



AGROSYSTEMES ET DEVELOPPEMENT DURABLE

Quelle agriculture imaginer pour subvenir aux besoins de l'humanité, tout en préservant la planète ?

Comment la connaissance des sols peut-elle aider à les gérer ?



CHAP 8,9,10

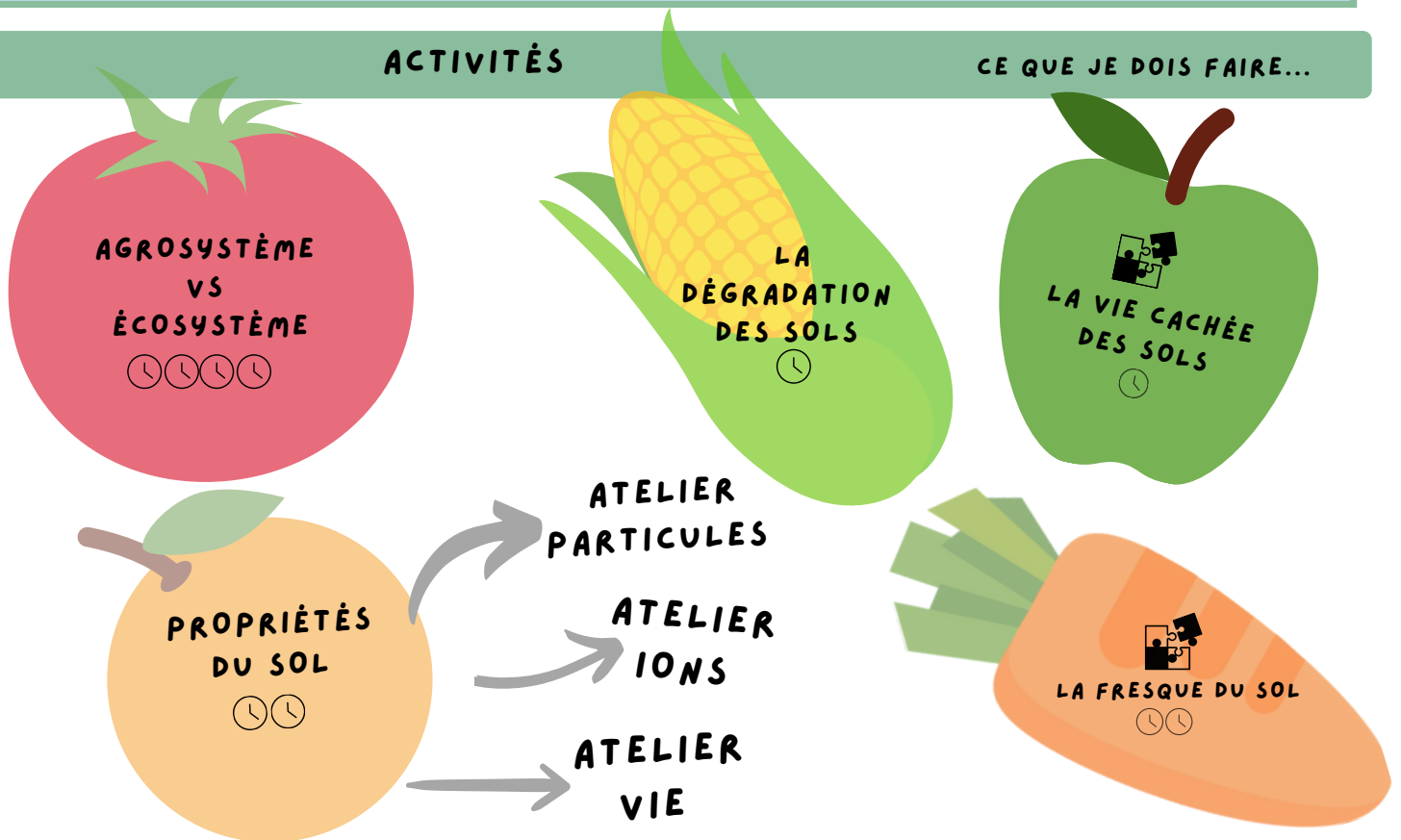
OBJECTIFS

CE QUE JE DOIS SAVOIR...

- Comparer agrosystème et écosystème naturel dans un tableau
- Identifier quelques êtres vivants du sol à la loupe binoculaire
- Exploiter les résultats d'une expérience pour déterminer le rôle des engrais
- Réaliser un diagramme circulaire montrant la répartition de la production agricole
- Réaliser un schéma fonctionnel qui décrit le fonctionnement d'un agrosystème

ACTIVITÉS

CE QUE JE DOIS FAIRE...



VOCABULAIRE



TRAVAIL PERSONNEL

A RENDRE AVANT LE
/ /

PARCOURS MASKOTT:

- Caractéristiques des sols et production de biomasse
- Vers une gestion durable des agrosystèmes
- L'activité humaine peut limiter ou favoriser l'érosion

POSTER AGROSYSTEMES





AGROSYSTEMES ET DEVELOPPEMENT DURABLE

Quelle agriculture imaginer pour subvenir aux besoins de l'humanité, tout en préservant la planète ?

Comment la connaissance des sols peut-elle aider à les gérer ?



CHAP 8,9,10

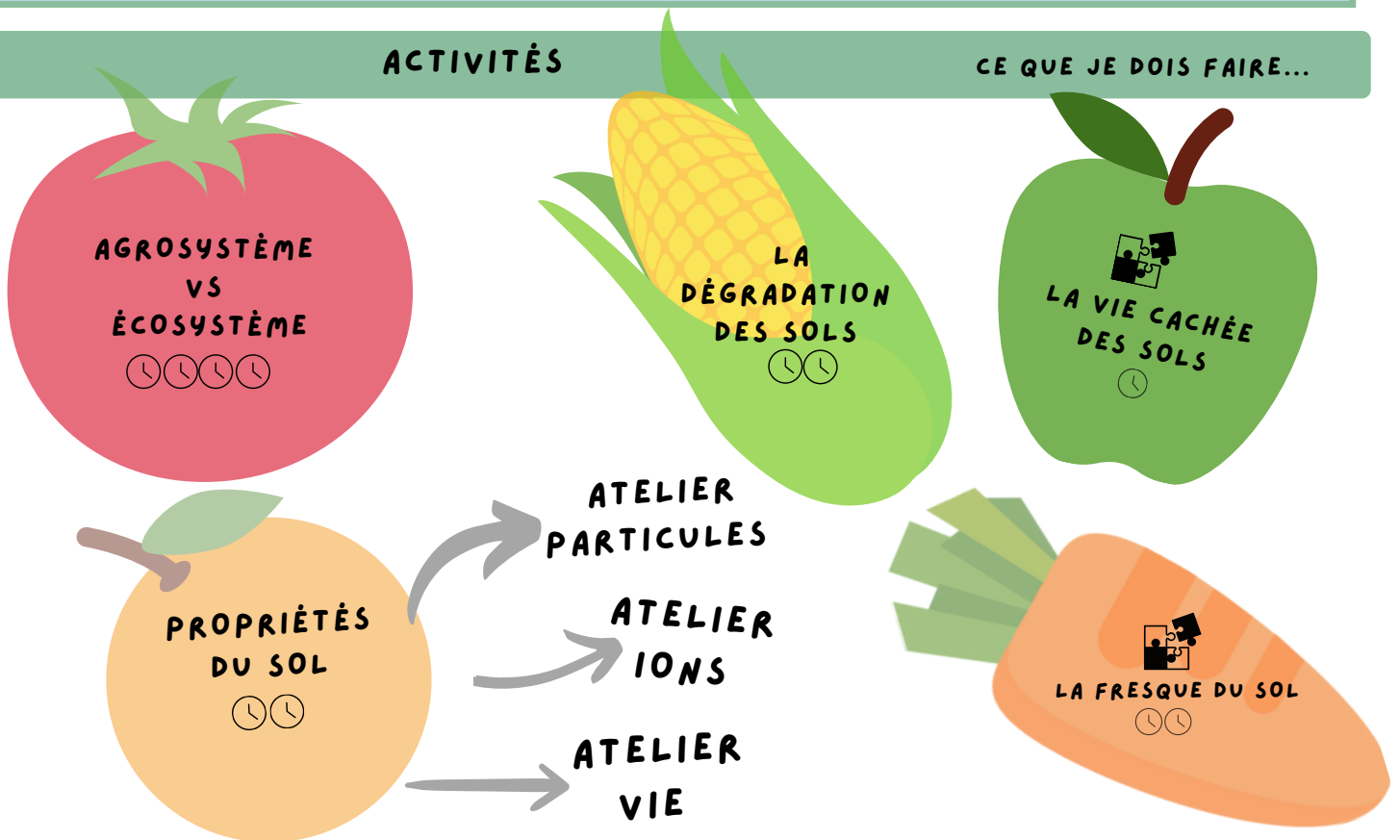
OBJECTIFS

CE QUE JE DOIS SAVOIR...

