

mallettes
MERITE



itinéraires
en sciences
et techniques :
expérimenter
et comprendre



CLASSES DE CYCLE 3

CM1

CM2

6^e

Sciences et technologie

itinéraire

Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Concret pour les élèves

Démarche d'investigation

Clé en main
pour l'enseignant

Matériel dédié



Conçu par des scientifiques
et des enseignants

Testé en classe

mallettes
MERITE

itinéraires
en sciences
et techniques :
expérimenter
et comprendre



La collection

mallettes MERITE



Itinéraires en sciences et techniques : expérimenter et comprendre

Conçues pour les enseignants du CM1 jusqu'à la classe de 3^e, les mallettes MERITE sont des ressources pédagogiques abordant plusieurs disciplines et laissant une grande part à l'expérimentation par les élèves. Apprendre en se confrontant au réel, utiliser du matériel approprié, réfléchir et progresser en groupe sur des questions ouvertes issues du quotidien, s'entraîner à raisonner sur des faits et des observations, s'approprier des concepts scientifiques et des savoir-faire techniques, tout cela est au cœur de la collection MERITE.

Des progressions clés en mains pour les enseignants

Chaque mallette MERITE est composée d'un guide pour l'enseignant détaillant l'itinéraire pédagogique réparti en modules et séances et du matériel nécessaire pour réaliser les expériences. Elle constitue ainsi une ressource complète pouvant être utilisée en autonomie et de façon flexible par l'enseignant. Les contenus s'inscrivent dans les programmes scolaires et ouvrent sur la découverte des métiers.

Une approche concrète s'appuyant sur la démarche d'investigation

Les activités de classe s'appuient sur la démarche d'investigation pour encourager l'apprentissage progressif des élèves par l'action. Le matériel fourni est adapté au niveau des élèves et permet de réaliser des activités scientifiques et techniques pour toute une classe, disposée le plus souvent en îlots.

Une collection conçue par des scientifiques et testée en classe

Riche de 12 thématiques, cette collection de mallettes pédagogiques a été conçue par des scientifiques de 7 établissements d'enseignement supérieur, en co-construction avec des enseignants, et testée dans des classes de cycle 3 et 4 durant trois années scolaires.

Une collection au service de la diffusion de la culture scientifique et technique

La collection MERITE encourage la diffusion et la diversification de la culture scientifique et technique et s'adresse à tous. Les thématiques proposées se font parfois écho en utilisant des outils communs (outils mathématiques, utilisation de protocoles d'expérimentation...), démontrant ainsi que les disciplines ne sont pas cloisonnées. L'approche proposée permet de construire des apprentissages utiles au citoyen : réflexion, esprit critique, confiance en soi, créativité et innovation pour devenir capable de choix éclairés par des connaissances et compétences scientifiques et techniques bien comprises.

Cette collection est le fruit du projet MERITE (2015-2020) coordonné par IMT Atlantique en partenariat avec 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest et le Rectorat de l'Académie de Nantes. MERITE a été financé au titre du Programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat, ainsi que par le Fonds européen de développement régional, la Région des Pays de la Loire et le groupe Assystem.

Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Sommaire

Introduction	11
Matériel	17
Séances	25
Itinéraire pédagogique	27
Glossaire	105

MODULE 1

NOTION DE QUALITÉ DES SOLS 28

Séance 1	À la découverte des sols	32
	☰ Constitution générale d'un sol et d'un sous-sol	35
	☰ Observer les constituants d'un sol	37
	☰ Observation de deux sols	40
Séance 2	Comment observer la faune du sol ?	42
	☰ Observations au microscope de poche	45
	☰ Appareil de Berlese : exemple de fabrication	46
	☰ Utiliser la loupe et le microscope de poche	47
Séance 3	Observer la faune du sol	48
	☰ Classification de quelques animaux du sol	50
	☰ Le rôle de la faune dans l'enrichissement du sol	52
	☰ Cartes d'identité des animaux du sol	53
	☰ Reconnaître quelques animaux du sol	54
Séance 4	L'influence du sol sur la croissance des plantes	56
	☰ Prérequis nécessaire	58
	☰ Principe général d'une expérimentation sur le vivant	59
	☰ Influence du sol : protocole	60
	☰ Influence du sol : résultats	61
Séance 5	Analyse des résultats et conclusion	62
	☰ Conclusion du module : corrigé-type	64
	☰ Les 3 critères de qualité d'un sol	65
	☰ Conclusion du module	67

MODULE 2

AMÉLIORER LA QUALITÉ D'UN SOL 68

Annexe technique (assemblage d'une mini-serre) 72

Séance 1	Choix de l'objectif et des méthodes	74
	☰ Préparation des mini-jardins	76
	☰ Transformer le sol avec des lombrics	78
	☰ Courrier à la classe	80
	☰ Préparation de l'expérimentation	81
Séance 2	Préparation en amont de l'expérimentation	83
	☰ Rappels des données de base	85
	☰ Protocole d'expérimentation	86
	☰ Journal de bord du projet	88
Séance 3	Début de l'expérimentation	90
Séance 4	Observations et prises de mesures sur les mini-jardins	92
	☰ Évaluer les transformations des mini-jardins	94
	☰ Tableaux de mesure et d'observation	96
Séance 5	Mutualisation des résultats et conclusions	98
	☰ Conclusion du projet (corrigé-type)	100
	☰ Conclusion du projet	101
Séance 6	Présentation du projet et des résultats	102
	☰ Présenter le projet sous forme d'affiches	103

Sciences et technologie

Le sol et son rôle dans la croissance végétale

CLASSES DE CYCLE 3

CM1 CM2 6^e

Contenus pédagogiques conçus
par IMT Atlantique



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom





Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Introduction





Le sol et son rôle dans la croissance végétale

En interaction permanente avec l'atmosphère et la biosphère, le sol est un élément d'une importance capitale à l'échelle de la planète. Il est le substrat qui permet le développement des végétaux terrestres dont dépendent la majorité des chaînes alimentaires, mais aussi l'agriculture humaine.

Il abrite d'innombrables organismes qui décomposent la matière organique et la rendent assimilable par les plantes. Impliqué dans plusieurs grands cycles de la matière (carbone, azote), il tient également un rôle majeur dans la régulation du climat. Le sol est formé à partir de la dégradation d'un matériau du sous-sol : la roche-mère. Sa formation nécessite des milliers d'années. C'est donc une ressource considérée comme non renouvelable à l'échelle humaine. À l'époque actuelle, en de multiples lieux, le sol se dégrade du fait de causes naturelles mais aussi du fait de l'activité humaine ; il est donc crucial de bien le connaître et d'apprendre à le respecter.

Objectifs de la thématique

« Nous en savons plus sur le mouvement des corps célestes que sur le sol qui est sous nos pieds » constatait déjà Léonard de Vinci il y a plus de 500 ans. Il est important d'initier les élèves à la vie du sol, à son importance pour la vie végétale, à la faune qui y travaille, aux processus qui l'ont élaboré et à sa fragilité. La progression qui suit propose de mettre les élèves en action sur des processus simples de culture de plantes. Au travers d'une démarche structurée et progressive, ils découvrent le rôle du sol, apprennent à le qualifier selon des critères simples, expérimentent le moyen d'améliorer sa qualité et apprennent à entretenir la vie qu'il contient. Les élèves font aussi l'expérience directe de l'origine des aliments, de la nécessité d'être patient, de la difficulté d'atteindre des résultats exploitables et du besoin d'acquérir des compétences pour y parvenir.



Cette mallette est découpée en 2 modules successifs.

Le premier s'intéresse à la notion de qualité des sols. Les élèves sont amenés à observer et comparer deux sols et dressent une liste de critères pour en évaluer la qualité. Un volet - optionnel - d'observation de la faune du sol les renseigne sur son rôle dans l'enrichissement du sol et dans le maintien de son équilibre. Enfin, une expérimentation culturelle sur plusieurs semaines leur permet de constater l'influence du sol sur la croissance végétale.

Le second module consiste en un projet se déroulant sur plusieurs semaines voire quelques mois. Les élèves mettent en place des mini-jardins, sur la base d'un sol pauvre qu'ils doivent améliorer grâce à divers moyens de leur choix. Ils réinvestissent ainsi les notions du premier module et apprennent à gérer un projet d'étude scientifique sur la durée (cahier des charges, journal de bord, critères d'analyse...). Une dernière séance - optionnelle - est l'occasion pour eux de s'exercer à la synthèse et à la communication scientifique, en organisant une présentation de leurs résultats sous forme d'affiches.

2 modules
11 séances

Retrouvez l'itinéraire pédagogique p. 27

Pédagogie

La mise en œuvre de méthodes de travail scientifiques est au cœur de la démarche d'investigation (protocoles communs d'expérimentation, confrontation des résultats et débat, archivage des données, conclusions et traces écrites...). Le travail en équipe et en mode projet permet de développer aussi des compétences transversales. L'ensemble de la progression pose un cadre structuré dans lequel l'enseignant peut en toute sécurité laisser les élèves exprimer librement leur curiosité et leur créativité.

Mots-clés

Structure du sol

Fertilité

Culture

Végétation

Démarche projet

Améliorer un sol

Synthèse des compétences travaillées

Les méthodes et outils pour apprendre

S'approprier des outils et des méthodes

- Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production
- Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées
- Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale
- Effectuer des recherches bibliographiques simples et ciblées. Extraire des informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question

Les langages pour penser et communiquer

Pratiquer des langages

- Rendre compte des observations, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis
- Exploiter un document constitué de divers supports (textes, schéma, croquis)
- Utiliser différents modes de représentation (schéma, dessin, texte)
- Expliquer un phénomène à l'oral, à l'écrit

Décrire le fonctionnement d'objets techniques

Concevoir, créer, réaliser

- Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs composants

La formation de la personne et du citoyen

Adopter un comportement éthique et responsable

- Relier les connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement

Les systèmes naturels et les systèmes techniques

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques

Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique ;





- Formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème
- Proposer des expériences simples pour tester des hypothèses
- Interpréter un résultat, en tirer une conclusion
- Formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale

Comment utiliser ce guide ?



ITINÉRAIRE

Un **itinéraire pédagogique progressif** organisé en **modules** et **séances** est présenté. L'ordre de mise en œuvre des séances peut être adapté par l'enseignant en fonction de ses projets.

Des **pictogrammes** caractérisent les types de séances :

-  Découverte / Observation
-  Créativité / Réflexion
-  Expérimentation
-  Réinvestissement
-  Synthèse / Communication

Le nombre de **fiches pédagogiques** est précisé pour chaque séance :



-  fiches enseignant
-  fiches élève

Chaque module, composé de plusieurs séances, est présenté globalement et annonce les **compétences travaillées** ainsi que les **attendus de fin de cycle**.

MATÉRIEL

Une liste exhaustive du matériel contenu dans la mallette est présentée dans le **catalogue du matériel**. Chaque élément porte un numéro de référence.


Chaque page *Séance* contient une liste du matériel utile pour son bon déroulement. Pour faciliter la préparation de la séance et l'identification du matériel, les pictogrammes suivants indiquent :

-  le matériel non fourni
-  le numéro de référence dans le catalogue

SÉANCES


Les pages **Séance** (liseré jaune) contiennent tout ce dont l'enseignant a besoin pour mener la séance :


- les objectifs visés
- une liste du matériel
- un déroulement détaillé de la séance

 Une durée de la séance est donnée à titre indicatif.

Le déroulement des séances s'organise toujours de la même manière :

- une activité d'immersion
- des points de passages pour développer l'apprentissage visé
- une synthèse des découvertes réalisées par les élèves

 Des **post-it roses** récapitulent le vocabulaire spécifique de la séance et renvoient aux définitions du glossaire (situé à la fin du guide).

 Des **post-it kraft** renvoient à des conceptions naïves des élèves ou bien resituent une notion dans son contexte.

DES ENCARTS JAUNES

attirent l'attention sur des points d'organisation pédagogique ou de sécurité.

DES ENCARTS GRIS

soulignent les pistes pour aller plus loin.

Les **FICHES Enseignant** viennent compléter les pages **Séance** en apportant des notions supplémentaires ou en donnant des conseils sur l'organisation de la séance.

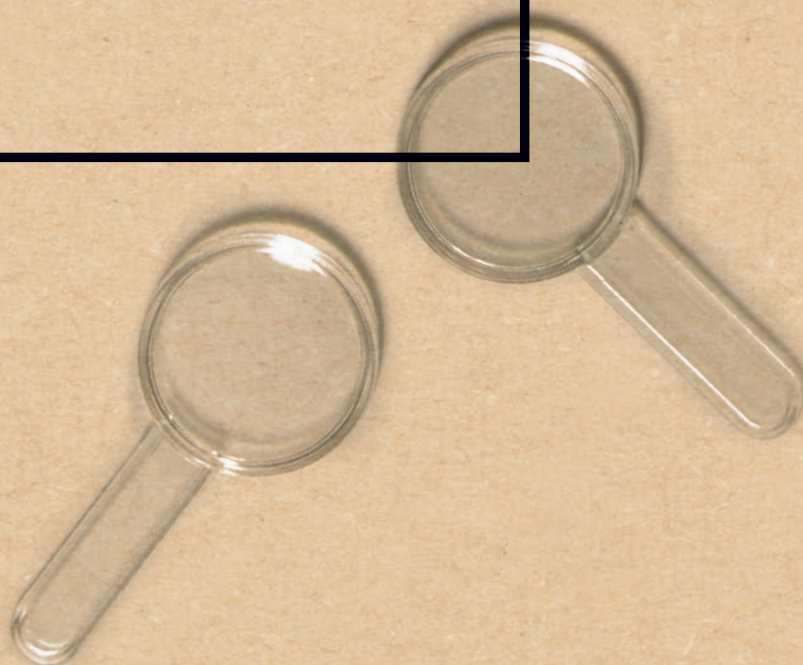
Des **FICHES Élève** à imprimer et à distribuer à la classe sont à disposition dans le guide et téléchargeables sur le site du projet MERITE.

Les ressources numériques utiles à la séance sont accessibles depuis le site du projet MERITE (www.projetmerite.fr).



Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Matériel



Matériel

Comment utiliser ce catalogue du matériel ?

Ce catalogue présente l'ensemble du matériel inclus dans la mallette, ainsi que des conseils sur l'utilisation de chaque élément. Le matériel non fourni utile pour mener les séances est listé et son coût estimé à la fin du catalogue.

Après chaque séance, au moment de ranger le matériel, vérifiez que le **nombre d'exemplaire(s)** correspond à celui de la mallette d'origine.

Cette référence est rappelée dans le listing matériel des séances. Elle vous permettra d'identifier et de préparer plus rapidement le matériel nécessaire avant une séance.

Matériel manquant

Si des éléments du matériel sont manquants ou ont été endommagés, consultez le site du projet MERITE (www.projetmerite.fr) pour en savoir plus sur les modalités de remplacement.

8 x **Petit bac**

Réf. 1

Ces petits bacs en plastique, percés à leur base, permettent aux élèves de réaliser leurs mini-jardins lors du module 2. Le nombre de bacs dans la mallette permet une organisation en 7 îlots (le 8^e bac servant à la réalisation du mini-jardin témoin). On peut enfiler une petite jupe opaque autour afin de garder le sol dans l'obscurité.



Tel que rangé dans la mallette



Entouré de la jupe opaque

2 x **Grand bac**

Réf. 2



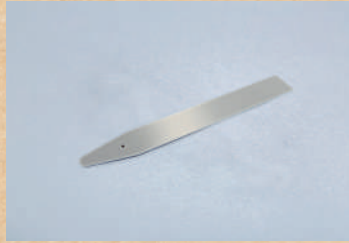
Les grands bacs sont utilisés dans le cas où l'enseignant choisit de réaliser l'option « mini-serre » dans le cadre des activités du module 2. Un des grands bacs est entouré d'une grande jupe opaque et sert de contenant pour le sol du mini-jardin. Le deuxième bac est retourné et posé sur le premier afin d'imiter une petite serre laissant passer la lumière mais conservant la chaleur. Pour plus d'informations sur la mise en place des mini-serres, consulter l'annexe technique en début de module 2 (pages 72-73).

9 x Jupe opaque Réf. 3



Ces jupes sont enfilées autour des bacs pour garder le sol qu'ils contiennent dans l'obscurité. La mallette contient 8 petites jupes (pour les petits bacs) et 1 grande jupe (pour un des grands bacs).

14 x Étiquette de jardinage Réf. 4



Ces étiquettes sont utilisées dans les expérimentations du module 1 et du module 2 pour identifier les pousses et les mini-jardins.

1 x Boîte de gants Réf. 5



La boîte contient au départ 100 gants jetables. Pour en savoir plus sur le réassort, consulter la page dédiée sur www.projetmerite.fr.

7 x Petite pelle Réf. 6



Ces pelles de jardinage permettent aux élèves de prélever les sols et de les verser dans les pots et les bacs.

7 x Loupe Réf. 7



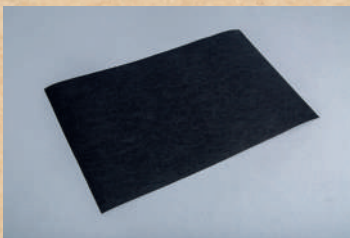
Les loupes permettent d'observer plus en détail la faune du sol ou encore la structure de ce dernier.

7 x Microscope de poche Réf. 8



Les microscopes de poche sont posés à plat sur la table et sont éclairés. Ils permettent d'observer à un niveau de détail supérieur à celui de la loupe.

7 x Papier noir Réf. 9



Ces feuilles de papier noir servent à la réalisation de l'appareil de Berlèse.

7 x Petite grille en plastique Réf. 10

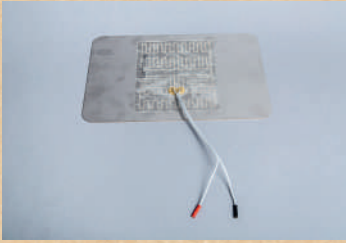


Ces grilles en plastiques (d'environ 9*9 cm de dimensions) servent à la réalisation de l'appareil de Berlèse.



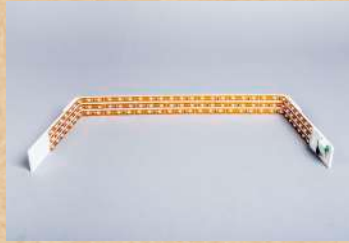
Matériel

1 x Plaque chauffante	Réf. 11
-----------------------	---------



Elle est utilisée dans le cadre de la mise en place de la mini-serre si cette option est choisie par l'enseignant. Elle permet de chauffer le sol.

1 x Arceau lumineux	Réf. 12
---------------------	---------



Il est utilisé dans le cadre de la mise en place de la mini-serre si cette option est choisie par l'enseignant. Elle permet d'éclairer les plantes.

1 x Interrupteur horaire	Réf. 13
--------------------------	---------



Il est utilisé dans le cadre de la mise en place de la mini-serre si cette option est choisie par l'enseignant. Il permet de commander l'allumage de l'arceau lumineux.

1 x Alimentation basse tension	Réf. 14
--------------------------------	---------



Elle est utilisée dans le cadre de la mise en place de la mini-serre si cette option est choisie par l'enseignant. Elle permet de brancher l'arceau lumineux au secteur.

1 x Contrôleur de température	Réf. 15
-------------------------------	---------



Il est utilisé dans le cadre de la mise en place de la mini-serre si cette option est choisie par l'enseignant. Il permet de brancher la plaque chauffante au secteur et d'assurer une température constante réglable par l'utilisateur.



Matériel non fourni

Certains éléments utiles au bon déroulement des séances ne sont pas inclus dans la mallette. Les quantités données sont celles pour une organisation de la classe en 7 îlots. Le coût estimé de ces achats s'élève environ à 18€.

Désignation du matériel	Séances concernées	Quantité nécessaire par îlot	Quantité pour une classe et estimation du coût
1 tranche de sol pauvre de 20 à 30 cm de profondeur prélevée dans la nature sol où presque rien ne pousse (aux abords d'un chantier, terrain vague)	Module 1, Séance 1 Module 2, Séances 1 et 3	Commun à la classe	1 seau de 10 L à chaque module
1 tranche de sol riche de 20 à 30 cm de profondeur prélevée dans la nature sol de jardin recouvert de végétation (terre végétale)	Module 1, Séance 1	Commun à la classe	1 seau de 10 L
Récipients plats de type boîte de Petri	Module 1, Séances 1-3 Module 2, Séance 4	1 (mod.1, s.2 et s.3), 2 (mod.1, s.1 ; mod. 2, s.4)	14
Journaux ou magazines	Module 1, Séance 2	1 par îlot	7
Gros sel et/ou sel fin		Commun à la classe	1 paquet (1€)
Ciseaux	Module 1, Séance 2 Module 2, Séance 6	1	7
Bouteilles en plastique 1,5 L, vides	Module 1, Séance 2	1	7
Élastiques à cheveux		1	7 (3€)
Ruban adhésif	Module 1, Séance 2 Module 2, Séance 6	Commun à la classe	1 rouleau (1,50€)
Cutter	Module 1, Séance 2	-	1 pour l'enseignant
Lampes de bureau	Module 1, Séance 3	1 par appareil de Berlèse	Autant que d'appareils
Papier essuie-tout		Commun à la classe	1 rouleau (0,50€)
Cure-dents ou coton-tiges ou pinceaux, pour manipuler les animaux		4	1 trentaine (2€)
Au moins 4 types de sols sable, gravier, terreau, sol de jardin	Module 1, Séance 4	Commun à la classe	1 L de chaque
Pousses de tournesol graines mises à germer depuis 1 semaine		4	60 (double de ce qu'il faut en cas d'erreur de manipulation) (2€)
Petits pots vides pots de yaourt ou pots de fleur		2	14
Règles graduées		1	7
Équerres graduées à défaut, règles graduées		1	7
Pousses de haricot nain âgées d'1 semaine		Module 2, Séance 3	4 par îlot 2 par mini-jardin témoin
Appareils photos, smartphones	1		Au moins 1
Petite bouteille en plastique pour le « test à l'eau »	Module 2, Séance 4	1	7
Feuilles paperboard 65*100 cm environ	Module 2, Séance 6	1	Entre 5 et 10 selon le projet (3€)
Feuilles A4		Variable	Selon le projet
Feutres		Variable	-

Préparation des échantillons de sol nécessaires aux expérimentations

Les activités proposées nécessiteront de disposer d'échantillons de sol naturels contenant une vie animale abondante (insectes, micro-organismes, lombrics...). Si l'enseignant programme les séances durant la saison froide - ce qui est le plus probable (automne, hiver, début du printemps) - il est très souhaitable d'anticiper le fait que la vie animale sera fortement ralentie dans les sols naturels, et même que de nombreux « habitants » présents en été dans le sol seront morts ou partis s'enfouir dans des couches plus profondes du sol.

Les activités sont cependant parfaitement réalisables en période froide. Il est conseillé de prélever des échantillons de sol à la saison chaude et de les entretenir dans un terrarium à température de la salle de classe. N'importe quel contenant peut convenir, mais un terrarium à parois transparentes permet d'observer l'évolution du sol au fil du temps. En particulier, si l'on apporte des lombrics en plus dans le terrarium, on pourra observer le résultat de leur travail (disparition progressive des débris végétaux en surface, développement de galeries souterraines...).

Module 1

Les activités reposent sur l'observation et la mise en culture, entre autres, d'un sol naturel fertile, c'est-à-dire un sol riche dans lequel les plantes poussent bien. Pour cela, on aura besoin de prélever un échantillon de sol dans la nature, en quantité suffisante pour permettre les activités de tous les groupes (volume : un seau de 10 L).

Le sol conseillé est un **sol de jardin** recouvert de végétation (herbes, fleurs, mousses, petites plantes...).

Prélever une tranche de sol d'environ 20 à 30 cm d'épaisseur et la conserver autant que possible « assemblée » dans un terrarium, de sorte à observer 2 ou 3 strates (du haut vers le bas) :

- litière,
- terre plus sombre,
- sous-sol.



Tâcher de maintenir des conditions de température et d'humidité favorables à la faune du sol.

Une seconde tranche de sol (de 20 à 30 cm d'épaisseur également) doit être prélevée : il s'agit d'un **sol pauvre** échantillonné aux abords d'un chantier ou dans un terrain vague. Il doit être de couleur plus claire et ne doit pas comporter de végétation (ou alors très peu).



Module 2

À ce stade, la classe aura besoin d'une réserve de faune (lombrics, insectes, microorganismes, champignons...). Le 1^{er} échantillon prélevé (voir ci-avant) peut apporter cette faune, mais on peut utilement enrichir le stock de faune disponible en faisant de manière anticipée un 2^e prélèvement de sol.

Un **sol de forêt** de feuillus est particulièrement riche en insectes, micro-organismes et champignons. Il est donc préconisé de prélever, idéalement en été et au début de l'automne, une belle tranche de sol de forêt riche (20 à 30 cm d'épaisseur, volume : un seau).

Il est aussi souhaitable de recueillir des lombrics supplémentaires dans un sol de jardin ou une prairie : une cinquantaine de lombrics devraient faire l'affaire.

En résumé

- **Il est conseillé de prélever dès la rentrée scolaire de septembre :**

- une tranche de sol de jardin avec un couvert végétal,
- une tranche de sol dans une forêt de feuillus,
- une tranche de sol de chantier,
- une cinquantaine de lombrics.

- Placer tout cela dans le terrarium, si possible en laissant entière la tranche de sol de prairie (ne pas mélanger les 2 prélèvements).

- Ne pas oublier d'arroser de temps en temps, sans toutefois gorger les sols d'eau.

- Pour nourrir la faune, déposer à la surface des débris de végétaux (feuilles, brindilles et petits morceaux de bois, paille, herbe coupée...) et même des bouts de carton (la cellulose est un aliment de choix pour les lombrics).

Installer un piège à lombrics dans un coin de jardin

- Creuser un trou assez profond
- Y mettre ses déchets végétaux, épluchures, et surtout du marc de café (très attirant pour eux)
- Recouvrir le marc de café d'un morceau de carton à chaque fois qu'on en déverse

Au bout de quelques semaines, il sera facile de récupérer une centaine de lombrics.





Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Séances



Commentaires sur l'itinéraire pédagogique



La page ci-contre présente une proposition d'itinéraire pédagogique. La progression a été conçue pour une mise en œuvre des séances à la suite les unes des autres, dans l'ordre. Cependant, l'enseignant est libre d'adapter son itinéraire au gré de ses projets et de ses besoins. Il peut choisir de modifier l'ordre de certaines séances, de ne pas en réaliser certaines voire d'imaginer des séances supplémentaires en s'appropriant le matériel de la mallette.

Légendes

Types de séances

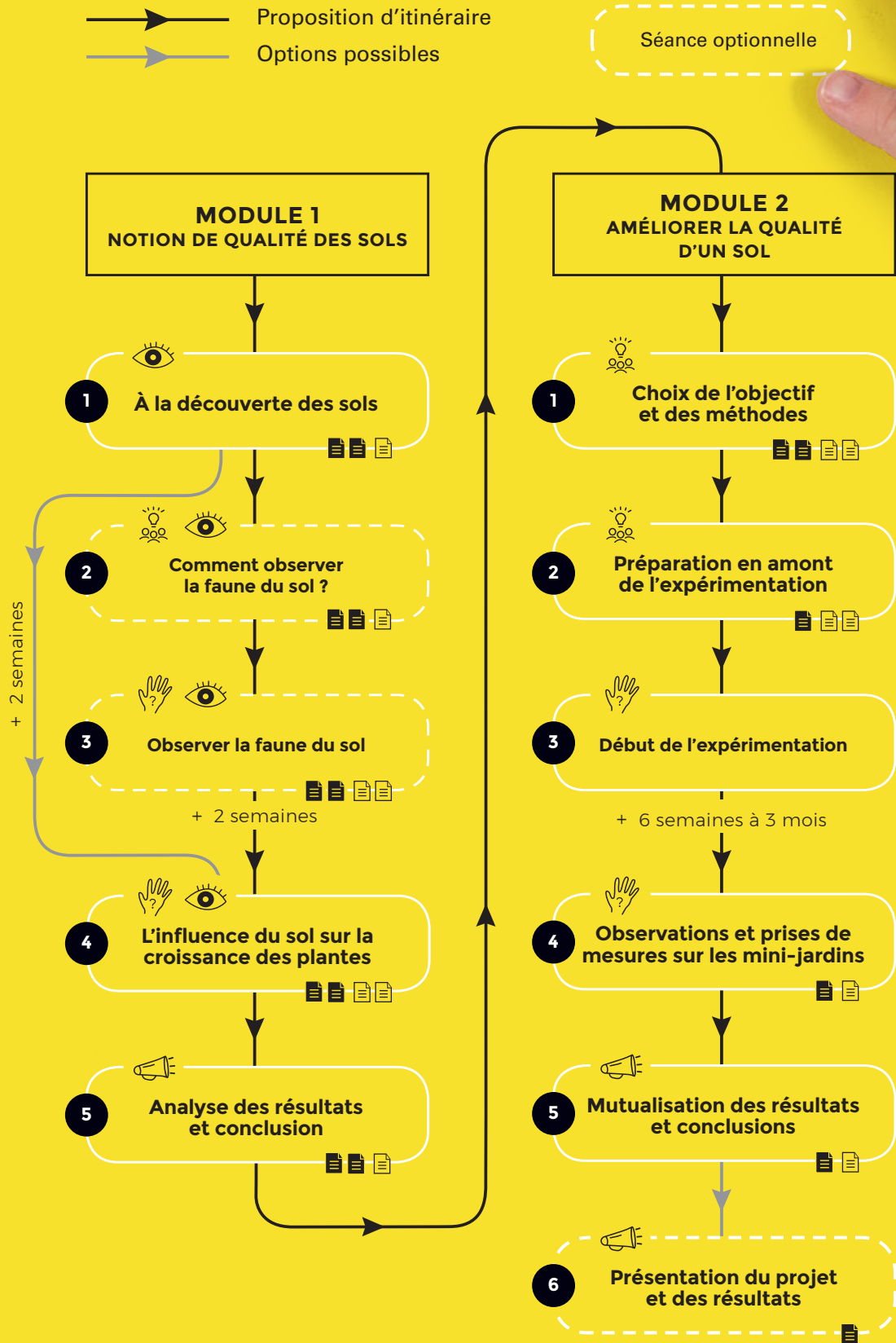
-  Découverte / Observation
-  Créativité / Réflexion
-  Expérimentation
-  Réinvestissement
-  Synthèse / Communication

Fiches pédagogiques

-  Fiches enseignant
-  Fiches élève



Itinéraire pédagogique



MODULE 1

NOTION DE QUALITÉ DES SOLS

Présentation générale

Les élèves sont invités dans ce premier module à s'intéresser à la qualité des sols. En observant différents sols, puis en réalisant une expérimentation quantitative, ils découvrent que des plantes de même variété et même taille initiale ne grandissent pas de la même façon. La nature du sol, sa structure et la richesse de la vie animale qui l'habite permettent de caractériser les différents substrats et ainsi de construire la notion de qualité des sols. Les élèves sont alors capables de parler de la fertilité d'un sol et de se questionner sur les conditions d'amélioration d'un sol.

Deux séances optionnelles permettent de découvrir des objets techniques comme la loupe et le microscope et de fabriquer un appareil de Berlèse.

Apprentissages visés

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques

Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :

- Formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème
- Proposer des expériences simples pour tester une hypothèse
- Interpréter un résultat, en tirer une conclusion
- Formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale

Concevoir créer réaliser

Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs composants
Réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin

Pratiquer des langages

Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis
Exploiter un document constitué de divers supports (texte, schéma, graphique, tableau, algorithme simple)
Utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte)
Expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit

5 séances

S'approprier des outils et des méthodes

Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production

Faire le lien entre la mesure réalisée, les unités et l'outil utilisés

Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées

Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale

Utiliser les outils mathématiques adaptés

Mobiliser des outils numériques

Utiliser des outils numériques pour :

- communiquer des résultats
- traiter des données

Identifier des sources d'informations fiables

Adopter un comportement éthique et responsable

Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement

Se situer dans l'espace et dans le temps

Se situer dans l'environnement et maîtriser les notions d'échelle



Références

Socle commun de connaissances de compétences et de culture BO N°17 du 23 avril 2015
Programmes scolaires B0 N° 11 du 26 nov 2015 et B0 N°48 du 24 déc 2015

Attendus Fin de Cycle (AFC)	Compétences et Connaissances Associées (CCA)
<p>Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent</p> <p>Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir</p>	<p>Relier les besoins des plantes vertes et leur place particulière dans les réseaux trophiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besoins des plantes vertes - Devenir de la matière organique n'appartenant plus à un organisme vivant - Décomposeurs <p>(cultures, expérimentations, recherches et observations sur le terrain)</p>
<p>La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement</p> <p>Situer la terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre</p>	<p>Identifier les composantes biologiques et géologiques d'un paysage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paysages, géologie locale, interactions avec l'environnement et le peuplement
<p>Identifier les enjeux liés à l'environnement</p>	<p>Décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement <p>Identifier quelques impacts humains dans un environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aménagements de l'espace par les humains et contraintes naturelles ; impacts technologiques positifs et négatifs sur l'environnement

Conseils pour la mise en œuvre

Prérequis

Connaître les conditions environnementales de croissance d'une plante : influence de l'humidité, de la chaleur, de la lumière sur la croissance des plantes. Nécessité de fournir des nutriments à la plante via le sol.

Connaître le processus de germination des graines. Distinguer les conditions propices à la croissance d'une plante et les conditions propices à la germination des graines : la croissance nécessite un substrat capable de fournir des nutriments, la germination ne nécessite aucun substrat, la jeune pousse se développant sur les réserves alimentaires de la graine.

Pour plus d'informations, consulter la **FICHE Prérequis nécessaires** (séance 4). Si ces questions ne sont pas claires pour certains élèves, il est nécessaire de les aborder préalablement à la séance, voire **en amont du module**.

Nécessité de faire germer des graines une semaine avant la 4^e séance

Les graines de radis rose ou de tournesol conviennent bien à l'expérimentation qui sera menée : au bout de 6 à 7 jours de germination, une tige se développe portant 1 ou 2 petites feuilles. Il sera aisé par la suite de mesurer la croissance des plants en mesurant la hauteur des tiges.

Pour préparer la 4^e séance, mettre 40 à 50 graines à tremper dans l'eau durant une nuit (il en faudra autant que d'élèves, mais on prévoit une réserve de sécurité). Rincer les graines et les déposer sur du coton ou tout substrat neutre retenant l'humidité. Placer à l'ombre voire à l'obscurité, et humidifier 2 fois par jour.

La manipulation des graines de radis germées (pousses) est délicate : il s'agit de les transplanter dans des sols d'expérimentation sans que la tige se plie, faute de quoi elle ne pourra plus jamais tenir verticale et être mesurée. Les pousses de tournesol sont plus solides et certainement mieux adaptées à la manipulation par les élèves.



5 séances

Séances du module

SÉANCE

1

À la découverte des sols



SÉANCE

2

Comment observer la faune du sol ?



SÉANCE

3

Observer la faune du sol



SÉANCE

4

L'influence du sol sur la croissance des plantes



SÉANCE

5

Analyse des résultats et conclusion



À la découverte des sols



Objectifs

Définir ce qu'on appelle le sol et décrire ses constituants.

Constater par l'observation la diversité des sols.

S'interroger sur la relation entre la croissance des plantes et la nature du sol.

Déroulement pédagogique



En amont de la séance, l'enseignant aura prélevé dans la nature deux tranches de sols différents en conservant autant que possible leur structure en couches (voir liste du matériel ci-contre).

Immersion

La séance débute par l'évocation de deux lieux de l'environnement local des élèves, d'aspects très différents : un sol où pousse une abondante végétation et un sol où presque rien ne pousse (friche industrielle, chantier, terrain vague). Les photos de ces lieux sont projetées ou affichées au tableau.

L'enseignant interroge les élèves :

Comment expliquer une telle différence d'aspect ? D'où cela peut-il provenir ?

Réponses attendues : un sol est moins propice que l'autre à la croissance des plantes, un sol est peut-être plus sec que l'autre, un sol est peut-être pollué, un sol ne contient pas d'aliments pour les plantes qui voudraient y pousser...

Qu'est-ce que le sol ?

Le sol au sens large, c'est ce sur quoi on marche, on se déplace, on construit les maisons, c'est aussi ce qu'on cultive, ce qu'on peut creuser pour faire un trou (puits) ou pour extraire des pierres (carrière).

On parle de sol et de sous-sol, on voit bien ce qu'il y a sur le sol mais qu'y a-t-il sous le sol ?

Ceci n'est pas au programme du module mais, pour information, la **FICHE Constitution générale d'un sol et d'un sous-sol** montre la constitution générale d'un sous-sol.

Matériel

Pour la classe :

- **1 tranche de sol « pauvre » de 20 à 30 cm de profondeur** nf
sol où presque rien ne pousse (prélevé aux abords d'un chantier, d'un terrain vague...)
- **1 tranche de sol « riche » de 20 à 30 cm de profondeur** nf
sol de jardin recouvert de végétation (terre végétale)

Par îlot :

- **4 paires des gants** 5
- **1 petite pelle** 6
- **2 petits récipients plats** nf
pour y déposer le sol prélevé
- **FICHE Observation de deux sols**
1 exemplaire par élève

nf Matériel non fourni

0 Référence dans le catalogue

CONCEPTIONS NAÏVES

Les mots « terre » et « sol » sont souvent perçus comme des synonymes par les élèves. Il pourra être nécessaire de bien les définir.

Pour les élèves, le sol est uniquement la surface. Les élèves n'envisagent pas la profondeur du sol et le lien avec la roche mère.

GLOSSAIRE

Croissance

Sol

Sous-sol

Terre

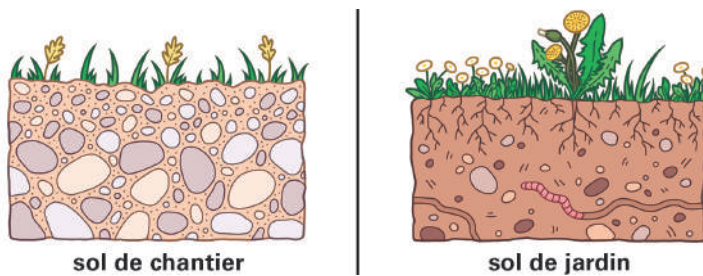


POINT D'ATTENTION

Dans la suite de ce guide, quand on parlera du sol, on désignera la couche située juste à la surface (20-30 cm d'épaisseur), celle dans laquelle poussent les petites plantes telles que celles d'un jardin potager (les arbres, eux, ont des racines qui descendent beaucoup plus profond, donc dans le sous-sol).

Points de passage

L'enseignant présente les deux échantillons de sol à la classe (sans faire allusion à la notion de sol riche/sol pauvre) en les nommant « sol de chantier » et « sol de jardin », et demande de les décrire. Il réalise un schéma au tableau (une illustration-type est donnée ci-dessous) et y porte les informations des élèves. L'objectif est de nommer les différents constituants et de définir le vocabulaire.



Les élèves reproduisent les schémas de la classe sur la **FICHE** Observation de deux sols . Ils sont ensuite invités à regarder de plus près de quoi les deux sols sont composés et remplir le premier tableau de cette même fiche.

Chaque groupe reçoit ensuite un échantillon des deux sols, ce qui permet une observation plus détaillée. Il complète alors la deuxième partie de la fiche.

En se basant sur les fiches d'observation remplies, l'enseignant et la classe résument les différences existant entre le sol qui porte de la végétation et celui qui n'en porte pas.

Un **exemple** de synthèse est proposé dans le tableau ci-dessous :

Constituants observés	Sol de chantier (sans végétation)	Sol de jardin (avec végétation)
Débris végétaux	Peu	Oui
Cailloux	Oui	Oui
Sable	Oui	Non / un peu
Racines	Non	Oui
Animaux (lombrics, cloportes, insectes...)	Non	Oui
Hormis les cailloux : y-a-t-il des grains fins ou des grumeaux de terre ?	Grains fins	Grumeaux de terre
Couleur	Plutôt pâle	Foncée
Odeur	Odeur de poussière	Odeur de terre mouillée
Grumeaux de terre sombre	Non	Oui
Sol compact ou sol aéré (léger) ?	Compact	Aéré

1 À la découverte des sols

POINTS D'ATTENTION

Dans le tableau précédent, les cases en jaune indiquent les différences typiques entre les deux sols, qui annoncent les critères sur la base desquels on différenciera, plus tard, la qualité des sols.

La couleur foncée et la structure granuleuse (présence de grumeaux) sont considérés comme des indicateurs de la présence d'humus (voir **FICHE** Critères de qualité d'un sol, module 1, séance 5).

Il est nécessaire de définir quelques mots de vocabulaire : matière organique, faune, humus, structure du sol.

Découvertes réalisées

Le sol de jardin contient plus de matière végétale, d'animaux et d'humus que le sol de chantier. Il est aussi plus aéré et possède une odeur naturelle plus marquée.

L'enseignant résume les informations, en exagérant un peu les différences pour les faire mieux ressortir :

	Sol de chantier	Sol de jardin
Matière organique	Non	Oui
Faune	Non	Oui
Humus	Non	Oui
Structure	Compacte	Aéré

POINTS D'ATTENTION

La croissance des plantes semble liée à la présence de certains constituants dans le sol. L'enseignant peut prévenir la classe que, par la suite, on fera une expérimentation pour vérifier si cela est vrai.

Dans le cas où l'enseignant choisit de ne pas mener les séances 2 et 3 (optionnelles), des graines (environ 8 par îlot) doivent être mises à germer une semaine avant la séance 4 (voir présentation de ce module).

POUR ALLER PLUS LOIN...

L'enseignant peut proposer aux élèves de se renseigner sur les lieux évoqués en introduction : évoquer leur histoire, interroger les anciens (qu'y avait-il là autrefois ?).

Il est également possible d'organiser une analyse plus précise des constituants d'un sol, en se référant à la **FICHE** Observer les constituants d'un sol. ■

REMARQUES

Pour les élèves, le sol n'est a priori pas vivant puisqu'il est composé de terre et de cailloux. Ils ne réalisent souvent pas qu'il s'agit du milieu de vie de nombreux organismes, souvent microscopiques.

L'odeur de la terre après la pluie est appelée « **pétrichor** ».

Cette odeur si appréciée, même en ville dès qu'il y a un peu de végétation, est constituée de fines particules d'huile secrétées par les plantes, combinées à un composé organique émis par des bactéries du sol, le tout étant libéré par les gouttes d'eau de pluie qui s'écrasent sur le sol.

GLOSSAIRE

Faune

Humus

Matière organique

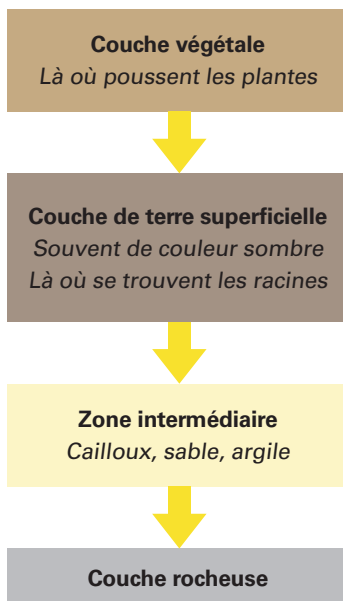
Structure



Constitution générale d'un sol et d'un sous-sol

Le sol et le sous-sol sont constitués d'un empilement de couches différentes (nommés « horizons » par les spécialistes).

La végétation pousse en premier lieu dans la couche superficielle, de couleur plus sombre. Sur cette surface, on observe des végétaux (herbes, fleurs, arbres, mousses...), de la litière (feuilles, aiguilles, bouts d'écorces, graines...), puis des racines mêlées à une terre noire. Des animaux (vers de terre...) ou leurs traces sont également visibles.



Le sol et le sous-sol contiennent aussi des cailloux de différentes tailles et composition, dont la quantité augmente quand on descend en profondeur, et de la terre, présente ou non sous forme d'agrégats, et dont la couleur varie.

À la base du sous-sol (donc, à une profondeur allant de moins d'un mètre à plusieurs mètres) se trouve une roche non altérée, appelée roche-mère. C'est la décomposition progressive de cette roche (au fil des millénaires) qui est à l'origine de la création du sol.

Du haut vers le bas, on retrouve souvent tout ou partie de la succession suivante de couches (figure ci-contre).

On a donc une évolution progressive de la composition du sous-sol, depuis un milieu riche en matière d'origine végétale (ou matière organique) jusqu'à un milieu pauvre (cailloux, argile, roche...).

Ceci montre que les plantes sont tout particulièrement liées à la couche superficielle.

Les couleurs vont du blanc (roche-mère) au brun foncé en passant par l'ocre. Mais il existe aussi des sols et sous-sols tout à fait spéciaux, de contenu égal sur toute l'épaisseur par exemple.

Le sol et le sous-sol s'organisent en couches horizontales de différentes épaisseurs et couleurs. Ce sont les horizons, qui se découpent de la façon suivante :

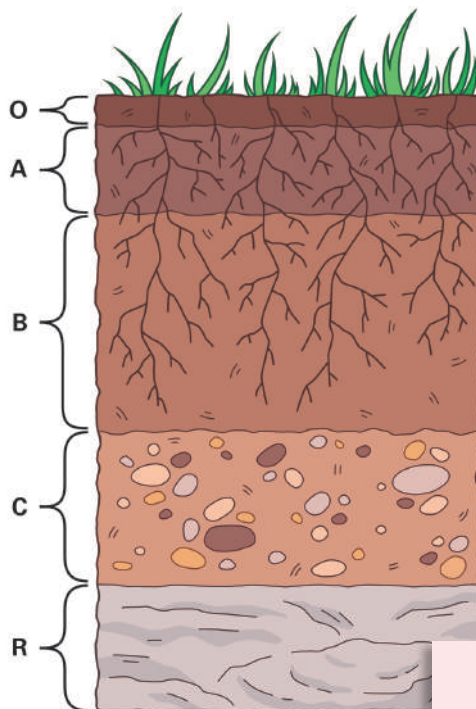
Horizon O : dit organique dans lequel les débris végétaux s'accumulent.

Horizon A : qui contient de la matière organique et de la matière minérale.

Horizon B : riche en divers constituants, suivant les cas : argile, fer, matière organique, carbonate de calcium...

Horizon C : zone d'altération de la roche-mère, encore visible car sa transformation reste limitée.

Horizon R : roche non altérée située à la base du profil. On parle de roche-mère quand elle est à l'origine du sol.



GLOSSAIRE

Litière

1 À la découverte des sols**Exemples de sols et de sous-sols dans la nature**

Ce sol de prairie montre la zone de développement racinaire des plantes.



Ce sol stratifié est encore peu propice à la végétation.

Observer les constituants d'un sol

Un sol se compose de matière organique (animale et végétale), de terre grossière (à gros et moyens grains) et de terre fine.

Quand on compare différents échantillons (à volume ou masse identique), on remarque qu'ils présentent ces éléments en proportions variées. En effet, le sol est une accumulation de débris : mélange de fragments de roches (venant de l'érosion du sous-sol profond), de plantes et d'animaux décomposés. C'est donc une substance complexe, très diversifiée.

Les particules minérales du sol sont classées en fonction de leur diamètre. La partie la plus grossière contient les particules au diamètre > 2 mm (galets, graviers, cailloux, gros agrégats). La terre fine est composée des particules au diamètre < 2 mm. On y différencie les sables ($> 0,050$ mm), les limons (de $0,002$ mm à $0,050$ mm) et les argiles ($< 0,002$ mm).

Ce qui peut être facilement observé à l'œil nu et séparé à la main :

- cailloux, graviers,
- litière et débris végétaux,
- racines,
- animaux visibles,
- le reste constitue « la terre », mélange de nombreux constituants de petite taille.

Ce niveau d'observation (macroscopique) correspond à ce qui est proposé durant la séance 1. L'observation peut être réalisée plus efficacement à l'aide de tamis dont les mailles sont appropriées.

Ce qui est moins aisé à voir :

Pour séparer les autres constituants majeurs de la terre :

- la faune : utiliser un appareil de Berlèse pour faire sortir les animaux cachés dans la terre (c'est le sujet de la séance 2, optionnelle).
- la terre restante est un mélange de sable, argile, limons et de matière organique. Il est facile de séparer ces constituants, et aussi de montrer que la terre contient aussi de l'air et de l'eau. Cela représente l'étude physique du sol.
- la microfaune ne peut être séparée aisément de la terre : microorganismes, champignons, bactéries. L'observation à ce niveau de détail (à l'aide d'une loupe binoculaire ou d'un microscope) peut être proposée préférentiellement en classe de 6^e.

La suite de cette fiche enseignant propose des idées de protocoles simples pour l'étude physique du sol :

1. Mise en évidence d'eau
2. Séparation des particules selon leur taille
3. Mise en évidence d'air

GLOSSAIRE

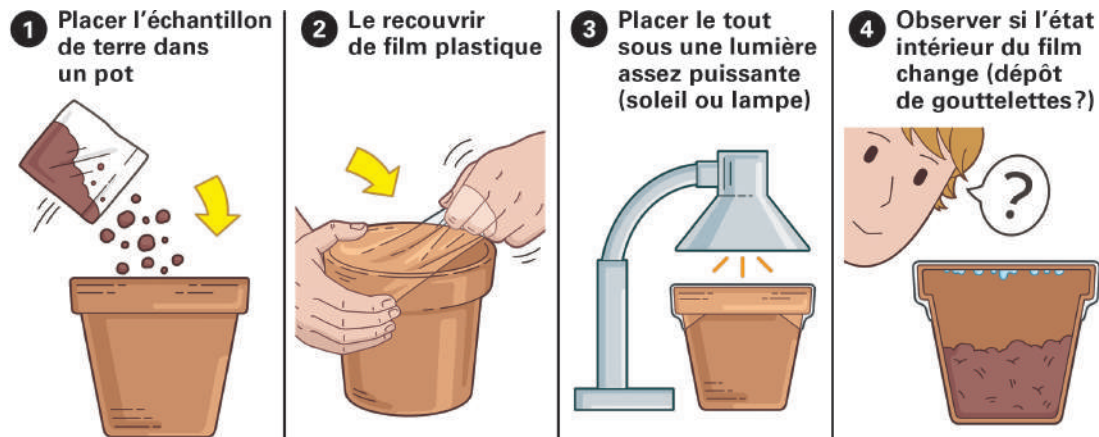
Argile

1 À la découverte des sols

PROCOLES POUR L'ÉTUDE PHYSIQUE DU SOL

1) Mise en évidence d'eau

Protocole expérimental :



Explications :

Présence d'eau : on remarque que des gouttelettes d'eau se forment sur le film plastique. Elles proviennent de l'évaporation de l'eau contenue dans l'échantillon de sol.

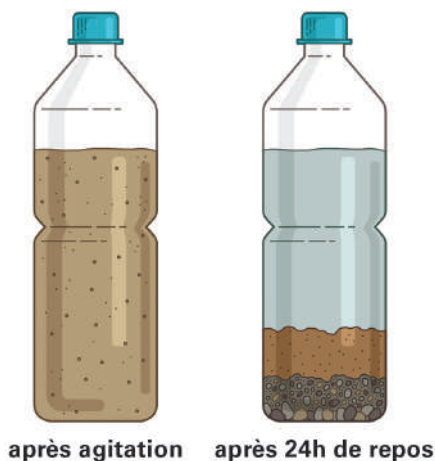
On suppose que la notion d'évaporation et de changement d'état de l'eau est connue des élèves. Sinon, c'est l'occasion d'aborder le sujet.

2) Séparation des particules selon leur taille

Protocole expérimental :

La méthode dite « par sédimentation » consiste à :

- placer l'échantillon de terre dans un bocal transparent (une petite bouteille en plastique convient très bien) et le remplir d'eau ($\frac{1}{4}$ de terre, $\frac{1}{4}$ d'eau par exemple),
- fermer le bocal et l'agiter pendant 1 minute,
- laisser reposer longtemps (une journée),
- observer la répartition des substances qui se sont déposées par sédimentation au fond du bocal (différentes couches de couleurs différentes).



