CHIMIE DES SOLS – COULEURS ET LIAISONS

Lien vers le formulaire de feedback et code QR :
https://ecolise.eu/curiosoil-lesson-plan-form-FR

Sujet: Chimie/Sciences de l'environnement/Arts
Durée:45 minutes (peut durer beaucoup plus longtemps si l'on prévoit davantage de temps pour les discussions)
Groupe d'âge :élèves du secondaire (âgés de 14 à 16 ans)
Sujet:pH et disponibilité/rétention des nutriments
Connexion aux outils Curiosoil : -

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE

Connaissance

- Rappelons que différents sols et matériaux (par exemple, feuilles, cendres, aiguilles de conifères, eau) ont des valeurs de pH caractéristiques.
- Il faut comprendre que le pH du sol influence la disponibilité des nutriments, les échanges cationiques et même la biodisponibilité des métaux lourds.
- Comparer la fiabilité de différentes méthodes de test (pH-mètre, vinaigre/bicarbonate de soude) et identifier leurs limites en matière de précision scientifique.

Compétences

- Utiliser avec précision des outils simples et de terrain (pH-mètre, bandelettes de test, vinaigre/bicarbonate de soude) pour mesurer le pH du sol.
- Manipulez les sols et les matériaux en toute sécurité, en respectant les consignes de sécurité en laboratoire et sur le terrain.
- Observer et interpréter les réactions (changements de couleur, effervescence) et estimer l'acidité/l'alcalinité.
- Consignez et organisez les résultats dans un tableau clair, incluant des données comparatives avec les pairs.
- Communiquer les résultats lors de discussions de groupe en utilisant le vocabulaire scientifique (acide, alcalin, neutre, fiable, limitation).

Compétences

- Démontrer la capacité d'évaluer les méthodes d'essai en fonction de leur fiabilité et de leur utilité pratique en pédologie et en agriculture.
- Travailler efficacement en équipe, en partageant les tâches et en apportant ses observations.
- Analyser de manière critique la relation entre la chimie des sols et les services écosystémiques, tels que la production alimentaire et la réduction de la pollution.

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE ALIGNÉS SUR LES DOMAINES DE COMPÉTENCE EN MATIÈRE DE SOLS

1. Fonctions du sol
Indicateurs : Les élèves peuvent expliquer les liens entre la chimie du sol et la croissance des plantes.
Descripteurs : Les élèves démontrent leur compréhension du fait que les sols sont des systèmes dynamiques qui régulent la disponibilité des nutriments par le biais de leurs propriétés chimiques et physiques.

2. Diversité des sols
Indicateurs : Les élèves notent les valeurs de pH contrastées des différents sols/matériaux et expliquent pourquoi les sols sableux perdent leurs nutriments plus rapidement que les sols argileux.
Descripteurs : Les élèves reconnaissent que les sols sont des écosystèmes diversifiés aux propriétés variables qui influent sur leur fonctionnement et leur capacité à soutenir la vie.

3. Menaces liées au sol
Indicateurs : Les élèves comprennent pourquoi certains sols peuvent être dégradés ou lessivés ; les modèles incluent les nutriments « non attachés » lorsque les sites sont saturés ; la discussion de groupe met en évidence des menaces comme la surfertilisation ou l'acidification.
Descripteurs : Les élèves comprennent que la chimie des sols est vulnérable aux pressions humaines, ce qui entraîne un déséquilibre des nutriments, une pollution ou une perte de fertilité des sols.

4. Solutions pour le sol
Indicateurs : Les élèves proposent des solutions lors de la séance de synthèse ; les modèles montrent que la matière organique augmente la fixation des nutriments ; les présentations de groupe relient les résultats à la gestion réelle des sols.
Descriptifs : Démontre une connaissance des stratégies visant à prévenir, atténuer ou restaurer la dégradation des sols en surveillant le pH et en améliorant la capacité du sol à retenir les nutriments.