- Comparer agrosystème et écosystème naturel dans un tableau
- Identifier quelques êtres vivants du sol à la loupe binoculaire
- Exploiter les résultats d'une expérience pour déterminer le rôle des engrais
- Réaliser un diagramme circulaire montrant la répartition de la production agricole
- Réaliser un schéma fonctionnel qui décrit le fonctionnement d'un agrosystème

ACTIVITÉS

CE QUE JE DOIS FAIRE...



VOCABULAIRE



TRAVAIL PERSONNEL

A RENDRE AVANT LE / /

PARCOURS MASKOTT:

- Caractéristiques des sols et production de biomasse
- Vers une gestion durable des agrosystèmes
- L'activité humaine peut limiter ou favoriser l'érosion

POSTER AGROSYSTEMES





S'ENTRAÎNER ET REVISER

STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT D'UN AGROSYSTÈME

EXERCICE AUTOCORRIGÉ

Comparaison écosystème
agrosystème



AUTO-TEST QUIZLET



ORIGINE ET ORGANISATION DES SOLS

EXERCICES AUTOCORRIGÉS

LOGICIEL : LE SOL



AGRICULTURE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

JEU SÉRIEUX : SIM'AGRO



QCM



vous avez hérité d'un verger que
vous devez gérer de manière rentable, tout en
respectant l'environnement et vos voisins...
Incendies, oiseaux, insectes, maladies, plantes
sauvages ... voisins ... seront autant d'obstacles
à surmonter

UNE PLAYLIST POUR TOUT REVOIR



POUR ALLER PLUS LOIN

VISITE VIRTUELLE /
ESPACE GAME
LA FERME DE GRIGNON





COMPARAISON AGROSYSTÈME ET ÉCOSYSTÈME

Extraire des informations d'un texte
Communiquer à l'écrit (Poster, tableau, schéma, graphique)

Les agrosystèmes sont des écosystèmes particuliers, organisés en quasi-totalité par l'humain. L'agriculteur modifie l'écosystème naturel pour augmenter fortement sa productivité afin de produire de la biomasse : c'est la matière organique produite par les végétaux et les animaux qui sera ensuite utilisée, en particulier dans l'alimentation des humains.

Qu'est-ce qu'un agrosystème et comment fonctionne-t-il pour produire de la biomasse ?

A l'aide des documents et de votre manuel, construisez un poster sur CANVA ou PowerPoint comprenant :

- 1- Un court texte introductif qui définit ce qu'est un agrosystème (doc 1)
- 2- Un schéma qui décrit
 - ce qui est apporté à l'agrosystème (intrants) (doc 3 et 4)
 - ce qui est produit par un agrosystème et le devenir de ces produits (doc 1)
- 3- Un « diagramme circulaire (camembert) » qui montre la répartition de la production agricole française. (doc 1)
- 4- Un tableau à double entrée qui compare les différents types d'agrosystèmes (doc 2)
- 5- Un court texte évoquant les conséquences des pratiques agricoles sur l'environnement et la santé.

Voici une proposition simple d'organisation du poster afin de vous guider. Vous pouvez évidemment modifier l'organisation : c'est VOTRE poster !

| | | |
|---|--|--|
| NOM Prénom | Titre du poster ... | |
| Introduction/ Définition : | | |
| Les apports naturels | Schéma de l'agrosystème Avec les « entrées » et « sorties » | Diagramme circulaire (production) |
| Les intrants (ajouts par l'agriculteur) | | Tableau à double entrée des types d'agrosystèmes |
| Texte : Environnement et santé ? | | |



COMPARAISON AGROSYSTÈME ET ÉCOSYSTÈME

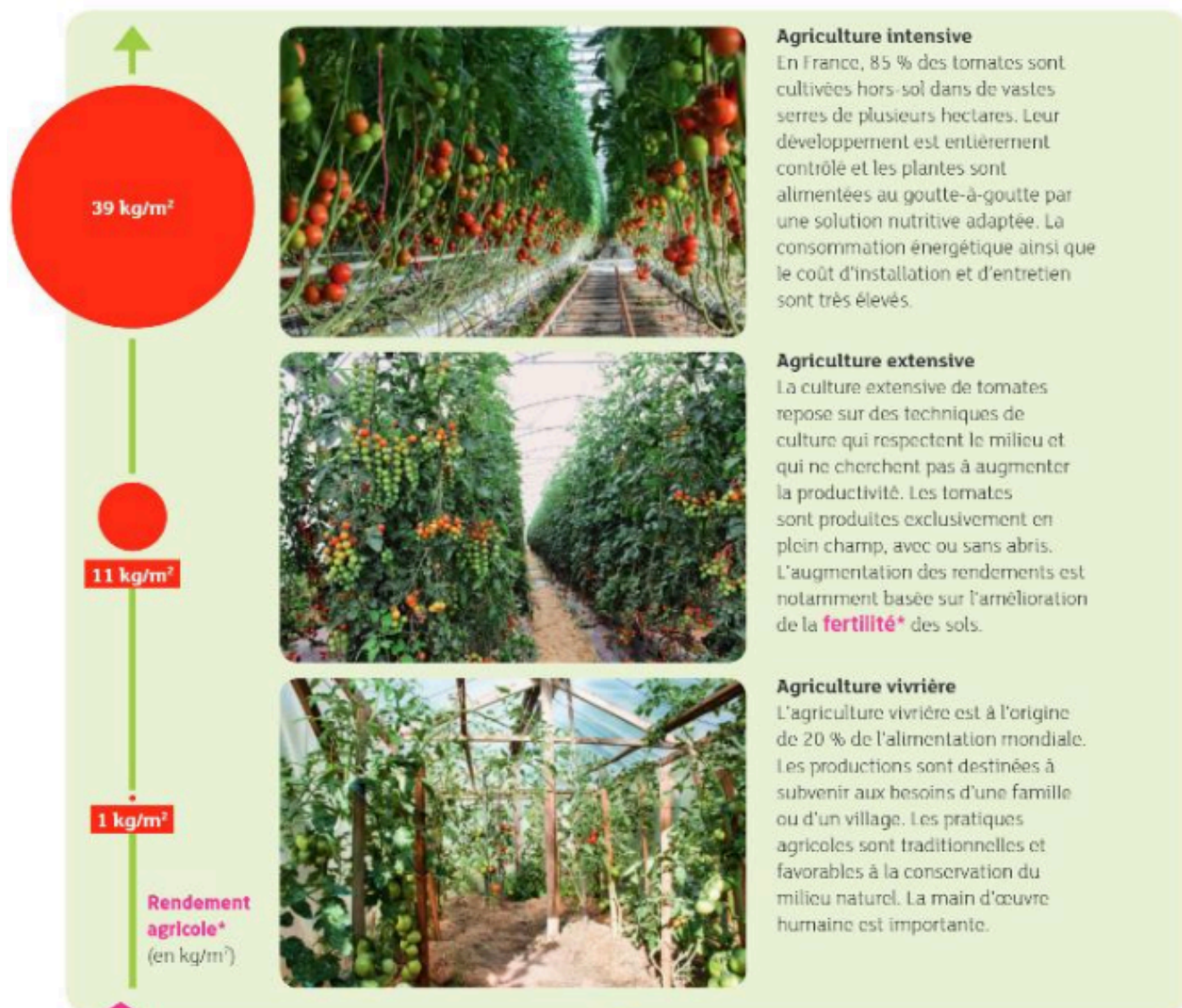
Document 1 : L'agrosystème et sa production



Un agrosystème est un écosystème transformé par l'humain afin d'utiliser les sols pour produire de la biomasse végétale (et animale). Les agrosystèmes sont terrestres mais aussi aquatiques (élevage de poissons, culture d'algues ...). La production agricole française se répartit de la façon suivante :

- 35% pour l'alimentation animale
- 31% pour l'alimentation humaine
- 10% pour les agrocarburants et alcools
- 22% de productions diverses (pharmaceutiques, cosmétique ...)
- 2% de pertes

Document 2 : Les différents types d'agrosystèmes



1

Différents modèles de culture de la tomate. En 2016, la France a produit 622 700 tonnes de tomates. Un ménage consomme en moyenne 13,9 kg de tomates fraîches par an.