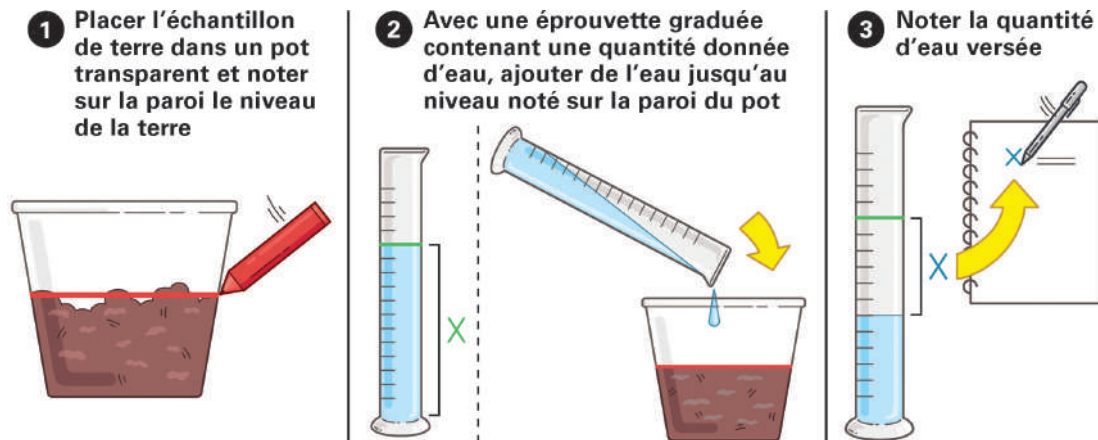
Explications :

Après 24h de repos, la terre est retombée au fond du bocal, en couches successives de couleurs, d'épaisseurs et de granulométries différentes : on parle de sédimentation. Les éléments les plus lourds se déposent en premier (cailloux, graviers, puis sables), les particules les plus petites retombent beaucoup plus lentement : vient le tour des limons, recouverts enfin par les argiles.

Pour illustrer rapidement la méthode auprès des élèves, on peut l'appliquer à un mélange de gravier (couleur claire) et de terre (couleur plus foncée). Dans ce cas, la différenciation apparaît en quelques minutes au fond du bocal.

3) Mise en évidence d'air**Protocole expérimental :**

Deux expériences différentes sont réalisables facilement.

1^{re} expérience :

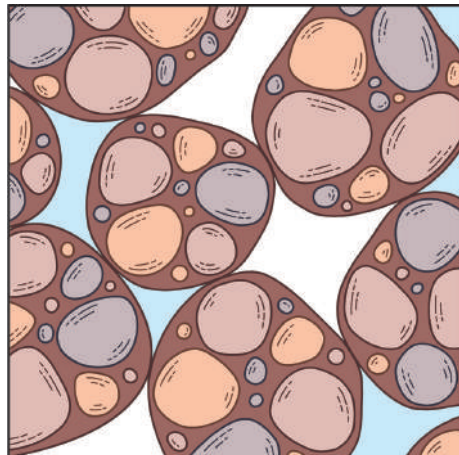
Où est allée cette eau, sachant que la terre occupait déjà l'espace ?

2^e expérience :

- la terre étant humide, former une motte en la pressant,
- plonger cette motte dans un récipient d'eau.
- des bulles d'air remontent-elles vers la surface ?

Explications :

Dans un sol, les grains de terre ne sont pas totalement collés les uns aux autres. Les espaces vides constituent des pores remplis d'air. Au fur et à mesure qu'on remplit le verre d'eau, des bulles d'air remontent à la surface (l'air étant moins dense que l'eau). Quand l'eau contenue dans le sol s'évapore, l'air occupe à nouveau les pores libérés.



1 À la découverte des sols

Observation de deux sols

1/ Réaliser un schéma des deux sols :

Sol de chantier

Sol de jardin



2/ En observant l'échantillon commun à la classe, remplir le tableau suivant :

	Sol de chantier	Sol de jardin
Nom du lieu d'origine		
Description du lieu (prairie, forêt, chantier, chemin...)		
Composition : terre, cailloux, morceaux de végétaux (feuilles, branches, aiguilles...), autres ?		
Présence de petits animaux ?		
Abondance de ces animaux (de 1 à 10 : 1 = « aucune vie observée » à 10 = « beaucoup de petits animaux visibles à l'œil nu »)		
Végétation très décomposée ou encore en bon état ?		

3/ En observant l'échantillon de terre distribué au groupe, remplir le tableau suivant :

	Sol de chantier	Sol de jardin
Couleur(s)		
Structure et sensation : - douce ou granuleuse - épaisse ou fine - lourde ou légère - fraîche ou chaude - humide ou sèche - ...		
Odeur forte ou sans odeur ? À quoi comparer cette odeur ?		
Présence de petits animaux ?		
Abondance de ces animaux (de 1 à 10 : 1 = « aucune vie observée » à 10 = « beaucoup de petits animaux visibles à l'œil nu »)		
Cohésion : peut-on former une petite boule de terre compacte ? Se tient-elle bien ?		
Autres observations		

4/ Entourer les éléments observés dans le sol (hors faune) et préciser les observations :

Débris végétaux	Feuilles	Mousses	Brindilles, herbes	Aiguilles	Branches, bois
Pierres, cailloux	Taille minimum : mm		Taille maximum : mm		
Racines	À quoi les reconnaît-on ?				
Terre	Aérée (légère)	Humide	Lourde	Fine	Grasse
Odeur	Pas d'odeur		Odeur de terre mouillée		Odeur de poussière

Comment observer la faune du sol ?

séance optionnelle



Objectifs

Utiliser des loupes et des microscopes de poche.
Fabriquer des appareils de Berlèse (activité technologique).

Matériel

Par îlot :

- 1 loupe ⁷
- 1 microscope de poche ⁸
- 1 feuille A4 noire ⁹
- 1 petite grille en plastique ¹⁰
dimensions approximatives 9*9 cm
- 1 journal ou un magazine ^{nf}
avec des illustrations en couleur
- 1 récipient plat ^{nf}
de type boîte de Petri
- du gros sel ^{nf}
- du sel fin ^{nf}
- 1 paire de ciseaux ^{nf}

- 1 bouteille en plastique ^{nf}
de 1,5 L, vide
- 1 élastique à cheveux solide ^{nf}
- du papier essuie-tout ^{nf}

Pour la classe :

- du ruban adhésif ^{nf}
- 1 cutter ^{nf}
utilisé par l'enseignant uniquement

Pour chaque élève :

- **FICHE** Utiliser la loupe et le microscope de poche

^{nf} Matériel non fourni

⁰ Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

Immersion

Lors de la séance précédente, la classe a pu observer qu'un des échantillons de terre contenait des petits animaux : fourmis et autres insectes, araignées, lombrics...

L'enseignant propose de regarder plus attentivement ce que le sol contient :

Pour pouvoir observer les animaux du sol, de quel matériel a-t-on besoin et comment allons-nous procéder ?

La classe discute collectivement, l'idéal étant qu'elle parvienne à plusieurs types de conclusions :

- disposer de moyens d'observation : disposer d'appareils grossissants (loupes, microscopes),
- isoler le sujet d'étude : savoir comment extraire les animaux les plus gros du sol sans les blesser (les animaux microscopiques sont difficiles à récupérer),
- avoir les connaissances nécessaires : savoir reconnaître et nommer les animaux.

Les petits animaux du sol n'aiment ni la chaleur ni la lumière. En les éclairant fortement avec une lampe, ils sortent de la terre très facilement. Un système appelé appareil de Berlèse permet cette expérience.

GLOSSAIRE

Appareil de Berlèse

L'enseignant explique :

- que chaque groupe disposera (lors de la prochaine séance) d'une loupe et d'un microscope de poche,
- que les élèves disposeront d'une fiche facilitant l'identification des animaux les plus courants,
- que le reste de la séance sera consacré à la préparation du matériel nécessaire et de son utilisation.

Points de passage

INITIATION À L'UTILISATION DES LOUPES ET DES MICROSCOPES DE POCHE

L'enseignant distribue une loupe et un microscope de poche à chaque îlot, ainsi qu'une **FICHE** Utiliser la loupe et le microscope de poche à chaque élève.

La classe a pour consigne d'observer et de décrire des petits objets difficilement visibles à l'œil nu (des cristaux de sel) ou des papiers imprimés en couleur (journal, magazine). L'enseignant pourra trouver plus de détails sur ces observations dans la **FICHE** Observations au microscope de poche .

FABRICATION D'UN APPAREIL DE BERLÈSE

La suite de la séance est consacrée à la réflexion sur la fabrication de l'appareil de Berlèse et à sa réalisation. L'enseignant peut lancer une discussion - pour que les élèves essaient d'établir collectivement le **cahier des charges** - ou bien présenter directement les trois points importants à remplir pour que l'appareil fonctionne :

- il faut éclairer et chauffer un petit échantillon de sol naturel par le dessus, avec une lampe,
- il faut laisser la possibilité aux animaux qui sont dans le sol de s'échapper par-dessous (ils vont chercher à fuir la lumière et la chaleur excessive),
- l'appareil doit faire en sorte de les récupérer dans l'obscurité lorsqu'ils tentent de s'échapper, ce qui permet de les observer par la suite.

POINT D'ATTENTION

L'enseignant précise aux élèves que l'observation va mettre les animaux sous stress. Il faudra les remettre aussi vite que possible dans leur milieu naturel, après observation.

L'objectif – annoncé à la classe – est que chaque îlot fabrique son propre appareil de Berlèse au cours de la séance, afin de pouvoir le mettre en œuvre à la prochaine séance.

La liste du matériel disponible est présentée. Les élèves ont pour consigne de dessiner individuellement un montage qu'ils voudraient fabriquer (sans autre matériel que celui de la liste).

Pour conseiller les élèves, l'enseignant peut s'inspirer du montage fonctionnel présenté dans la **FICHE** Appareil de Berlèse : exemple de fabrication .

Au sein de chaque îlot, les élèves vont devoir :

- s'expliquer mutuellement comment fonctionnent les dispositifs qu'ils ont imaginés,
- choisir ensemble une solution qu'ils vont réaliser ensuite ensemble. Si nécessaire, le groupe dessine le schéma final à réaliser.

GLOSSAIRE

Cahier des charges

2 Comment observer la faune du sol ?

L'enseignant distribue ensuite le matériel et laisse chaque groupe fabriquer son invention.

POINTS D'ATTENTION

La découpe des bouteilles est plus aisée si l'enseignant la débute à l'aide d'un cutter.

Il n'est pas nécessaire de garantir le succès des fabrications (ce qui permet de laisser plus de liberté d'initiative aux élèves). Pour la séance suivante, il suffira de disposer d'au moins un appareil réellement fonctionnel : par sécurité, l'enseignant peut aussi en fabriquer un.

Découvertes réalisées

Il est intéressant pour la classe d'analyser les différents montages réalisés, d'évaluer leurs différences, de pointer les défauts éventuels :

Les 3 points du cahier des charges ci-dessus sont-ils vérifiés pour chaque appareil fabriqué ?

La classe a expérimenté la manière de concevoir et fabriquer un dispositif technique : c'est de cette manière que travaillent les ingénieurs et les chercheurs. Les élèves ont pu faire l'expérience que cette démarche est à la portée de tous (il suffit d'oser et de procéder avec méthode...).

L'enseignant peut aussi discuter de la manière de travailler dans les groupes :

De bonnes idées ont-elles été ignorées dans les groupes, lors du choix du schéma final ?

Si oui, les élèves devraient se rappeler à l'avenir de mieux s'écouter (une qualité essentielle pour travailler ensemble). ■

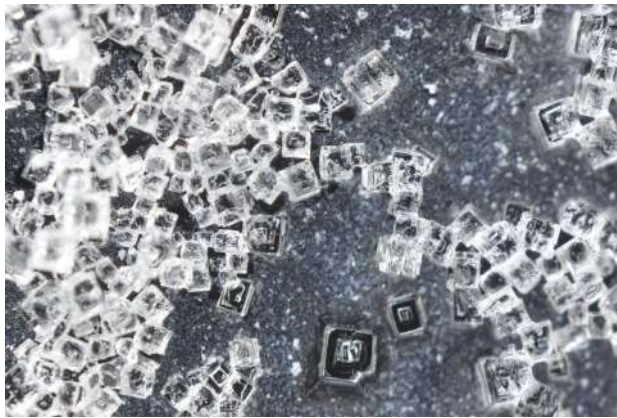


Observations au microscope de poche

Pour familiariser les élèves avec l'utilisation du microscope de poche, on peut proposer d'observer divers objets de leur environnement quotidien. L'intérêt est que des formes ou des structures invisibles à l'œil nu se révèlent, ce qui interpelle et démontre l'intérêt de ce petit appareil optique.

On propose ici l'observation de 2 objets : du sel de table et du papier imprimé en couleur.

- **L'agrandissement des grains de sel de table révèle des formes géométriques caractéristiques des structures cristallines :**

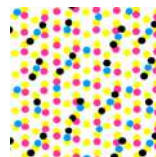


- **L'agrandissement d'une zone de papier imprimé en couleurs révèle que toute couleur imprimée est obtenue par la combinaison de petits points de 4 couleurs exclusivement, projetés par le procédé d'impression sur un fond blanc.**

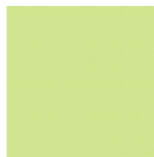
Par exemple, la couleur « bois » :



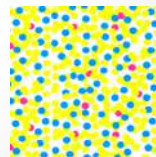
peut être reconstituée
par la combinaison
suivante :



Par exemple, la couleur verte :



devient, en
agrandissant
fortement :



Le saviez-vous ?

C'est le principe de la **quadrichromie**. Toutes les couleurs sont ainsi reconstituées par le procédé dit de « synthèse soustractive » grâce à de minuscules points de 4 couleurs de base : magenta (rose), cyan (bleu), jaune et noir.



2 Comment observer la faune du sol ?

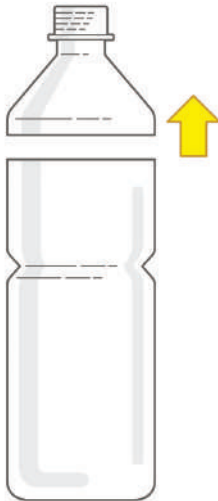
Appareil de Berlèse : exemple de fabrication

Fabrication de l'appareil de Berlèse

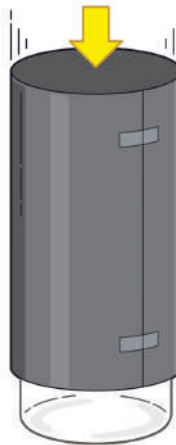
**Matériel :**

- 1 feuille de papier A4 noir ⁹
 - ciseaux ^{nf}
 - 1 grille en plastique ¹⁰
 - ruban adhésif ^{nf}
 - 1 bouteille en plastique ^{nf}
 - 1 élastique solide ^{nf}
- de 1,5 L, vide

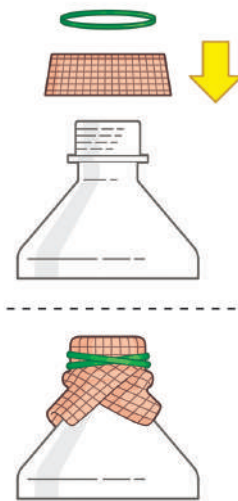
- 1 Couper la bouteille pour obtenir un entonnoir et un réceptacle profond



- 2 Entourer la partie réceptacle d'une feuille de papier noir, de sorte que la lumière ne puisse pas passer par les côtés



- 3 Fixer la grille sur le goulot de l'entonnoir, à l'aide de l'élastique



- 4 Retourner l'entonnoir sur le réceptacle

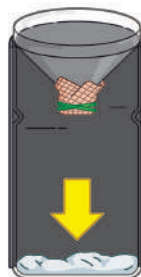


Mise en œuvre de l'appareil de Berlèse

Matériel supplémentaire :

- papier essuie-tout ^{nf} humidifié
- lampe qui puisse être dirigée vers l'appareil de Berlèse ^{nf} lampe de bureau par exemple

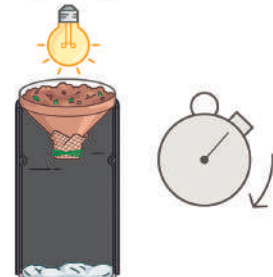
- 1 Placer du papier essuie-tout humide au fond du réceptacle



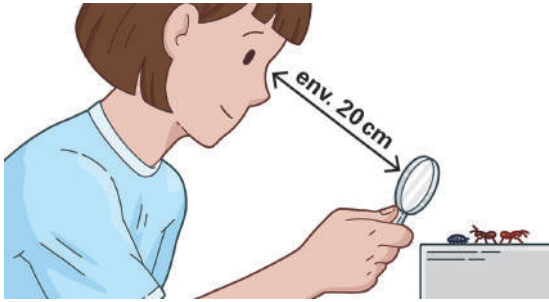
- 2 Placer l'échantillon de terre dans l'entonnoir (au moins 5 cm d'épaisseur)



- 3 Installer une lampe à incandescence ou halogène au-dessus du dispositif, et attendre 6 à 12 h



Utiliser la loupe et le microscope de poche

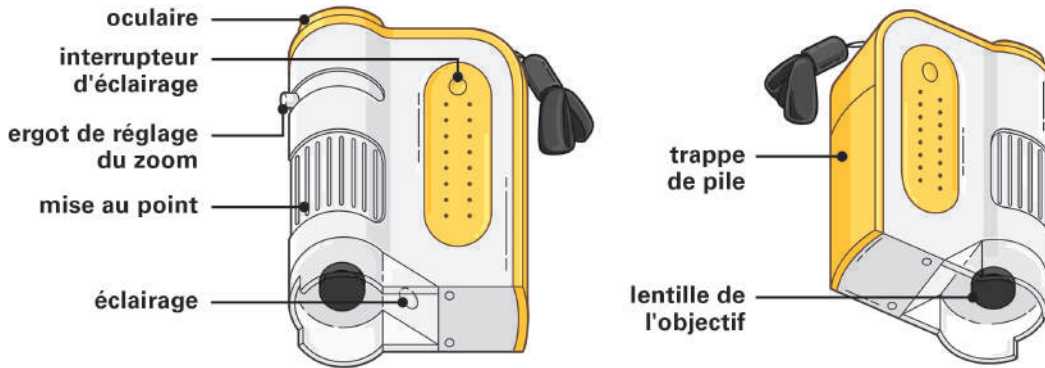


Bien utiliser la loupe

- Maintenir les yeux à une distance d'au moins 20 cm de la loupe
- Placer la loupe à quelques cm de l'objet étudié
- Sans bouger la tête, régler la distance entre l'objet et la loupe pour que l'image de l'objet vu à travers la loupe soit la plus grande possible, tout en restant bien nette

Bien utiliser le microscope de poche

Le microscope présente un grossissement de 60x à 120x.



Lorsqu'on utilise le microscope de poche, il est important de procéder toujours dans le même ordre :

- Vérifier que l'ergot de réglage du zoom est en position au plus loin de l'interrupteur d'éclairage (ce qui correspond au grossissement minimum) : le réglage de mise au point sera plus facile,
- Allumer la lampe (petit bouton latéral, près de l'attache de la dragonne),
- Poser le microscope sur l'objet à observer,
- Tourner la grosse molette crénelée pour faire la mise au point : l'image vue doit être bien nette,
- Si nécessaire, on peut augmenter alors le grossissement (de 60x à 120x) grâce à l'ergot situé près de l'oculaire. Il sera peut-être nécessaire de refaire la mise au point (molette crénelée).



Après usage, penser à éteindre la lampe !

Observer la faune du sol

séance optionnelle



Objectifs

Observer et identifier quelques animaux du sol.
Mettre en évidence le caractère vivant des sols naturels.

Matériel

Pour la classe :

- **appareils de Berlèse**
fabriqués à la séance 2
- **lampes de bureau** nf
- **morceaux de papier essuie-tout humidifié** nf
1 morceau à placer dans le fond du réceptacle de chaque appareil de Berlèse
- **FICHE Reconnaître quelques animaux du sol**
1 exemplaire par élève
- **FICHE Cartes d'identité des animaux du sol**
optionnelle, 1 exemplaire par élève

Par ilot :

- **1 loupe** 7
- **1 microscope de poche** 8
- **1 récipient plat** nf
- **4 petits morceaux de papier essuie-tout humidifié** nf
- **4 cure-dents** nf
ou coton-tiges, ou pinceaux, pour manipuler délicatement les animaux

nf Matériel non fourni

0 Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

1h



La veille de la séance (ou au moins 6h avant), la classe ou l'enseignant met à chauffer un ou plusieurs appareils de Berlèse remplis de sol de jardin.

Si l'on dispose de plusieurs appareils, il est intéressant de placer dans l'un d'eux un échantillon du sol de chantier.

Immersion

Les raisons de la réalisation des appareils de Berlèse sont rappelées ; il s'agit maintenant d'observer de plus près les petits animaux présents dans le sol de jardin.

L'enseignant explique que les appareils ont été mis en service avant la séance, de sorte à pouvoir maintenant récupérer les petits animaux sortis du sol. Il précise quel type de sol a été utilisé : sol de jardin, éventuellement sol de chantier (pour comparaison).

Il est aussi utile de préciser qu'on se limite à l'observation des animaux visibles à l'œil nu (l'utilisation de loupes et microscopes de poches permettra d'en voir les détails). Il en existe certainement bien d'autres dans le sol, trop petits pour qu'on puisse les déceler mais que les scientifiques peuvent observer avec des microscopes beaucoup plus puissants.

Points de passage

La classe découvre le contenu des réceptacles des appareils de Berlèse et compare éventuellement la quantité d'animaux pour chaque type de sol. Cela permet à l'enseignant de rappeler que le sol de chantier contient moins, voire pas du tout, d'animaux.

POINTS D'ATTENTION

Avant de débiter les observations, il est utile de préciser les précautions à prendre pour la manipulation des animaux :

- chaque élève devra déposer un animal à observer sur un morceau de papier essuie-tout humide,
- la manipulation se fait délicatement à l'aide d'un cure-dents, un coton-tige ou un petit pinceau,
- les animaux doivent être remis sur un échantillon de sol dès que possible, sinon ils ne pourront pas survivre.

L'enseignant répartit les animaux collectés entre les groupes, distribue la **FICHE Reconnaître quelques animaux du sol** et demande que chaque élève observe, dessine, décrive et identifie un animal (l'observation détaillée sera plus facile s'il est possible à l'enseignant de se procurer un plus grand nombre de loupes...).

Pour des raisons de simplicité, les fiches pédagogiques de la séance ne présentent que 15 animaux parmi les plus souvent rencontrés dans les sols de nos régions. L'idéal est que chaque élève puisse avoir à étudier en détail un de ces 15 animaux. L'enseignant pourra organiser une phase de mutualisation où chaque élève (ou îlot) présente son animal au reste de la classe.

S'il le souhaite, l'enseignant pourra distribuer la **FICHE Cartes d'identité des animaux du sol** aux élèves, qui pourra servir de trace écrite ou encore de support pour une future activité de classification. Dans cette optique (ou tout simplement pour compléter ses connaissances sur la faune du sol), l'enseignant trouvera plus de renseignements dans la **FICHE Classification de quelques animaux du sol**.

Découvertes réalisées

L'enseignant fait le constat que de nombreux animaux minuscules vivent dans les sols, et rappelle qu'il en existe certainement beaucoup d'autres qu'on ne voit pas car trop petits pour être visibles à l'œil nu. Tous ces animaux constituent la faune du sol.

Il est utile de rappeler qu'on en a observé beaucoup plus dans le sol de jardin - qui contenait des débris végétaux (matière organique) et dont la structure était aérée - que dans le sol de chantier. ■

POUR ALLER PLUS LOIN...

Il est possible d'élargir la séance en discutant du régime alimentaire des animaux observés. L'enseignant pourra s'appuyer sur le contenu de la **FICHE Le rôle de la faune dans l'enrichissement d'un sol**. La faune se nourrit de ce que contient le sol. Plus exactement, en se nourrissant des débris végétaux et animaux, elle les fragmente en particules de plus en plus petites et les digère. La faune joue donc un rôle indispensable pour que la matière organique soit progressivement dégradée et incorporée au sol (sous forme d'humus). Ce concept est essentiel pour comprendre pourquoi la faune est si importante pour obtenir un sol riche.

Il est également possible de mettre en place une activité supplémentaire (au cours de l'année) sur le compost ou bien, tout simplement, d'en expliquer aux élèves le principe.

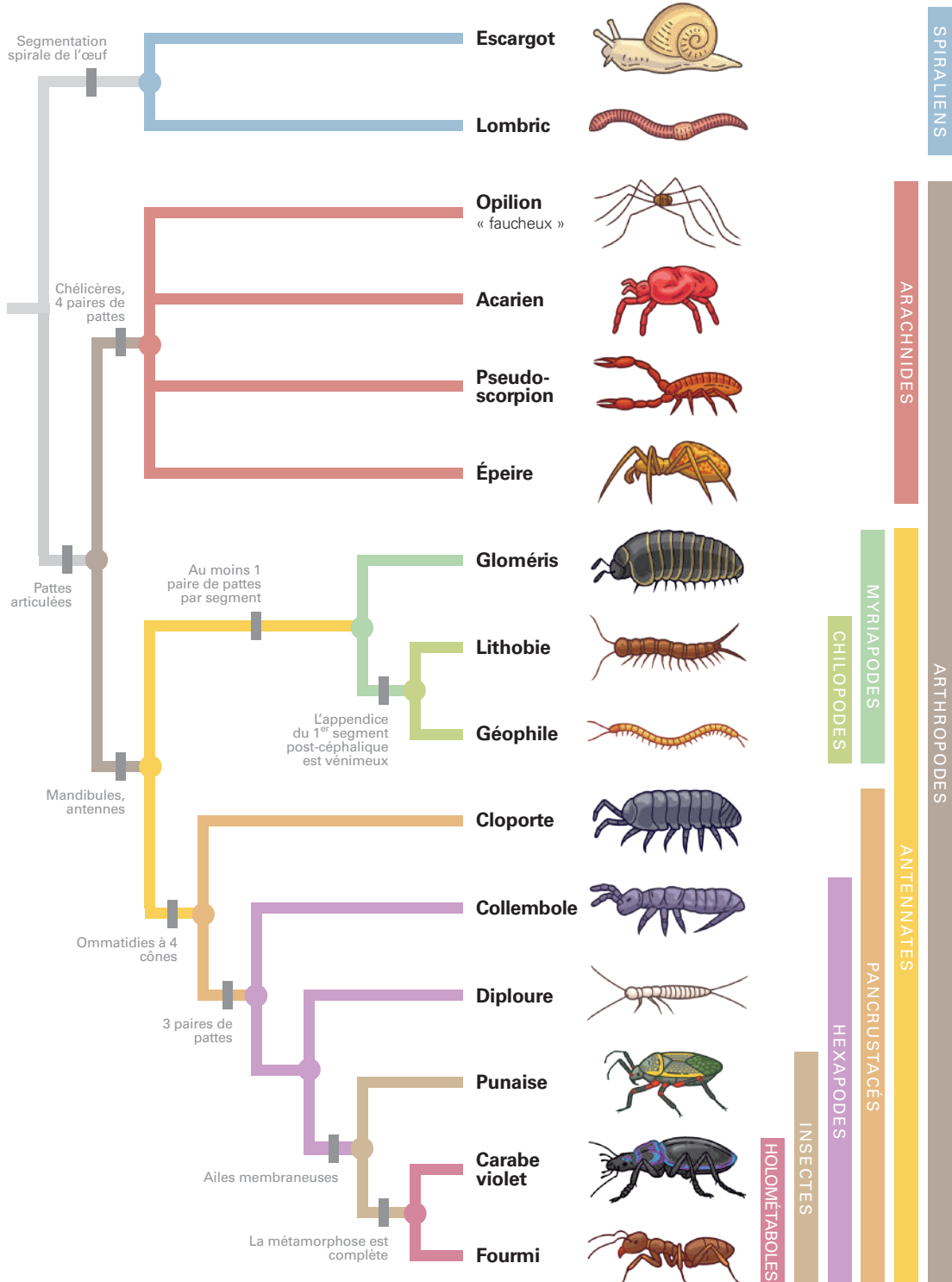
POINTS D'ATTENTION

Des graines de tournesol (environ 8 par îlot) doivent être mises à germer une semaine avant la prochaine séance.