STRUCTURE DE LA LEÇON

Activité 1: Tester le pH du sol avec différentes méthodes
Durée:20 minutes

Description
Les étudiants testent le sol et d'autres composants (coquilles d'œufs, cendres, sciure de bois, feuilles, aiguilles de conifères, eau) en utilisant trois méthodes pour comparer (i) le pH de différents sols et matériaux liés au sol et (ii) la fiabilité.

Matériels

- Différents types de sols (provenant de plusieurs endroits, les élèves pourraient également les apporter en classe) et des échantillons de leurs composants dans des récipients étiquetés
- pH-mètre de terrain (si disponible)
- Vinaigre et bicarbonate de soude
- Béchers/récipients avec couvercles

Instructions d'installation

- Rappelez aux élèves les règles de sécurité.
- Préparer les échantillons et les répartir dans les plateaux de groupe.

Processus étape par étape

1. En guise d'introduction, l'enseignant explique l'expérience ou projette une courte vidéo.
2. Les élèves se répartissent en petits groupes. Chaque groupe reçoit un plateau contenant soit de la terre, soit un autre matériau.
3. Tester chaque échantillon avec (a) un pH-mètre de terrain et (b) du vinaigre/bicarbonate de soude.
   (a) Déposez un peu de terre dans le plateau et ajoutez quelques gouttes de solution indicatrice. Remuez légèrement le plateau pour mélanger la terre et la solution indicatrice.
   Attendez quelques instants que la solution indicatrice réagisse.
   Lisez la valeur du pH sur l'échelle en fonction de la couleur obtenue.
   (b) Mettez de la terre dans un récipient et ajoutez du vinaigre ou du bicarbonate de soude comme expliqué dans la vidéo.

   Remarque : L'acide chlorhydrique à 10 %, généralement utilisé en pédologie pour tester la teneur en carbonates sur le terrain, provoquera des réactions plus fortes que le vinaigre.
4. Les élèves observent la réaction de la solution indicatrice/du vinaigre/du bicarbonate de soude et notent leur expérience en estimant l'intensité de la réaction (faible, forte ou nulle).
5. Les élèves comparent les valeurs/réactions entre différents sols et matériaux (soit avec toute la classe, soit en interrogeant d'autres groupes dans un cadre d'échange entre pairs).

Enregistrement

Les élèves observent la réaction de la solution indicatrice/du vinaigre/du bicarbonate de soude et notent leur expérience en estimant l'intensité de la réaction (faible, forte ou nulle). Les élèves notent les résultats de leurs propres expériences ainsi que les résultats d'au moins deux autres expériences.

Discussion de groupe (sélection de questions directrices possibles) :

1. Comparaison des sols et des matériaux

- Quels sols ou matériaux étaient les plus acides ? Lesquels étaient les plus alcalins ?
- Les résultats obtenus correspondent-ils à vos attentes compte tenu du matériau (par exemple, aiguilles de conifères contre frêne) ? Pourquoi ou pourquoi pas ?

2. Fiabilité de la méthode
- Quelle méthode de test (pH-mètre ou vinaigre/bicarbonate de soude) a donné les résultats les plus clairs ou les plus fiables ?
- Quelles étaient les limites de chaque méthode ? Quel impact cela pourrait-il avoir sur les analyses de sol réelles en sciences ou en agriculture ?

3. Liens entre la chimie des sols et les plantes
- Comment le pH du sol peut-il affecter la capacité des plantes à absorber les nutriments ?
- À votre avis, pourquoi les agriculteurs, les jardiniers ou les forestiers se soucient-ils du pH du sol ?
- Comment le pH du sol peut-il influencer la présence de métaux lourds ou d'éléments toxiques ?

4. Pensée critique et application concrète
- Que faire si son sol est trop acide ou trop alcalin pour les plantes que l'on souhaite cultiver ?
- Comment les activités humaines (par exemple, l'ajout d'engrais, la combustion du bois, les pluies acides) peuvent-elles modifier le pH du sol au fil du temps ?