*

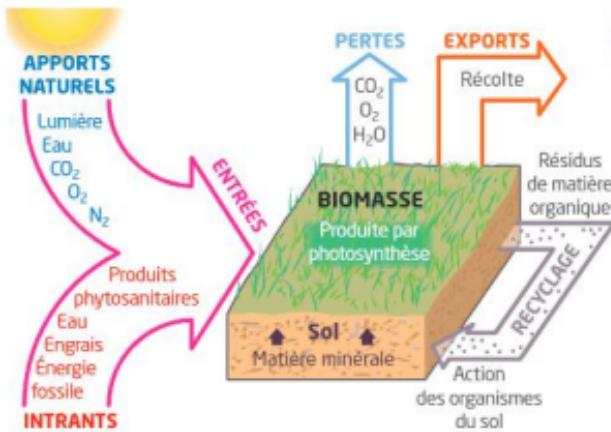
Fertilité : capacité d'un sol à apporter les éléments nutritifs nécessaires à la croissance des végétaux.

MJ : mégajoules = 10⁶ joules. Le joule est une unité d'énergie.

Rendement agricole : quantité de biomasse récoltée par unité de surface cultivée. Il représente la production de matière organique de l'agrosystème et s'exprime en kg/m² ou en t/ha.

COMPARAISON AGROSYSTÈME ET ÉCOSYSTÈME

Document 3 : Les flux de matière dans un agrosystème

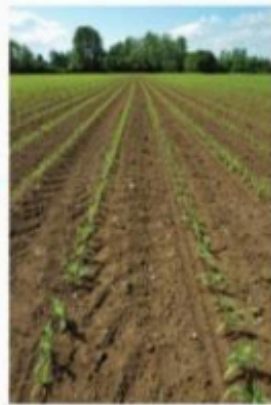


3 Flux de matière et d'énergie dans un agrosystème de culture. Une partie de la matière organique produite par les végétaux est exportée de l'agrosystème, c'est la récolte. La matière organique non récoltée est restituée au sol, puis recyclée en matière minérale. Afin d'augmenter la biomasse récoltée et d'entretenir le fonctionnement de l'agrosystème, l'être humain apporte divers **intrants**.

La largeur des flèches est proportionnelle à la quantité de matière et d'énergie apportée, exportée, perdue ou restituée dans le système.

Document 4 : L'agrosystème et les intrants

Dans la plaine de la Limagne, en Auvergne, les Hommes ont, depuis plus de 5 000 ans, remplacé l'**écosystème*** naturel (la forêt) par des **agrosystèmes***, notamment des cultures de maïs.



A Fin avril
Le sol est désherbé (chimiquement ou mécaniquement), sa surface est travaillée et un **engrais*** azoté est apporté. Le semis (10 graines/m²) est réalisé avec des graines généralement enrobées de pesticides* et appartenant à des variétés issues de décennies de sélection génétique.



B En novembre
Sur la parcelle, le sol est habituellement retourné sur 30 cm de profondeur (labour). Les herbes et les résidus de récolte sont enfouis et des engrais organiques (fumier, lisier) ou minéraux (potasse, phosphore) sont apportés.

B Durant le printemps et l'été
L'agriculteur contrôle la progression de sa culture. Il la traite avec des **produits phytosanitaires*** :
– des herbicides pour limiter la croissance des autres plantes qui pourraient concurrencer le maïs pour l'accès à l'eau, aux sels minéraux et à la lumière ;
– des fongicides pour minimiser les dégâts provoqués par les champignons parasites ;
– des insecticides pour limiter les pertes dues aux insectes ravageurs du maïs.



D De septembre à octobre
Selon la variété cultivée, l'agriculteur récolte la **biomasse*** produite. Il peut s'agir des parties aériennes des plantes encore vertes pour l'alimentation des bovins (septembre), ou bien des grains parvenues à maturité (octobre) pour l'alimentation humaine ou animale. La **productivité*** du maïs peut dépasser 10 t/ha/an.

C En juillet et en août
Pour exprimer tout son potentiel productif, le maïs a besoin de beaucoup d'eau : la production d'1 kg de grains de maïs nécessite 700 litres d'eau. L'irrigation du maïs est donc indispensable à la réussite technique et économique de cette culture.



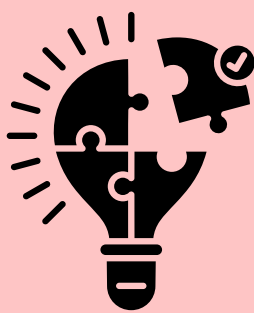


LES PROPRIETES DU SOL

*Mettre en œuvre un protocole
Communiquer dans un langage scientifique*

La nourriture de l'Homme est issue directement ou indirectement de la photosynthèse réalisée par les végétaux chlorophylliens cultivés. Pour améliorer la croissance des plantes, l'agriculteur a différentes pratiques (engrais, labour, rotation des cultures ...) pour améliorer la qualité du sol. Le sol doit permettre de conserver l'eau nécessaire aux végétaux mais également les nutriments nécessaires aux plantes.

Quelles sont les propriétés (physiques, chimiques et biologiques) du sol nécessaires à la croissance des végétaux ?



Chaque Groupe réalise un atelier différent et l'ensemble sera mis en commun dans un tableau collectif affiché dans la salle

ATELIER 1 : LES PARTICULES PRÉSENTES DANS LE SOL

- Réalisez le protocole proposé dans le document
- Réalisez un schéma du résultat de votre expérience afin de déterminer les caractéristiques physico-chimiques d'un sol.

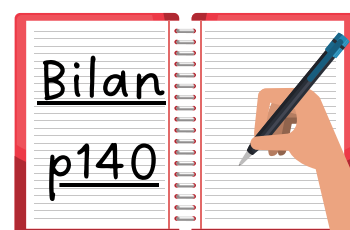
ATELIER 2 : LA CAPACITÉ DE RÉTENTION DES IONS D'UN SOL

- Mettez en œuvre le protocole proposé (document 2) afin d'identifier les types d'ions retenus par le sol
- Récapitulez vos résultats au moyen d'un schéma et d'un tableau.

ATELIER 3 : LE SOL, UN MILIEU EN INTERACTION AVEC LES ANIMAUX

- Identifiez les 4 animaux du sol proposés en utilisant la clé de détermination
- Expliquez en quelques phrases l'importance des animaux du sol.

**RANGEZ ET
NETTOYEZ LE
MATÉRIEL UTILISÉ !**



LES PROPRIETES DU SOL ATELIER 1

LES PARTICULES PRÉSENTES DANS LE SOL

MATÉRIEL

Sols (terre sentier,
terre de pelouse),
éprouvette, eau du
robinet, papier pH,
balance

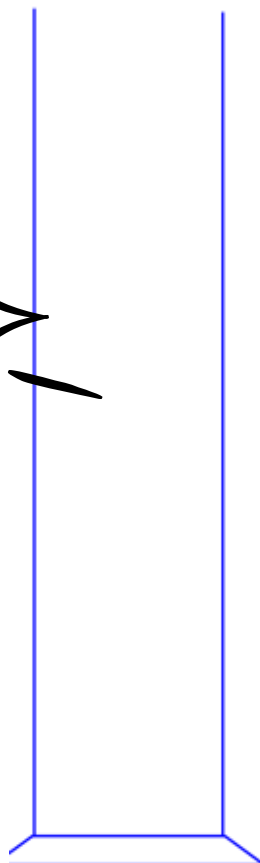
PROTOCOLE : SÉDIMENTATION DIFFÉRENTIELLE

1. Peser 20 grammes de sol à tester
2. Le déposer dans une éprouvette graduée
3. Ajouter 60 mL d'eau du robinet et mélanger énergiquement
4. Laisser reposer (sédimentation) et observer la séparation des phases

**JE FAIT UNE AUTRE ACTIVITÉ EN
ATTENDANT LES RÉSULTATS !**

**RÉALISEZ VOTRE
SCHÉMA ET COMPLÉTER
LE TABLEAU**

Exemples de figurés proposés



Complexe
argilo-humique



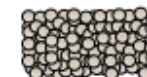
Limons



Débris
végétaux



Graviers



Sables
grossiers



Sables fins

Légende :

- 1 : matière organique (débris végétaux, ..) non décomposée
- 2 : colloïdes (ou complexe) argilo-humiques et argiles en suspension
- 3 : limons
- 4 : sables fins
- 5 : sables grossiers

