de 30 g) pour annuler le biais impliqué par la taille de l'échantillon. On peut alors calculer la fraction suivante $10/60=0.167$ qui correspond à une mesure de quantité d'eau contenue dans la terre (la teneur en eau). Cette méthode pour déterminer l'humidité d'un sol est appelée mesure de l'humidité par gravimétrie du fait de l'utilisation d'une balance qui dépend de la force de gravité.

Les calculs de teneur du sol en eau sont simples à effectuer, du moment que les échantillons sont mesurés avec exactitude. Lorsque l'air ambiant est sec l'évaporation peut se produire assez rapidement, de la même façon que l'on sèche vite en sortant de l'eau par une journée chaude et sèche. Les échantillons de terre vont donc sécher rapidement à l'air dès qu'ils seront prélevés, s'ils ne sont pas mis en boîte. L'humidité du sol est influencée par de nombreux facteurs environnementaux tels que la température, les précipitations et le type du sol, tout comme les caractéristiques topographiques telles que les dénivellations.

MGT (Mesure Gravimétrique de la Terre) =

$$\frac{\text{Poids de l'eau}}{\text{Poids de la terre sèche}} = \frac{g \times \text{masse de l'eau}}{g \times \text{masse de la terre sèche}} = \frac{\text{masse de l'eau}}{\text{masse de la terre sèche}}$$

g = accélération de la pesanteur terrestre, égale à 9.81 m/s^2 à la surface de la Terre

Il est à noter que la force de gravité s'annule lorsqu'elle est la seule force impliquée. Les unités utilisées pour la masse sont les kilogrammes et les grammes.

En calculant la teneur de du sol en eau, c'est en fait la masse d'eau contenue dans le sol que l'on recherche. Pour obtenir la masse absolue d'un sol, on en pèse un échantillon humide puis sec. La différence des deux masses obtenues est la valeur absolue de la quantité d'eau que le sol contenait initialement. Les échantillons de sol ayant des propriétés propres et contenant une quantité d'eau initiale propre, le résultat obtenu est normalisé en le divisant par la masse de l'échantillon de terre sec, afin d'obtenir la quantité relative d'eau contenue dans le sol.

En effet, on considère 100 grammes de terre humide. Après les avoir fait sécher, la terre a une masse de 90 grammes. Dix grammes d'eau se sont donc évaporés de la terre. Cependant ce

L'humidité du sol est particulièrement importante pour l'agriculture. La majorité du labour agricole tel que le labourage et l'ajout de matière organique est effectuée dans le but d'améliorer les qualités de la terre liées à son humidité. Le terrassement (faire des crêtes dans un champ) est pratiqué dans certaines régions pour éviter une évaporation excessive, tandis que certains champs sont arrondis pour éviter au sol d'être trop humide. De plus, certaines récoltes nécessitent différents apports d'eau tout au long de leur croissance. Connaître la variation d'humidité du sol au cours de l'année aide donc les agriculteurs à décider quand et quoi planter.

Lors de cette activité, les étudiants mesurent l'humidité des éponges et des échantillons : ces expériences seront réalisées selon un ordre de difficulté croissante :

Étape 1 - Presser les éponges

Les étudiants pèsent une éponge mouillée, la pressent, puis pèsent l'éponge sèche et l'eau qui en a été retirée. En faisant cela, ils doivent remarquer qu'une éponge mouillée = éponge sèche + eau. Presser une éponge est une façon visible et immédiate de la vider de son eau.

Étape 2 - Laisser évaporer l'eau des éponges

Les étudiants procèdent de la même façon que précédemment, à la différence qu'ils laissent sécher l'éponge quelques heures ou toute une journée. Les étudiants peuvent comparer la masse de l'éponge sèche après l'avoir pressée et après avoir laissé l'eau s'évaporer et ainsi déterminer l'efficacité de chacune des deux méthodes en termes d'évacuation de l'eau. Les étudiants peuvent réaliser cette expérience en plaçant l'éponge mouillée près d'une fenêtre ensoleillée, dans un endroit froid, ou sous différentes conditions pour déterminer si l'endroit dans lequel est placée l'éponge a une influence sur l'évaporation de l'eau.

Étape 3 - Mesurer l'humidité du sol

Les étudiants transfèrent le concept de séchage par évaporation au sol en laissant des échantillons de terre humide sécher pendant une ou deux journées. Ils pèsent l'échantillon de terre avant et après séchage pour déterminer l'humidité de la terre. Ils comparent plusieurs échantillons de sol pour avoir une idée de la fourchette des valeurs.

Étape 4 – Utiliser les visualisations GLOBE pour connaître l'humidité des sols dans le monde

Les étudiants utilisent les visualisations du site internet GLOBE pour étudier une carte illustrant l'humidité des sols dans le monde. Ils débattent entre eux le pourquoi des différences existantes, et approfondissent le sujet.

Que faire et comment le faire

Exercice préliminaire

S'assurer que les étudiants savent se servir d'une balance et qu'ils s'entraînent à peser des objets.

Étape 1 – Presser les éponges

1. Plonger une éponge dans l'eau. La peser et noter la masse de l'éponge mouillée. Demander aux étudiants combien ils pensent que l'éponge pèsera une fois sèche. Noter les estimations.
2. Presser l'éponge et la peser. Noter la masse de l'éponge sèche. Discuter avec les étudiants de leurs estimations par rapport à la masse effective.
3. Demander aux étudiants quelle quantité d'eau se trouve dans l'éponge et comment ils pourraient la déterminer. Cette quantité d'eau = masse de l'éponge mouillée moins celle de l'éponge sèche. Par exemple, 120 g d'eau = 200 g d'éponge mouillée moins 80 g d'éponge sèche.
4. Répéter les mesures avec une éponge ayant des caractéristiques différentes (épaisseur, taille des pores, taille, etc.). Demander aux étudiants quelle sera l'éponge qui contiendra le plus d'eau et pourquoi.

Lors des discussions avec les étudiants, s'assurer qu'ils comprennent bien le concept de capacité à retenir l'eau, et que cette capacité varie d'un type d'éponge à un autre.

5. La mesure de la teneur en eau en utilisant cette équation (masse de l'éponge mouillée moins celle de l'éponge sèche) est la valeur absolue de la teneur en eau. Pour trouver la valeur relative de la teneur en eau de façon à comparer les capacités des éponges de différentes sortes, diviser la valeur absolue par la masse de l'éponge sèche en utilisant l'équation suivante :

$$\text{teneur relative en eau} = \frac{(\text{masse de l'éponge mouillée} - \text{masse de l'éponge sèche})}{\text{masse de l'éponge sèche}}$$

6. Pour aller plus loin, peser une tasse vide, y collecter l'eau de chaque éponge pressée et peser le tout. Déterminer la masse d'eau en soustrayant la masse de la tasse à celle de la tasse contenant l'eau. Comparer la masse effective d'eau avec celle obtenue en utilisant l'équation ci-dessus.

Étape 2 – Laisser évaporer l'eau des éponges

1. Demander aux étudiants ce qu'il va se passer si on laisse l'éponge sur un plateau toute une nuit au lieu de la presser. Discuter du concept d'évaporation et des conditions dans lesquelles elle est la plus efficace.
2. Faire peser par les étudiants une éponge mouillée, noter la masse obtenue, et laisser l'éponge sur un plateau à un endroit spécifique de la salle. Pour approfondir cette manipulation, utiliser différents types d'éponges au même endroit de la salle, ou utiliser le même type d'éponge à différents endroits (i.e. une fenêtre ensoleillée, un coin sombre, près d'un radiateur, etc.). Laisser les éponges exposées jusqu'au lendemain.
3. Le lendemain, demander aux étudiants de peser les éponges pour voir si une quelconque quantité d'eau s'est évaporée.
4. Calculer la quantité relative d'eau qui s'est évaporée des éponges en utilisant l'équation ci-dessous :

Comparer les résultats pour chaque éponge et chaque endroit de la salle. Ces valeurs sont-elles différents de celles obtenues après pressage de ces mêmes éponges ? Laquelle des deux méthodes est la plus efficace pour évacuer l'eau des éponges (pressage ou évaporation) ? L'expérience de l'évaporation peut être poursuivie pendant une autre journée pour voir si de l'eau continue à s'évaporer.

5. La différence de quantité d'eau entre une éponge saturée en eau et une éponge complètement sèche est la capacité à retenir de l'eau de l'éponge. Demander aux étudiants comment ces capacités varient avec le type d'éponge et pourquoi une grande capacité de rétention d'eau est importante pour une éponge ou un objet similaire.

Devoirs à la maison

Les étudiants vont bientôt mesurer la quantité d'eau que le sol peut retenir. Leur demander d'apporter un échantillon de terre de chez eux dans un petit sac plastique qui sera hermétiquement fermé pour que la terre conserve son humidité. (Si de la terre n'est pas directement disponible, amener de la terre en pot ou venant d'un magasin de jardinage).