Activité 2 : Modélisation de la liaison des nutriments avec les minéraux du sol
Durée : 25 minutes

Description
Les élèves explorent l'influence de la texture du sol et de la capacité d'échange cationique sur la rétention des nutriments en construisant des modèles concrets de nutriments se fixant à des surfaces minérales. Répartis en petits groupes, ils utilisent des matériaux simples (Lego, argile, perles, etc.) pour représenter les minéraux, les ions nutritifs et la matière organique, en suivant des règles qui imitent les processus réels du sol.

Matériels
- Sol (argileux et sableux)
- Matériaux pour la construction de maquettes (Lego, argile, perles, papier, etc.)
- Règles imprimées pour le modélisme
- PC, vidéoprojecteur, système audio (pour l'affichage vidéo)

Instructions d'installation
Préparez une petite quantité de terre aux textures contrastées et suffisamment de matériaux pour la construction de maquettes en petits groupes.

Processus étape par étape

1. L'enseignant explique que la fertilité du sol est influencée non seulement par la quantité de nutriments présents, mais aussi par :
   - **Texture du sol**(la proportion de sable, de limon et d'argile), qui influe sur la surface disponible pour la fixation des nutriments.
   - **Capacité d'échange cationique (CEC)**, qui détermine la capacité des sols à retenir et à échanger des ions nutritifs.

Pour illustrer cela, l'enseignant montre :

- Des échantillons de sol sableux et de sol argileux que les élèves pourront toucher et comparer.
- Images macroscopiques ou microscopiques de particules minérales (par exemple, des minéraux argileux).
- Une courte vidéo facultative qui illustre comment les nutriments interagissent avec la surface du sol.

2. En classe entière, les élèves discutent brièvement :

- Pourquoi les sols sableux ont tendance à perdre rapidement leurs nutriments.
- Pourquoi l'argile et la matière organique retiennent mieux les nutriments.
- Comment cela influence la croissance des plantes et les impacts environnementaux (par exemple, le lessivage des nutriments).

3. Les élèves travaillent en petits groupes (4 à 5 élèves) pour construire des modèles montrant comment les nutriments se fixent aux surfaces minérales.

- Matériaux : briques Lego, pâte à modeler, perles, cure-pipes, découpages en papier ou autres matériaux de modelage simples (fournis par l'enseignant ou l'élève).
- Chaque groupe décide comment représenter :
    - *o* Particules minérales (par exemple, plaques d'argile, grains de sable).
    - *o* Ions nutritifs (chargés positivement ou négativement).
    - *o* Matière organique (humus) si inclus dans le système de liaison (facultatif).

<u>Règles possibles pour la modélisation :</u>

- **Surface minérale :**Représenter clairement au moins une particule minérale (sable ou argile). Les surfaces argileuses doivent présenter davantage de points d'ancrage que les surfaces sableuses.
- **Représentation des frais :**Les ions nutritifs doivent être indiqués avec leur charge (par exemple, + pour les cations comme Ca^{2+}, K^{+}, NH_4^{+} ; - pour les anions comme NO_3^{-}, PO_4^{3-}).
- **Liens :**Les ions nutritifs ne peuvent se fixer aux surfaces minérales qu'à des sites de liaison spécifiques. Chaque site ne peut retenir qu'un seul ion nutritif à la fois.
- **Concours:**Si l'on ajoute plus d'ions nutritifs qu'il n'y a de sites de liaison, certains doivent rester « en solution » (non liés).
- **Interaction avec la matière organique :**Les groupes peuvent ajouter de la matière organique pour démontrer comment elle augmente le nombre de sites de liaison et améliore la rétention des nutriments.
- **Flexibilité:**Les groupes peuvent repenser leurs modèles s'ils constatent des améliorations en cours de route, mais ils doivent être en mesure d'expliquer leurs choix.