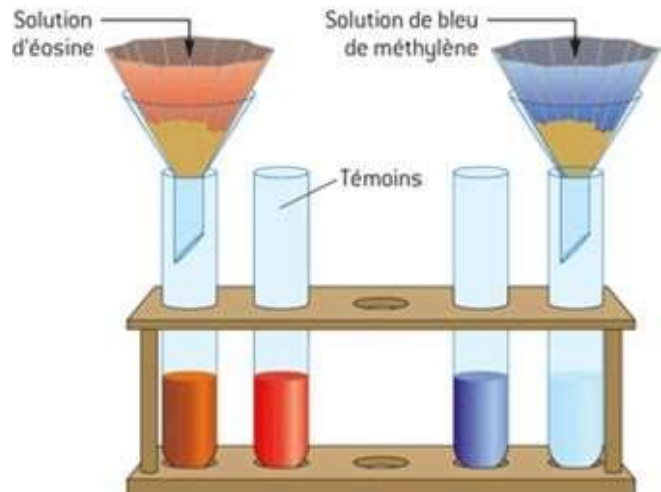
Epprouvette

LA CAPACITÉ D'UN SOL À
RETENIR LES IONS

On sait que les plantes ont besoin de sels minéraux pour faire la photosynthèse. Les plantes ont notamment besoin d'ions carbonates (HCO_3^-), d'ions nitrates (NO_3^-) et d'ions phosphates (PO_4^{3-}) pour se nourrir correctement mais aussi de calcium (Ca^{2+}) et de Magnésium (Mg^{2+}) pour rester vertes

MATERIEL

Sols, 4 tubes en verre,
filtres papiers,
entonnoirs, balance de
précision, solutions
d'éosine et de bleu de
méthylène



L'ÉOSINE A UNE CHARGE GLOBALE NÉGATIVE ET LE
BLEU DE MÉTHYLÈNE UNE CHARGE GLOBALE POSITIVE.



PROCOLE : FILTRATION DIFFÉRENTIELLE DES IONS

On cherche à savoir si la terre a la capacité à retenir des ions nécessaires aux plantes. Pour cela, on réalise le protocole suivant :

1. Mettre le coton dans l'entonnoir, tasser suffisamment pour bien boucher le conduit de l'entonnoir mais ne pas forcer (cela empêcherait la solution de passer à travers).
2. Disposer le dispositif précédent dans un tube à essai, sur le portoir.
3. Dans un deuxième tube à essai, verser environ 3cm d'une solution d'éosine. Placer sur le portoir (On rappelle que l'on ne fait pas de quantitatif mais du qualitatif : Equivalent 30 mL de solution si on veut du matériel de chimie) : Tube témoin.
4. Mettre du sol dans l'entonnoir au dessus du coton : environ 5cm.
5. Verser de l'éosine dans le dispositif précédent jusqu'à atteindre le même niveau que le témoin. Il en faut au moins 100 mL.
6. Faites les étapes 1 à 5 avec le bleu de méthylène cette fois.

ANALYSEZ VOS
RESULTATS ET
COMPLÉTER LE
TABLEAU

LES RÔLES DES ÊTRES
VIVANTS DU SOL

MATERIEL

Sol
Appareil de Berlèse

Clé de détermination des
animaux du sol

Documents



Observation à la loupe de petits animaux du sol.
(Source Nathan)

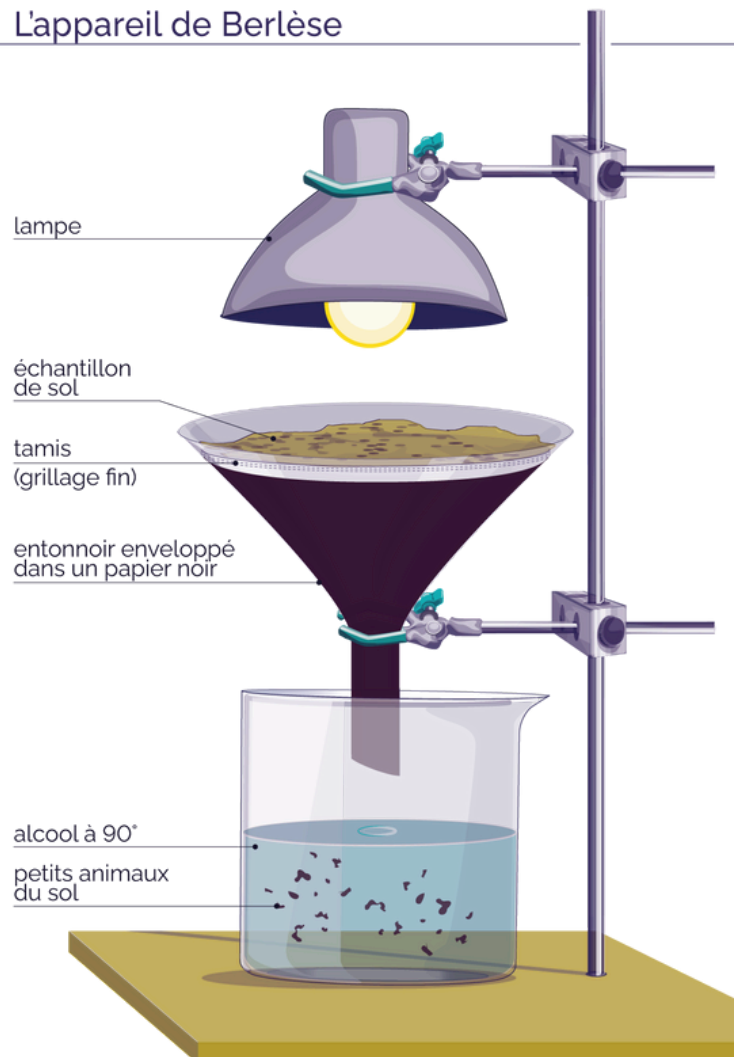
PROTOCOLE : IDENTIFICATION DES
ANIMAUX DU SOL

Pour identifier les animaux du sol, on utilise un appareil de Berlèse. Celui-ci se présente comme un entonnoir placé sur un récipient (bécher) contenant de l'alcool. On dépose de la terre dans l'entonnoir et on éclaire cette terre par de la lumière. Les animaux du sol craignant la lumière, ils vont descendre et traverser le tamis. Ils vont alors tomber dans l'alcool et on pourra les analyser.

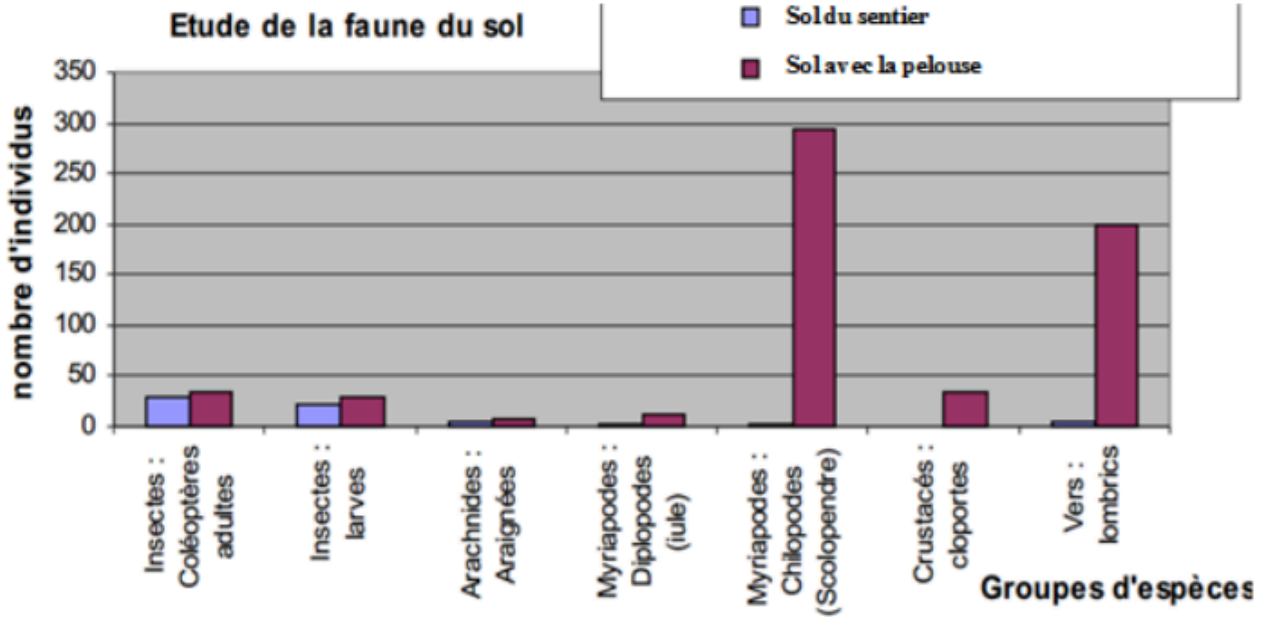
Réalisez le protocole-ci dessus et identifiez quelques êtres vivants au moyen de la clé de détermination