Étape 3 – Mesurer l'humidité du sol

1. Après l'expérimentation des éponges, demander aux étudiants comment ils pourraient déterminer l'humidité de leurs échantillons de terre.

$$\text{quantité d'eau évaporée relative} = \frac{(\text{masse de l'éponge mouillée} - \text{masse actuelle de l'éponge})}{\text{masse actuelle de l'éponge}}$$

Le concept central de chercher si l'humidité du sol peut être mesurée de la même façon qu'avec les éponges, c'est-à-dire en déterminant la masse de la terre mouillée, puis en la séchant, et en déterminant la masse de la terre sèche, doit apparaître dans leurs réponses.

2. Chaque étudiant, ou groupe d'étudiants, ouvre le sac contenant leur échantillon humide et le pèse. Ne pas oublier de retirer à la masse totale (sac plus échantillon) obtenue celle du sac (ou tout autre type de récipient). Une fois la masse de l'échantillon de terre humide notée, demander aux étudiants d'étaler la terre sur une assiette en carton, ou sur une autre surface, et la placer dans un endroit protégé pour la laisser sécher. Placer les échantillons dans un endroit où ils sécheront rapidement ou bien expérimenter différents endroits avec différentes conditions.
3. Lorsque les échantillons de terre sont secs (au toucher), demander aux étudiants de peser une nouvelle fois chaque échantillon puis de déterminer quelle quantité d'eau s'est évaporée en utilisant la formule ci-dessous :
4. C'est la formule utilisée dans le protocole de mesure de l'humidité du sol. Par exemple, si la masse de terre humide vaut 100 g et la masse de terre sèche 90 g, la teneur absolue

du sol en eau sera alors de 10 g. Pour obtenir la teneur relative du sol en eau, afin de comparer les échantillons, diviser la masse de terre mouillée moins la masse de terre sèche par la masse de terre sèche (comme indiqué dans l'étape précédente et dans le *Contexte*). Demander aux étudiants de calculer la teneur relative de leurs échantillons en eau et de comparer entre eux leurs valeurs. Corriger leurs calculs si nécessaire. Discuter de la fourchette des valeurs obtenues ainsi que les raisons de ces variations. Leur demander d'étudier les propriétés des différents sols (i.e. couleur, texture) pour les aider à réfléchir au pourquoi d'une telle fourchette de valeurs. Comment varie la quantité d'eau retenue par la terre comparée à celle retenue par les éponges ?

Étudiants de niveaux intermédiaire et avancé

Dans les manipulations précédentes, les étudiants plus âgés peuvent peser les échantillons de terre toutes les heures, tracer le taux d'évaporation et constater si ce taux est linéaire (ligne droite) ou non. Les étudiants doivent également considérer l'influence sur l'évaporation d'autres facteurs, notamment la météo (l'humidité, le vent, la pluie, les nuages, les ombres, l'intensité du soleil, etc.), la végétation, ou l'utilisation qui est faite de la terre.

$$\text{quantité relative d'eau} = \frac{(\text{masse de la terre mouillée} - \text{masse de la terre sèche})}{\text{masse de la terre sèche}}$$

Ceci est la teneur de la terre en eau

Réfléchir avec les étudiants sur les différentes façons de sécher la terre et comment ils pourraient accélérer ou ralentir ce processus. Quelques idées : mettre les objets à la lumière directe du soleil ; les placer devant un ventilateur ; les mettre sur un radiateur ; les mettre dans une micro-onde ou un four ; les saupoudrer de sel ; poser un couvercle en plastique dessus ; pointer une lumière dessus. L'expérience peut être répétée à partir de ces éléments et les résultats comparés.

Étape 4 – Utiliser les visualisations GLOBE pour connaître l'humidité des sols dans le monde

Étudiants de niveaux intermédiaire et avancé

Cette manipulation est adaptée aux étudiants de niveaux intermédiaire et avancé qui ont des compétences en lecture de cartes et une compréhension élémentaire des concepts d'humidité de sol.

1. Aller sur le site internet de GLOBE pour accéder et visualiser la carte la plus récente montrant la teneur du sol en eau à travers le monde.
2. Les données d'humidité du sol peuvent être affichées en tant que valeurs ou en tant que contours (différentes bandes de couleurs correspondant chacune à une certaine fourchette de valeurs d'humidité du sol).
3. Demander aux étudiants de comparer leurs propres mesures de teneur du sol en eau avec celles des autres écoles dans le monde.
4. Il y a plusieurs thèmes d'investigations pour les étudiants : en voici quelques exemples :
 - Quelle est la fourchette des valeurs de teneur du sol en eau dans le monde ?
 - Où se trouve la plus faible valeur ? La plus élevée ?
 - Ceci varie-t-il au cours du temps (étudier les cartes de teneur du sol en eau d'autres mois) ?

- Qu'est-ce qui influence la teneur du sol en eau sur différents sites ?
- Comment interviennent les propriétés du sol d'un site (i.e. sols sablonneux, sols argileux ou boueux, sols pentus et leurs positions dans les paysages) ?
- Comment les récents événements climatiques influent sur la teneur du sol en eau ?
- Quelles sont les différences entre la teneur en eau des sols d'un désert, d'une forêt tropicale, d'une région agricole ?
- Quelles régions ont les mêmes valeurs de teneur en eau que celles des étudiants ?

5. Encourager les étudiants à aller plus loin dans les recherches en utilisant les visualisations d'humidité des sols de GLOBE.

Évaluation des étudiants

Ramener un jeu d'échantillons de sol à l'école. Demander aux étudiants d'estimer, puis de calculer la teneur du sol en eau par eux-mêmes. Vérifier la cohérence de leurs estimations et observer la manipulation pour s'assurer qu'ils la font correctement.

Le sol : le grand décomposeur



Objectif

Comprendre que le rôle du sol dans la décomposition des matériaux organiques change dans des conditions environnementales différentes.

Vue d'ensemble

Les étudiants utilisent des « bouteilles » d'expérience afin d'observer des changements dans la décomposition de morceaux de légumes. Les étudiants font varier les conditions de température, d'humidité et d'éclairage afin de déterminer les conditions qui facilitent le plus la décomposition de la matière organique dans le sol.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables d'identifier les conditions qui sont le plus favorables à la décomposition de la matière organique dans les sols.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Les matériaux terrestres sont des roches solides, la terre, l'eau, le biote, et les gaz atmosphériques.

Les sols ont des propriétés de couleur, texture, structure, consistance, densité, pH, fertilité : ils participent à la croissance de nombreux types de plantes.

La surface de la Terre change.

Les sols se trouvent souvent en couches, chaque couche ayant une composition chimique et une texture différente.

Les sols consistent en minéraux (moins de 2 mm), matériaux organiques, air et eau.

L'eau circule à travers le sol, ceci ayant pour effet de changer les propriétés du sol et de l'eau.

Capacités à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Création et conduite de recherches scientifiques

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse et l'interprétation des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prédictions et des modèles

fondés sur l'utilisation de preuves.

Parvenir à communiquer les procédures et les explications.

Durée

Une classe pour planifier l'expérience, une classe pour installer l'expérience, parties de classe quotidienne (ou à autre intervalle régulier) pour noter les résultats, et une ou deux classes deux semaines plus tard pour observer les résultats finaux et les commenter.

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instrumentation

12 verres ou béciers ou sac plastiques de 2 litres (plus pour des études supplémentaires)

Marqueurs

Assez de sol sec pour en ajouter 10 cm dans chaque bécier. Utilisez le même sol (du terreau ou de la terre en pot) pour chaque bécier.

Assez de morceaux de légumes ou de fruits (carottes, concombres, pommes, etc.) pour en ajouter 2 à 3 cm dans chaque bécier (utiliser la même mixture à base de morceau de fruits et de légumes dans chaque bécier). D'autres sources de matière organiques peuvent être des feuilles (émiettées), des pousses d'herbes, des fleurs, etc. *Ne pas utiliser de morceaux d'animaux morts.*

Cylindres gradués pour ajouter la quantité d'eau précise nécessaire à la partie *Pour aller plus loin.*

Vers de terre

Sols à texture principalement sablonneuse ou argileuse.

Préparation

Récupérez les sols, les bouteilles et les morceaux de légumes. Demandez aux étudiants d'amener des morceaux de légumes le jour de l'expérience.

Localisez des zones de la salle de classe qui fourniront les différentes conditions requises pour l'expérience (endroit chaud au soleil ; endroit tempéré au soleil ; endroit chaud à l'ombre ; endroit tempéré à l'ombre)

Pré requis

Aucun.

Contexte

L'ensoleillement, la température et la teneur en eau déterminent largement la vitesse de décomposition de la matière organique dans le sol. Le sol retient l'humidité et la chaleur nécessaire au développement des micro-organismes qui peuvent alors effectuer le processus de décomposition, changeant la matière organique en un matériau du sol appelé humus.

Les sols ont des capacités à retenir l'humidité, la chaleur et à supporter le développement des micro-organismes bien différentes. Si le sol est trop humide, trop sec ou trop froid, la décomposition sera lente. L'énergie du soleil réchauffe le sol et favorise l'évaporation, affectant l'humidité du sol. Il sera demandé aux étudiants d'étudier quelles sont les conditions qui contribuent à la décomposition rapide de la matière organique dans le sol.