4. Conclusion : Chaque groupe présente brièvement son modèle en expliquant :

- *o* Comment les nutriments se lient aux particules du sol.
- *o* Pourquoi certains sols retiennent mieux les nutriments que d'autres.
- *o* Comment leur modèle se relie aux processus réels du sol (fertilisation, lessivage, absorption par les plantes).

Enregistrement
Les élèves construisent des maquettes et notent leurs idées en vue de la discussion finale.

Évaluation

Évaluation formative (pendant les activités)
- L'enseignant observe la collaboration au sein du groupe, le respect des procédures et la manipulation sécuritaire du matériel.
- Les notes/tableaux des étudiants sur les résultats de pH et les réactions des carbonates sont vérifiés afin de s'assurer de leur exhaustivité et de leur clarté.
- L'enseignant pose des questions pertinentes pendant la construction du modèle (par exemple : « Pourquoi avez-vous ajouté plus de points d'attache à la particule d'argile ? »).
- Vérifications rapides par pouce levé/pouce baissé ou réponses sur mini tableau blanc :*« Un sol sableux retient-il plus ou moins de nutriments qu'un sol argileux ? Pourquoi ? »*

Évaluation sommative (fin de leçon/court suivi)
- Courte réflexion écrite ou questionnaire :
    - Expliquez comment le pH du sol influence l'absorption des nutriments.
    - Comparer la rétention des nutriments dans les sols sableux et argileux.
- Présentation de groupe des modèles évalués à l'aide d'une grille d'évaluation simple : clarté, exactitude, explication du lien avec le monde réel

Stratégies de différenciation

Pour les apprenants avancés
- Fournir des documents de sources primaires supplémentaires sur le pH, la solubilité des nutriments et les interactions nutriments-minéraux
- Recherches complémentaires sur la pollution aux métaux lourds

Pour les élèves en difficulté
- Fournir des feuilles de travail étape par étape avec des éléments visuels (par exemple, un tableau pour consigner les observations).
- Travaillez en groupe avec des pairs solidaires.
- Proposez des questions pour guider l'activité : « Que remarquez-vous concernant le changement de couleur ? Qu'est-ce que cela vous indique sur l'acidité ? »

Pour les élèves dont la langue maternelle n'est pas la langue d'enseignement
- Utilisez des visuels, des diagrammes et des symboles pour la charge (+/-) et les sites de liaison.
- Fournir des fiches de vocabulaire bilingues avec les termes clés (acide, alcalin, nutriment, liant, argile, sable).
- Favoriser la collaboration avec des pairs bilingues

- Permettre une participation non verbale à la construction du modèle, avec le soutien verbal des pairs.

Activités d'extension

Prolongations immédiates
- Si possible, effectuez également un test avec un pH-mètre qui affiche la valeur du pH en chiffres (certains appareils sont placés directement dans le sol, d'autres nécessitent que le sol soit dissous dans de l'eau déminéralisée).
- On peut tester la disponibilité des nutriments dans les sols à l'aide de bandelettes réactives (par exemple, ammonium, nitrate, phosphate) que l'on peut généralement acheter en pharmacie.
- Étudier les sols locaux : demander aux élèves d'apporter de la terre de chez eux, de leur jardin ou d'un parc et d'analyser les différences.

Apprentissage à domicile
- Choisissez des produits ménagers pour tester le pH lors de la prochaine leçon (par exemple, du jus de citron, du savon).
- Réalisez une affiche illustrant « Comment les nutriments se fixent aux minéraux du sol ».

Considérations relatives à la santé et à la sécurité
- S'assurer que les échantillons de sol peuvent être manipulés en toute sécurité.
- Fournir du gel hydroalcoolique après l'activité d'observation des sols
- Surveiller la dynamique de groupe lors des débats afin de garantir des échanges respectueux.

Référence du contenu du programme
Cette leçon aborde les points suivants :
- Le pH du sol et sa relation avec les nutriments
- Rétention des nutriments par les surfaces minérales

Notes de préparation de l'enseignant

Instructions d'impression
Ensemble de règles pour la modélisation
Préparation des matériaux pour les tests de pH et la modélisation