ANALYSEZ LES
DOCUMENTS ET
COMPLÉTEZ LE
TABLEAU

L'appareil de Berlèse

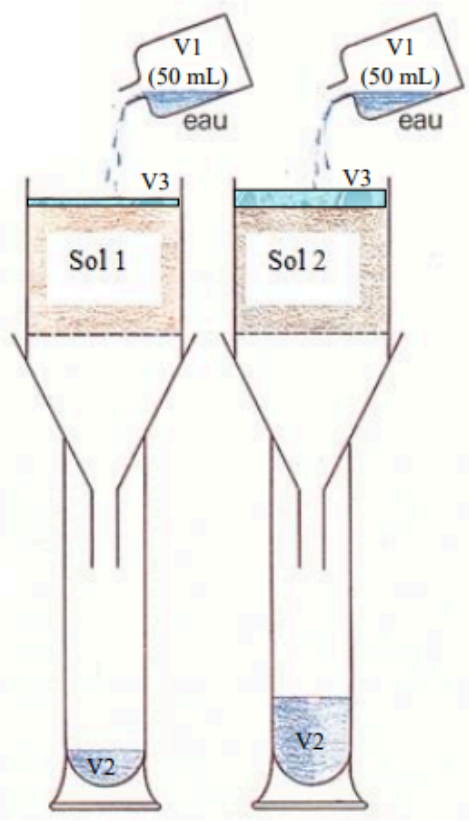


DOCUMENT 1 : DÉNOMBREMENT DES ANIMAUX DES 2 SOLS ÉTUDIÉS



DOCUMENT 2 : CONSÉQUENCES DE L'ABSENCE DES LOMBRICS DANS LE SOL DU SENTIER

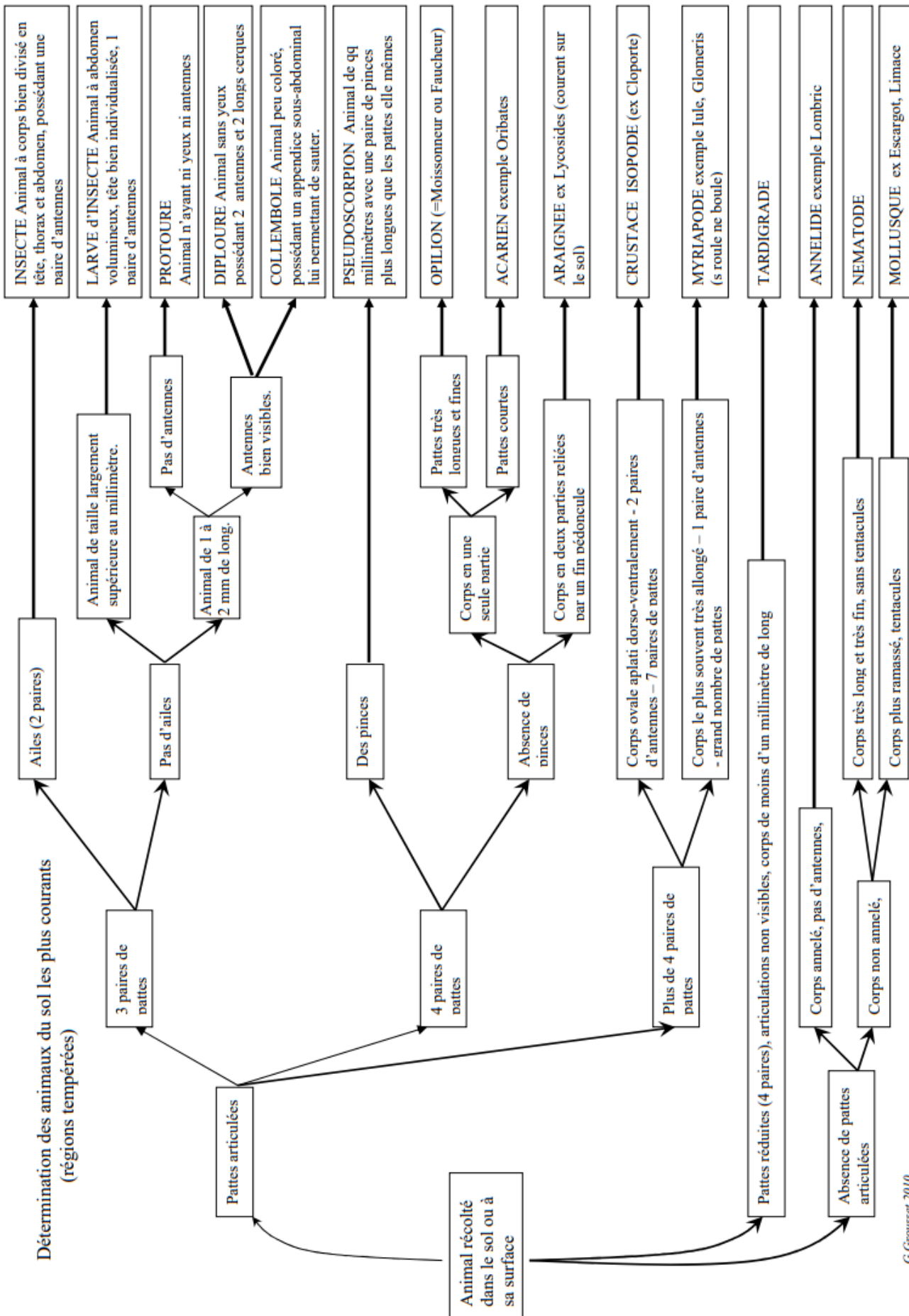
Une expérience a été menée pour identifier les conséquences de l'absence de macrofaune dans la terre du sentier. Dans cette expérience, on a placé du sol du sentier (sol 1) et du sol sous la pelouse (sol 2) dans des enceintes dont le fond est constitué d'un filtre très fin. Ce montage a été placé sur un filtre, lui-même placé sur une éprouvette. On a ensuite versé 50 mL d'eau dans chacun de ces montages. Après 10 minutes, on note le volume d'eau présent dans les éprouvettes et qui a traversé chaque sol et le volume qui est resté en surface.



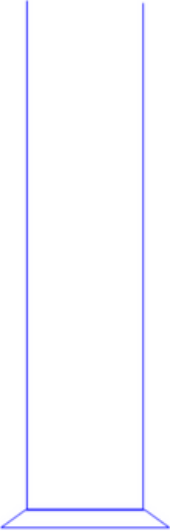
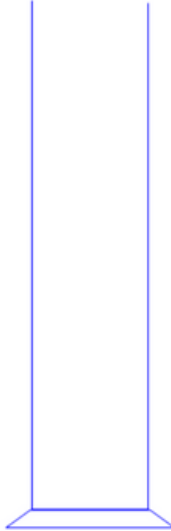
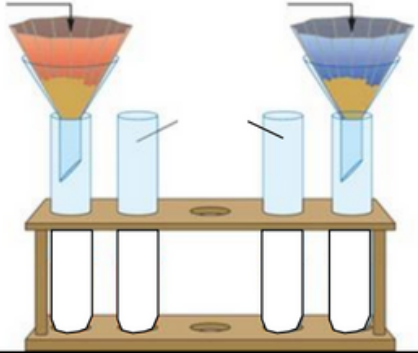
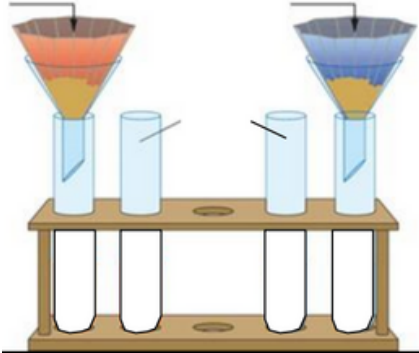
| Caractéristiques Echantillon | Volume de départ (V1) | Volume dans l'éprouvette (V2) | Volume présent en surface du sol (V3) |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Sol 1 (sol du sentier) | 50 mL | 10 mL | 40 mL |
| Sol 2 (sol de la pelouse) | 50 mL | 35 mL | 0 mL |

Quand le volume d'eau est faible dans l'éprouvette, cela signifie que la terre étudiée est imperméable à l'eau et ne la laisse pas passer. La présence d'argile en grande quantité ou le tassement d'un sol peuvent expliquer son imperméabilité.

Les sols argileux produisent généralement des flaques en surface qui sont un signe de l'**imperméabilité du sol**.