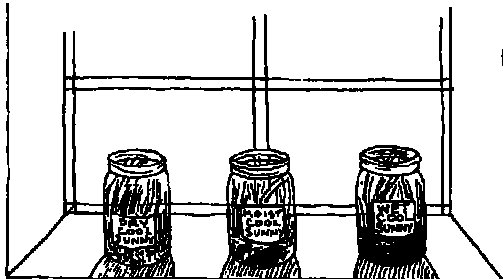
Que faire et comment le faire

1. Placez 12 verres ou béciers sur la table et étiquetez-les comme suit :

1. Sec, chaud, ensoleillé
2. Humide, chaud, ensoleillé
3. Mouillé, chaud, ensoleillé
4. Sec, chaud, à l'ombre
5. Humide, chaud, à l'ombre
6. Mouillé, chaud, à l'ombre
7. Sec, tempéré, ensoleillé
8. Humide, tempéré, ensoleillé
9. Mouillé, tempéré, ensoleillé
10. Sec, tempéré, à l'ombre
11. Humide, tempéré, à l'ombre
12. Mouillé, tempéré, à l'ombre

2. Ajouter la même quantité de sol (environ 10 cm) dans chaque bécier.

3. Ajouter la même quantité de morceaux de légumes (environ 2-3 cm) dans chaque bécier. Vous pouvez éventuellement mélanger le sol et les morceaux de légumes. Utiliser le même type de morceaux de légumes dans chaque bécier.



4. Dans chacun des 4 béciers étiqueté « mouillé », saturez le mélange d'eau (laissez l'eau recouvrir la surface du sol).

5. Dans chacun des 4 béciers étiqueté « humide », humidifiez le mélange avec de l'eau.

6. Laissez tel quel chacun des 4 béciers étiqueté « sec ».

7. Placez un bécier mouillé, un bécier humide et un bécier sec dans un endroit chaud et à l'ombre (comme indiqué sur l'étiquette).

8. Placez un bécier mouillé, un bécier humide et un bécier sec dans un endroit chaud et ensoleillé pendant une partie de la journée (comme indiqué sur l'étiquette).

9. Placez un bécier mouillé, un bécier humide et un bécier sec dans un endroit tempéré et à l'ombre (comme indiqué sur l'étiquette).

10. Placez un bécier mouillé, un bécier humide et un bécier sec dans un endroit tempéré et ensoleillé pendant une partie de la journée (comme indiqué sur l'étiquette).

11. Couvrez les béciers mais faites de petits trous pour laisser l'air circuler.

12. Chaque jour suivant, saturez les béciers étiquetés « mouillé » et humidifiez ceux étiquetés « humide ». A ce moment, mélangez la mixture sol/végétation dans chaque bécier.

13. Pendant une période de deux semaines, observez les béciers quotidiennement (ou à autre intervalle régulier) et notez vos observations. Notez les évolutions de la teneur en eau et de l'état de la matière organique.

Discutez en classe entière de la mesure dans laquelle l'ensoleillement, la température et la teneur en eau affectent la quantité de matière organique restante après deux semaines. Quels béciers montrent la décomposition la plus importante ? Quels béciers montrent la décomposition la moins importante ? Quels autres changements ont été observés dans le sol (comme la couleur et autres considérations) ?

Une fois que les étudiants ont commenté leurs observations, demandez-leur de concevoir leur propre décomposeur optimal en utilisant une combinaison des variables utilisés dans cette étude. Demandez-leur de justifier leur choix des conditions et de prédire dans quelles mesures chaque facteur va contribuer à la décomposition.

Adaptations pour les étudiants plus jeunes et plus âgés

Pour les étudiants plus jeunes

Réduisez le nombre de béciers à :

1. Humide, mouillé et sec (mêmes conditions de température et d'ensoleillement) ou

2. Humide, chaud et humide, tempéré (mêmes conditions d'ensoleillement).

Discutez des climats à travers le globe qui fourniraient ces conditions, et comparez-les au climat de votre région.

Pour les étudiants plus âgés

Discutez de la mesure dans laquelle la décomposition de matière organique varie à travers le globe et faites le lien avec cette activité. Quelles sont les sources de matière organique dans des régions différentes ? Dans quelles mesures le climat affecte-t-il la rapidité avec laquelle la matière organique devient de l'humus ? Faites-les spéculer sur les conditions climatiques qui favoriseront la décomposition de la matière organique et sur celles qui l'inhiberont ? Dans quelles mesures la décomposition dans un sol tropical est-elle différente de celle dans une forêt nordique ?

Pour aller plus loin

En utilisant les sols avec les « conditions optimales », mettez des vers de terre dans un bécier et laissez le second bécier sans vers de terre. Observez et notez l'activité des vers de terre, la vitesse de décomposition, et les différences dans les propriétés du sol après 2 semaines pour chaque bécier. Vous pouvez également créer une « ferme de vers » dans un bécier pour observer le comportement des vers, la décomposition, et les changements du sol sur une longue période de temps.

Faites une expérience similaire à celle ci-dessus mais changez la texture du sol. Incluez des béciers avec des sols à texture principalement sablonneuse ou argileuse et observez les différences comme ci-dessus.

Demandez aux étudiants de rechercher du compost.

Le jeu des données



Objectif

Apprendre à estimer des résultats afin de minimiser les erreurs dues à la lecture ou la mesure de données.

Vue d'ensemble

Les étudiants participent à un jeu au cours duquel ils récoltent des données en utilisant des instruments variés et différents calculs, puis essayer de tromper les autres équipes de collection de données en exagérant certaines valeurs. Ils font cette activité d'abord en décrivant des objets de la salle de classe, puis avec les mesures d'humidité du sol, puis avec d'autres mesures GLOBE.

Bénéfices pour les étudiants

Les étudiants seront capables de reconnaître la pertinence d'une valeur.

Les étudiants seront capables d'analyser les données GLOBE en termes de justesse du résultat et d'anomalies.

Capacités à mener une recherche scientifique

Identifier les questions pertinentes.

Création et conduite de recherches scientifiques

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse et l'interprétation des données.

Mettre en place des descriptions et des explications, des prédictions et des modèles fondés sur l'utilisation de preuves.

Parvenir à communiquer les procédures et les explications.

Durée

Une classe.

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instrumentation

Pour les plus jeunes :

- Règles
- Ruban de mesure
- Cuillères et verres de mesure

Pour les plus âgés :

- Instruments pour mesurer :
- a) distance
 - b) volume
 - c) périmètre
 - d) masse

Pré requis

Aucun.

Contexte

Les scientifiques ont confiance dans les données soumises par les écoles. Cependant, même l'observateur le plus précautionneux peut faire une erreur en collectant ou en mesurant une valeur. Il est essentiel de s'assurer que vos données sont aussi sûres que possible. Un moyen d'éviter les erreurs est de demander aux étudiants de porter un regard critique sur chaque nombre qu'ils écrivent. Ce nombre a-t-il l'air raisonnable ? Est-ce même seulement possible d'obtenir ce nombre ? Au fur et à mesure que les étudiants deviendront familiers avec les mesures qu'ils prennent, ils

auront une idée de ce à quoi ils doivent s'attendre.

Il y a deux éléments nécessaires pour que les étudiants puissent juger du caractère raisonnable de leurs données. Premièrement les étudiants doivent comprendre les unités de mesure : A peu près combien ça fait, un mètre ? Combien d'eau ça fait, un litre ? Combien pèse un litre d'eau ? Deuxièmement, les étudiants doivent avoir un ordre de grandeur de la valeur des données du protocole : quelles sont les valeurs minimales et maximales auxquelles on peut s'attendre pour la teneur en eau d'un sol ? pour la température de l'air ?

Dans cette activité, vos étudiants s'occuperont de ces deux éléments sous la forme d'un jeu. Ils travailleront par groupe pour collecter des données et des mesures. Puis ils changent certaines valeurs, puis font deviner aux autres étudiants lesquelles sont falsifiées, à partir de leur connaissance des ordres de grandeur.

Utiliser cette connaissance des ordres de grandeur est une compétence importante fondamentale, dans le sens où non seulement elle nécessite que les étudiants sachent à quelles valeurs s'attendre, mais également car ils prennent personnellement la responsabilité de la justesse de leurs mesures.

Il faut bien préciser qu'il est possible que vos étudiants aient des valeurs inattendues qui soient justes. Estimer les valeurs auxquelles il faut s'attendre permet d'aider les étudiants à reconnaître des données inhabituelles et doit les pousser à pousser plus avant la recherche.

Que faire et comment le faire

Etape 1 – Estimer des valeurs sur des objets de la salle de classe.

1. Divisez la classe par équipes de quatre étudiants. Fournissez à chaque équipe des instruments de mesure et faites-leur prendre des données sur la salle de classe.

Les étudiants débutants pourront :

- Compter le nombre de livres, de carrelages, de doigts, etc. dans la classe.
- Mesurer la longueur de dix livres, de la pièce, d'un bureau, etc.
- Mesurer la quantité d'eau contenue dans un verre, dans l'évier, etc.

Les étudiants de niveau intermédiaire pourront :

- mesurer et additionner des distances (la hauteur d'un bureau et celle de tous les bureaux de la pièce additionnés).
- Calculer la hauteur de tous les livres de la classe empilés ensemble.