3 Observer la faune du sol

Classification de quelques animaux du sol

Au cours de la séance, les élèves sont amenés à observer de nombreux animaux du sol. Pour faciliter ce travail, ces observations seront focalisées sur 15 animaux que l'on y trouve classiquement. Ci-dessous, ces animaux sont représentés ainsi que leurs liens de parenté sous forme de cladogramme (classification phylogénétique).



Topologie d'après Giribet & Edgecombe (2019)
 The Phylogeny and Evolutionary History of Arthropods, *Current Biology Review*

Comment lire un cladogramme ?

La phylogénétique est une méthode de classification des êtres vivants se basant sur leurs liens de parenté. Les organismes y sont regroupés sur la base du **partage d'ancêtres communs** plus ou moins récents : plus deux organismes partagent un ancêtre commun récent, plus ils vont apparaître proches sur le cladogramme.

Les **ancêtres communs** sont représentés par des ronds au niveau des nœuds sur le cladogramme ci-contre. On remarque que deux organismes peuvent partager plusieurs ancêtres communs successifs.

À chaque nœud, un caractère développé chez l'ancêtre et transmis à tous ses descendants est renseigné. Ces caractères - que l'on nomme **synapomorphies** - permettent de définir des **groupes dits monophylétiques** (constitués d'un ancêtre commun et de tous ses descendants).

Par exemple : la présence d'ailes membraneuses est un caractère permettant de définir le groupe des Insectes. Ce caractère a été transmis par un ancêtre commun à la punaise, au carabe violet et à la fourmi (les reines et les mâles sont ailés) qui appartiennent donc tous au groupe des Insectes.

La métamorphose complète est un caractère permettant de définir le groupe des Holométaboles. Il a été transmis par un ancêtre commun au carabe violet et à la fourmi qui appartiennent donc tous deux à ce groupe. Le carabe violet et la fourmi sont donc à la fois des insectes et des holométaboles. La punaise est un insecte mais pas un holométabole.

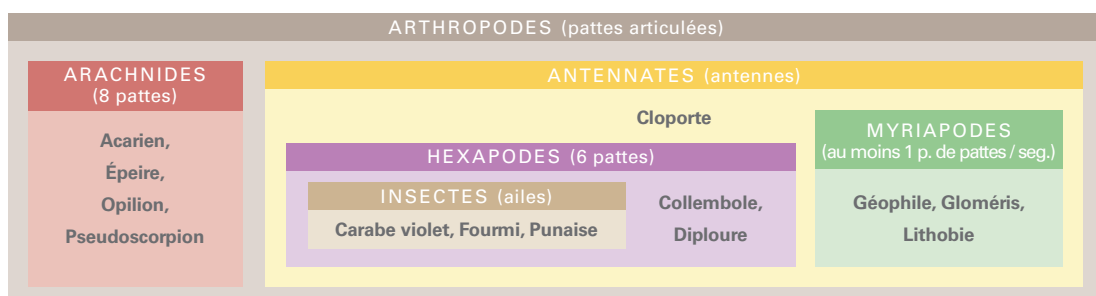
Organiser une activité de classification avec les élèves (optionnel)

La classification et les relations de parenté entre les animaux du sol ne constituent pas le cœur de la progression pédagogique de cette mallette. Il est toutefois possible de mener une activité de classification à la suite (ou en parallèle) de cette séance.

Au niveau cycle 3, il est conseillé de faire travailler les élèves avec la méthode des **groupes emboîtés**. On pourra donner pour consignes aux élèves de créer des boîtes désignées par un caractère visible. Ils doivent regrouper dans cette boîte tous les animaux de l'étude qui possèdent ce caractère. Comme certains organismes possèdent plus d'un caractère, les groupes formés devront être emboîtés.

Pour simplifier l'activité, il est plus aisé de ne travailler qu'avec quelques caractères - facilement observables - qui pourront être communiqués aux élèves. Un exemple est donné ci-dessous :

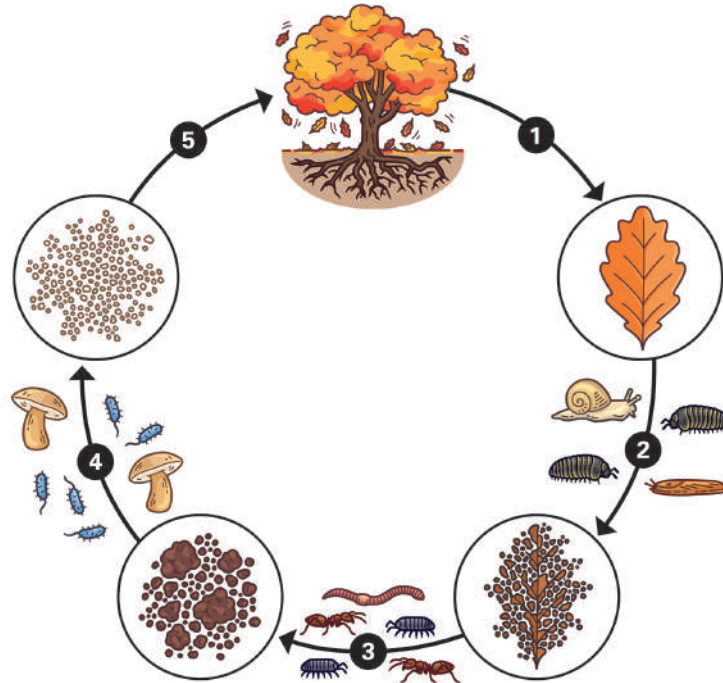
- 1 **Pattes articulées** : groupe des **ARTHROPODES**
- 2 **Pattes au nombre de 8** (ou chélicères mais plus difficiles à observer) : groupe des **ARACHNIDES**
- 3 **Antennes** (ou mandibules mais plus difficiles à observer) : groupe des **ANTENNATES**
- 4 **Au moins 1 paire de pattes par segment** : groupe des **MYRIAPODES** (ou « mille-pattes »)
- 5 **Pattes au nombre de 6** (3 paires) : groupe des **HEXAPODES**
- 6 **Ailes membraneuses** : groupe des **INSECTES** (attention au piège de la fourmi - les ouvrières sont dépourvues d'ailes mais les reines et les mâles en possèdent bien)



3 Observer la faune du sol

Le rôle de la faune dans l'enrichissement du sol

Les animaux du sol jouent un rôle primordial dans la décomposition des débris végétaux (et animaux). Ils sont impliqués dans plusieurs étapes de décomposition successives qui sont toutes nécessaires à la préservation de l'équilibre écologique du sol.



1 Formation de la litière

À l'automne, les arbres perdent leurs feuilles qui se déposent au sol en formant la **litière**. Les branches mortes et les fruits participent également - mais plus faiblement - à la formation de cette litière.

2 1^{er} niveau de décomposeurs

Les végétaux de la litière (et plus particulièrement les feuilles) sont d'abord découpés en morceaux de petite taille par les premiers décomposeurs qui s'en nourrissent.

Exemples : la limace, l'escargot, le gloméris...

3 2^e niveau de décomposeurs

Ces morceaux sont ensuite broyés et mélangés par les seconds décomposeurs, qui n'auraient pas pu les consommer si les feuilles étaient restées entières (le rôle des premiers décomposeurs est donc très important pour eux). Les débris obtenus sont encore plus petits qu'à l'étape 2 et sont de couleur très foncée : on parle d'**humus**.

Exemples : le lombric, le cloporte, la fourmi...

4 3^e niveau de décomposeurs

L'humus est ensuite consommé par un troisième groupe de décomposeurs et transformé en sels minéraux assimilables par les racines des végétaux.


Exemples : les champignons, les bactéries...

5 Assimilation par les végétaux

Les sels minéraux produits par les décompositions successives sont assimilés par les végétaux qui les utilisent pour croître et développer de nouvelles feuilles.

Cartes d'identité des animaux du sol

ESCARGOT




Taille (corps)
> 10 mm

Alimentation : végétaux, débris

On reconnaît facilement l'escargot à son corps mou et à la coquille spiralée qu'il porte sur le dos.

LOMBRIC




Taille (corps)
> 10 mm

Alimentation : débris

On l'appelle aussi « ver de terre ». Son corps est composé de nombreux segments en forme d'anneaux.

OPILION




Taille (corps)
de 0,1 à 10 mm

Alimentation : animaux

On l'appelle aussi « faucheux ». Il est reconnaissable à ses 8 longues pattes très fines.

ACARIEN




Taille (corps)
< 5 mm

Alimentation : animaux, végétaux, débris

Les acariens possèdent 8 pattes.

PSEUDOSCORPION




Taille (corps)
> 10 mm

Alimentation : animaux

Ils possèdent une paire de « pinces » et ressemblent à des petits scorpions, mais ils n'ont pas de queue terminée par un aiguillon.

ÉPEIRE



Taille (corps)
de 5 à 10 mm

Alimentation : animaux

L'épeire est une araignée. Elle possède 8 pattes et tisse une toile pour y piéger ses proies.

GLOMÉRIS




Taille (corps)
de 5 à 10 mm

Alimentation : végétaux, débris

Ils aiment les lieux humides et sont capables de se rouler en boule.

LITHOBIE




Taille (corps)
> 10 mm

Alimentation : animaux

Elles possèdent 16 paires de pattes. La première paire est transformée en crochets à venin.

GÉOPHILE



Taille (corps)
> 10 mm

Alimentation : animaux

Il s'agit d'un mille-pattes. La première paire de pattes est transformée en crochets à venin.

CLOPORTE




Taille (corps)
de 0,1 à >10 mm

Alimentation : végétaux, débris

Ce sont des petits crustacés qui vivent dans le sol. Ils sont capables de se rouler en boule.

COLLEBOLE




Taille (corps)
de 0,1 à >10 mm

Alimentation : débris

Ils sont très petits et participent fortement à l'équilibre écologique du sol.

DIPLOURE




Taille (corps)
de 0,1 à 5 mm

Alimentation : animaux, débris

On les trouve souvent en forêt où ils jouent un rôle essentiel dans la décomposition.

PUNAISE



Taille (corps)
de 0,1 à >10 mm

Alimentation : animaux, végétaux

Il s'agit d'un insecte muni d'un rostre qui lui permet de piquer et sucer les fluides des plantes et des animaux.

CARABE VIOLET



Taille (corps)
de 0,1 à >10 mm

Alimentation : animaux, végétaux, débris

Il s'agit d'un insecte dont les ailes supérieures sont très épaisses et protègent les ailes inférieures.

FOURMI



Taille (corps)
de 0,1 à >10 mm

Alimentation : animaux, végétaux, débris

Il s'agit d'un insecte social qui vit en colonies très bien organisées.

3 Observer la faune du sol

Reconnaître quelques animaux du sol

ÉTUDE D'UN ANIMAL DU SOL

1 Réaliser un dessin d'observation d'un animal du sol

2 Renseigner le tableau suivant

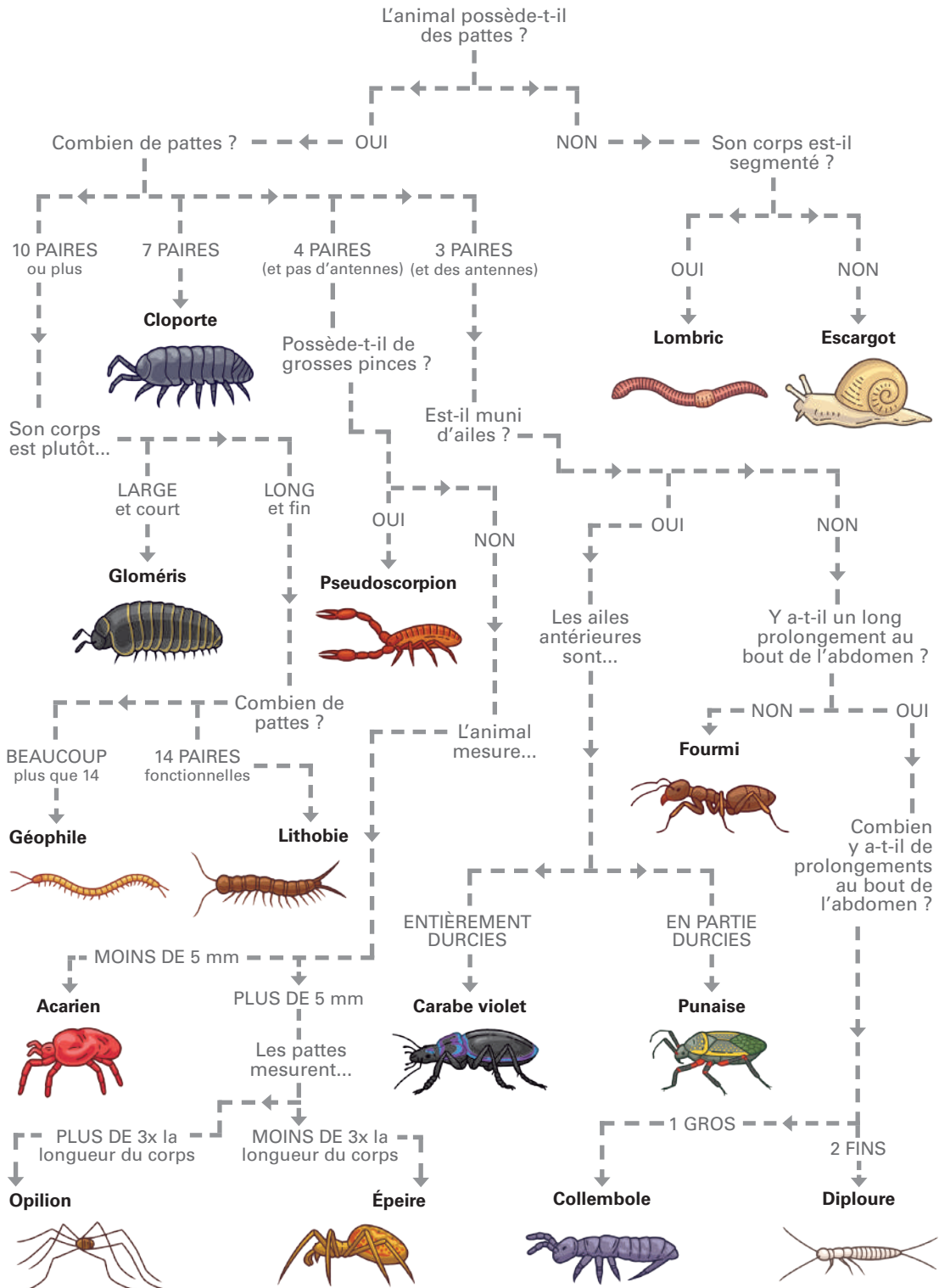
Taille approximative		Nombre de pattes		Couleur	
Comment se déplace-t-il ?	il marche	il saute	il rampe	il vole	
Autres signes particuliers ?					

3 À partir de la clé d'identification, déterminer de quel animal il s'agit et le nommer (sinon nommer l'animal le plus ressemblant) :

.....

CLÉ D'IDENTIFICATION DE QUELQUES ANIMAUX DU SOL

Cette clé permet d'identifier 15 des principaux animaux que l'on trouve dans le sol. Il se peut que l'animal observé ne soit pas dans la clé. Dans ce cas, il faut le rapprocher de l'animal qui lui ressemble le plus. À chaque question posée, observez l'animal et choisissez le bon chemin.



D'après le dossier pédagogique « Le Sol m'a dit... », FRAPNA (2009)

L'influence du sol sur la croissance des plantes



Objectifs

Comparer la croissance des plantes selon le sol dans lequel elles poussent.

Mettre en œuvre un protocole de façon rigoureuse.

Travailler en groupe.

Matériel

Pour la classe :

- **au moins 4 types de sols** ^{nf}
sable, gravier, terreau et sol de jardin (1L de chaque)

Par ilot :

- **2 étiquettes de jardinage** ⁴
- **4 paires de gants** ⁵
- **1 petite pelle** ⁶
- **4 pousses de tournesol** ^{nf}
graines mises à germer depuis 1 semaine (prévoir des pousses supplémentaires - au moins le double - en cas d'erreurs de manipulation)

- **2 petits pots vides** ^{nf}
type pots de yaourt ou pots de fleur

- **1 règle** ^{nf}

- **1 équerre graduée** ^{nf}
à défaut une seconde règle, graduée

- **FICHE Influence du sol : protocole**
1 exemplaire par élève

- **FICHE Influence du sol : résultats**
1 exemplaire par élève

^{nf} Matériel non fourni

⁰ Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

1h



Pour mener à bien la séance, certains aspects de la germination et de la croissance des plantes doivent être connus de la classe. Si ces connaissances ne sont pas clairement établies pour certains élèves, il est indispensable de les aborder préalablement à la séance en s'appuyant sur la **FICHE Prérequis nécessaires**.

Immersion

En introduction, l'enseignant rappelle les acquis de la séance 1 et questionne la classe :

Comment pourrions-nous déterminer expérimentalement si (ou démontrer expérimentalement que) la croissance des plantes dépend du sol où elles poussent ?

L'objectif est de faire émerger une réponse générale : on peut faire pousser des plantes dans des sols différents, puis comparer leur croissance. Puis on peut affiner la réflexion en demandant de décrire plus précisément comment on va réaliser l'expérimentation.

Le point important à relever est que si l'on veut pouvoir faire des comparaisons scientifiques, il faut prendre des précautions expérimentales :

- la taille des plantes est mesurée après un même temps passé dans les différents sols,
- il faut partir de plantes toutes identiques au départ (même type, même taille, même âge...),
- si les plantes n'ont pas exactement la même taille initiale, il est préférable de mesurer la taille initiale et la taille finale : c'est alors la différence des tailles qui caractérise la croissance,
- à part le sol, il faudra donner à toutes les plantes les mêmes conditions de croissance : aération, luminosité, température, arrosage...

La **FICHE** Principe général d'une expérimentation sur le vivant offre des conseils à l'enseignant sur la manière de mener ces expérimentations. Elle explique pourquoi une concertation préalable est nécessaire entre tous les élèves, avant de lancer l'expérimentation.

L'enseignant annonce :

- que des graines de tournesol ont été mises à germer depuis une semaine et qu'on dispose donc de pousses de tournesol pour réaliser l'expérimentation,
- qu'on dispose de 4 types de sols différents, et chaque groupe va tester leur croissance sur 2 sols, sur une durée de 2 semaines.

Points de passage

L'enseignant distribue à chaque élève la **FICHE** Influence du sol : protocole et la **FICHE** Influence du sol : résultats, sur laquelle les élèves devront noter les données de leur expérimentation.

L'enseignant attribue au préalable une lettre (groupe A, groupe B...) à chaque groupe et répartit les sols de sorte que chaque type de sol soit utilisé par au moins 2 groupes.

Le protocole est précis et doit être respecté par tous les groupes. Il est ainsi important de le lire, de l'analyser collectivement avant de passer à la réalisation, et de vérifier sa compréhension par les élèves en résumant les informations clés au tableau : noms des groupes (lettres), types de sols attribués, travail à réaliser...

Après avoir eu les éclaircissements nécessaires, les élèves peuvent travailler en autonomie. L'enseignant conserve un lot témoin de pousses dans le substrat de germination (coton...), pour comparaison.



Découvertes réalisées

La classe a lancé une expérimentation collective qui nécessite que tout le monde travaille selon les mêmes méthodes.

À l'issue de cette séance, chaque élève dispose de sa fiche d'expérimentation qui archive toutes les données qui seront exploitées lors de la séance suivante. ■

Autre option possible :

Le protocole expérimental de la **FICHE** Influence du sol : protocole peut faire l'objet d'un travail de conception de la part des élèves. Dans ce cas, il faudra prévoir d'y consacrer une séance (réflexion, débat, conclusion écrite) et de reporter la réalisation à la séance suivante.

GLOSSAIRE

Protocole

Témoin



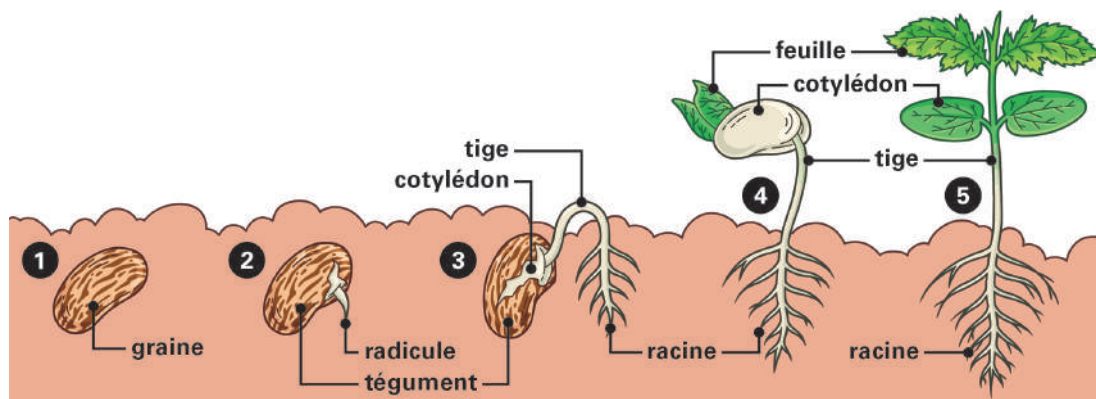
4 L'influence du sol sur la croissance des plantes

Prérequis nécessaire

Pour que les élèves puissent comprendre la portée de la séance 4, ils doivent posséder des connaissances préalables qui sont résumées ci-dessous.

LA GERMINATION DES GRAINES

- En général, la dormance de la graine est levée par une convergence de facteurs (humidité, température, luminosité...). Pour les graines de tournesol, le développement sera induit par le seul fait de les faire tremper une nuit, puis de les rincer et de les conserver ensuite en milieu humide.
- La germination d'une graine est la phase où elle commence à se développer. La plante commence à croître en puisant l'énergie et les nutriments nécessaires dans ses propres réserves. La germination ne nécessite qu'un substrat qui retient l'humidité, et aucun nutriment externe (une graine peut germer sur du coton), car la graine contient toutes les réserves qu'il lui faut pour croître.
- La germination débute lorsque la dormance est levée (1). La radicule (la racine en devenir) se développe et perce le tégument (l'enveloppe de la graine, 2). Puis, de vraies tige et racine se différencient et croissent. Les cotylédons (des proto-feuilles pleines de réserves) se développent et le tégument se déchire (3). Chez le tournesol, les cotylédons vont émerger au-dessus du sol (4) et vont avoir un rôle photosynthétique. La germination au sens large se termine par le développement des premières vraies feuilles (5). Chez les jardiniers, les étapes 3, 4 et 5 sont appelées « levée », stade où ils voient apparaître la tige et les premières feuilles.



Si les élèves font eux-mêmes les semis, attention à l'enfoncement de la graine (la laisser très proche de la surface).

DIFFÉRENCE ENTRE GERMINATION D'UNE GRAINE ET CROISSANCE D'UNE POUSSE

Au bout de quelques jours, la graine a épuisé ses réserves propres : elle atteint le stade de pousse. Pour poursuivre sa croissance, la pousse a besoin de trouver des nutriments dans son environnement.

IMPORTANCE DES CONDITIONS AMBIANTES

Une plante a besoin d'air, d'eau, de lumière et de chaleur pour croître. La quantité d'eau apportée (arrosage), la luminosité, la température influent sur la rapidité de croissance.

CONSÉQUENCES SUR L'EXPÉRIMENTATION DE LA SÉANCE N°4

Pour tester l'influence du sol sur la croissance, il importe donc de planter des pousses ayant dépassé le stade de la germination, de sorte à être certain qu'elles soient effectivement dépendantes du substrat sur lequel elles croissent. C'est ce que l'apparition des premières feuilles confirme.

GLOSSAIRE

Germination

Principe général d'une expérimentation sur le vivant

Pour qu'une expérimentation sur le vivant puisse aboutir à des résultats exploitables et reste assez simple à réaliser à l'échelle de la classe complète (d'un point de vue logistique), il est nécessaire que l'ensemble de la classe s'entende sur une même manière de procéder.

- On peut penser qu'il serait plus riche d'ouvrir l'éventail des expérimentations qui seront réalisées dans les groupes, en laissant chaque groupe procéder comme il l'entend. D'une part cela ne briderait pas les idées proposées, d'autre part cela donnerait une plus grande diversité d'expériences et donc apporterait *a priori* plus d'informations.