G. Grousset 2010

| CARACTÉRISTIQUES | SOL DE LA PELOUSE | SOL DU SENTIER |
|--|---|---|
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES (OBSERVATIONS DES ÉCHANTILLONS) | | |
| GRANULOMÉTRIE (POSTE 1) |  <p>Eprouvette</p> |  <p>Eprouvette</p> |
| RÉTENTION DES IONS (POSTE 2) |  |  |
| ÊTRES VIVANTS DU SOL | | |
| CAPACITÉ DE RÉTENTION DE L'EAU | | |



LA DEGRADATION DES SOLS PAR L'HOMME

Objectif : Comprendre les causes et les conséquences de la dégradation des sols par l'Homme dans différentes régions du monde.

La dégradation des sols sous l'effet des activités humaines est un phénomène complexe, on peut distinguer quatre types de dégradation :

- **L'érosion par le vent**
- **L'érosion par l'eau**
- **La dégradation chimique** : Perte des éléments nutritifs, pollution, acidification, salinisation
- **La dégradation physique** : Compaction, croute de batance, engorgement , aridification

TRAVAILLEZ EN GROUPE POUR IDENTIFIER LES PRINCIPALES CAUSES DE LA DEGRADATION DES SOLS SUR LE CONTINENT ETUDIÉ

Explorez les points d'intérêt en zoomant sur les différentes régions de votre continent. Vous pourrez voir des annotations et des images qui illustrent les types de dégradations présents.

Vous travaillerez en groupe pour **étudier un continent** spécifique et **présenterez vos conclusions à la classe**.

RÉPARTITION DES GROUPES :

- Groupe 1 et 5 : Afrique
- Groupe 2 et 6 : Amérique du Sud
- Groupe 3 et 7 : Asie
- Groupe 4 et 8 : Europe



MATÉRIEL :

- Fichier KMZ (pour visualisation sur Google Earth) : [Télécharger le fichier .kmz](#)
- Fiche d'aide Simplifiée de Google Earth version 7 : [Accéder à la fiche](#)
- Ordinateur avec GoogleEarth Pro 7

MISE EN COMMUN ET DEBAT

Comparer les similitudes et différences entre les continents étudiés, et discuter des solutions possibles pour contrer la dégradation des sols.

Questions pour guider le débat :

- Quelles sont les causes communes de la dégradation des sols entre les différents continents ?
- Quels sont les impacts sociaux et économiques de cette dégradation dans chaque région ?
- Quelles solutions globales et locales semblent les plus efficaces ?
- Comment les actions locales peuvent-elles avoir un impact global ?

COMMENT UTILISER LE FICHER KMZ ?

Cliquez sur le fichier .kmz que vous avez téléchargé. GoogleEarth s'ouvrira automatiquement.

Décocher dans "Calques" la "Base de données principale" et si besoin cocher "Frontières internationales et noms des pays".

Dans Outils/options/Navigation, cocher "ne pas incliner automatiquement pendant le zoom"
Dans Outils/options/Général, cocher Afficher les résultats Web dans un navigateur externe.





Objectif : comprendre ce qu'est un sol, comment il se forme et fonctionne, quelles sont ses fonctions et les services qu'il rend aux sociétés humaines, comment nos activités viennent les impacter



ACTIVITÉ À FAIRE AVEC UN AUTRE GROUPE (5/6 ÉLÈVES)

Vous allez construire votre propre représentation des sols et des enjeux de leur préservation (= votre Fresque) sur votre paillasse grâce aux cartes que vous allez distribuer progressivement. Vous disposez de crayons qui vous permettront de matérialiser des liens entre les cartes, sentez-vous libres d'écrire sur votre table. **Vous prendrez une photo de votre travail final pour l'envoyer à votre professeur.**



CARTES 1 À 15

Objectif : bien comprendre ce qu'est un sol et les propriétés qui le caractérise.

Positionner l'ensemble des cartes définition (cartes aux numéros vert) **face texte visible** sur la table.

QUIZZ : à vous de deviner ensemble les définitions

1. Une première personne lit une des définitions à haute voix, le groupe débat de la réponse.
2. Quand vous êtes d'accord sur une réponse, ils retournent la carte. Et ainsi de suite jusqu'à disposer les 15 cartes composantes face image visible.



CARTES FONCTIONS : 16 à 22

Objectif : faire comprendre aux participants que les propriétés du sol lui confèrent plusieurs fonctions écologiques.

1. Distribuer les cartes "Fonctions" aux participants (1 ou 2 carte par personne).
2. Chaque participant lit sa carte pour lui-même PUIS il l'explique (ou la lit à haute voix) aux autres et propose un positionnement par rapport aux cartes qui ont déjà été posées.

Prendre le temps pour organiser le plateau et faire les premières connexions entre cartes composantes et cartes fonctions.



LA FRESQUE DU SOL

CARTES SERVICES ET MENACES : 23 À 50

Objectifs : amener les élèves à se rendre compte :

1. De la diversité des services rendus par les sols (qui font partie du grand ensemble des solutions fondées sur la nature) que l'on utilise chaque jour - prise de conscience de notre dépendance au sol.
2. Que l'utilisation de ces services de manière irraisonnée génère différentes menaces/phénomènes de dégradation sur les sols.

Distribution des cartes orange (services) et violettes (menaces) mélangées aux participants en 3 lots : lot 3, lot 4 et lot 5. Distribuer 1/2 cartes pour chacun des 3 lots à chaque élève du groupe.

Chaque lot aborde une ou deux thématiques particulières :

**LOT 3 - CARTES 23 à 32 :**

ce lot est orienté sur les services prélevés dans les sols agricoles et sylvicoles et les menaces qui pèsent sur ces sols en lien avec des pratiques trop intensives

**LOT 4 - CARTES 33 à 41 :**

ce lot est orienté sur l'artificialisation des sols et ses conséquences : les services prélevés dans les sols en milieu urbain et les menaces qui pèsent sur les fonctions des sols (et donc sur les services) en lien avec leur artificialisation.

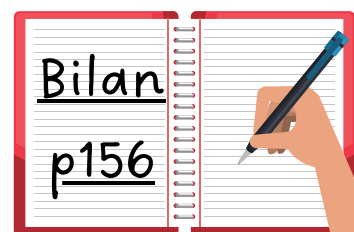
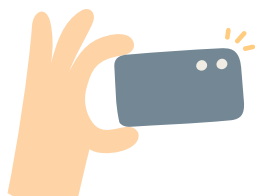
**LOT 5 - CARTES 42 à 50 :**

ce lot est orienté sur les liens entre le fonctionnement des sols et la qualité de l'eau et de l'air

ORGANISATION ET CONNEXIONS

A cette étape faites parler votre créativité !!
vous pouvez partir d'une menace et reconstruire les liens de causalité; puis une autre, etc...
l'ensemble est complexe , tout ne peut pas être représenté...
Vous pouvez écrire, dessiner... sur la table !

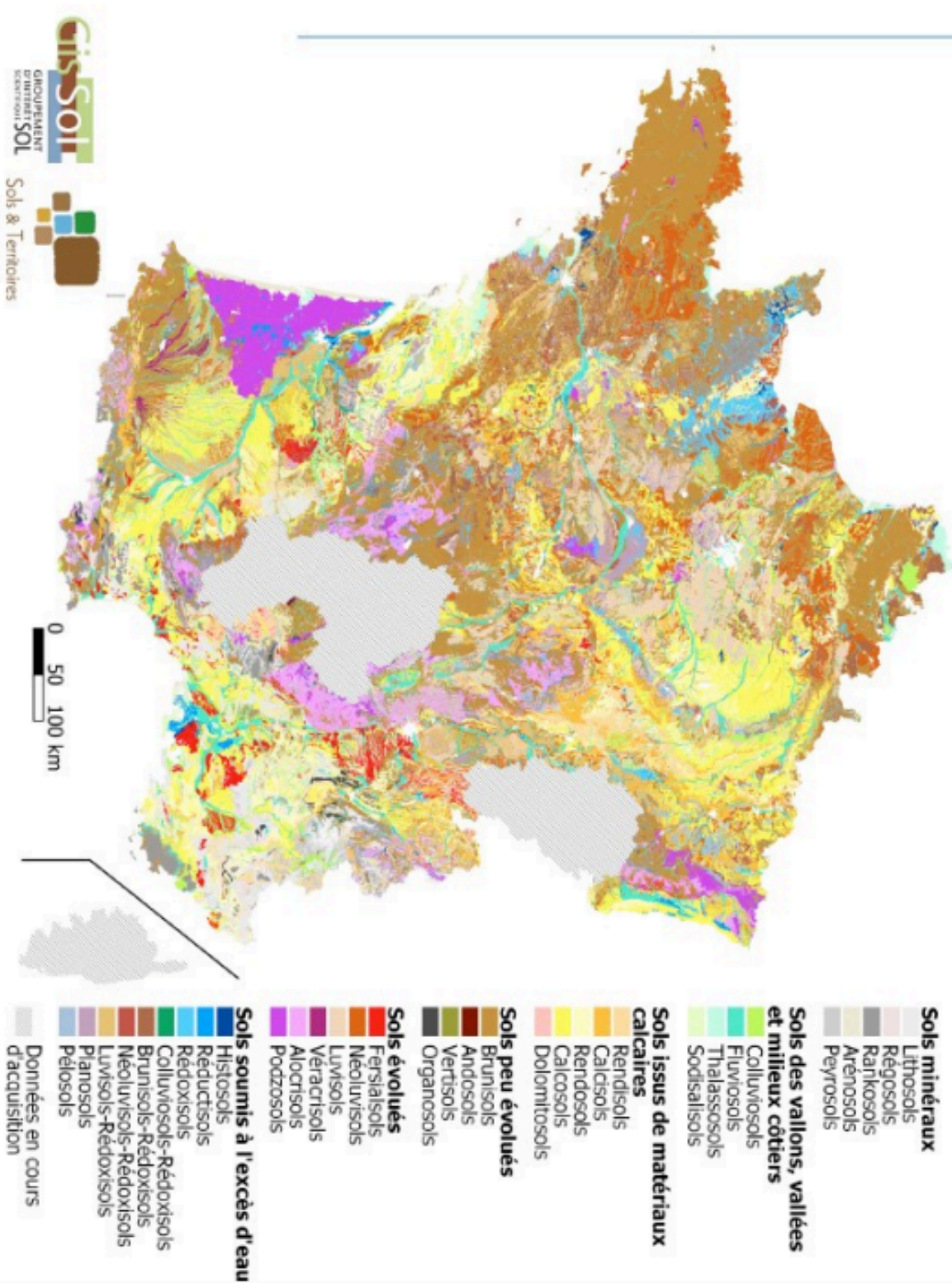
UNE FOIS SATISFAITS DE VOTRE
TRAVAIL PRENEZ LE EN PHOTO (BIEN
CADRÉE) ET ENVOYEZ LA À VOTRE
PROFESSEUR SUR ÉCOLE DIRECTE