Les étudiants de niveau avancé pourront :

- Calculer des mètres carré, des centimètres cube, un volume, des masses.

2. Demandez à présent à chaque équipe de « déguiser » certaines de leurs données en exagérant les chiffres. Par exemple, un cube de 10 centimètres cube de volume devrait être changé en 20 ou même 200 centimètres cube.

Moins l'exagération est importante, plus le challenge est élevé pour les autres étudiants. (Vous pouvez commencer avec la règle suivante : chaque valeur déguisée doit être au moins le double de la valeur mesurée.)

3. Chaque équipe présente ses résultats à tour de rôle. Les autres équipes doivent deviner si oui ou non les valeurs sont justes. Chaque fois qu'une équipe voit juste, elle marque un point.

4. Après que la totalité des équipes a présenté ses résultats, l'équipe qui a le plus de points gagne.

5. A la fin de l'activité, débattre sur le processus d'estimation et sur le concept d'ordre de grandeur. Vous pouvez vouloir répéter cette activité pour voir si les étudiants se sont améliorés.

Etape 2 – Estimer les valeurs de teneur en eau du sol

Vos étudiants appliqueront le même concept pour l'humidité du sol (vous pouvez jouer à ce jeu des données avec n'importe quel type de données). Vous pouvez utiliser les données d'humidité du sol que vos étudiants ont déjà récoltées lors du protocole consacré, ou utiliser les données d'humidité du sol issues des échantillons apportés de chez eux par les étudiants lors de l'activité d'apprentissage *La Terre comme éponge : quelle quantité d'eau la terre retient-elle ?*

Comme décrit dans l'étape 1 ci-dessus, faites changer quelques valeurs de teneur en eau à vos étudiants, puis faites deviner aux autres étudiants quelles valeurs sont justes et quelles valeurs sont exagérées. Comptez les points comme mentionné ci-dessus.

Etape 3 - Utiliser des données du serveur des données étudiantes GLOBE

1. Demandez aux étudiants d'aller sur le serveur des données étudiantes GLOBE pour rechercher les valeurs de teneur en eau du sol collectées sur d'autres sites GLOBE. Ils devraient trouver :

- La fourchette de valeurs pour chaque profondeur
- La fourchette de valeurs pour les écoles proches.
- La fourchette de valeurs pour les écoles des régions arides, forestières ou des prairies.
- Les valeurs les plus communes.

2. Débattre sur les fourchettes et les valeurs habituelles, et faites réfléchir les étudiants

quant à la façon dont ces informations vont les aider à être meilleur dans ce jeu des données.

3. Faites rejouer les étudiants au jeu des données, en utilisant des données du monde entier issues du serveur des données étudiantes GLOBE.

4. Débattiez avec vos étudiants de la mesure dans laquelle ce processus – regarder des valeurs en premier afin d’obtenir une idée de ce à quoi s’attendre – est une étape essentielle dans l’estimation des données et le jugement de l’ordre de grandeur.

5. Vous pouvez répéter cette activité avec n’importe lequel des jeux de données GLOBE.

6. Il est important de préciser que les données anormales, souvent appelées « anomalies », ne sont pas nécessairement fausses, mais qu’elle nécessite certainement une attention particulière. Les « anomalies », en fait, sont souvent les données les plus intéressantes et les plus importantes pour une étude approfondie.

7. Si une donnée du serveur des données étudiantes GLOBE vous semble incorrecte, alors demandez à vos étudiants d’envoyer un GLOBEMail ou un e-mail normal à l’école qui a fourni cette donnée, et demandez aux étudiants s’il y a des raisons à cette valeur anormale, ou s’ils doivent y porter plus d’attention lors de leurs prochaines mesures. Envoyez également un message au Bureau d’aide GLOBE ou au responsable scientifique.

Adaptations pour les étudiants de niveau intermédiaire et avancé

Avec des étudiants plus âgés, vous pouvez effectuer la même activité avec la texture ou la couleur du sol afin de déterminer dans quelles mesures ces propriétés peuvent paraître variables d’un étudiant à un autre. Les différences entre les textures du sol mesurées sur le terrain et la classe de texture déterminée par la méthode de répartition granulométrique des particules sont aussi de bonnes façons d’étudier les différences entre des mesures d’une même chose obtenue par 2 méthodes distinctes.

Les étudiants peuvent également tracer des graphiques (particulièrement à l’étape 3), puis effectuer une analyse des fourchettes, des anomalies, des valeurs moyennes, des valeurs les plus courantes, et ainsi de suite. Ils peuvent également se demander pourquoi il y a des différences d’un site à un autre dans le jeu de données issu du monde entier. Cela permet une

meilleure compréhension d’un domaine scientifique, comme le sol.

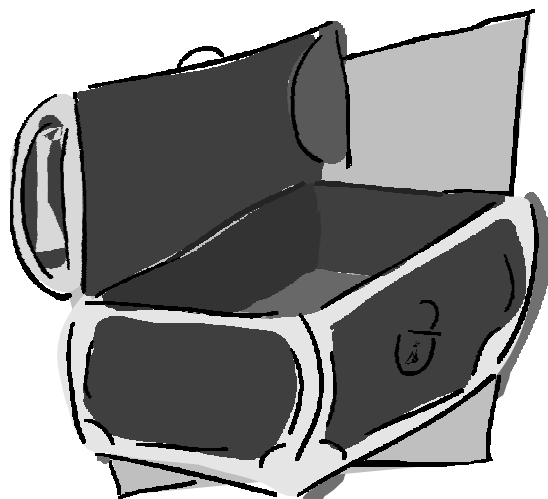
Pour aller plus loin

A chaque fois que vos étudiants éprouvent des difficultés pour connaître les valeurs typiques pour un protocole, vous pouvez jouer au jeu des données. Assurez-vous qu’ils aient lu le protocole et les échantillons de jeu de données préalablement de sorte qu’ils aient une base pour évaluer la justesse des valeurs.

De manière régulière, passez en revue la teneur en eau du sol, la texture du sol ainsi que d’autres données soumises par d’autres écoles et recherchez des erreurs ou des anomalies, et communiquez avec ces écoles par GLOBEMail ou par e-mail normal pour discuter de toute valeur anormale.

Evaluation des étudiants

Lorsque vos étudiants effectuent les protocoles GLOBE, demandez à un de vos étudiants d’annoncer les valeurs à la classe, en incluant une valeur erronée, et regardez si les autres étudiants remarquent l’erreur. Vous pouvez récompenser ceux qui ont trouvé l’erreur avec une étoile GLOBE ou toute autre récompense adaptée à leur âge. Assurez-vous que l’erreur est bien corrigée avant de soumettre les données à GLOBE !



Fiche de définition du site d'étude du sol

Fiche de relevé de données de caractérisation du sol

Fiche de relevé de données d'étude de la température du sol

Fiche de définition du site de mesure d'humidité du sol

Fiche de relevé de données d'humidité du sol – échantillonnage en étoile

*Fiche de relevé de données d'étude de l'humidité du sol –
échantillonnage en coupe*

*Fiche de relevé de données d'étude de l'humidité du sol –
échantillonnage en profondeur*

Fiche de relevé de données de masse volumique

Fiche de relevé de données de densité particulaire du sol

Fiche de relevé de données de répartition granulométrique

Fiche de relevé de données de pH du sol

Fiche de relevé de données sur la fertilité du sol

*Fiche de relevé de données de calibration et de initialisation du
thermomètre électronique multi-jours*

Fiche de relevé de données du thermomètre électronique multi-jours

Fiche de relevé de données du capteur journalier d'humidité du sol

*Fiche de relevé de données semestrielles de calibration de la sonde de
mesure d'humidité du sol*

Fiche de relevé de données d'infiltration dans le sol

Triangle textural

Glossaire

Etude du sol

Fiche de définition du site d'étude du sol

Appellation du lieu étudié: SCS-_____

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

Altitude: ___ mètres Pente: _____° Orientation: _____°

Source des données de position (cochez la case correspondante): GPS Autre _____

Méthode (une seule réponse):

- Puits
- Foreuse
- Proche de la surface

Le site d'étude du sol est :

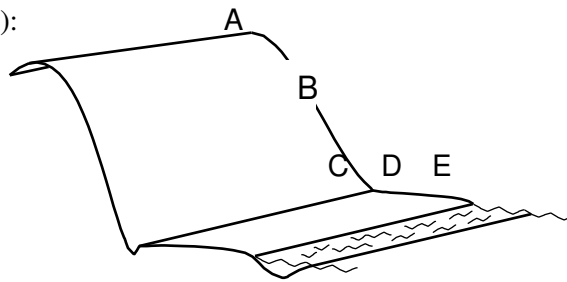
- Sur le terrain de l'école
- Hors du terrain de l'école

Position du site (une seule réponse):

- Près du site d'étude d'humidité du
- Près des sites d'étude de
- et d'humidité du sol
- Près du site d'étude de
- l'atmosphère
- Dans le site d'études biologiques
- Autre

Situation du terrain (une seule réponse):

- A. Sommet
- B. Pente
- C. Creux
- D. Grande zone plane
- E. Lit fluvial



Etat de la surface:

- Sol nu
- Pierres
- Herbe
- Arbustes
- Arbres
- Autre _____

Constituant sous-jacent:

- Roche
- Matériaux organiques
- Matériaux de construction
- Sédiments marins
- Sédiments lacustres
- Sédiments fluviaux (Alluvions)
- Limons d'érosion éolienne (Loess)
- Limons glaciaires (Till Glaciaire)
- Dépôts volcaniques
- Matériaux instables dans la pente
- Autre _____

Utilisation du terrain:

- Urbain
- Agriculture
- Loisirs
- Sauvage
- Autre _____

Eloignement des dispositifs principaux (**jusqu'à 50 mètres**): _____

Autres traits caractéristiques de ce site : _____

Etude du sol

Fiche de relevé de données d'étude de la température du sol

Site étudié : _____

Nom de la personne effectuant les relevés : _____

Date: _____

Thermomètre sol : Analogique Numérique Autre

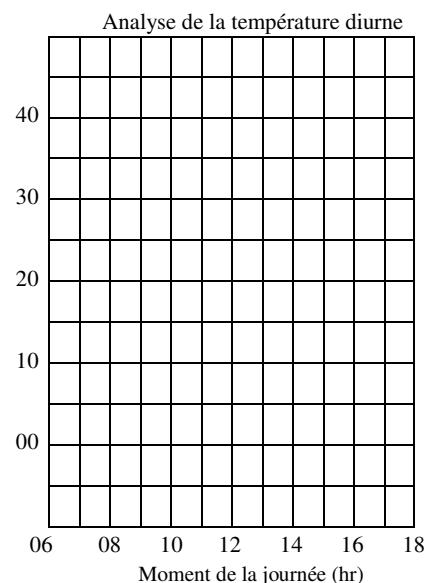
Des précipitations ont elles eu lieu durant les dernières 24h ? Oui Non

Relevés journaliers/hebdomadaires

Echantillon	Heure		Températures		
	(hr)	(min)	5 cm (° C)	10 cm (° C)	Air (° C)
1	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____

Relevés du cycle diurne

Echantillon	Heure		Températures		
	(hr)	(min)	5 cm (° C)	10 cm (° C)	Air (° C)
1	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____	_____	_____
8	_____	_____	_____	_____	_____



Meta-données journalières et commentaires : _____

Etude du sol

Fiche de définition du site de mesure d'humidité du sol

Choisissez un identifiant unique pour votre site, et donnez des indications concises pour l'atteindre :

Site d'études: _____

Accès: _____

Position: Latitude: _____ ° N ou S Longitude: _____ ° E ou O Altitude: _____ mètres

Source des données de position (cochez la case correspondante): GPS Autre _____

Meta-données concernant le site

Distance au pluviomètre ou à l'abri à instruments le plus proche: _____ m; Direction _____

Distance au site d'échantillonnage du sol le plus proche : _____ m; Direction _____

Etat du site d'étude d'humidité du sol:

Naturel Labouré Stratifié Rebouché Compacté Autre _____

Etat de la surface:

Sol nu Herbe courte (<10 cm) Herbe haute (10 cm) Autre _____

Couverture végétale:

Ouverte Plafond végétal

Présence d'arbres ou de structures à moins de 30m: Non Oui (décrire leur taille) _____

Description du sol :

(Les données de description du sol vont vous aider à mieux comprendre les données d'humidité du sol.

Vous pouvez utiliser des valeurs prises sur la *fiche de relevé de données de caractérisation du sol* pour un site situé à moins de 100m de celui-ci. Si ce n'est pas possible, il est recommandé de remplir une *fiche de relevé de données de caractérisation du sol* pour ce site.)

	0-5 cm	10 cm	30 cm	60 cm	90 cm
Structure	_____	_____	_____	_____	_____
Couleur	_____	_____	_____	_____	_____
Consistance	_____	_____	_____	_____	_____
Texture	_____	_____	_____	_____	_____
Pierres	_____	_____	_____	_____	_____
Racines	_____	_____	_____	_____	_____
Carbonates	_____	_____	_____	_____	_____
Masse volumique	_____	_____	_____	_____	_____

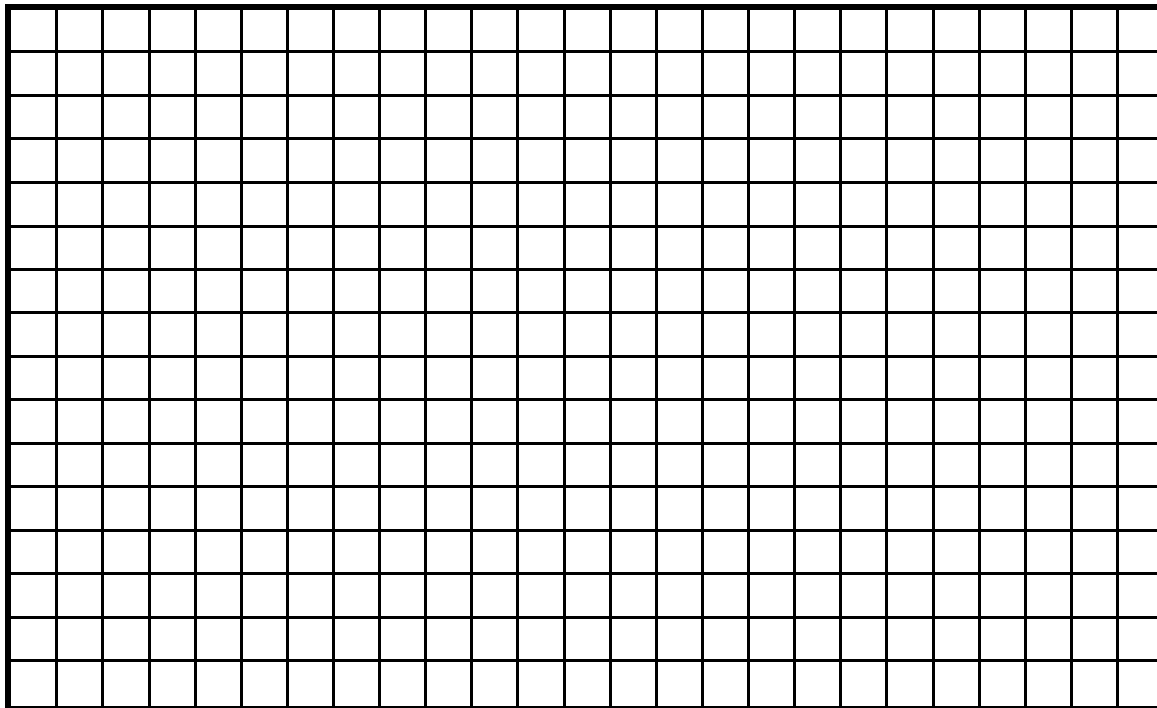
Répartition granulométrique des particules du sol :

% Sable	_____	_____	_____	_____	_____
% Limon	_____	_____	_____	_____	_____
% Argile	_____	_____	_____	_____	_____

Commentaires de la personne qui a effectué les relevés :

Schéma du site:

(Echelle : une case = _____)



Etude du sol

Fiche de relevé de données d'humidité du sol : échantillonnage en étoile

Site d'études : SMS-_____

Noms des observateurs: _____

Moment de collecte des échantillons: Jour: _____ Mois: _____ Année: __

Heure locale: ____:____ (heures:minutes) Temps universel: ____:____ (heures:minutes)

Conditions actuelles : La surface du sol est-elle saturée ? oui non

Méthode de séchage : (une seule réponse) four à 95-105°C four à 75-95°C micro-ondes

Temps moyen de séchage : heures/minutes _____

Direction par rapport au centre de l'étoile (facultatif): _____ Distance au centre de l'étoile: _____

Observations : _____

Echantillons de surface:

		A	B	C	(A-B)/(B-C)
0-5 cm	Identifiant du récipient	Masse du sol humide et du conteneur (masse humide) (g)	Masse du sol sec et du conteneur (masse sèche) (g)	Masse à vide du conteneur (g)	Contenu en eau du sol (obtenu par calcul) (g/g)
Echantillon 1					
Echantillon 2					
Echantillon 3					

		A	B	C	(A-B)/(B-C)
10 cm	Identifiant du récipient	Masse du sol humide et du conteneur (masse humide) (g)	Masse du sol sec et du conteneur (masse sèche) (g)	Masse à vide du conteneur (g)	Contenu en eau du sol (obtenu par calcul) (g/g)
Echantillon 1					
Echantillon 2					
Echantillon 3					

Etude du sol

Fiche de relevé de données d'humidité du sol – échantillonnage le long d'un transect

Site d'études: SMS-_____

Noms des observateurs: _____

Moment de collecte des échantillons: Jour: ____ Mois: ____ Année: ____

Heure locale: ____:____ (heures:minutes) Temps universel: ____:____ (heures:minutes)

Conditions actuelles : La surface du sol est-elle saturée ? oui non

Méthode de séchage : (une seule réponse) four à 95-105°C four à 75-95°C micro-ondes

Temps moyen de séchage : heures/minutes_____

Meta-données journalières: (facultatives)

Longueur de la ligne: ____m Direction du compas: ____ Espacement des stations: ____m

Consignes :