- Dans les faits pourtant, cette approche risque de s'avérer plutôt contre-productive. Si tous les groupes ne procèdent pas de la même manière, il est presque certain qu'à l'arrivée, les résultats ne seront pas comparables. Comment dès lors tirer une conclusion générale sur la base de résultats disparates ?
- À l'inverse, l'intérêt que tous les groupes travaillent de la même manière sera de pouvoir cumuler les résultats obtenus. Il suffira de quelques données recueillies par chaque groupe pour obtenir, à l'échelle de la classe, une quantité d'informations beaucoup plus significative.
- On met ainsi en œuvre un principe de mesurage statistique : face à un phénomène par nature difficile à reproduire (la croissance des plantes dépend de tant de paramètres qu'il est impossible de les maîtriser absolument), le fait de multiplier les mesures dans des situations similaires (donc contrôlées au mieux) permet de réduire la part d'incertitude sur le résultat final, et donc d'accroître la fiabilité de l'expérimentation.
- L'intérêt de multiplier les expérimentations est aussi qu'on peut exclure les résultats extrêmes (donc peu crédibles), ce qui permet de disposer encore d'un nombre significatif d'échantillons tout en évitant que l'analyse finale ne soit biaisée par les extrêmes.
- On prendra donc soin de mettre à l'écart les résultats expérimentaux douteux ou causés par des erreurs évidentes de réalisation.



4 L'influence du sol sur la croissance des plantes

Influence du sol : protocole

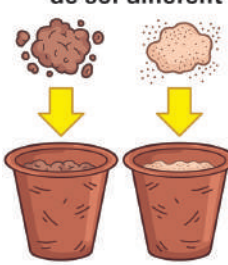
Matériel (par îlot)

- 4 pousses de toumesol
- 2 petits pots
- 1 petite pelle
- 1 règle
- 1 équerre graduée
à défaut une seconde règle, graduée
- 4 paires de gants
- 2 étiquettes de jardinage

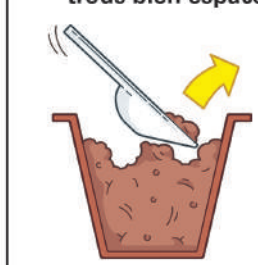
Protocole (jour 1)

Après avoir noté la lettre attribuée au groupe sur la **FICHE** Influence du sol : résultats, réaliser le protocole suivant, dans l'ordre, le même jour :


1 Remplir chaque pot avec un type de sol différent



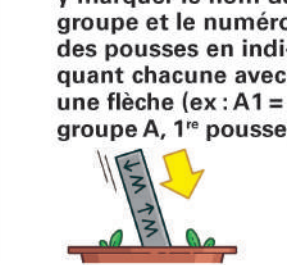
2 Dans chaque pot, creuser 2 petits trous bien espacés



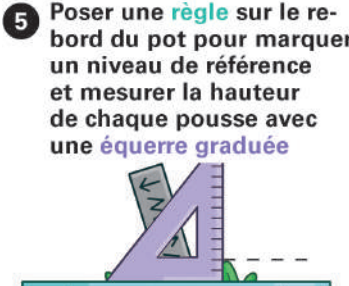
3 Planter délicatement 1 pousse bien verticale par trou puis recouvrir les racines



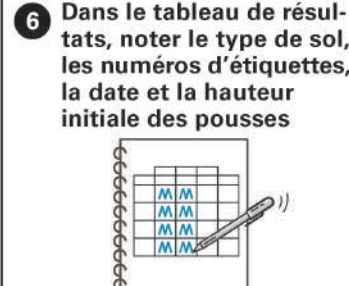
4 Planter 1 étiquette dans chaque pot et y marquer le nom du groupe et le numéro des pousses en indiquant chacune avec une flèche (ex : A1 = groupe A, 1^{re} pousse)




5 Poser une règle sur le rebord du pot pour marquer un niveau de référence et mesurer la hauteur de chaque pousse avec une équerre graduée



6 Dans le tableau de résultats, noter le type de sol, les numéros d'étiquettes, la date et la hauteur initiale des pousses



7 Arroser tous les pots avec la même quantité d'eau puis les placer dans un lieu avec des conditions d'aération, de luminosité et de température identiques



Arrosage



En toute rigueur, l'arrosage doit se faire à l'eau de pluie ou à l'eau déminéralisée :

- l'eau du robinet et l'eau minérale contiennent des minéraux,
- ne risque-t-on pas de fausser les résultats en apportant des minéraux aux pousses, autrement que par les sols ?

Si nécessaire on s'autorisera tout de même à utiliser de l'eau du robinet, en admettant que le plus important est que tous les pots reçoivent le même type d'eau. On évitera d'arroser à l'eau minérale.

Protocole (suite)

Prévoir de laisser grandir les pousses durant 2 semaines et définir la périodicité des arrosages, qui devront se faire au même moment et avec la même quantité d'eau pour tous les pots : de 1 fois par semaine par temps frais à 1 fois tous les 2 jours par temps très chaud.

Dans 2 semaines, on mesurera la hauteur atteinte par chaque pousse et on en déduira combien chacune d'elle aura grandi en 2 semaines.

Influence du sol : résultats

Nom de l'élève : **Groupe :**

L'indicateur qui permet de chiffrer la croissance des pousses de tournesol est la différence entre la hauteur finale et la hauteur initiale. Pour la calculer, remplir le tableau de mesure suivant :

		Date de mesure		
Type de sol	N° de pousse	Hauteur initiale mesurée (cm)	Hauteur finale mesurée (cm)	Différence de hauteur (cm)

Observations éventuelles :

Conclusions de la classe (partie à remplir seulement quand les résultats de tous les groupes auront été comparés) :

Après avoir étudié les données de mesure de tous les groupes, la classe constate les résultats suivants :

- dans le gravier, la croissance des pousses est en moyenne de
- dans le sable, la croissance des pousses est en moyenne de
- dans le terreau, la croissance des pousses est en moyenne de
- dans le sol de jardin, la croissance des pousses est en moyenne de
- dans, la croissance des pousses est en moyenne de

Conclusion :

Analyse des résultats et conclusion



Objectifs

- Classer les sols du plus riche au plus pauvre.
- Établir, par l'expérience, un lien entre croissance des plantes et types de sol.
- Fixer les critères de qualité d'un sol.

Déroulement pédagogique



Immersion

Deux semaines s'étant écoulées, l'enseignant rappelle la question à laquelle l'expérimentation en cours doit répondre :

La croissance des plantes dépend-elle du type de sol où elles poussent ?

Il est utile de remettre en mémoire le protocole expérimental en cours de réalisation et d'insister sur les (nouvelles) consignes suivantes :

- chaque groupe doit s'occuper des mêmes pousses et donc des mêmes pots que lors de la 1^{re} séance (c'est possible car on les a numérotés),
- les mesures de hauteur des pousses doivent être réalisées exactement de la même manière que lors de la 1^{re} séance de mesures (rappeler le protocole si nécessaire),
- la **FICHE Influence du sol : résultats** va être complétée : les élèves doivent faire attention à bien remplir les bonnes cases.

Points de passage

Les élèves procèdent aux mesures et complètent le tableau débuté lors de la séance précédente (**FICHE Influence du sol : résultats**) qui prévoit le calcul de la différence de hauteur (hauteur finale – hauteur initiale). L'enseignant insiste bien sur le fait que chaque élève réutilise et complète sa propre fiche.

Lorsque les mesures sont achevées, l'enseignant peut projeter le tableau de synthèse. Les élèves vont alors y inscrire directement leurs résultats : on constitue ainsi une synthèse de toutes les mesures réalisées en lien avec la méthode de la **FICHE Principe général d'une expérimentation sur le vivant** de la séance précédente, visible de tous donc propice à une analyse collective.

Il peut être utile de leur faire remarquer que le tableau regroupe les résultats par type de sol. Les données les plus significatives sont dans la colonne *Différence* qui caractérise la croissance des pousses.

L'enseignant conserve ensuite une photo (ou une copie) du tableau complété.

Matériel

- **plantations** réalisées à la séance 4
- **FICHE Influence du sol : protocole** de la séance précédente
- **FICHE Influence du sol : résultats** de la séance précédente
- **FICHE Conclusion du module** 1 exemplaire par élève
- **tableau de synthèse** téléchargeable depuis www.projetmerite.fr

POUR ALLER PLUS LOIN...

Si certains élèves sont familiers avec la notion de moyenne, ils peuvent calculer la moyenne des différences (activité mathématique). Cette notion de mathématiques n'est pas au programme du cycle 3, ainsi cette étape est facultative.

L'enseignant analyse le tableau avec la classe, soit par la colonne des différences soit en utilisant la colonne des moyennes. La classe décide des conclusions qu'elle va inscrire dans la deuxième partie de la fiche de résultats.

Si tout s'est bien déroulé, on devrait constater typiquement :

- un dépérissement des pousses témoin dans le coton,
- une faible croissance des pousses dans le sable et le gravier (voire un dépérissement des pousses),
- une croissance un peu plus marquée ou nettement plus importante dans le terreau et la terre de jardin (selon la température, la quantité d'eau apportée, la qualité de la terre de jardin...).

POINTS D'ATTENTION



Au-delà de ces tendances récurrentes, le « classement » obtenu en final dépend de chaque contexte expérimental. Il est donc propre à la classe.

Découvertes réalisées

L'analyse des résultats s'appuie sur les conclusions de la séance 1.

Certains sols sont plus fertiles que d'autres :

Les pousses ont mieux grandi dans le sol de jardin que dans le sable. On a démontré expérimentalement que la nature du sol influe sur la croissance des plantes. On dit que le sol de jardin est plus fertile que le sable et le sol de chantier. La fertilité d'un sol caractérise le fait que la végétation y pousse bien, cela désigne donc la qualité du sol (sa richesse).

Les caractéristiques observées d'un sol fertile :

Le sol de chantier (utilisé lors de la séance 1) était finalement assez voisin du sable, par sa constitution. Or, il ne portait pas de végétation. Ce sol non fertile ne contenait pas ou peu d'animaux, sa structure était compacte, sa couleur était claire. À l'inverse, le sol fertile (le sol de jardin) contenait des animaux, sa structure était plus aérée et sa couleur était plus foncée. Le sol de jardin est donc notre référence pour comprendre ce qu'est un sol fertile.

Les animaux ont besoin de trouver de quoi se nourrir :

Si des animaux sont présents, c'est qu'ils trouvent dans le sol de quoi se nourrir : de la matière organique à décomposer. Donc, pour attirer les animaux, il faut s'assurer qu'un sol contient assez de matière organique à dégrader.

L'enseignant distribue la **FICHE Conclusion du module**. Il s'agit maintenant de résumer par écrit les résultats obtenus dans la séance et dans l'ensemble du module, en insistant sur les enseignements essentiels à retenir (voir modèle des réponses dans la

FICHE Conclusion du module : corrigé-type). ■

POINTS D'ATTENTION

En résumé, pour qu'un sol soit fertile, il faut de la matière organique et de la faune. Ce cheminement d'idées suivi n'a pas valeur de démonstration scientifique. Sur un sujet aussi complexe, on ne peut ici que procéder par association d'idées pour amener les élèves à comprendre le lien entre les différentes caractéristiques du sol qui est un tout vivant.

Les indices qu'un sol est fertile sont que :

- la faune s'y porte bien,
- le sol est de couleur sombre et que la structure du sol est granuleuse (présence d'humus).

On vérifie la fertilité d'un sol en testant si les végétaux y poussent bien. Dans la **FICHE Les 3 critères de qualité d'un sol**, l'enseignant trouvera plus d'informations sur ce sujet.

GLOSSAIRE

Fertile

Conclusion du module : corrigé-type

Ce que nous avons appris

La fertilité d'un sol, c'est : la capacité de la végétation à croître sur ce sol (définition simplifiée).

La fertilité des sols peut être très différente d'un sol à l'autre : à l'issue des expérimentations, nous savons que le sol de chantier et le sable sont peu fertiles, et que le terreau et le sol de jardin sont plus fertiles.

La suite des conclusions est déduite des observations réalisées sur le sol de jardin, le seul sol naturel utilisé lors des tests, qui s'avère être aussi le plus fertile (ce sol est donc notre sol de référence).

Les caractéristiques d'un sol fertile sont : présence de faune, structure grumeleuse et couleur foncée.

POINT D'ATTENTION

Dans ce guide pour l'enseignant, on a pris le parti de n'aborder que des sols traités par des moyens naturels (sans intrants de synthèse). Il va de soi qu'avec les intrants de synthèse, l'agriculture intensive sait produire avec une grande efficacité sur un sol dénué de toute faune. Mais cet aspect n'entre pas dans le cadre des apprentissages visés.

La faune se nourrit de : matière organique qu'elle décompose peu à peu et qu'elle incorpore au sol, ce qui l'enrichit.

Pour obtenir un sol fertile, il faut : favoriser la présence d'animaux et donner de quoi manger à la faune, de la matière organique.

POINT D'ATTENTION

Faute de temps, on a peu traité de la couleur et de l'humus. On retient néanmoins la couleur comme un critère, car il est très facile à appliquer.

Un bon indice qu'un sol est fertile est : que les plantes y poussent bien, que sa structure est grumeleuse (présence de petits grumeaux de terre) et que sa couleur est foncée.

On vérifie la fertilité d'un sol en : y faisant pousser des végétaux.

Commentaire général

Le cheminement d'idées, suivi pour établir les conclusions ci-dessus, n'a pas valeur de démonstration scientifique. Face à un problème aussi complexe, on a procédé par association d'idées pour amener les élèves à comprendre le lien entre les différentes caractéristiques du sol. Le plus important est qu'ils prennent conscience qu'un sol est « un tout » vivant (donc fragile) et en perpétuelle évolution.



Les 3 critères de qualité d'un sol

Pour les agriculteurs, maraîchers et spécialistes des sols agricoles, la qualité d'un sol s'analyse au travers de multiples facteurs : nature du terrain, caractérisation chimique (pH, minéraux), paramètres biologiques (faune, microorganismes, champignons), etc. La problématique, complexe, nécessite un grand savoir opérationnel et des moyens d'analyse sophistiqués.

Aussi propose-t-on ici une approche très simplifiée, basée sur des indicateurs plus facilement observables ou mesurables.

1. Fertilité

C'est le critère le plus évident à observer. À la seule condition d'être un peu patient, tout le monde peut constater si les plantes croissent bien ou non. C'est très simple et tout à fait parlant... sauf que cela ne suffit pas à prouver que le sol est de bonne qualité : par exemple, il suffit d'ajouter des engrais de synthèse à n'importe quel substrat pour obtenir des plantes de bel aspect – et même sans substrat (cas de la culture par hydroponie).

La présente thématique porte sur les sols de qualité tels que la nature les génère et que certains cultivateurs essaient de recréer en respectant et en favorisant les processus naturels. Les engrais de synthèse relèvent donc d'une autre approche que celle qui est proposée ici.

Au critère précédent, insuffisant, on ajoute donc **deux autres critères**.

2. Vie animale

Il existe une importante vie animale dans le sol :

- C'est la faune (du macro- au microscopique) qui assure la dégradation de la matière organique et la transforme en humus.
- Des insectes qui déchiquettent les végétaux aux lombrics qui absorbent la matière organique et rejettent un humus de qualité supérieure, des bactéries qui accompagnent la dégradation ultime aux champignons qui alimentent, via leur mycélium, les plantes en sels minéraux provenant de l'humus, la chaîne du vivant fonctionne à plein régime dans un sol de qualité.
- L'activité animale dans le sol y crée aussi une structure légère et aérée, propice au développement racinaire des plantes.

Pour ce critère on cherchera à quantifier, non pas l'activité animale (ce qui est assez difficile), mais :

- **la présence animale** : si les animaux sont vivants c'est qu'ils ont un cadre de vie qui leur convient et, puisqu'ils y vivent, ils se nourrissent en dégradant la matière organique,
- **les effets de l'activité animale dans le sol** : existence d'humus, de galeries, d'une porosité, d'une structure particulière (voir la page suivante)...

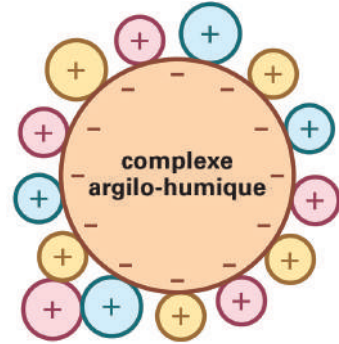
GLOSSAIRE

Engrais
Hydroponie
Mycélium

3. Structure et couleur du sol

Le sol a une structure et une couleur caractéristiques :

La terre produite par les organismes vivants de toutes tailles contient beaucoup d'humus, qui, mélangé à l'argile du sol, forme un complexe aux propriétés mécaniques étonnantes. Ce **complexe argilo-humique** possède une structure granulaire. L'argile et l'humus étant chargés négativement, le complexe argilo-humique attire et retient les minéraux chargés positivement (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ ...). Ces minéraux sont essentiels au bon développement de la plante, qui va les assimiler à l'aide de ses racines.



On retrouve ces complexes en grande quantité dans les **agrégats** du sol. Ils sont dotés d'une forte cohésion interne, qui confère au sol des propriétés exceptionnelles de porosité, d'absorption et de rétention d'eau. Cette structure s'observe assez aisément, elle traduit le résultat de l'activité animale dans le sol. La couleur est foncée. Dans ce cas, le sol est dit « structuré ».

Les agrégats créent une perméabilité qui laisse l'eau s'infiltrer, confèrent de la porosité qui permet de stocker de grandes quantités d'eau, et apportent une cohésion mécanique d'ensemble qui permet au sol de résister aux intempéries (inondations, tempêtes...).

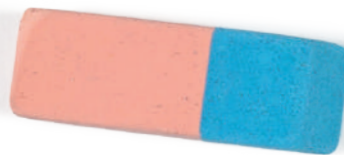
À l'inverse, un sol « non structuré » est très fragile aux perturbations externes et protège mal l'environnement des aléas climatiques (inondations, lessivage des sols, tempêtes de poussière...).

L'existence des agrégats et une couleur foncée sont étroitement corrélées à la présence d'humus, qui joue le rôle de liant mécanique. C'est pourquoi le caractère structuré et la couleur d'un sol, observable à l'œil nu et par quelques tests très simples, sont un indicateur tout à fait explicite du caractère vivant (présence de faune du sol) et de la richesse d'un sol.

En résumé

Pour apprécier la qualité d'un sol, on combine l'observation de 3 critères :

- fertilité,
- vie animale,
- structure et couleur du sol.



GLOSSAIRE

Agrégat

Climat

Complexe argilo-humique

Rétention d'eau



Conclusion du module

Ce que nous avons appris

La fertilité d'un sol, c'est :

.....
.....
.....
.....

La fertilité des sols peut être très différente d'un sol à l'autre :

.....
.....
.....
.....
.....

Les caractéristiques d'un sol fertile sont :

.....
.....
.....

La faune se nourrit de :

.....
.....
.....

Pour qu'un sol soit fertile, il faut :

.....
.....
.....
.....
.....

Un bon indice qu'un sol est fertile est :

.....
.....
.....

On vérifie la fertilité d'un sol en :

.....
.....
.....

MODULE 2

AMÉLIORER LA QUALITÉ D'UN SOL

Présentation générale

À partir des connaissances acquises au cours du premier module, les élèves sont capables de réaliser un projet de jardin. Avec pour base de départ un sol pauvre, ils vont pour cela chercher à développer un sol suffisamment fertile pour y faire grandir des plantes dans de bonnes conditions. En petits groupes, ils sont mis en situation de fabriquer un mini-jardin dans lequel ils vont contrôler expérimentalement quelques paramètres.

Une grande importance est accordée à la méthodologie avec un choix de parcelles témoins, des procédures de mesure rigoureuses, la tenue régulière d'un journal de bord jusqu'à l'analyse des résultats pour en dégager des savoirs argumentés. En fin de module, les élèves sont invités à relire leur démarche et à communiquer leur projet. La durée (2 à 4 mois) les confronte aussi au rythme de la nature et leur permet d'en apprécier les incontournables contraintes.

Pour ceux qui souhaitent aller plus loin, **une expérimentation complémentaire est proposée (pages 72-73)**, sous la forme d'un démonstrateur clés en main de mini-serre chauffée et éclairée, pour s'affranchir de quelques contraintes saisonnières (luminosité, température) ou scolaires liées aux périodes de congés par exemple. Plus spécifiquement technologique, cette mini-serre peut servir de modèle pour des expérimentations à l'échelle d'une classe entière en dernière année du cycle 3.

Apprentissages visés

Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques

Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :

- Formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple
- Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème
- Proposer des expériences simples pour tester une hypothèse
- Interpréter un résultat, en tirer une conclusion
- Formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale

6 séances

Concevoir créer réaliser

Réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin

Repérer et comprendre la communication et la gestion de l'information

S'approprier des outils et des méthodes

Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production

Faire le lien entre la mesure réalisée, les unités et l'outil utilisés

Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées

Organiser seul ou en groupe un espace de réalisation expérimentale

Effectuer des recherches bibliographiques simples et ciblées. Extraire les informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question

Utiliser les outils mathématiques adaptés

Pratiquer des langages

Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis

Exploiter un document constitué de divers supports (texte, schéma, graphique, tableau, algorithme simple)

Utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte)

Expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit

Mobiliser des outils numériques

Identifier des sources d'informations fiables

Adopter un comportement éthique et responsable

Relier des connaissances acquises en sciences et technologie à des questions de santé, de sécurité et d'environnement

Mettre en œuvre une action responsable et citoyenne, individuellement ou collectivement, en et hors milieu scolaire, et en témoigner

Se situer dans l'espace et dans le temps

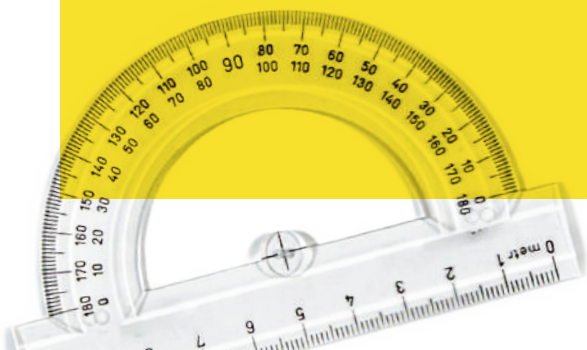
Replacer des évolutions scientifiques et technologiques dans un contexte historique, géographique, économique et culturel

Se situer dans l'environnement et maîtriser les notions d'échelle

Références

Socle commun de connaissances de compétences et de culture BO N°17 du 23 avril 2015
Programmes scolaires B0 N° 11 du 26 nov 2015 et B0 N°48 du 24 déc 2015

Attendus Fin de Cycle (AFC)	Compétences et Connaissances Associées (CCA)
<p>Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent</p> <p>Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir</p> <p>La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement</p> <p>Situer la terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre</p> <p>Identifier les enjeux liés à l'environnement</p>	<p>Relier les besoins des plantes vertes et leur place particulière dans les réseaux trophiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Besoins des plantes vertes - Devenir de la matière organique n'appartenant plus à un organisme vivant - Décomposeurs <p>(cultures, expérimentations, recherches et observations sur le terrain)</p> <p>Identifier les composantes biologiques et géologiques d'un paysage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paysages, géologie locale, interactions avec l'environnement et le peuplement <p>Décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement <p>Identifier quelques impacts humains dans un environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aménagements de l'espace par les humains et contraintes naturelles ; impacts technologiques positifs et négatifs sur l'environnement
<p>Pré-requis</p> <p>Les prérequis du module 1 sont nécessaires aussi pour le module 2. Au cours du module 1, les élèves ont acquis les notions de qualité d'un sol : fertilité du sol, sol vivant, structure du sol. Ce module est un prérequis nécessaire pour aborder le suivant.</p> <p>Le module 2 propose de s'intéresser à l'amélioration de la qualité du sol en continuant des expérimentations.</p> <p>Conseils pour la mise en œuvre</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Des préparatifs sont nécessaires bien en amont du démarrage : voir préparation du matériel vivant nécessaire aux expérimentations dans le catalogue du matériel, au début du guide (pages 22-23). ● L'expérimentation prend du temps : une phase d'attente d'au moins 6 semaines (idéalement 3 mois) est nécessaire entre les 2 périodes d'activité, pour que la qualité des sols puisse commencer à évoluer de manière visible. ● Pour une bonne réalisation de l'expérimentation, il est nécessaire de bien enregistrer les conditions et données clés : l'étiquetage et l'archivage des informations sont essentiels, constituant un aspect méthodologique caractéristique de la démarche de projet. ● Simple au niveau individuel, l'expérimentation demande pourtant de la rigueur pour une mise en œuvre à l'échelle de plusieurs groupes. On essaie d'associer les élèves à tous les choix mais il est important pour l'enseignant de savoir dans quelle direction avancer à chaque étape, afin de pouvoir canaliser les décisions et les préparatifs. <p>Il est conseillé à l'enseignant de prendre connaissance à l'avance des fiches enseignant, bien en amont des séances.</p>	



6 séances

Séances du module

SÉANCE

1

Choix de l'objectif et des méthodes



SÉANCE

2

Préparation en amont de l'expérimentation



SÉANCE

3

Début de l'expérimentation



SÉANCE

4

Observations et prises de mesures sur les mini-jardins



SÉANCE

5

Mutualisation des résultats et conclusions



SÉANCE

6

Présentation du projet et des résultats



Annexe technique

Assemblage d'une mini-serre

La mallette contient le matériel nécessaire à la mise en œuvre d'une mini-serre. Ce dispositif permet à l'enseignant de réaliser le même type d'expérimentations que les élèves, mais dans des conditions plus propices à la croissance végétale et à la vie animale que dans une classe en hiver (période d'éclairage plus longue, température stabilisée jour et nuit autour de 20°C).

Il ne s'agit pas de promouvoir l'idée de cultiver sous serre mais de faire la démonstration de l'impact des conditions climatiques sur la vie du sol.