Annexe 1 : Carte des sols

Carte des sols - représentation des différents types de sols dominants en France Métropolitaine



Source : Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Sols et Réseau Mixte Technologique Sols et Territoires, 2019



LA FRESQUE DU SOL



Source : fresquedusol.com

Les 7 fonctions écologiques et les 14 services écosystémiques rendus par les sols. Il faut plusieurs fonctions pour assurer un service, et une même fonction alimente plusieurs services. Ces fonctions et services correspondent aux cartes marron et orange de la Fresque du sol.

Source : Calvaruso et al., 2020



7

Les familles de la vie cachée des sols

Nous marchons, courons, jouons tous les jours sur le sol, sans prêter attention au petit monde qu'il abrite. Et pourtant une cuillère à café de sol peut contenir plusieurs millions d'organismes vivants répartis en plusieurs milliers d'espèces différentes. Environ 25 % des espèces animales et végétales décrites sur Terre habitent ou passent une grande partie de leur vie dans le sol. Nous les connaissons mal car ces organismes sont pour la plupart si petits qu'on ne les voit pas à l'œil nu. Ils vivent de plus dans un milieu sombre et opaque. Ainsi, même pour les spécialistes, une proportion très importante de ces espèces reste encore à décrire et à nommer : il y a des espèces inconnues dans la terre de nos jardins !

1- Famille Microorganismes et Microfaune

Il s'agit des organismes du sol les plus petits et les plus nombreux. Il faut un microscope pour les voir. Dans cette famille on trouve des organismes unicellulaires, comme les bactéries et les protozoaires (ciliés et amibes), et des organismes pluricellulaires : champignons, rotifères et nématodes.

2- Famille Mésofaune

Il s'agit là encore d'organismes trop petits, moins de 2 mm, pour être vus parfaitement à l'œil nu. Une loupe peut suffire. Dans cette famille on trouve des invertébrés étranges, les tardigrades, les enchytréides, les acariens, et des petits insectes comme les collemboles, diploures et protozoaires.

3- Famille Macrofaune

Les organismes de cette famille sont visibles à l'œil nu, certains font plusieurs centimètres, voire même plus d'un mètre pour certains vers de terre! En plus des vers de terre et de certaines larves d'insectes on trouve dans cette famille des invertébrés qu'il est possible d'apercevoir à la surface du sol : cloportes, iules, fourmis et termites.

4- Famille Mégafaune

Ces organismes sont bien plus gros mais ne sont pas très nombreux dans les sols. Il faut cette fois-ci un peu de patience et de chance pour les apercevoir. Ce sont des vertébrés qui creusent des terriers comme les crapauds, taupes, marmottes, castors, lapins et blaireaux.

5- Famille Sol

Un sol est constitué de différentes composantes : des particules solides (sable, limon, argile, matière organique), de l'air et de l'eau. La diversité des sols est liée à la diversité de ces particules, au climat, à l'usage que nous en faisons (agriculture, forêt...) et à la diversité des organismes qui l'habitent.

6- Famille Végétal

Les plantes sont présentes dans les sols avec leurs racines terminées par des poils absorbants et avec leurs feuilles qui, tombées au sol, forment la litière. Ces racines s'associent souvent à des champignons (mycorhizes) ou à des bactéries (nodules). Les algues et les champignons peuvent aussi s'associer pour former des lichens.

7- Famille Scientifiques

Les scientifiques comme C. Darwin, P.E. Muller ou S. Waksman ont amélioré nos connaissances de la vie dans les sols en utilisant des outils simples comme la tarière, l'appareil de Berlese ou le microscope. Aujourd'hui, les scientifiques s'appuient sur la bio-informatique et des technologies de pointe pour étudier la biodiversité du sol à travers son ADN.

RÈGLE DU JEU

Le but du jeu est de regrouper le plus grand nombre de familles possible.

Un des joueurs bat les cartes et en distribue 7 à chaque joueur. Le reste constitue la pioche.

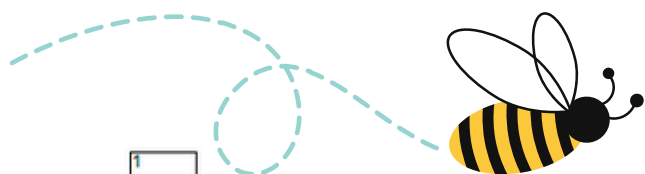
Le voisin à gauche du donneur parle le premier. Il demande à un joueur de son choix s'il a une carte d'une famille dont il a déjà une carte et qu'il cherche à compléter. Par exemple il dit « Dans la famille Macrofaune, je voudrais le ver de terre ».

Les 6 noms composant la famille sont inscrits en haut de chacune des cartes. Si cet autre joueur possède la carte, il doit lui donner. Si le demandeur obtient la carte qu'il voulait, il peut rejouer une autre fois. S'il n'obtient pas la carte demandée, il prend une carte dans la pioche. Si la carte piochée est la carte demandée, il dit « bonne pioche » et rejoue, sinon c'est au tour du joueur suivant.