Les lignes directrices doivent être longues de 50m et situées en terrain dégagé. Les relevés sont effectués 12 fois par an, et doivent respecter un espacement régulier au choix. Entrez les données de vos échantillons récoltés entre 0 et 5cm (10 échantillons unitaires et un échantillon triple):

Observations:

Echantillon	Décalage par rapport à l'extrémité de la coupe (m)	Récipient	A	B	C	(A-B)/(B-C)
			Masse sol humide et conteneur (masse humide) (g)	Masse sol sec et conteneur (masse sèche) (g)	Masse à vide du conteneur (g)	Contenu en eau du sol (obtenu par calcul) (g/g)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

Etude du sol

Fiche de relevé de données d'humidité du sol – échantillonnage en profondeur

Site d'études : SMS-_____

Noms des observateurs: _____

Moment de collecte des échantillons: Jour: _____ Mois: _____ Année: __

Heure locale: ____:____ (heures:minutes) Temps universel: ____:____ (heures:minutes)

Conditions actuelles : La surface du sol est-elle saturée ? oui non

Méthode de séchage : (une seule réponse) four à 95-105°C four à 75-95°C micro-ondes

Temps moyen de séchage : heures/minutes _____

Direction par rapport au centre de l'étoile (facultatif): _____ Distance au centre de l'étoile: _____

Observations : _____

Echantillons récoltés en profondeur:

Profondeur de l'échantillon	Récipient	A	B	C	(A-B)/(B-C)
		Masse du sol humide et du conteneur (masse humide) (g)	Masse du sol sec et du conteneur (masse sèche) (g)	Masse à vide du conteneur (g)	Contenu en eau du sol (obtenu par calcul) (g/g)
0-5 cm					
10 cm					
30 cm					
60 cm					
90 cm					

Etude du sol

Fiche de relevé de données de la masse volumique

Remarque: Tous les relevés doivent être effectués en retirant le couvercle du boîtier !!

Date de prélèvement de la série d'échantillons: Jour _____ Mois _____ Année _____

Site d'études: SCS- _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

	Numéro d'échantillon		
	1	2	3
A Identifiant du récipient			
B Masse humide du prélèvement et du récipient (g)			
C Masse sèche du prélèvement et du récipient (g)			
D Volume du récipient (mL)			
E Masse du récipient (g)			
F Masse de pierres (g)			
G Volume d'eau sans pierre (mL)			
H Volume d'eau avec pierres (mL)			
I Masse du sol sec (g) = C-E			
J Volume de pierres (mL) = H-G			
K Masse volumique (g/mL)= $\frac{I - F}{D - J}$			

Etude du sol

Fiche de relevé de données de la densité particulaire du sol

Remarque: Tous les prélèvements doivent s'effectuer sans le capuchon bloqueur.

Date à laquelle l'échantillon a été mélangé à de l'eau: Jour ____ Mois ____ Année ____

Site d'études: _____

Numéro de l'horizon: _____

Comment l'échantillon était-il stocké depuis qu'il a été retiré du four ? _____

Durée écoulée depuis le séchage au four de l'échantillon: _____

Autres remarques : _____

	Numéro d'échantillon		
	1	2	3
Masse de la fiole vide (g) (B ci-dessous)			
Masse échantillon sec + fiole vide (g) (A ci-dessous)			
Masse eau + échantillon + fiole (g) (D ci-dessous)			
Température de l'eau(°C) (F ci-dessous)			

Fiche de calcul

	Numéro d'échantillon		
	1	2	3
A Masse échantillon sec + fiole vide(g)			
B Masse de la fiole vide (g)			
C Mass de l'échantillon sec(g) (A – B)			
D Masse eau + échantillon + fiole (g)			
E Masse d'eau (D – A)			
F Température de l'eau (°C)			
G Masse volumique de l'eau (g/mL) (proche de 1.0)			
H Volume d'eau (mL) (E/G)			
I Volume de l'échantillon (mL) (100 mL – H)			
J Densité particulaire du sol étudié (g/mL) (C/I)			

Etude du sol

Fiche de relevé de données de la répartition granulométrique

Date de prélèvement de la série d'échantillons: Jour _____ Mois _____ Année _____

Site d'études: _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon numéro 1

Distance du repère des 500mL à la base du cylindre gradué: _____ cm

Température de calibration de l'hygromètre: _____ °C

A. Relevé hygrométrique après 2min: _____ C. Relevé hygrométrique après 24h: _____

B. Température après 2min: _____ °C D. Température après 24h: _____ °C

Echantillon numéro 2

Distance du repère des 500mL à la base du cylindre gradué: _____ cm

Température de calibration de l'hygromètre: _____ °C

A. Relevé hygrométrique après 2min: _____ C. Relevé hygrométrique après 24h: _____

B. Température après 2min: _____ °C D. Température après 24h: _____ °C

Echantillon numéro 3

Distance du repère des 500mL à la base du cylindre gradué: _____ cm

Température de calibration de l'hygromètre: _____ °C

A. Relevé hygrométrique après 2min: _____ C. Relevé hygrométrique après 24h: _____

B. Température après 2min: _____ °C D. Température après 24h: _____ °C

Etude du sol

Fiche de relevé de données du pH du sol

Date de récolte de l'échantillon: _____ Site étudié: _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon numéro 1 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Echantillon numéro 2 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Echantillon numéro 3 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon numéro 1 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Echantillon numéro 2 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Echantillon numéro 3 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon numéro 1 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Echantillon numéro 2 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Echantillon numéro 3 – méthode de mesure du pH (une seule réponse): papier pH pH-mètre
pH du mélange sol/eau _____

Etude du sol

Fiche de relevé de données de la fertilité des sols

Date de collecte de l'échantillon: _____ Site étudié: _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon n° 1

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Echantillon n° 2

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Echantillon n° 3

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Date de collecte de l'échantillon: _____ Site étudié: _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon numéro 1

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Echantillon n° 2

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Echantillon n° 3

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Date de collecte de l'échantillon: _____ Site étudié: _____

Numéro de l'horizon: _____, Profondeur de l'horizon: Sommet _____ cm, Bas _____ cm

Echantillon numéro 1

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Echantillon n° 2

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Echantillon n° 3

Nitrate (N):

Elevé Modéré Faible Absent

Phosphore (P):

Elevé Modéré Faible Absent

Potassium (K):

Elevé Modéré Faible Absent

Etude du sol

Fiche de relevé de données de calibration et d'initialisation du thermomètre électronique multi-jours

Nom de l'école: _____ Site étudié: _____

Noms des observateurs: _____

Calibration

<i>Relevés du thermomètre</i>						
Numéro du relevé	Date (jj/mm/aa)	Heure locale (heures:min)	Temps universel (heures:min)	Relevés de calibration du thermomètre (°C)	Relevés du capteur numérique à 5cm (°C)	Relevés du capteur numérique à 50cm (°C)
1						
2						
3						
4						
5						

Heure d'initialisation

Note: Le thermomètre ne doit être initialisé que lors de sa première installation, après un changement de la pile, ou si l'heure solaire locale dérive de plus d'une heure par rapport à l'heure d'initialisation.

Date: _____ Heure locale (Heures:Min) _____ Temps universel (Heures:Min) _____

L'initialisation est-elle due à un changement des piles ? _____

Vérification du capteur de 5cm

<i>Relevés du Thermomètre</i>					
Numéro du relevé	Date (jj/mm/aa)	Heure locale (heures:min)	Temps universel (heures:min)	Relevé du thermomètre électron à 5cm (°C)	Relevés du thermomètre électronique à 5cm (°C)
1					
2					
3					
4					
5					

Etude du sol

Fiche de relevé de données du thermomètre numérique multi-jours

Nom de l'école: _____ Site étudié: _____

Noms des observateurs: _____

Date: Jour _____ Mois _____ Année _____

Heure locale (Heures:Min) _____ Temps universel (Heures:Min) _____

Moment de réinitialisation (Heures:Min): _____

Températures actuelles

Température du sol à 5cm (°C): _____

Température du sol à 50cm (°C): _____

Températures maximales et minimales

Ne pas effectuer de relevés pendant au moins 5min après l'initialisation

	Affichage sur l'écran numérique					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Température maximum à 5cm (°C)						
Température minimum à 5cm (°C)						
Température maximum à 50cm (°C)						
Température minimum à 50cm (°C)						
Si vous effectuez le relevé APRES l'initialisation: correspond à la fin de la période de 24h:	J Aujourd'hui	J-1 Hier	J-2 Deux jours en arrière	J-3 Trois jours en arrière	J-4 Quatre jours en arrière	J-5 Cinq jours en arrière
Si vous effectuez le relevé AVANT l'initialisation: correspond à la fin de la période de 24h:	J-1 Hier	J-2 Deux jours en arrière	J-3 Trois jours en arrière	J-4 Quatre jours en arrière	J-5 Cinq jours en arrière	J-6 Six jours en arrière

Etude du sol

Fiche de relevé de données du capteur journalier d'humidité des sols

Nom de l'école: _____

Site étudié: _____

Date à laquelle vous avez commencé à utiliser cette courbe d'étalonnage SWC: _____