Description du dispositif

Matériel :

- **1 grand bac (inférieur)** 2
de capacité 12L et qui viendra accueillir le sol du jardin
- **1 second grand bac (supérieur)** 2
de même taille, retourné et posé sur le bac inférieur pour constituer une enveloppe perméable à la lumière mais capable de conserver en partie la chaleur interne
- **1 jupe isolante amovible** 3
à enfiler autour du bac inférieur, comme pour les mini-jardins des élèves
- **1 plaque chauffante** 11
installée sous le bac inférieur
- **1 arceau lumineux** 12
équipé de leds rouges et bleues à fixer dans le bac supérieur
- **1 interrupteur horaire** 13
pour commander l'éclairage de l'arceau lumineux
- **1 alimentation basse tension** 14
pour brancher l'arceau lumineux au secteur
- **1 contrôleur de température** 15
pour brancher la plaque chauffante au secteur et pour assurer une température constante réglable par l'utilisateur ; constitué d'une sonde de température 15a d'un régulateur de température 15b, d'un cordon secteur 15c et de son alimentation basse tension 15d.
- **3 prises secteur**
pour le fonctionnement de l'ensemble
- **patafix** nf
pour fixer l'arceau lumineux au bac supérieur
- **sol utilisé pour le projet** nf

nf Matériel non fourni

0 Référence dans le catalogue du matériel

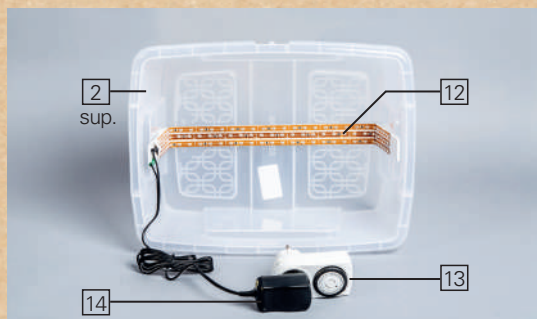


FIGURE 1 - Bac supérieur équipé de l'arceau de leds rouges et bleues, connecté au système d'allumage par intermittence.

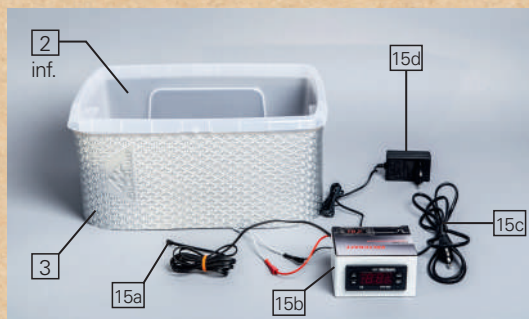


FIGURE 2 - Bac inférieur entouré de sa jupe isolante, posé sur la plaque chauffante connectée au système de régulation de température.

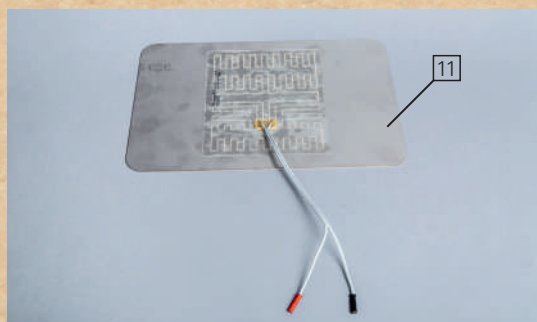


FIGURE 3 - Plaque chauffante, à placer sous le bac inférieur. Les fiches rouge et noire sont des fiches mâles.



FIGURE 4 - Aperçu du montage complet. Durant l'expérimentation, la sonde doit être placée à l'intérieur du bac, plongée dans le sol.

Réalisation de l'assemblage

Éclairage automatique

Matériel nécessaire : les 4 objets indiqués sur la **FIGURE 1**.
Prévoir l'accès à une prise secteur.

Procédure de mise en œuvre

- À l'aide d'un peu de patafix, fixer l'arceau de leds à l'intérieur du bac supérieur.
- L'alimentation secteur porte une fiche noire et une fiche verte. Connecter ces 2 fiches femelles sur les fiches mâles de même couleur de l'arceau. Brancher le bloc d'alimentation sur l'interrupteur horaire.
- **Interrupteur horaire** : tourner la roue pour régler l'heure. En appuyant sur les ergots noirs, fixer la plage d'allumage souhaitée (par exemple, de 6h à 20h pour simuler une longue journée) : ergot enfoncé = allumage, ergot relevé = extinction. Le contacteur latéral rouge doit être sur le sigle « horloge » (I = allumage permanent). Brancher l'interrupteur dans une prise 230 V.

Régulation de température

Matériel nécessaire : les objets indiqués sur les **FIGURES 2 & 3**. Noter que le régulateur de température (avec son cordon secteur), la sonde de température et l'alimentation secteur sont déjà connectés les uns aux autres. Prévoir l'accès à 2 prises secteur.

Procédure de mise en œuvre

Il est conseillé de procéder de manière chronologique :

- 1 Mettre en place la jupe sur le bac inférieur (voir démonstration sur www.projetmerite.fr).
- 2 Bien séparer les 3 connexions du boîtier régulateur : le cordon secteur, la sonde de température et son cordon, et l'ensemble constitué de l'alimentation secteur et de 2 petits connecteurs rouge et noir.
- 3 Connecter les 2 fiches mâles rouge et noire de la plaque chauffante aux 2 connecteurs femelles de même couleur attachés au régulateur de température.
- 4 Connecter le cordon secteur du régulateur à une prise 230 V : l'afficheur indique la température de la sonde (température de la pièce).

Vérification : pendant 10 à 15 secondes, souffler doucement et de très près sur la sonde pour observer que la température affichée augmente, puis redescend lentement à sa valeur initiale lorsqu'on cesse de souffler.

- 5 À l'aide de ruban adhésif, fixer la sonde de température **sous** le bac inférieur, au centre de l'un des renforcements **latéraux** (voir démonstration sur www.projetmerite.fr).
- 6 Placer la plaque chauffante sur un support non conducteur de chaleur (bois...), et positionner le bac inférieur de sorte que la plaque soit centrée en-dessous, la jupe étant au contact du support. La température de la plaque pourra atteindre 60 °C en son centre mais s'élèvera beaucoup moins en périphérie.
- 7 Régler la température de consigne : appuyer 2 fois sur SET, et régler avec les flèches \updownarrow la température de consigne sous le bac (28 à 30 °C). Appuyer ensuite 2 fois sur FCN : l'afficheur indique à nouveau la température de la sonde.
- 8 Connecter l'alimentation à une prise 230 V. Si la température de la sonde est inférieure à la température de consigne, la plaque va chauffer doucement (il s'agit d'un chauffage basse puissance). Durant les phases de chauffage, un point rouge s'allume en-haut de l'afficheur, entre les 2 chiffres de la température.

Choix de l'objectif et des méthodes



Objectifs

Identifier les méthodes qui permettent d'amender un sol.

Élaborer la démarche de projet.

Concevoir le dispositif expérimental.

Déroulement pédagogique



Pour la suite de la progression, on suppose que les élèves disposent de la mémoire que constituent les traces écrites du module 1 ou que l'enseignant leur a présenté au préalable les conclusions des séances n°1, 4 et 5 du module 1.

Matériel

- **échantillon de sol pauvre provenant d'un terrain vague ou des abords d'un chantier** nf
1 grand seau, de quoi remplir aux $\frac{2}{3}$ les 8 petits bacs

- **traces écrites du module 1**

- **FICHE** Courrier à la classe
1 exemplaire par élève

- **FICHE** Préparation de l'expérimentation
1 exemplaire par élève

nf Matériel non fourni

Immersion

L'enseignant distribue l'énoncé d'une situation concrète, sous la forme d'un courrier adressé à la classe qui s'achève par un défi (voir **FICHE** Courrier à la classe).

Pour illustrer concrètement le défi, l'enseignant présente un échantillon de sol et décrit les caractéristiques qui permettent d'affirmer d'emblée que c'est un sol très peu fertile (peu de matière organique, absence de faune, peu ou pas d'humus, structure trop dense...).

L'enseignant annonce que la séance du jour va être consacrée à la manière dont la classe va répondre au défi : il s'agit d'imaginer une expérimentation qui sera appliquée au sol présenté et qui permettra de répondre, en fin de module, aux questions posées.

Points de passage

DISCUSSION COLLECTIVE

L'enseignant interroge la classe à travers 2 questions et note au tableau les idées proposées. Les élèves notent les idées importantes sur la **FICHE** Préparation de l'expérimentation.

La première question est la suivante :

En quoi consiste la « méthode 100 % naturelle » évoquée dans le courrier pour améliorer la fertilité d'un sol (« apporter des ressources exclusivement naturelles et laisser le sol s'améliorer par lui-même ») ?

Les élèves vont certainement s'inspirer des conclusions du module 1 :

- ajouter du compost ou du fumier au sol d'origine,
- y ajouter de la matière organique (débris végétaux pas encore décomposés) ou de la litière ou même de la cellulose (carton),
- mélanger tout cela au sol d'origine (comme font certains jardiniers) ou le déposer seulement en surface (comme cela se passe dans la nature),
- ajouter des petits animaux typiques de la faune du sol et les laisser travailler assez longtemps pour qu'ils puissent dégrader la matière organique : des lombrics, des insectes, et aussi des microorganismes dont on sait qu'ils existent dans les sols riches (bien qu'on ne les ait pas observés),
- ne réaliser que l'un des points précédents ou les appliquer tous simultanément.

L'enseignant enchaîne avec une deuxième question :

Quelle expérience peut-on réaliser pour vérifier si un sol qui aura reçu l'un ou l'autre des apports cités ci-dessus (ou bien tous) est devenu plus fertile que le sol d'origine ?

D'après ce qu'on a vu au module 1, pour vérifier si un sol est plus fertile, on peut :

- tester si la végétation y pousse mieux,
- vérifier si la faune existe et est active (vivante),
- comparer la structure et la couleur du sol à la structure et à la couleur du sol initial.

Il faudrait donc faire pousser des plantes dans les différents sols (des sols tests) et, à la fin de l'expérience, on comparera la croissance des plantes et la substance des sols.

Pour une démarche scientifiquement correcte, il faudra veiller à ce que, à part la nature des sols, toutes les plantes aient les mêmes conditions de croissance (température, luminosité, humidité).

Il sera nécessaire d'avoir un **sol témoin** : sol dans lequel on fera aussi pousser les plantes, mais sans modification de sa composition initiale.

ÉLABORATION DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'enseignant annonce que chaque groupe va créer un mini-jardin pour tester la ou les méthodes qu'il choisira. Le matériel fourni sera le suivant : en plus du matériel déjà utilisé durant le module 1 (gants, pelles, loupes, microscopes), chaque groupe disposera d'un bac (ou d'un pot de fleur) et de pousses de haricots nains prêtes à être plantées.

POINT D'ATTENTION



Il faut mettre les graines de haricots nains à germer une semaine avant la prochaine séance.

En autonomie, les élèves schématisent, sur la **FICHE** Préparation de l'expérimentation, la manière dont ils envisagent de réaliser leur expérimentation, le matériel et les actions à réaliser pour l'étape de démarrage, c'est-à-dire le lancement de l'expérimentation (voir **FICHE** Préparation des mini-jardins).

● Découvertes réalisées

Les schémas réalisés sont comparés (ce travail peut être fait par groupe ou en classe entière).

Les élèves doivent identifier les qualités et les défauts des schémas proposés, et noter, sur la **FICHE** Préparation de l'expérimentation, les informations à ne pas oublier d'ici la prochaine séance. ■



CONCEPTIONS NAÏVES

Témoin

Les élèves ne connaissent généralement pas la signification du mot « témoin » employé dans une expérimentation scientifique. Ici, le sol témoin permettra à tout le monde de se rappeler (plusieurs mois plus tard) comment était le sol d'origine.

Rôle des lombrics

On dit parfois que les lombrics « mangent » la terre : il est vrai qu'ils l'absorbent et la rejettent enrichie de leur digestion de la matière organique contenue, mais ceci n'est donc possible que si la terre contient suffisamment de nutriments à décomposer. Un sol trop pauvre ne pourra être enrichi à partir de rien : d'où l'importance qu'il y aura de veiller à la cohérence des choix d'apport qui seront faits par les élèves (voir **FICHE** Préparation des mini-jardins).

1 Choix de l'objectif et des méthodes

Préparation des mini-jardins

CORRIGÉ-TYPE DE LA FICHE PRÉPARATION DE L'EXPÉRIMENTATION**1. Pour améliorer la fertilité d'un sol, on peut :**

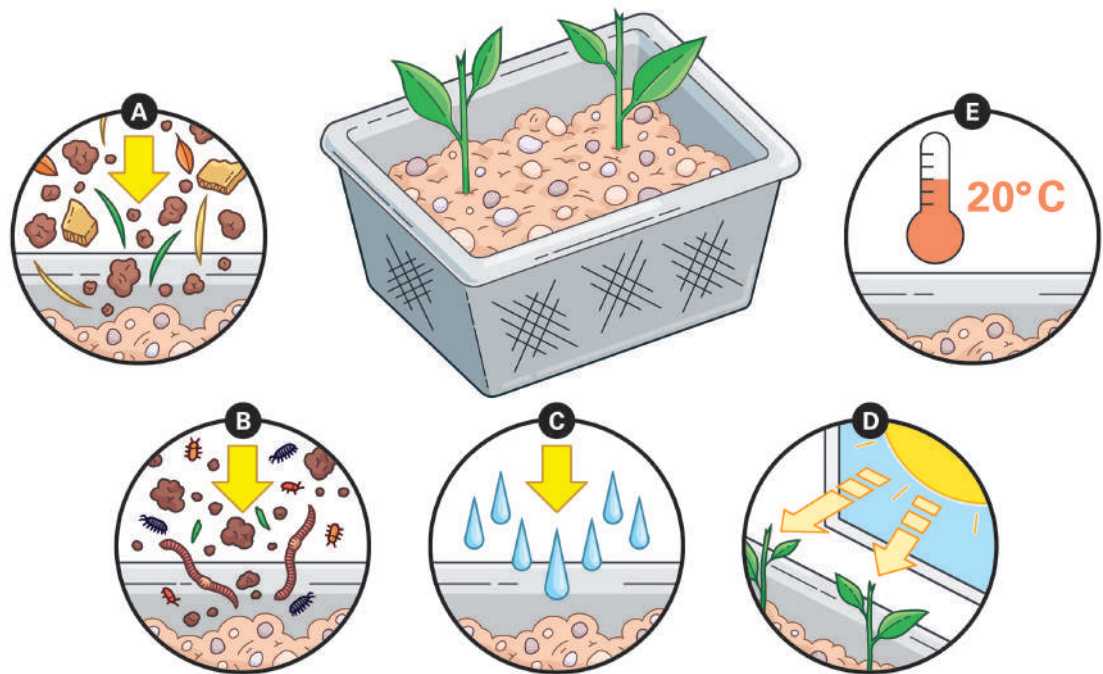
- Ajouter du compost, du fumier
- Apporter de la faune : des lombrics, des petits animaux variés, des micro-organismes
- Ajouter de l'herbe coupée, des épluchures, des fanes de légume, du thé, des restes de fruits et légumes
- Brasser la matière apportée et le sol, ou bien laisser la matière déposée à la surface
- Ajouter des bouts de carton (cellulose), du marc de café, de la paille, des brindilles, du broyat

POINT D'ATTENTION

Il n'est pas forcément nécessaire d'effectuer toutes ces actions : le plus simple sera d'en choisir certaines...

2. Quelle expérimentation peut-on réaliser pour vérifier si les sols tests sont plus fertiles que le sol témoin ? Donner des mots-clés.

- Sol témoin et sols tests, même base de départ puis, après un temps, les comparer
- Avant/après : comparer la structure et la couleur des sols
- Un sol test pour chaque groupe
- Avant/après : voir si la vie animale s'est maintenue et/ou développée
- Un sol témoin pour la classe
- À part ce qui est apporté aux sols, maintenir toutes les autres conditions égales (température, humidité, luminosité)
- Faire pousser des plantes identiques
- Après : comparer la croissance des plantes

3. Décrire, en réalisant un schéma, la manière de mettre en place l'expérience. Les informations nécessaires sont : liste du matériel, actions à réaliser, environnement et conditions ambiantes.

Le fond des bacs est percé pour éviter toute accumulation excessive d'eau.

Liste des actions représentées sur le schéma

- **A/** Apporter de la matière organique (du compost, du fumier, des bouts de carton, de la paille, des feuilles mortes, de l'herbe coupée...)
- **B/** Apporter de la faune (lombrics, micro-organismes...)
- **C/** Apporter de l'eau par arrosage
- **D/** Apporter de la lumière
- **E/** Placer le bac dans des conditions de température raisonnables (20°C par exemple)

COMPLÉMENT SUR LA MÉTHODOLOGIE DE L'EXPÉRIENCE

On a représenté ci-avant l'éventail des solutions possibles. Il est possible de n'en choisir qu'une partie ou même une seule de ces solutions.

Dans ce dernier cas :

- il faut s'attendre à ce que l'efficacité de l'amélioration du sol qui en résultera soit moindre,
- il sera nécessaire à l'enseignant de **s'assurer de la cohérence des choix** faits par les groupes.

EXEMPLES D'INCOHÉRENCE POSSIBLE

Si l'on n'envisage pas d'apporter des lombrics, il faut d'emblée brasser la matière organique apportée avec le sol d'origine, sinon, l'apport de matière organique sera inutile (voir **FICHE Transformer les sol avec des lombrics**).

Apporter de la faune en l'absence de toute matière organique dans un sol très pauvre n'aurait pas de sens, puisque les animaux ne trouveraient pas de matière à dégrader.



1 Choix de l'objectif et des méthodes

Transformer le sol avec des lombrics

La diversité de la faune du sol

Par souci de simplicité, la **FICHE** Cartes d'identité des animaux du sol, la **FICHE** Reconnaître quelques animaux du sol et la **FICHE** Classification de quelques animaux du sol (module 1, séance 3) ne présentent que quelques animaux emblématiques du sol. La réalité de la faune du sol est bien entendu beaucoup plus complexe.

Il existe des animaux qui vivent tout le temps dans le sol, d'autres qui n'y viennent que pour pondre, se métamorphoser ou s'enfouir durant l'hiver.

Champignons, bactéries et animaux microscopiques ne sont pas visibles à l'œil nu. Ils jouent un rôle majeur dans la décomposition finale de la matière organique. Les nématodes, par exemple, jouent un rôle important mais sont trop petits pour être vus à l'œil nu.

Parmi les animaux visibles à l'œil nu, on peut citer les collemboles, les carabes, les diploures, certains acariens, les cloportes ainsi que les gastéropodes (escargots et limaces), qui contribuent tous à leur manière à la décomposition de la litière.



Collembole



Carabe



Acarien



Cloporte



Escargot

Les pseudoscorpions, les araignées et les myriapodes (mille-pattes) sont plutôt des prédateurs envers les autres animaux mais certains se nourrissent aussi de matière végétale.



Pseudoscorpion



Épeire (araignée)



Lithobie (myriapode)

Les vers de terre de toutes tailles ingèrent le sol, le broient et le dégradent dans leur tube digestif. Leurs excréments enrichissent le sol et servent à d'autres espèces animales. Parmi eux, les lombrics sont les plus connus. Ce sont de véritables artisans du sol, capables de le transformer tant du point de vue biochimique que mécanique.



Lombric

Pourquoi s'intéresse-t-on tout particulièrement aux lombrics ?

L'ajout de lombrics est une opération simple à réaliser :

- il suffit d'en prélever quelques-uns dans un sol de jardin ou de prairie, de préférence dès l'automne, période où ils sont encore bien actifs,
- la manipulation et même le comptage sont très faciles – on ne peut en dire autant des autres petits animaux,
- à court terme (6 semaines à 3 mois suffisent, pour un très petit volume de terre), cet ajout influe déjà de manière notable sur la qualité du sol.

Pour toutes ces raisons, l'introduction et la reproduction de lombrics dans des sols pauvres est très pratiquée par des agriculteurs désireux d'enrichir leurs sols sans l'utilisation d'intrants chimiques, voire sans labour : les lombrics aèrent le sol par les galeries qu'ils creusent. Ces agriculteurs apportent de la matière organique sur leurs champs, et laissent les lombrics travailler pour dégrader et incorporer cette matière au sol.

Les lombrics, artisans et ingénieurs du sol



Chaque nuit, les lombrics rejettent à la surface du sol un mélange organo-minéral riche en micro-organismes, le lombrimix, qui s'érige en petites tours : les turricules.

Les lombrics emportent dans le sol la matière organique déposée en surface. Dans leurs allers-retours, ils creusent des galeries verticales qui permettront aux autres animaux de se déplacer, aux racines des plantes de croître librement et à l'eau de pluie de s'infiltrer. L'eau ainsi fixée dans le sol ne ruisselle pas en surface (pas d'inondation).

L'humus résultant de l'action des lombrics et des micro-organismes constitue des petits « agrégats » (des grumeaux) qui donnent à un sol fertile son aspect légèrement granuleux et son caractère poreux.

Les lombrics travaillent efficacement à des températures comprises entre 15 et 25 °C.

L'hiver, ils se mettent en dormance dans la profondeur du sous-sol, pour échapper au froid.

« Il est merveilleux de penser que sur une telle étendue toute la masse de l'humus superficiel est passée et repassera encore, toutes les quelques années, au travers du corps de vers de terre. La charrue est une des plus anciennes et des plus utiles inventions de l'homme ; mais bien avant qu'elle existe, la terre était en fait régulièrement labourée et continue toujours de l'être par les vers de terre. On peut douter que beaucoup d'autres animaux aient joué un rôle aussi important dans l'histoire du monde que ces créatures rudimentairement organisées. »

La Formation de la terre végétale par l'action des vers de terre - Charles Darwin (1881)

POUR ALLER PLUS LOIN...

L'enseignant pourra trouver des informations complémentaires sur le sujet en consultant les liens mis à disposition sur www.projetmerite.fr :

- En quête des invisibles du sol
- La face cachée du sol
- Vers de terre, architectes de terres fertiles
- Nombreuses ressources pédagogiques sur les sols, à tous les niveaux d'apprentissage (Association française de l'étude des sols)
- Vidéo – Un agriculteur explique l'intérêt des vers de terre



1 Choix de l'objectif et des méthodes

Courrier à la classe

Lettre à la classe de

École

....., le

Bonjour chers élèves de la classe de

Nous habitons dans la commune de Nous y possédons un terrain sur lequel ne poussent que quelques herbes jusqu'à présent, et nous souhaiterions le mettre en culture pour créer un grand jardin potager.



Nous avons demandé à un ami agriculteur de passer étudier la qualité du sol. Sa conclusion est qu'il faudra absolument enrichir le sol car, en l'état, celui-ci est très pauvre.

Après nous être un peu renseignés sur la manière de procéder, nous pensons qu'il existe de nombreuses méthodes possibles pour amender un sol (c'est à dire améliorer la qualité), et nous en avons retenu deux très différentes :

- retourner le sol avec un motoculteur et y apporter des engrais de synthèse,
- ou bien
- y apporter des ressources exclusivement naturelles et laisser le sol s'améliorer par lui-même.

La 1^{re} méthode semble assez rapide à mettre en œuvre mais, pour respecter l'environnement, nous aimerions plutôt utiliser la seconde méthode 100 % naturelle. Cependant nous nous demandons si cette méthode peut donner des résultats en quelques mois : nous ne voudrions pas attendre des années !

Nous venons donc vous demander si, dans le cadre de vos cours de sciences, vous pourriez tester cette méthode « naturelle », vérifier si elle fonctionne bien et nous tenir informés ensuite des résultats que vous aurez obtenus.

Dans l'attente de recevoir de vos nouvelles, nous vous souhaitons une bonne année scolaire et vous disons à bientôt.

M. et Mme Dupont



Préparation en amont de l'expérimentation

Objectifs

S'approprier un protocole d'expérience commun pour la classe et la méthodologie de réalisation du projet.

Définir les méthodes de travail : journal de bord, évaluation de la qualité initiale des sols.

Déroulement pédagogique



Immersion

L'enseignant rappelle la problématique posée par le courrier de M. et Mme Dupont, ainsi que les résultats obtenus lors de la séance précédente : on sait à présent comment il est possible d'amender un sol, et les élèves ont dessiné leur projet de mini-jardin (ressortir la **FICHE** Préparation de l'expérimentation).

POINT D'ATTENTION

Bien que les schémas dessinés puissent différer, il est vraisemblable qu'ils proposent sensiblement le même principe d'expérimentation. Il devrait donc être aisé, à partir de ces schémas, de converger dans chaque groupe vers un projet unique de réalisation d'un mini-jardin.

L'enseignant demande à la classe de rappeler le principe du projet puis - en résumé de cette courte discussion - projette au tableau le texte de la **FICHE** Rappels des données de base (pour qu'il puisse être repris à tout moment par les élèves, ce texte figure en tête du protocole d'expérimentation).

L'enseignant présente l'organisation temporelle du projet (voir le schéma en bas de la **FICHE** Rappels des données de base) et fait observer qu'on est actuellement dans la première partie (flèche rouge).

POINT D'ATTENTION

Les élèves doivent bien comprendre que les phénomènes qui permettront d'enrichir le sol vont prendre du temps. L'effet des ajouts réalisés au départ ne pourra pas être observé immédiatement, il faudra laisser le temps aux transformations de se produire.

Enfin, l'enseignant résume l'objectif de la séance :

- 1) se mettre tous d'accord sur la manière de lancer l'expérimentation,
- 2) réfléchir dès maintenant sur la manière dont la qualité initiale des sols est évaluée.

Pour rappel, la **FICHE** Principe général d'une expérimentation sur le vivant (module 1, séance 4) résume l'importance d'adopter un protocole commun pour pouvoir comparer les résultats. Ces notions devront être bien comprises par les élèves.

Matériel

- **diaporama « Introduction à la séance 2 »**
disponible sur www.projetmerite.fr
- **FICHE** Préparation de l'expérimentation
remplie à la séance précédente
- **FICHE** Protocole d'expérimentation
1 exemplaire par élève
- **FICHE** Journal de bord du projet
1 exemplaire par élève

GLOSSAIRE

Amender

Points de passage

1^{RE} PARTIE – UN PROTOCOLE D'EXPÉRIENCE COMMUN

L'enseignant distribue la **FICHE Protocole d'expérimentation** et procède à une explication collective du texte. Lors de la prochaine séance, ce protocole sera mis en œuvre, il constitue donc la feuille de route des élèves. La classe peut le compléter avec ses propres décisions, en particulier ce que chaque groupe va ajouter à son sol test.

L'enseignant peut également choisir d'établir le protocole au tableau, en notant d'abord toutes les idées des élèves « en vrac », puis en réorganisant les actions par ordre chronologique.