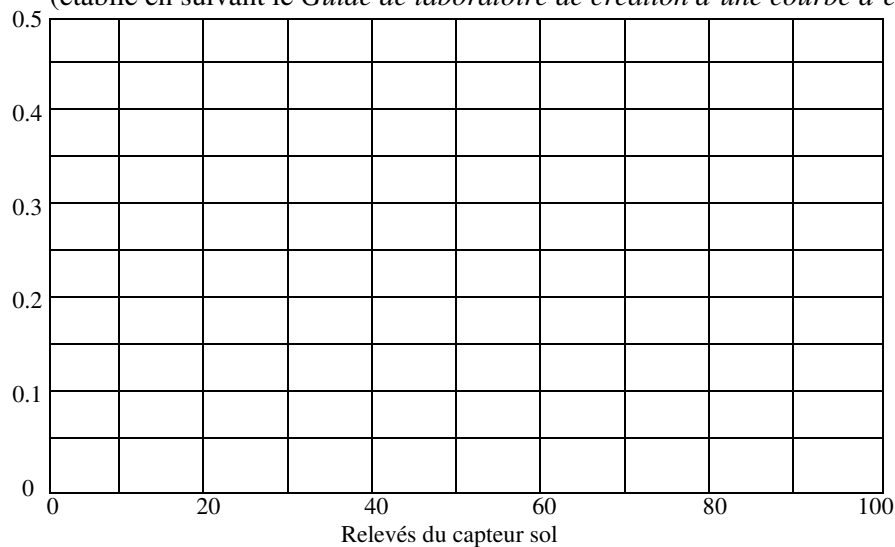
Type de capteur: Bloc à filigrane/capteur de Delmhorst Bloc à filigrane/Irromètre à filigrane
 Bloc à filigrane/Analyseur spectral (avec enregistreur) Autre _____

Mesures:

Relevés			Sol saturé Oui/Non	Noms des observateurs	Relevés du capteur d'humidité des sols				SWC issu de la courbe d'étalonnage			
Date	Temps universel	10 cm			30 cm	60 cm	90 cm	10 cm	30 cm	60 cm	90 cm	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Courbe d'étalonnage

(établie en suivant le *Guide de laboratoire de création d'une courbe d'étalonnage*)



Etude du sol

Fiche de relevés de données sur l'infiltration dans le sol

Nom du site: _____

Nom de la personne qui effectue les relevés : _____

Prélèvement des échantillons

- jour: _____
- heure: _____ (heures et minutes) ; cochez une option : Temps universel Heure locale

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

Numéro du groupe d'échantillons: _____ Largeur de votre bande de référence: _____ mm

Diamètre de l'anneau intérieur: _____ cm ; Anneau extérieur : _____ cm

Hauteur au dessus du sol de la bande de référence: Borne supérieure : _____ mm ; inférieure: _____ mm

Consignes:

Effectuez trois séries de relevés du taux d'infiltration dans une zone d'un diamètre de 5m. Utilisez une feuille de relevé de données différente pour chaque série de relevés. Chaque série de relevés consiste à effectuer plusieurs mesures de temps pour une chute ou une variation du niveau d'eau donnée, jusqu'à ce que le taux d'écoulement soit constant ou que 45 minutes se soient écoulées. Notez vos données ci-dessous pour une série de mesures d'infiltrations que vous avez à effectuer.

Le formulaire ci-dessous est conçu pour vous aider à calculer votre taux d'écoulement.

Pour l'exploitation des données, tracez le graphe du taux d'écoulement (F) en fonction du temps au point médian (D).

Relevés:

	A Début (min : sec)	B Fin (min : sec)	C Durée (min) (B-A)	D Temps au point médian (min) (A+C/2)	E Changement du niveau d'eau (mm)	F Taux d'écoulement (mm/min) (E/C)
1	:	:				
2	:	:				
3	:	:				
4	:	:				
5	:	:				
6	:	:				
7	:	:				

Contenu en eau du sol saturé sous l'infiltromètre après la série de mesures :

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

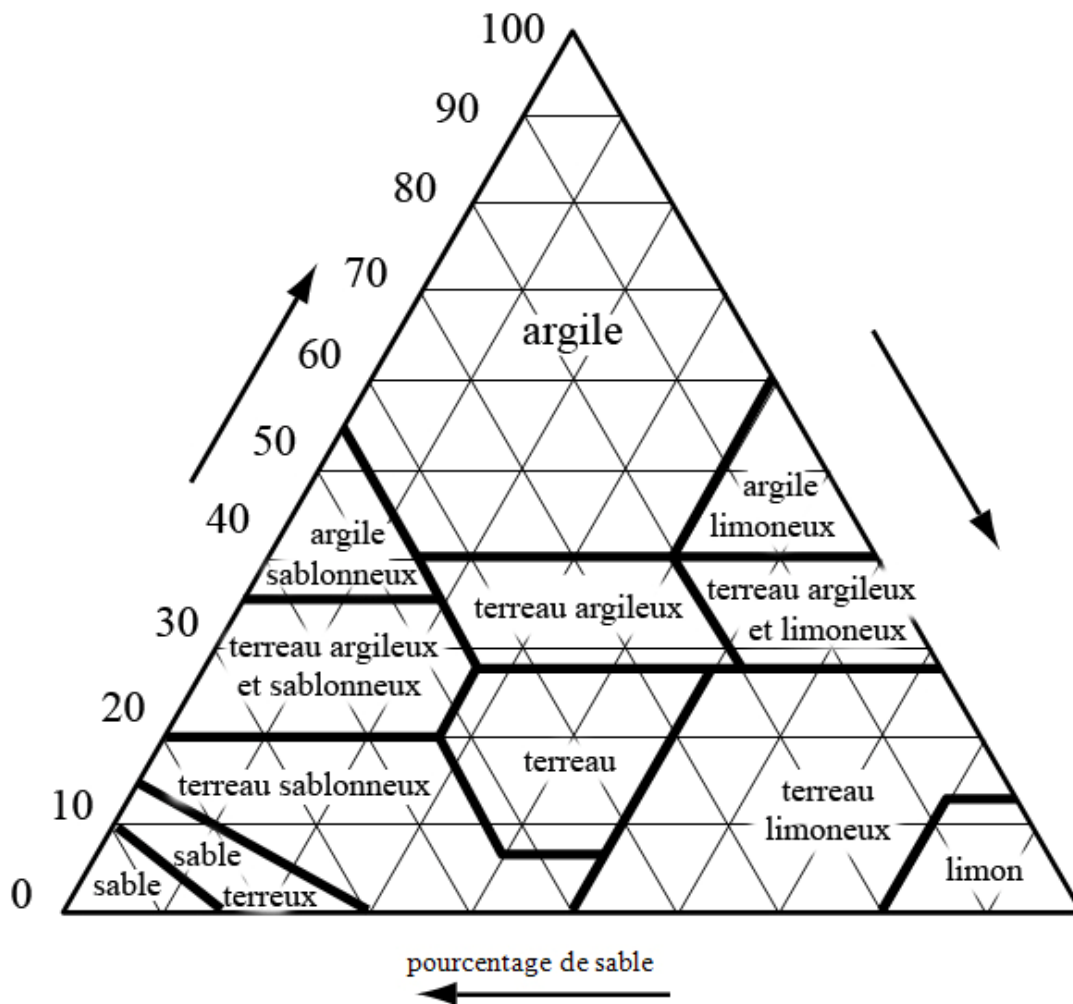
D. Masse du récipient: _____ g E. Masse de l'échantillon sec (B-D): _____ g

F. Contenu en eau de l'échantillon (C/E) _____

Méta-données journalières/commentaires: (facultatif) _____

Etude du sol

Triangle textural 3



Glossaire

Alluvions

Sédiments transportés par un écoulement d'eau (par exemple un fleuve).

Anomalie

Quelque chose d'irrégulier ou d'anormal.

Argile

Une particule minérale inférieure à 0.002mm qui donne une sensation "poisseuse et dense" quand on l'humidifie et qu'on la frotte entre ses doigts.

Capacité calorifique volumique

La quantité de chaleur nécessaire pour augmenter la température d'une unité de volume d'échantillon d'un sol de 1 degré Celsius.

Carbonates libres

Matériaux carbonatés qui forment des couches sur le sol, qui réagissent au contact d'un acide tel que le vinaigre, pour former du dioxyde de carbone (gaz).

Chroma

Lorsqu'on fait référence à la colorimétrie, taux de saturation d'une couleur.

Concrétion

Une masse compacte de composés chimiques tels que l'oxyde de fer ou le carbonate de calcium, qui peut être retirée du sol intacte.

Consistance

Résistance d'une motte du sol quand on essaie de l'écraser.

Contenu en eau d'un sol (SWC pour Soil Water Content)

Un indicateur caractéristique de la quantité d'eau présente dans les pores d'un sol. Plus exactement, le rapport de la masse d'eau à la masse de l'échantillon sec de sol.

Craquage par le gel

Rupture mécanique des roches causée par la dilatation de l'eau contenue dans des interstices de la roche lorsqu'elle gèle.

Cryoturbation

Procédé consistant à geler, dégeler puis baratter, c'est-à-dire séparer mécaniquement les particules d'un échantillon de sol.

Cycle diurne

Un cycle journalier, répétition simple d'une période de 24 heures. Tous les processus qui sont liés au soleil sont diurnes. Les vagues, en tant que contre-exemple, se répètent selon deux cycles par jour.

Décantation

Lorsque des particules sont en suspension dans une solution au repos, elles peuvent se déposer. Le liquide situé au dessus de la limite de dépôt est alors plus propre que le liquide situé en dessous.

Densité particulaire

La masse par unité de volume des particules du sol, en excluant les volumes vides (pores).

Dépôt glaciaire

Sédiments déposés par un glacier

Distribution de taille des particules

La quantité, exprimée en pourcentages, de particules de sable, de limon et d'argile dans un échantillon du sol.

Eau souterraine

Eau contenue dans le sol dans une zone saturée qui peut être constituée de roche, de sable, de gravier ou d'autres matériaux.

Effervescence

Action de créer des bulles, lorsqu'un gaz s'échappe d'un liquide. Par exemple, lorsque du dioxyde de carbone est généré par la réaction de la couche de calcaire d'un sol traité avec un acide tel le vinaigre.

Eluviation

Retirer de la matière d'un horizon (qui est alors "illuvié"), et la redéposer dans un horizon plus profond.

Erosion

L'action de retirer et de déplacer de la matière issue des sols, que ce phénomène soit causé par l'eau, le vent, la glace, la gravité ou même des activités humaines telles que l'agriculture ou la construction de bâtiments.

Erosion éolienne

Le travail de la surface du sol par le vent, qui détache des morceaux de sol et les transporte.

Evaporation

L'eau à la surface de la terre ou dans le sol absorbe l'énergie du soleil jusqu'à passer de l'état liquide à l'état gazeux. Elle passe alors dans l'atmosphère.

Extrêmement ferme

Un type de consistance du sol pour laquelle les mottes doivent subir une pression extrême pour être brisées, nécessitant l'utilisation d'un outil (tel que le marteau) pour y arriver.

Face

La manière dont une section exposée d'un sol ou le profil d'un sol peuvent apparaître.

Farineux

Ayant la texture de la farine finement broyée : douce et poudreuse.

Fertilité

La capacité d'un sol à fournir les éléments et les composés nécessaires à la croissance des plantes.

Ferme

Un type de consistance du sol pour lequel les mottes doivent être soumises à une pression significative avant de se briser.

Friable

Un type de consistance du sol pour lequel les mottes se brisent facilement lorsqu'on les presse légèrement entre le pouce et l'index.

Gravimétrie

Méthode de mesure de l'humidité du sol, basée sur la mesure de la différence de masse entre l'échantillon de sol humide et le même échantillon séché.

Horizon

Une couche unique du sol, où le sol présente des caractéristiques uniques (telles que sa couleur, sa structure, sa texture, ou tout autre propriété) et qui le différencie des autres couches visibles sur le profil du sous-sol.

Humus

Une partie du profil du sol qui est constituée de matières organiques (animales et végétales) en décomposition. Cette couche est généralement sombre.

Hydromètre

Instrument basé sur la poussée d'Archimède, utilisé pour mesurer la masse volumique d'un liquide contenant des particules en suspension, par rapport à la masse volumique de l'eau pure à une température donnée.

Illuviation

Dépôt de matière transportée par l'eau d'un horizon du sol à un autre, au sein du même sol (il peut s'agir par exemple d'argile ou de nutriments).

Inaltération

Pénétration d'eau dans le sol, vers le bas.

In situ

Position sur un site donné.

Limon

Un type de particule minérale mesurant entre 0.002 et 0.05 mm et qui donne une sensation « douce et farineuse » lorsqu'on la mouille et qu'on la frotte entre ses doigts.

Lithosphère

Couche externe d'une planète, constituée de roche et du sol. Vient du grec « lithos » qui signifie « roche ».

Litière

Feuilles, aiguilles, rameaux, branches ou fruits qui jonchent le sol près des arbres en forêt.

Lixiviation

Récupération de matière soluble en solution dans le sol par ruissellement d'eau à travers le sol.

Loess

Fines particules de sédiments transportées par le vent.

Masse volumique

Masse de sol sec par unité de volume (exprimée dans GLOBE en grammes par centimètre cube)

Matière organique

Matière issue de la décomposition d'un animal ou d'une plante, et qui s'ajoute au sol pour faire partie du profil du sol. Quand elle est complètement décomposée et intégrée au sol, la matière organique devient une matière sombre, humide et riche en nutriments que l'on nomme humus. La plante ou l'animal à l'origine de cette matière ne peut alors plus être identifié.

Meta-données

Données sur les données. Par exemple, des données concernant l'humidité du sol doivent être accompagnées de méta-données décrivant la couverture végétale et les sources d'eau potentielles pour pouvoir être interprétées correctement.

Motte

Une unité structurale du sol, ou un agrégat (qui peut être granulaire, en blocs, en colonnes, prismatique, ou en plaques).

Mouchetage

Distribution de points colorés dans un sol, dont la couleur est différente de la couleur dominante du sol. Cela indique généralement un mauvais drainage.

Pédosphère

Fine couche externe de la planète Terre qui est constituée par les sols. La pédosphère agit comme une interface entre l'atmosphère, la biosphère, la lithosphère, et l'hydrosphère de la Terre.

pH

Mesure de l'acidité des sols

Pergélisol

Un horizon du sol perpétuellement gelé.

Porosité

Pourcentage du volume d'un sol non-occupé par de la matière solide

Poudreux

Un type de consistance du sol pour lequel les grains ne se tiennent pas entre eux (c'est à dire que la structure est mono-grain).

Profil

L'allure d'un sol qui a été découpé verticalement pour mettre en évidence les différents horizons, et les diverses propriétés des sols en fonction de la profondeur.

Remblais

Terre, pierres ou autres matériaux qui ont été ajoutés à un site, généralement à des fins de construction, pour amener la surface du sol au niveau désiré.

Ruissellements

Désigne l'eau qui précipite sur le sol, mais qui ne pénètre pas. Par conséquent, elle ruisselle à la surface du sol.

Sable

Un type de particule minérale mesurant entre 0.05 et 2.0 mm et qui donne une sensation de « gravillon » lorsqu'on la mouille et qu'on la frotte entre ses doigts.

Saturation

Arrive lorsque les pores d'un sol sont complètement remplis d'eau.

Sol acide

Un sol qui contient plus d'ions hydrogène que d'ions hydroxyde, et qui a par conséquent un pH inférieur à 7.0

Sol basique

Un sol qui contient plus d'ions hydroxydes que d'ions hydrogène, et qui par conséquent a un pH supérieur à 7.0.

Sous-sol

Terme usuel pour désigner les couches situées sous la surface du sol.

Structure

La forme naturelle prise par les unités de sol (mottes) au sein d'un horizon du sol. Quelques structures possibles sont granulaires, en blocs, prismatiques, en colonnes, ou en plaques. Quelques sols peuvent également être déstructurés (sans structure) s'ils ne forment pas de mottes. Dans ce cas, ils peuvent être une masse cohérente (structure massive) ou rester en particules individuelles (mono-grain).

Structure en blocs

Mottes de terre irrégulières en forme de blocs, d'un diamètre généralement compris entre 0.5 et 5cm.

Structure en colonnes

Un type de structure des sols où les mottes (ou pépites) sont en forme de colonnes, avec un sommet arrondi. Les structures en colonnes sont localisées dans les régions arides et mesurent généralement entre 1 et 10cm de long.

Structure en plaques

Mottes plates, comme des plaques.

Structure granulaire

Mottes arrondies ressemblant à des miettes de biscuit, mesurant généralement moins d'un centimètre de diamètre.

Structure Massive

Un sol déstructuré pour lequel toutes les particules sont liées entre elles. On ne peut alors pas distinguer de mottes.

Structure mono-grain

Un type de sol déstructuré au sein duquel chaque grain est indépendant. On ne peut pas distinguer de mottes.

Structure Prismatique

Un type de structure des sols où les mottes ont la forme de prismes, mesurant généralement entre 1.0 et 10.0 cm.

Surface

Terme usuel pour désigner la première couche du sol.

Teinte

Une couleur particulière, que l'on peut sélectionner et distinguer sur une "roue des couleurs".

Terreau

Sol contenant approximativement des quantités égales de particules de sable, de limon et d'argile.

Texture

La sensation que l'on ressent lorsqu'on frotte un échantillon du sol entre ses doigts ou dans sa main. La texture dépend de la quantité de sable, de limon et d'argile dans l'échantillon (distribution de taille des particules), ainsi que d'autres facteurs tels que l'humidité de l'échantillon, la quantité de matière organique, le type d'argile...

Transpiration

Le transfert de vapeur d'eau ayant lieu entre les feuilles d'une plante et l'atmosphère, à travers les stomates.

Uniforme

Ce terme est utilisé selon son sens usuel lorsqu'il caractérise la similarité de propriétés. Deux termes proches sont Homogène (distribué de manière égale) et Normal (distribué autour d'une valeur moyenne centrale selon une répartition définie par une équation statistique).

Valeur ou luminosité

En colorimétrie, indique la luminosité d'une couleur.

Volatilisation

Evaporation de vapeur d'eau ou d'autres gaz depuis le sol.