Le protocole donne la liste du matériel nécessaire. Les élèves doivent s'organiser pour apporter ce qui ne sera pas mis à disposition par l'enseignant. Il s'agit essentiellement de tout ce qui sera ajouté au sol pour l'améliorer.

POINT D'ATTENTION

Si ces expériences sont menées au cours de la période hivernale, les élèves ne pourront pas fournir eux-mêmes la faune du sol. Dans ce cas, l'enseignant devra s'organiser en conséquence en prélevant à l'avance, dans la nature, les échantillons de sol vivant et les lombrics (pour plus d'informations, consulter le catalogue du matériel en début de guide).

2^E PARTIE – MÉTHODES DE TRAVAIL SCIENTIFIQUES POUR ASSURER LE SUCCÈS DU PROJET

L'enseignant distribue la **FICHE Journal de bord du projet**. Une fois l'expérimentation lancée, chaque élève devra y noter toutes les informations (actions réalisées, mesures effectuées, constats et observations...).

L'enseignant présente ensuite la problématique suivante à la classe :

Comment saura-t-on, à la fin, si les sols tests sont réellement améliorés ?

Pour y répondre, on utilisera les 3 critères de qualité d'un sol déterminés dans le module 1 :

- la fertilité (jugée d'après la taille des plants de haricots),
- la quantité et la qualité de la vie animale,
- la structure et la couleur.

Pour pouvoir comparer ces critères d'évaluation entre la fin et le début de l'expérimentation, il sera nécessaire de les appliquer dès la prochaine séance, sur le sol qui servira de point de départ, et d'archiver ces informations dans le journal de bord.

POINT D'ATTENTION

Le journal de bord est l'outil de base des chercheurs qui savent que tout ce qui n'est pas soigneusement noté risque d'être oublié à proche ou moyen terme.

Découvertes réalisées

Un même protocole sera appliqué, avec des variantes spécifiques à chaque groupe.

L'enseignant rappelle le matériel ou les matériaux que chaque groupe doit éventuellement apporter la prochaine fois, pour réaliser les mini-jardins et démarrer l'expérimentation.

Chaque élève devra tenir à jour son journal de bord qui permettra de rassembler toutes les informations sur la mise en place et le déroulement de l'expérimentation. ■

GLOSSAIRE

Plant

Rappels des données de base

Cette fiche enseignant est également disponible sous forme de diapositives (disponible depuis www.projetmerite.fr) facilitant ainsi sa projection en classe.

Ce qu'on sait déjà sur le projet

Principe du projet

1. Faire pousser des plantes dans un échantillon de sol pauvre (le sol témoin)
2. Faire pousser des plantes identiques dans d'autres échantillons du même sol mais auxquels on a ajouté de quoi les enrichir (les sols tests)
3. Après un temps de croissance, comparer les résultats obtenus

Organisation de la classe

4. Chaque groupe va créer et entretenir son propre mini-jardin
5. Dans la classe on va créer aussi 1 ou 2 mini-jardins avec du sol témoin sans ajout supplémentaire

Réalisation concrète de l'expérimentation

6. Mettre les plantes en terre au même moment dans les différents mini-jardins
7. Donner à tous les mini-jardins les mêmes conditions de croissance pour les plantes (chaleur, lumière, eau)

Organisation temporelle du projet



2 Préparation en amont de l'expérimentation

Protocole d'expérimentation

Ce qu'on sait déjà sur le projet

Principe du projet

1. Faire pousser des plantes dans un échantillon de sol pauvre (le sol témoin)
2. Faire pousser des plantes identiques dans d'autres échantillons du même sol mais auxquels on a ajouté de quoi les enrichir (les sols tests)
3. Après un temps de croissance, comparer les résultats obtenus

Organisation de la classe

4. Chaque groupe va créer et entretenir son propre mini-jardin
5. Dans la classe on va créer aussi 1 ou 2 mini-jardins avec du sol témoin sans ajout supplémentaire

Réalisation concrète de l'expérimentation

6. Mettre les plantes en terre au même moment dans les différents mini-jardins
7. Donner à tous les mini-jardins les mêmes conditions de croissance pour les plantes (chaleur, lumière, eau)

Matériel

Pour un groupe :

- 1 bac translucide à fond percé
- 1 sol naturel pauvre
- 1 arrosoir
- 4 pousses de haricots nains âgées d'une semaine
- 1 jupe opaque* masquant les parois
- des gants
- 1 loupe
- 1 étiquette de jardinage
- 1 pelle
- 1 microscope de poche

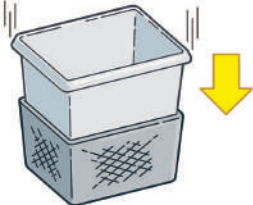
Pour les sols témoins :

- 1 ou 2 bacs isolés supplémentaires


* La faune du sol sera gênée par la lumière si les parois latérales ne sont pas opaques. La jupe opaque amovible permet d'observer ponctuellement l'impact de la faune du sol.

Protocole


1 Enfiler le bac dans la jupe opaque



2 Remplir le bac aux 2/3 de sol pauvre




3 Planter 2 pousses de haricots espacées d'au moins 20 cm : les déposer dans de petits trous, ne pas blesser les racelles



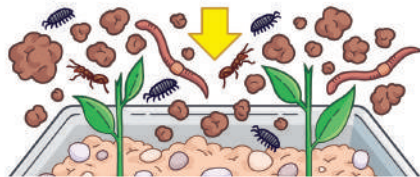
!

Si on a choisi de brasser manuellement les matières organiques avec le sol pauvre, il faut le faire avant de planter les pousses

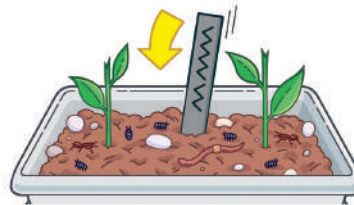
4 Prendre en photo tout ce qu'on va apporter dans le bac pour enrichir le sol, et noter la liste dans le journal de bord (tableau Préparation du mini-jardin)



5 Déposer à la surface la matière organique et les animaux. Une épaisseur de plusieurs cm est possible, tant que les pousses restent dégagées



6 Planter une étiquette portant le nom ou le numéro du groupe



7 Prendre des photos du mini-jardin sous plusieurs angles, y compris à travers les parois pour visualiser l'empilement des couches



Les photos doivent toujours porter le numéro du groupe : déplacer l'étiquette de sorte à ce qu'elle soit toujours visible sur la photo

8 Arroser copieusement autour des pousses, mais sans noyer le fond du bac



Rangement des bacs

- **Éclairément** : ranger les mini-jardins dans un lieu où ils bénéficient d'un bon éclairément dans la journée. Veiller à ce que tous les mini-jardins reçoivent la même quantité de lumière (près d'une fenêtre, l'éclairément peut varier d'un facteur 1 à 100 selon qu'un mini-jardin se trouve au soleil ou l'ombre).
- **Température ambiante** : choisir un lieu modérément chauffé (pas en plein soleil, même temporairement), une température moyenne de 20°C conviendra (la faune du sol ralentira ses activités durant les vacances, lorsque l'école est moins chauffée).
- **Désherbage** : afin de donner les meilleures conditions de croissance aux plants de haricots, il sera préférable d'ôter toutes les autres herbes qui chercheront à croître (les adventices), pour éviter leur concurrence.
- **Arrosage** : comme tout bon jardinier, on arrose avant que le sol soit sec, mais sans noyer le fond du bac. À l'orée des vacances on se demande si le sol restera assez humide jusqu'à la rentrée.

Précautions particulières

La quantité d'eau à donner doit être identique pour tous les mini-jardins.

L'arrosage doit être uniforme sur toute la surface du mini-jardin (ne pas verser l'eau seulement sur le pied de haricot).

Prochaine séance - ce qu'il faudra apporter de la maison, pour la mise en place de l'expérimentation :

.....

.....

.....

.....

.....

GLOSSAIRE

Adventice

Journal de bord du projet

Date :

Groupe :

Évaluation de l'état initial du sol : décrire l'état du sol pauvre avant d'y apporter de la matière ou de la faune

Présence de litière ?	
Présence probable d'humus ?	
Présence de cailloux, de sable ?	
Présence d'animaux ?	
Couleur	
Structure	
Structure en couches ?	

Début de l'expérimentation



Objectifs

Mettre en place les mini-jardins.

Réaliser toutes les actions prévues pour que le projet démarre sur de bonnes bases : évaluer le sol d'origine, appliquer le protocole expérimental, archiver toutes les informations dans le journal de bord.

Matériel

Par îlot :

- **1 petit bac translucide** [1]
à fond percé
- **1 petite jupe opaque** [3]
masquant les parois
- **1 étiquette de jardinage** [4]
- **des gants** [5]
1 paire par élève
- **1 petite pelle** [6]
- **1 loupe** [7]
- **1 microscope de poche** [8]
- **1 sol naturel pauvre** [nf]
environ 4L
- **4 pousses de haricot nain** [nf]
âgées d'une semaine

- **appareil photo, smartphone** [nf]
pour garder des traces de l'expérimentation

Pour le(s) mini-jardin(s) témoin(s) :

- **1 petit bac translucide** [1]
par jardin témoin
- **1 petite jupe opaque** [3]
par jardin témoin
- **1 étiquette de jardinage** [4]
par jardin témoin
- **1 sol naturel pauvre** [nf]
environ 4L
- **2 pousses de haricot nain** [nf]
âgées d'une semaine

[nf] Matériel non fourni

[0] Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

1h

Immersion

Au fil des deux premières séances du projet, la classe s'est constituée une banque de ressources documentaires très complète sur la réalisation du projet (**FICHE** Courrier à la classe , **FICHE** Préparation de l'expérimentation , **FICHE** Protocole d'expérimentation et **FICHE** Journal de bord du projet). L'enseignant s'appuie sur ces documents pour aider les élèves à se remémorer toutes les actions à réaliser et les précautions à prendre. Munis de ces ressources, les élèves vont pouvoir travailler en autonomie durant la séance.

Points de passage

L'enseignant peut noter au tableau les 4 grandes étapes à réaliser, dans l'ordre.

ÉTAPE 1

Les élèves évaluent la qualité du sol d'origine.

ÉTAPE 2

Les élèves mettent en place leur mini-jardin conformément au protocole prévu.

POINT D'ATTENTION

Il serait judicieux de n'apporter, dans au moins un mini-jardin, que de la matière organique mais pas de faune du sol.

ÉTAPE 3

Les élèves notent les informations dans le journal de bord et prennent des photos des mini-jardins. La classe définit à l'avance l'angle des prises de vue, afin de faciliter les comparaisons.

POINT D'ATTENTION

Les photos prises par les faces latérales (une fois la jupe retirée) devraient utilement montrer - lorsque c'est possible - l'empilement de couches bien distinctes : sol pauvre puis matière organique apportée.

ÉTAPE 4

À la fin de la séance, les bacs sont rangés conformément au protocole et les groupes organisent leur entretien : qui fait quoi, quand ?

Les mini-jardins témoins sont pris en charge par des élèves. On peut aussi démarrer un journal de bord pour eux, mais l'essentiel est de conserver des photos de leur état initial.

S'il le souhaite, l'enseignant prépare la mini-serre selon le même protocole expérimental (voir annexe technique pages 72-73).

● Découvertes réalisées

À partir de maintenant, il appartient à chaque élève de tenir à jour son journal de bord.

Il serait intéressant de programmer 2 ou 3 points d'étape durant la phase de croissance :

- observations,
- photographies de la croissance des plants de haricots et à travers les parois (évolution de la structure du sous-sol ?).

Les activités du projet (séances 4 à 6) reprendront lorsque les plants auront bien grandi. L'enseignant fixe une échéance : 6 semaines à 3 mois plus tard. ■



Observations et prises de mesures sur les mini-jardins



Objectifs

Observer et mesurer tous les paramètres prévus sur la qualité des sols.

Tirer une première conclusion au niveau de chaque groupe.

Matériel

Par îlot :

- **gants** 5
1 paire par élève
- **1 petite pelle** 6
- **mini-jardins**
réalisés à la séance précédente
- **2 récipients plats** nf
- **photos des mini-jardins**
réalisées au cours de l'expérimentation
- **FICHE Tableaux de mesure et d'observation**
1 exemplaire par élève
- **FICHE Journal de bord du projet**
remplie au fil des observations réalisées au cours du suivi

Pour la classe:

- **mini-jardins témoins**
réalisés à la séance précédente
- **tableaux de synthèse**
disponibles sur www.projetmerite.fr

Optionnel (en fonction des activités visées) :

- **loupes** 7
- **microscopes de poche** 8
- **appareils de Berlèse** nf
voir module 1, séance 2
- **1 petite bouteille en plastique** nf
par îlot + de l'eau (pour le « test à l'eau »)

nf Matériel non fourni

0 Référence dans le catalogue du matériel

Déroulement pédagogique

Immersion

La classe reprend la **FICHE** Courrier à la classe , la **FICHE** Préparation de l'expérimentation , la **FICHE** Protocole d'expérimentation et la **FICHE** Journal de bord du projet pour se remémorer le travail réalisé lors des trois premières séances du module et l'objectif visé. Les mini-jardins sont placés sur les tables de chaque îlot.

L'enseignant interroge la classe :

Que peut-on dire, globalement, de l'état actuel des mini-jardins ?

Se sont-ils bien développés, la phase de croissance des plantes s'est-elle a priori bien déroulée ?

La matière organique apportée en surface a-t-elle changé d'aspect ou de volume depuis le début ?

POINT D'ATTENTION

Si des problèmes sont survenus au cours de l'expérimentation, il est essentiel d'avoir conservé la mémoire (journaux de bord) afin de les prendre en considération dans l'analyse des résultats.

Il est également intéressant d'observer les bacs de sols tests et de sols témoins par une paroi latérale (en ôtant la jupe de protection) :

*Une différence d'aspect est-elle visible ?
Les sous-sols ont-ils changé d'aspect ?*

On peut aussi reprendre les photos réalisées au lancement de l'expérience et comparer.

L'enseignant précise l'objectif de la séance : il s'agit pour chaque groupe de recueillir toutes les données sur son mini-jardin (on ne s'occupe pas des mini-jardins des autres groupes).

À la séance suivante, les données de tous les groupes seront rassemblées pour étudier quelle conclusion on peut en tirer. Pour qu'on puisse valablement comparer les données de tous les groupes, il est nécessaire que l'ensemble de la classe continue à appliquer les mêmes méthodes (définir à l'avance l'angle des prises de vue, par exemple).

L'enseignant trouvera des informations complémentaires dans la **FICHE** Évaluer les transformations des mini-jardins .

Points de passage

La classe va évaluer les sols suivant le même principe que sur le journal de bord, mais avec plus de points de contrôle puisque les plantes ont poussé. Il est important que les élèves soient conscients que la méthode est toujours basée sur les 3 critères : fertilité / vie animale / structure et couleur du sol.

L'enseignant annonce qu'il existe encore une méthode à définir :

Comment mesurer la croissance des plants de haricots ?

L'enseignant distribue la **FICHE** Tableaux de mesure et d'observation . La classe doit choisir la ou les méthodes que tous les groupes appliqueront.

Les élèves travaillent en autonomie sur leur mini-jardin. Il est important que chaque groupe produise ses propres résultats sans se laisser influencer par les résultats des autres groupes. Même si les données sont différentes, il faut les enregistrer avec soin.

Les groupes les plus rapides pourront aussi remplir le tableau de mesure et d'observation pour le(s) sol(s) témoin(s) et la mini-serre (le cas échéant).

POINTS D'ATTENTION

La manière de mesurer les dimensions doit être précisée, pour garantir la fiabilité des mesures.

La taille minimale des feuilles ou des haricots comptés devra aussi être identique pour tous.

Découvertes réalisées

Pour clore la séance, l'enseignant demande à chaque groupe s'il a observé, pour son mini-jardin, que la qualité du sol test est meilleure que celle du sol témoin (une fois les observations réalisées, les élèves prennent ainsi connaissance des premières conclusions des autres groupes).

Lors de la séance suivante (séance 5), une synthèse plus complète des résultats de tous les groupes sera réalisée, afin de tirer les conclusions à l'échelle de la classe.

L'enseignant ramasse la **FICHE** Tableaux de mesure et d'observation de chaque groupe en vue de remplir les tableaux de synthèse (qui devront être remplis avant la séance 5 par l'enseignant). ■

4 Observations et prises de mesures sur les mini-jardins

Évaluer les transformations des mini-jardins

L'enjeu de cette évaluation est de pouvoir déterminer si la qualité des sols tests s'est factuellement améliorée durant la phase de croissance des plantes, à partir des apports de matière organique réalisés et sous l'effet des agents transformateurs de la faune.

LES TROIS CRITÈRES D'ÉVALUATION

L'évaluation se fait sur la base des 3 critères de qualité retenus : la fertilité du sol, la vie animale dans le sol, la structure et la couleur du sol.

Ce qui suit a pour objectif d'expliquer les mesures et observations décrites dans la **FICHE** Tableaux de mesure et d'observation .

1. Fertilité du sol

Les mesures de croissance réalisées sur les plants de haricots permettent de comparer la croissance dans les sols d'origine (sols témoins) et la croissance dans les sols améliorés (sols tests).

Comment évaluer la croissance des plants de haricots ?

On peut mesurer différents indicateurs :

- le nombre de feuilles,
- la taille ou la surface totale des feuilles,
- la taille ou le nombre des haricots obtenus, s'il y en a,
- la hauteur et la largeur globale du plant de haricot au-dessus du sol,
- la longueur des racines,
- la masse totale du plant (pesage).

Ce dernier indicateur semble pertinent mais il nécessite de déterrer le plant, ce qui ne peut être réalisé qu'à la toute fin du projet (pas de mesure intermédiaire possible durant la phase de croissance). En outre, il nécessite une balance plus sensible qu'une balance de cuisine. On ne l'évoque donc pas dans la **FICHE** Tableaux de mesure et d'observation .

POINT D'ATTENTION

Si l'on souhaite conserver les mini-jardins en l'état pour la valorisation future du projet, on se contente des mesures faites sur la plante en terre.

Exemples : dimensions d'ensemble, nombre de feuilles, nombre de haricots récoltés.

2. Vie animale du sol

Si l'on a choisi d'apporter de la faune supplémentaire au départ, la question est double :

La faune est-elle encore vivante dans le sol ? Observe-t-on encore des animaux ? Quels effets de l'activité de la faune peut-on observer ?

Pour répondre à cette deuxième question, on cherchera à observer :

- si la matière organique s'est dégradée, donc si elle a changé d'aspect par rapport au début,
- si la matière organique, initialement en surface, a été entraînée dans le sous-sol et mélangée au sol initial (dans ce cas, on devrait voir moins de matière organique en surface qu'au début, et la stratification initiale en couches devrait être amoindrie, voire avoir disparu complètement),
- si des galeries - qui auraient été creusées par les lombrics - sont visibles.

POINT D'ATTENTION

L'ensemble de ce processus d'observation est basé sur la comparaison visuelle du sol test avec les photos prises lors de la séance 3 et avec le(s) sol(s) témoin(s).

POLLINISATION DU HARICOT

Le haricot est autogame, c'est-à-dire que les fleurs s'auto-fécondent sans l'aide d'animaux pollinisateurs. Ainsi, il sera possible d'observer le développement de haricots même si les plants sont restés à l'intérieur tout au long de l'expérimentation.

3. Structure du sol - texture et couleur

On espère pouvoir constater une amélioration de la structure, avec une augmentation de la quantité d'humus présente. On se base comme précédemment sur l'analyse de la texture du sol (présence éventuelle d'agrégats) et sa couleur. L'observation est d'abord qualitative.

- Pour le sol d'origine, durant la séance 3, les élèves ont été amenés à remplir le tableau *Évaluation de l'état initial du sol* (**FICHE** Journal de bord du projet). Leurs indications étaient tout à fait subjectives puisqu'aucune échelle de valeurs n'était indiquée.
- Pour les observations de la séance 4, il s'agit de constater si une évolution a eu lieu ou non entre la séance 3 et la séance 4.

POINT D'ATTENTION

Pour cela, on ne peut utiliser les données trop subjectives de la séance 3. On procède **par comparaison directe** des sols tests avec le(s) sol(s) témoin(s). Seule cette comparaison a du sens.

Il est aussi possible d'aller plus loin et de faire une évaluation plus objective de la présence d'agrégats, ces petits grumeaux caractéristiques de l'humus.

MÉTHODE D'ÉVALUATION OBJECTIVE DE LA STRUCTURE DU SOL (« TEST À L'EAU »)

- 1 Prélever des agrégats (petits grumeaux) dans les sols tests et (s'il y en a) dans les sols témoins
- 2 Observer les formes et estimer les dimensions de quelques agrégats caractéristiques
- 3 Les laisser tomber doucement dans un récipient transparent contenant de l'eau
 - Si au bout de 2 minutes l'agrégat ne s'est pas défait, remuer circulairement et doucement l'eau.
 - Si les agrégats sont toujours formés, ils sont robustes et bien résistants.

On peut comparer ainsi le comportement des sols tests et des sols témoins (s'il est possible d'y trouver des agrégats de terre) et déduire des informations sur l'humus en fonction de la résistance des agrégats :



4 Observations et prises de mesures sur les mini-jardins

Tableaux de mesure et d'observation

Date :

Groupe :

Les tableaux proposent diverses options. Avant de commencer, la classe doit choisir celles qui lui conviennent. L'important est que tous les groupes procèdent de la même manière.

Réaliser les observations dans l'ordre : **les tableaux 1 et 2a** peuvent être remplis sans modifier ni abîmer le mini-jardin, alors que pour **les tableaux 2b et 3**, il faudra prélever du sol.

1 Fertilité

Croissance des plants de haricots

Action	Résultat attendu
Prendre des photos (définir à l'avance les angles des prises de vue)	Vues d'ensemble et de détail
Plant 1	
Longueur, largeur, hauteur du plant	L = l = H =
Nombre de feuilles de taille supérieure à	
Si présence de gousses : compter le nombre de gousses de taille supérieure à	
Plant 2	
Longueur, largeur, hauteur du plant	L = l = H =
Nombre de feuilles de taille supérieure à	
Si présence de gousses : compter le nombre de gousses de taille supérieure à	

2a Vie animale

Effets de la faune sur le sol

Action	Résultat attendu
Prendre des photos (à définir avec la classe)	Vues d'ensemble et gros plans
	Description et différence avant/après :
Observer la surface : comparer la matière organique présente avec celle qui avait été déposée durant la séance 3 (nature, forme, taille, couleur...)	
	Description et différence avant/après :
Observer le sous-sol par les faces latérales : comparer la structure du sous-sol avec l'empilement des couches initial	
Vérifier si de la matière organique se trouve enfouie dans le sous-sol (comparaison avec le sol témoin)	
Éventuellement : observe-t-on des galeries creusées par les lombrics (comparaison avec le sol témoin) ?	



Date :

Groupe :



À partir de maintenant, il est nécessaire d'observer plus précisément les échantillons de sols. L'objectif est de comparer le sol test à un sol témoin :

- Prélever un échantillon de sol témoin et le placer dans un récipient plat
- Prélever un échantillon de sol test et le placer dans un autre récipient

2b Vie animale

Suite

Dans le sol test :			
Voit-on des animaux ?	Oui		Non
Par comparaison avec le sol témoin, voit-on plus d'animaux vivants ?	Moins	Autant	Plus
Le nombre de lombrics correspond-il à ce qui avait été ajouté au départ ?	Moins	Autant	Plus

3 Structure du sol

Présence d'humus

Dans le sol test, par comparaison avec le sol témoin :			
Voit-on plus de débris végétaux ?	Moins	Autant	Plus
Voit-on plus de cailloux, de sable ?	Moins	Autant	Plus
La texture est-elle granuleuse (présence de grumeaux) ?	Moins	Autant	Plus
La couleur est-elle plus foncée ?	Moins	Autant	Plus
Les grumeaux sont-ils plus gros ?	Moins	Autant	Plus
Les grumeaux se tiennent-ils plus (cohésion) ?	Moins	Autant	Plus
Lors du « test à l'eau », résistent-ils mieux ?	Moins	Autant	Plus
En conclusion, observe-t-on plus d'humus ?	Moins	Autant	Plus

Conclusion du groupe

Au vu des résultats recueillis, peut-on dire que la qualité du sol test est meilleure que celle du sol témoin ? Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mutualisation des résultats et conclusions



Objectifs

- Comparer les résultats obtenus par tous les groupes.
- Conclure sur l'évolution des sols tests, comparativement aux sols témoins.
- Conclure sur les méthodes d'amélioration des sols utilisées.
- Analyser le déroulement du projet.

Matériel

- **tableaux de synthèse remplis**
modèle sur www.projetmerite.fr
- **FICHE Conclusion du projet**
1 exemplaire par élève

Déroulement pédagogique

1h

Immersion

Si nécessaire, l'enseignant peut rappeler la question initialement posée par M. et Mme Dupont et résumer la démarche entreprise par la classe pour leur apporter une réponse scientifique.

L'important est que les élèves réalisent qu'ils ont suivi une bonne méthode de travail :

- dans la conduite de l'expérimentation (elle a été organisée et planifiée),
- dans la manière de tester les résultats obtenus (tous les groupes ont appliqué les mêmes méthodes).

Le but de la séance est de comparer maintenant tous les résultats obtenus dans la classe afin de bâtir une conclusion scientifique.

Points de passage

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS PAR TOUS LES GROUPES

L'enseignant projette les 3 tableaux de synthèse, remplis avant la séance sur la base des fiches élèves ramassées lors de la séance précédente.

Les élèves sont invités à consulter leur journal de bord et à signaler les problèmes éventuels survenus au cours de l'expérimentation. Si des problèmes majeurs ont pu influencer les résultats, il faut en tenir compte en éliminant les résultats correspondants (ils sont moins significatifs).

CONCLUSION SUR L'ÉVOLUTION DES SOLS TESTS, COMPARATIVEMENT AUX SOLS TÉMOINS

En raisonnant sur les trois synthèses qui concernent chacune l'un des critères d'évaluation prévus, l'enseignant amène la classe à décider du résultat qui émerge de l'ensemble des travaux :

Depuis le lancement de l'expérimentation, les sols tests sont-ils devenus plus riches que les sols témoins ?

DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

Au cours des séances, les élèves ont suivi une véritable démarche scientifique. C'est l'occasion de leur expliquer que les ingénieurs et les chercheurs travaillent de cette manière.

POINT D'ATTENTION

Il est possible que seul(s) un ou deux critère(s) parmi les trois mène(nt) à une conclusion tranchée.

Les élèves notent les résultats dans la **FICHE Conclusion du projet** (pour se faire une idée des résultats attendus, se référer à la **FICHE Conclusion du projet (corrigé-type)**).

CONCLUSION SUR LES MÉTHODES D'AMÉLIORATION DES SOLS

L'enseignant interroge la classe :

Que peut-on dire sur les différentes méthodes utilisées ?

Y en a-t-il une qui paraît particulièrement efficace ?

Est-il préférable de les utiliser toutes simultanément ?

En se mettant à la place d'un agriculteur (champ) ou d'un jardinier (vrai jardin), comment proposeriez-vous de procéder pour améliorer le sol ?

Quelle méthode paraît la plus facile à appliquer à grande échelle ?

Il est souhaitable d'insister sur le rôle de la biodiversité dans le développement d'un sol de qualité : la présence d'une vie animale abondante et variée est le gage d'une bonne transformation des matières organiques en humus.

CONCLUSION QUANT AU DÉROULEMENT DU PROJET

L'enseignant peut demander aux élèves d'explicitier leur vécu et leurs souvenirs du projet :

- ce qui leur a plu,
- ce qu'il faudrait refaire autrement, si l'on pouvait,
- ont-ils envie de poursuivre par la création et l'entretien d'un petit jardin dans la cour ?

On peut aussi reprendre le protocole expérimental (**FICHE Protocole d'expérimentation**, module 2, séance 2) et voir *a posteriori* comment il faudrait le modifier pour que le projet se déroule mieux.

● Découvertes réalisées

À ce stade, la classe a très certainement des informations à apporter à M. et Mme Dupont. On peut les résumer pour clore la séance, mais il reste à les présenter de manière claire et argumentée.

Cela permettrait, non seulement de répondre à la question posée initialement, mais aussi de mettre en valeur le travail de la classe vis-à-vis des parents ou des autres classes.

C'est l'objectif de la prochaine (et dernière) séance. ■



Conclusion du projet (corrigé-type)

On présente ici des conclusions types qui n'ont qu'une valeur d'exemple. L'enseignant adaptera les formulations et les sujets traités en fonction de l'expérimentation menée et des résultats obtenus par la classe. La dernière conclusion (quant au déroulement du projet) est à fixer en fonction des retours de la classe.

COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS PAR TOUS LES GROUPES

• *Fertilité*

La synthèse des résultats obtenus par tous les groupes montre que la croissance des plants est plus importante dans les sols tests. La classe estime que la taille des plants obtenus est, en moyenne, supérieure dans les sols tests à la taille des plants dans les sols témoins.

• *Vie animale*

De la faune du sol a été ajoutée au début de l'expérimentation dans certains / tous les sols tests : terre de forêt, lombrics... Dans ces sols, la dégradation de la matière organique apportée au début a été plus importante que dans les sols sans faune. Dans les sols qui ont reçu un apport de lombrics, la matière organique a été mieux brassée et mélangée au sol : les couches visibles au départ dans le sous-sol ont disparu, on peut voir des galeries creusées par les lombrics.

• *Structure du sol*

Le sol d'origine était de couleur jaunâtre et ne comportait pas de grumeaux de terre. Dans les sols tests qui ont reçu un apport de matière organique et de faune, des grumeaux de terre sont apparus, le sol est de couleur plus foncée et contient des particules de matière organique. De l'humus est en cours de formation dans ces sols.

CONCLUSION SUR L'ÉVOLUTION DES SOLS TESTS

La qualité des sols tests est globalement meilleure que celle du sol d'origine : ce sol a été amélioré par les actions réalisées sur les mini-jardins.

CONCLUSION SUR LES MÉTHODES D'AMÉLIORATION DES SOLS

Les apports de matière organique et de faune ont permis de déclencher des processus de transformation qui améliorent les sols. La combinaison des deux est la formule la plus efficace : la matière organique constitue la ressource nécessaire au départ, la faune représente les « ouvriers » qui font le travail. Ils sont donc indissociables.

Pour mettre en œuvre la même méthode à l'échelle d'un jardin ou d'un champ, on peut :

- y apporter de la matière organique en surface (tontes d'herbe, paille, copeaux de bois...),
- aérer le sol en le soulevant un peu (certains sols sont trop compactés pour permettre aux animaux d'y circuler et aux racines d'y pousser),
- et même élever des lombrics qu'on répartit ensuite sur le sol pour le « repeupler ».



Conclusion du projet

Comparaison des résultats obtenus par tous les groupes

- *Fertilité*

.....

.....

.....

.....

- *Vie animale*

.....

.....

.....

.....

- *Structure du sol*

.....

.....

.....

.....

- *Conclusion sur l'évolution des sols tests*

.....

.....

.....

.....

- *Conclusion sur les méthodes d'amélioration des sols*

.....

.....

.....

.....

- *Conclusion quant au déroulement du projet*

.....

.....

.....

.....

Présentation du projet et des résultats

séance optionnelle



Objectifs

- Présenter le projet et les résultats.
- Construire ensemble des supports visuels.
- Valoriser le travail de la classe.

Déroulement pédagogique



L'objectif est de réaliser des affiches pour monter une exposition sur le rôle du sol dans la croissance végétale.

Deux options sont possibles :

- **Option 1** : chaque groupe présente, sur une affiche, ses travaux et résultats. Une telle présentation est assez simple à réaliser mais redondante : tous les groupes présentent les mêmes informations,
- **Option 2** : les groupes présentent collectivement (à raison d'une affiche par groupe) une vision plus large et plus complète du projet. La présentation résultante est plus riche mais nécessite en amont une organisation spécifique de la classe.

C'est la deuxième option qui est développée ici.

Immersion

L'enseignant présente les objectifs et le principe de l'exposition.

Points de passage

Il est nécessaire de se répartir le travail, donc de former les groupes qui travailleront sur les différentes thématiques.

L'enseignant propose une liste de sujets à traiter pour présenter le projet (voir **FICHE** Présenter le projet sous forme d'affiches), et demande aux élèves s'ils veulent en ajouter d'autres. Une fois la liste des thématiques à traiter arrêtée, l'enseignant attribue une thématique à chaque groupe, ou à deux groupes pour les sujets les plus lourds. En principe, chaque sujet devrait être traité sur une affiche, mais certains sujets très riches pourront être développés sur deux ou plusieurs affiches.

L'enseignant explique bien comment, au sein de chaque groupe, les élèves doivent s'organiser pour concevoir une affiche à plusieurs. Il est également nécessaire de fixer quelques normes communes, pour parvenir à un minimum d'unité visuelle entre les affiches (voir **FICHE** Présenter le projet sous forme d'affiches).

Une fois les consignes bien comprises, les groupes travaillent en autonomie.

Découvertes réalisées

L'enseignant contrôle le contenu et la mise en forme des affiches produites par les élèves. Il peut donner des pistes d'amélioration et signaler d'éventuelles erreurs. Une fois les affiches terminées, elles peuvent être présentées sous forme d'exposition au sein de l'école ou aux parents d'élèves. ■

Matériel

- tableaux de résultats et de synthèse
- tirages de photos prises à différentes étapes du projet
- feuilles au format paperboard (65*100 cm environ) **nf** pour la réalisation de posters
- feuilles A4 **nf**
- feutres **nf**
- ciseaux **nf**
- ruban adhésif **nf**

nf Matériel non fourni

Présenter le projet sous forme d'affiches

Les thématiques

Il serait intéressant de présenter le projet sous divers points de vue, et de permettre aux élèves d'expliquer ces différents sujets avec leurs mots.

Proposition de découpage :

- Introduction : informations générales sur les sols (1 groupe)
- Raisons et objectifs du projet mené par la classe (1 groupe)
- Description des expérimentations (2 groupes)
- Résultats expérimentaux obtenus (2 groupes)
- Conclusions auxquelles la classe est arrivée en final (1 groupe)

On peut aussi élargir les sujets traités (mais c'est sans doute plus difficile) :

- Les problèmes qu'il a fallu résoudre, les difficultés rencontrées, les imprévus
- Les méthodes d'organisation mises en place pour travailler en groupes
- La méthode de travail scientifique

Comment préparer une affiche à plusieurs ?

La préparation d'une affiche à plusieurs peut s'organiser de la manière suivante.

Principe

Des inserts réalisés à partir de feuilles A4 sont préparés individuellement, puis collés sur l'affiche qui est constituée d'une grande feuille paperboard (4 à 6 feuilles A4 peuvent trouver place sur l'affiche, plus un titre et des légendes, des flèches, des croquis ou illustrations...).

Déroulement

1. Faire le point sur les ressources dont on dispose : documents de travail, schémas, photos des mini-jardins avant et après, tableaux de mesure... Les élèves pourront aussi faire des schémas pour illustrer leurs idées.
2. Pendant 10 minutes, les élèves imaginent individuellement des contenus en lien avec le sujet : phrases, titres, photos, schémas... (à ce stade, ce sont des brouillons).
3. Ensuite ils s'expliquent mutuellement à quoi ils ont pensé. Ils doivent s'écouter à tour de rôle sur les différentes propositions, puis choisir les contenus intéressants et se mettre d'accord sur les messages.
4. Une fois les choix faits, les élèves se répartissent les contenus. Chaque élève prépare un insert sur (tout ou partie d') une feuille de papier A4 (un insert par contenu, de préférence encadré en couleur).
5. Une fois les inserts prêts, les élèves les agencent sur l'affiche en recherchant la présentation optimale et en pensant à la place nécessaire pour le titre, les légendes, les flèches...
6. Lorsque la bonne disposition est trouvée, les inserts sont collés sur l'affiche (grande feuille paperboard).
7. Les élèves y ajoutent les titres, des légendes, des flèches... tout ce qui permet de structurer l'information apportée et de clarifier le message.

L'avantage de cette méthode de travail collectif est que tous les élèves peuvent y apporter leurs talents spécifiques.

UNE CHARTE GRAPHIQUE COMMUNE À TOUS LES GROUPES

Pour plus d'unité visuelle entre les affiches, l'enseignant peut définir au préalable quelques normes communes à tous les groupes.

Par exemple, utiliser le même graphisme pour les titres et sous-titres sur toutes les affiches :

- taille des caractères pour le titre,
- taille des caractères pour les sous-titres,
- type d'écriture (majuscules, minuscules),
- couleurs,
- taille des photos,
- taille des flèches,
- utilisation optimale de l'espace de la feuille





Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Glossaire

Glossaire

Adventice

Appelée communément « mauvaise herbe », c'est, pour les agriculteurs et les jardiniers, une plante qui pousse dans un endroit (champ, massif...) sans y avoir été intentionnellement installée. Les adventices sont généralement considérées comme nuisibles à la production agricole, bien qu'elles puissent également être bénéfiques.

Agrégat

Grumeau ou minuscule motte de terre constituée de fines particules de sable, de limon et d'argile liées ensemble par des substances produites par des réactions chimiques et par les processus biologiques microscopiques (cf. complexe argilo-humique). La cohésion des agrégats est un facteur de stabilité des sols.

Amender

Amender un sol signifie qu'on lui apporte le nécessaire pour améliorer sa fertilité.

Appareil de Berlèse

Dispositif simple à fabriquer, permettant de faire sortir et de récupérer les petits animaux d'un échantillon de sol.

Argile

Matière minérale très fine qui a la propriété d'absorber l'eau puis, une fois gorgée d'eau, d'être imperméable. Dans le sol, l'argile est généralement mélangée aux autres constituants (sable, cailloux...) mais il existe des endroits où on l'extrait presque pure du sol.

Cahier des charges

Dans un projet, ensemble des informations qui permettent de formaliser les besoins et les objectifs à atteindre.

Climat

Dans ce contexte, le climat est utilisé de manière très réductrice pour désigner les conditions ambiantes dans lesquelles poussent les plantes : chaleur ou froid, humidité ou sécheresse, luminosité ou obscurité, vent...

Complexe argilo-humique

Association intime de minéraux argileux et d'humus, produite par les organismes vivants des sols, dotée d'une grande cohésion mécanique et capable de fixer chimiquement de nombreux autres composants minéraux qui sont des nutriments essentiels pour les plantes.

Composant minéral

Substance chimique qui ne fait pas/plus partie de la matière organique. Par dégradation de cette dernière, les minéraux constitutifs (azote, calcium, potassium, phosphore...) passent dans un état dit minéral, qui permet aux racines des végétaux de les absorber.

Croissance

Phase d'augmentation continue de toutes les dimensions de la plante. Tout d'abord la plantule puise dans les réserves de la graine afin de croître et d'atteindre la lumière. À ce stade, grâce à la photosynthèse, elle devient ensuite autonome en énergie et poursuit son développement selon les conditions environnantes (sol, température, luminosité, humidité...).

Engrais

Substance naturelle ou synthétisée par des procédés chimiques, destinée à apporter un supplément de nourriture aux végétaux en phase de croissance. Cette nourriture se présente généralement sous forme de substances minérales directement assimilables par les plantes. La grande efficacité à court terme des engrais permet même de cultiver des plantes sans sol (cf. hydroponie).

Entretien

Dans ce contexte, ce terme désigne les soins à apporter aux plantations (mini-jardins) pour que les processus de l'expérimentation (croissance des plantes et transformation des sols tests) se déroulent dans les meilleures conditions.

Faune

Ce terme désigne l'ensemble des populations animales. Dans le cas des animaux vivant dans le sol, on peut parler de pédofaune (le préfixe *pédo-* signifie « du sol »).

Fertile

Se dit d'un sol qui permet une bonne croissance des végétaux lorsque les conditions ambiantes s'y prêtent.

Germination

Il s'agit de la phase de développement de l'embryon contenu dans la graine. Cette étape vient juste après la période de vie latente. La germination est la reprise du développement d'un embryon (plantule). Extérieurement, la germination se traduit par un gonflement et un ramollissement du grain. Au sens strict, elle se termine quand la racine perce l'enveloppe du grain ; au sens large, elle se termine quand apparaissent les premières vraies feuilles.

Humus

Il s'agit de la terre de couleur foncée, constituée de grumeaux, un peu collante, résultant de la décomposition de la matière organique par les êtres vivants du sol. Au contact des racines des végétaux, cette matière se transforme en minéraux assimilables par les végétaux. C'est donc la meilleure réserve de matières minérales, et donc d'engrais naturel, pour les végétaux. Jouant le rôle de liant, l'humus donne une structure et une couleur bien particulières au sol (cf. « structure »).

Hydroponie

Culture de plantes réalisée sur un substrat neutre et inerte (de type sable, pouzzolane, billes d'argile, laine de roche etc.). Ce substrat est régulièrement irrigué d'un courant de solution qui apporte des sels minéraux et des nutriments essentiels à la plante. La version extrême de cette technique est la culture hors-sol.

Litière

La litière végétale est l'ensemble des débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol des forêts.

Matière organique

Il s'agit de la matière constituant un organisme vivant ou produite par ce dernier. Dans cette thématique, ce terme désigne particulièrement les débris végétaux ou les restes d'animaux trouvés dans le sol ainsi que toute matière provenant de leur décomposition.

Mycélium

Appareil végétatif sous-terrain des champignons, composé d'un ensemble de filaments ramifiés, en contact intime avec d'une part la litière et la matière organique du sol et d'autre part les racines des plantes. Le mycélium joue un rôle fondamental dans la nutrition de certaines plantes.

Plant

Jeune pousse de plante, ayant achevé la phase de germination et nécessitant désormais un substrat nourricier pour continuer à croître.

Protocole

Dans le domaine scientifique, ce terme désigne une démarche structurée et à réaliser dans un ordre donné, visant la réalisation d'une tâche complexe dont on veut maîtriser tous les paramètres.

Rétention d'eau

Il s'agit de la capacité du sol à retenir l'eau. La porosité du sol permet à l'eau de pluie de s'infiltrer et de s'écouler lentement dans les profondeurs. Lorsque la pluie cesse, l'eau emmagasinée est conservée, constituant une précieuse ressource pour les plantes. Un sol structuré possède une porosité naturelle. Les jardiniers améliorent celle-ci en surface en binant régulièrement le sol.

Sol

Dans ce contexte, ce terme désigne la couche superficielle de terre, dans laquelle poussent les plantes. Cette couche fait en moyenne 30 cm d'épaisseur sur Terre, mais c'est elle qui permet à toute la vie terrestre d'exister. Pour les spécialistes, le sol comprend aussi différentes strates plus profondes et moins directement propices à la croissance végétale, qu'ils appellent des « horizons ».

Sous-sol

Zone située sous le sol tel que défini ci-avant. En toute rigueur, le sous-sol est la roche-mère (croûte terrestre rocheuse) qui s'étend sous les différents horizons. Dans le langage courant, le terme désigne plutôt tout ce qui est situé sous la couche superficielle de terre cultivable.

Structure

La structure du sol est un paramètre qui décrit sa cohésion et son organisation mécanique à l'échelle du centimètre et du millimètre. Un sol « structuré » est constitué de petits grumeaux de terre, nommés agrégats, qui le rendent particulièrement propice à la croissance des plantes, à la vie animale, à la rétention d'eau, à la présence d'air, et qui lui permettent de résister aux aléas climatiques.

Témoin

Dans une expérience scientifique, on a souvent besoin d'un échantillon témoin (ici, un sol) qui conserve les propriétés initiales pour pouvoir le comparer à un autre échantillon qui aura subi des transformations. Pour pouvoir conclure sur l'origine des transformations, il est nécessaire de modifier un seul paramètre à la fois.

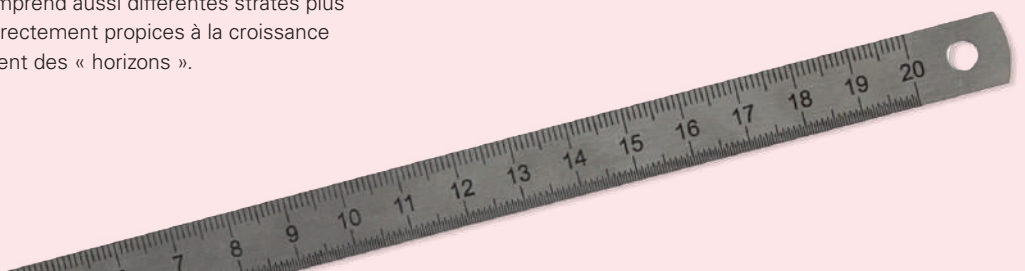
Terre

Ce mot peut mener à des confusions. Employé sans majuscule, il s'agit de la matière constituant le sol ; avec une majuscule, il désigne notre planète.

En pratique, on définit ainsi l'ensemble constitué de matière organique en décomposition, de sable ou d'argile, de petits animaux et de faune du sol, d'humus, de champignons et de micro-organismes qui est le substrat idéal pour la croissance des plantes : la « terre végétale ».

Texture

Consistance du sol, fine ou granuleuse. On associe la texture à la couleur pour caractériser un sol, car la couleur est un indicateur visuel très simple (en 1^{re} approche). Quand le sol se présente sous forme de grains fins de couleur claire (sol sableux ou argileux), on dit qu'il a une texture compacte et dense. Au contraire, quand il est formé de grumeaux plus grands, de couleur sombre et un peu collants (ce qui traduit la présence d'humus), on dit que la texture est grumeleuse ou aérée.



Remerciements

Le projet MERITE est le fruit d'un travail collectif qui a rassemblé de nombreux acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche, de l'Éducation nationale et des partenaires institutionnels impliqués pour la promotion de la culture scientifique et technique.

Le Centre de Ressources en Pratiques Expérimentales d'IMT Atlantique, a coordonné l'ensemble du projet : Carl Rauch et Lotfi Lakehal-Ayat (coordination générale), Josiane Hamy (coordination pédagogique et éditoriale), Blanche Cahingt (matériel), et successivement Jean-Félix Picard, Caroline Thoraval, Audrey Guillermic (coordination administrative), successivement Clémentine Jung et Flavy Benoit (communication, diffusion), Arnaud Schmitt (rédactionnel et édition).

L'équipe de coordination adresse ses remerciements :

- à l'auteur du guide Carl Rauch, enseignant-chercheur, et aux contributeurs Lotfi Lakehal-Ayat, enseignant-chercheur, Jean-Félix Picard, enseignant de technologie, Arnaud Schmitt, biologiste, Centre de Ressources en Pratiques Expérimentales IMT Atlantique ;

- aux enseignants qui ont co-construit et/ou testé le guide à ses différentes étapes :

Mélanie Chateigner, Carole Codet, Alexis Durand, Lola Garino, Xavier Gougoud, Merwyn Moisan, Alice Perocheau (1^{er} degré) ;

Armelle Blanloeil, Guillaume Colin, Nadège Lormeau, Pierre-Yves Melguen (2nd degré collège) ;

- aux acteurs de l'Éducation nationale qui ont contribué : Mathieu Moncomble, Virginie Roy, Gwenolène Bricard-Le Clech', conseillers pédagogiques ; Marie Boudeau, IEN 1^{er} degré ; Pascale Naim, enseignante et formatrice ; Caroline Prevot, IA-IPR SVT ;

Philippe Briaud, formateur ; Omer Demiraslan, enseignant et formateur ; Marc Tavera et Philippe Thullier, conseillers pédagogiques départementaux, pour leur participation à la coordination pédagogique ;

- aux acteurs ayant participé à la conception et à la fabrication des mallettes :

Sébastien Bluet, designer produit ; les entreprises Condi-Ouest, Cal'Concept, Pankarte PLV et l'Étape Tournière Services ;

- au comité de pilotage composé de : Paul Friedel, directeur d'IMT Atlantique, président ; Anne Beauval, directrice déléguée d'IMT Atlantique ; Yves Bourdin, délégué académique de l'action éducative et pédagogique, Rectorat de Nantes ; Patrick Bourgeois, correspondant pour le groupe Assystem ; Patricia Carre, responsable du pôle Science et Société, Conseil Régional des Pays de la Loire ; Pierre Le Cloirec et Régis Gautier, successivement directeurs de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Rennes ; Arnaud Godevin, directeur de l'École Supérieure du Bois ; David Jasmin, directeur de la Fondation La main à la pâte ; Pascal Jousset, chargé de programme FEDER ; Jean-Louis Kerouanton, vice-président de l'Université de Nantes ; Lionel Luquin, directeur des Formations d'IMT Atlantique ; Caroline Prevot, correspondante académique scientifique et technologique, Rectorat de Nantes ; Ana Poletto, responsable de la mission diffusion de la culture scientifique et technique, Université de Nantes ; Elena Popa, gestionnaire du service FEDER ; René Siret, directeur général de l'École Supérieure d'Agricultures d'Angers ; Pascal Leroux et Jean-François Tassin, successivement directeurs de l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans ; Sarah Turbeaux, cheffe de projet pôle sciences société, service recherche, Conseil Régional des Pays de la Loire.

Le consortium MERITE est composé de 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest aux expertises scientifiques diverses : matériaux, énergie, environnement, chimie, alimentation, numérique et robotique, mesures et acoustique.

Crédits

Direction artistique : Nathalie Papeil ; **Photographie :** Jean-Charles Queffelec ;

Illustrations : Marie Ducom ;

Autres crédits : p. 12-13 : *photographie* Lev Dolgachov / Adobe Stock ; p. 36 : *photographie haut* : Levgenii Meyer / Adobe stock ; *photographie bas* : Ivan Kulikov / Adobe stock ; p. 45 : image360 ; p. 57 Carl Rauch ; p. 59 : Clémentine Jung ; p. 80 : *photographie* Srskomkrit / Adobe Stock ;

Modèles mains : Clémence et Jules Papeil.

Tous droits de reproduction et de diffusion réservés © MERITE

MERITE est une marque déposée à l'INPI.

Coordination : IMT Atlantique

Conception : MERITE

Édité en août 2020

Imprimé par Icones www.icones.fr



Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Toute la vie sur Terre dépend des sols. Ils sont la base de la production alimentaire, filtrent l'eau, abritent les milliards d'êtres vivants qui décomposent la matière organique et fixent le dioxyde de carbone.

Pour prendre conscience du rôle du sol et de sa biodiversité, cette mallette pédagogique propose aux élèves des expériences simples. Ils font d'abord pousser des plantes dans différents types de sols pour évaluer leur qualité, puis dans une deuxième phase, ils cherchent et testent en groupes plusieurs solutions pour enrichir un sol pauvre en respectant les processus naturels.

L'utilisation optionnelle d'un éclairage et de chauffage automatique pour la pousse des plantes en hiver permet d'illustrer l'influence des conditions saisonnières.

Cette mallette pédagogique a été conçue par IMT Atlantique



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom



itinéraires
en sciences et techniques :
expérimenter et comprendre

mallettes
MERITE



Conçues pour les enseignants du CM1 à la classe de 3^e, les mallettes MERITE sont des ressources pédagogiques mêlant sciences et technologie, laissant une grande part à l'expérimentation des élèves. Apprendre en faisant par soi-même, investiguer, progresser par essai-erreur, réfléchir en groupe sur des questions concrètes avec du matériel approprié, s'entraîner à raisonner sur des faits et des observations, sont les principes au cœur de cette collection. Chaque mallette MERITE est composée d'un guide pour l'enseignant détaillant la progression pédagogique, et du matériel nécessaire pour réaliser les expériences.

www.projetmerite.fr

14 thématiques variées proches du quotidien des élèves

CM1 - CM2 - 6^e - CYCLE 3

Chimie en couleurs

Créez vos objets animés : entre programmation et électronique

Le bois : un matériau issu du vivant

Les aliments : de la matière première aux produits finis

Le sol et son rôle dans la croissance végétale

Le sucre : une matière à explorer

Lutherie sauvage, musique et acoustique

Matériaux et objets quotidiens

Robotique pédagogique : du moteur au mouvement

5^e - 4^e - 3^e - CYCLE 4

Apoll'eau : mesures et analyses avec des fusées à eau

À la table des matières : les sucres

Communication informatique : tout un protocole

Développement d'un objet connecté

Électricité : la produire, la partager



Cette collection est le fruit du projet MERITE (2015-2020) coordonné par IMT Atlantique en partenariat avec 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest et le Rectorat de l'Académie de Nantes. MERITE a été financé au titre du Programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat, ainsi que par le Fonds européen de développement régional, la Région des Pays de la Loire et le groupe Assystem.

mallettes
MERITE