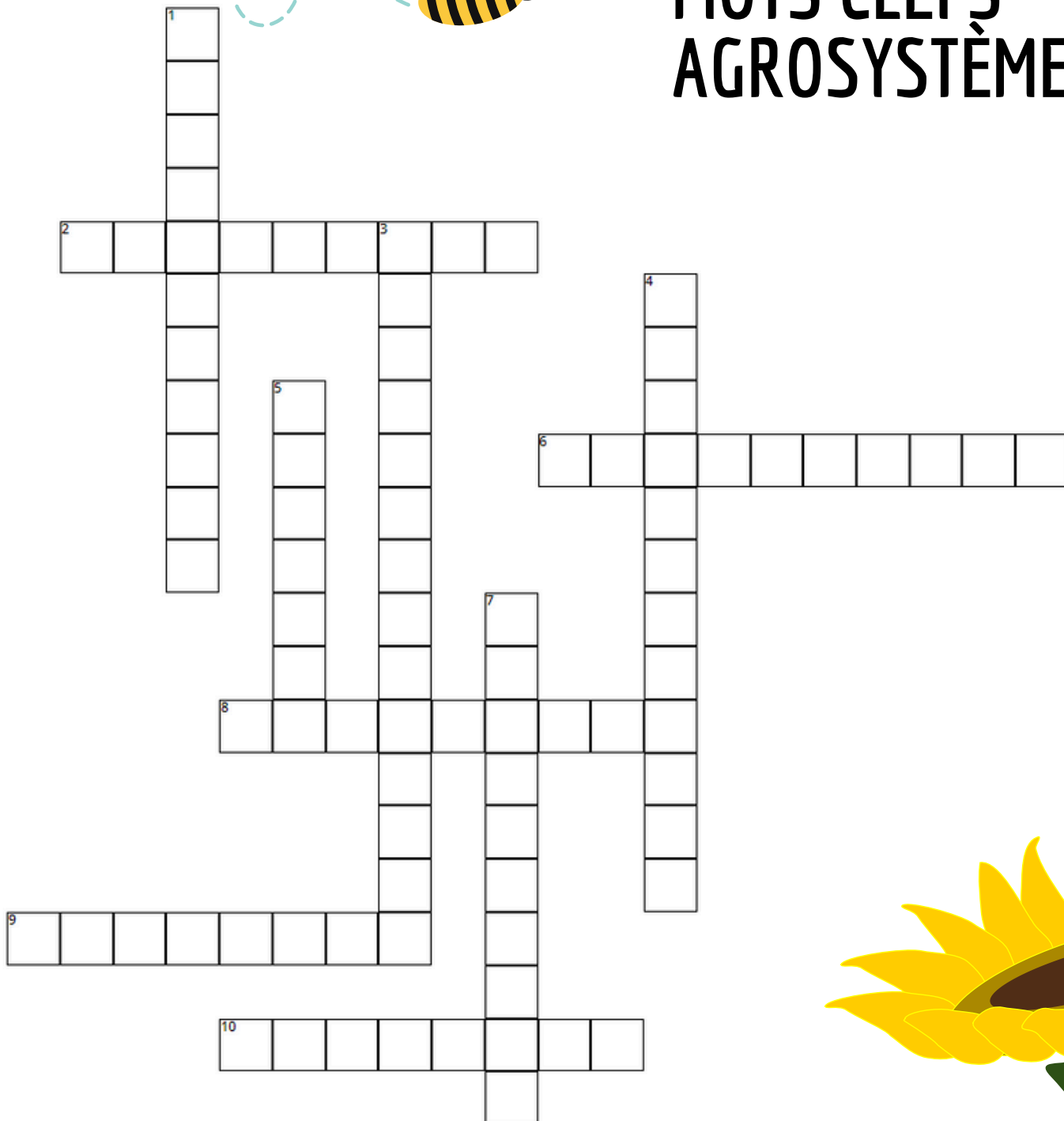
Dès qu'un joueur réunit une famille, il la pose devant lui et rejoue. Le gagnant est le joueur qui obtient le plus de familles.



EXERCICE - MOTS CROISÉS



MOTS CLEFS AGROSYSTÈMES



Horizontal

- entraînement de molécules, par les eaux de pluie.
- ensemble constitué d'un milieu de vie, et de l'ensemble des êtres vivants que l'on y trouve, en interactions.
- substance utilisée pour lutter contre des organismes considérés comme nuisibles.
- masse totale des êtres vivants présents sur une surface donnée.
- produits apportés à l'agrosystème afin d'améliorer le rendement.

Vertical

- écosystème modifié et géré par l'Homme afin de satisfaire des besoins alimentaires.
- pratique agricole consistant à associer des arbres à une culture ou à un élevage.
- catégorie d'êtres vivants qui transforment la matière organique en matière minérale.
- ensemble fermé dont les éléments sont interconnectés et échangent de la matière et de l'énergie.
- ensemble des animaux dont la taille est suffisante pour être facilement distingué à l'oeil nu.





BONUS : EXPOSE

Communiquer dans un langage scientifiquement approprié : Oral Recenser, extraire, organiser et exploiter des informations à partir de documents en citant ses sources, à des fins de connaissance et pas seulement d'information.

Proposition de sujets d'exposés sur le thème :



Des robots pour remplacer les abeilles

La plupart des plantes que nous cultivons d'une manière ou d'une autre survivrait même sans abeilles, mais dans plusieurs cas, il serait difficile d'assurer une production adéquate et rentable. Nous devons sans aucun doute nous inquiéter de la contribution des abeilles aux cultures dont nous tirons de la nour-

riture et des revenus, mais aussi des autres plantes, et elles sont très nombreuses, qui risqueraient l'extinction. Les scientifiques américains et britanniques pensent déjà à un dernier recours : the robbee (l'abeille robot). Récemment, la Harvard School of Engineering and Applied Sciences a reçu une contribution de 10 mil-

lions de dollars pour concevoir et construire une abeille artificielle dans la perspective de compenser le problème de la pollinisation. Des solutions différentes sont envisagées dans d'autres parties du monde : en Chine, on substitue déjà les abeilles par la pollinisation manuelle des fleurs.

Le Brésil et les agrocarburants : menaces sur l'agriculture

Pour devenir le deuxième producteur mondial de soja, le Brésil a dû étendre ses cultures en déforestant massivement l'Amazonie. Or, comme le rappelait en 2006 Fernando Gabeira, député Vert du Brésil : « Le soja pousse dans les zones où il y a le plus de richesses biologiques et culturelles, qui sont aussi les zones où vivent les Indiens ». Par conséquent, ces écosystèmes ont été détruits et les populations locales chassées. Le biodiesel produit à partir des fèves de soja et l'éthanol de canne à sucre sont les deux principaux combustibles du secteur de l'énergie d'origine agricole au Brésil. Il y a quelques années, le Brésil a répondu à l'augmentation de la demande mondiale, notamment de soja. Des millions de familles de petits agriculteurs du sud, encouragés par l'état, ont pris la route de l'exode vers les états du Mato Grosso, du Rondônia, d'Acre, Roraima et Pará. La progression du front pionnier agricole est marquée par le défrichage illégal, l'occupation de nouvelles zones de forêt, et par la présence toujours plus forte des multinationales qui ont



Dessin de presse sur les agro-carburants permis de financer de nouvelles infrastructures - routes, entrepôts, centres de tri, usines de production de biodiesel - et ont garanti l'achat des produits agricoles.

L'agriculture bio, l'avenir de la planète ?

Le ministère de l'agriculture définit l'agriculture biologique comme « un mode de production qui trouve son originalité dans le recours à des pratiques culturales et d'élevage soucieuses du respect des équilibres naturels. Ainsi, elle exclut l'usage des produits chimiques de synthèse, des OGM et limite l'emploi d'intrants. » Les agriculteurs bio sont de plus en plus nombreux et la demande des consommateurs augmente. Les surfaces engagées dans l'agriculture biologique sont passées de 100 000 à 1,5 million d'hectares entre 1995 et 2016. La consommation de ces produits a été multipliée par sept entre 2000 et 2016, représentant aujourd'hui un chiffre d'affaires supérieur à 7 milliards d'euros. La majorité des consommateurs pense que les produits bio sont meilleurs pour la santé. Des analyses comparées d'aliments issus de filière bio ou

conventionnelle ont montré que les fruits et légumes bios possèdent 2 à 68 % de molécules anti-oxydantes en plus (meilleures pour la santé) et contiennent moins de cadmium, de nitrates et de pesticides de classe 1. Cependant, l'agriculture biologique utilise aussi des pesticides (issus de matières naturelles) et on retrouve des traces de produits polluants, parfois issus de contaminations des sols et de l'eau de pluie. Aujourd'hui, les parcelles de l'agriculture biologique, dispersées dans un paysage agricole traditionnel, sont préservées des agents pathogènes par les parcelles traitées autour. Qu'en serait-il si tous les agriculteurs cessaient simultanément de lutter contre les maladies des plantes ? Les rendements plus faibles de l'agriculture biologique rendent nécessaire l'augmentation des surfaces cultivées, ce qui peut être problématique.



Enrichir les sols en carbone pour lutter contre le changement climatique ?

L'initiative 4p1000 encourage des actions pour accroître de 0,4 % par an la capture du carbone dans le sol, ce qui correspond à 80 % de l'augmentation de la concentration atmosphérique en CO2 sur l'année 2017. Atteindre cet objectif aiderait à compenser la hausse continue des émissions de CO2, et permettrait d'améliorer la production agricole, le carbone rendant les sols plus fertiles et stables, alors que la moitié des

champs mondiaux sont dégradés. Des recherches concernent les interactions entre bactéries et racines des plantes cultivées et le stockage du carbone dans le sol. Mais modifier les pratiques agricoles à grande échelle en prenant en compte les spécificités (climat, culture, etc.) des territoires est complexe. Seul un échange de connaissances entre agriculteurs et chercheurs rendrait le dispositif équitable et viable afin qu'il soit envisagé

comme l'une des solutions possibles répondant aux objectifs de l'Accord de Paris sur le climat. L'intrication d'enjeux locaux et globaux est délicate et débouche souvent sur la question de l'intervention du politique. 4p1000 se servira du tremplin de la COP24 en espérant porter son message au grand public, aux chercheurs, aux agriculteurs et aux décideurs.

Source : CNRS Le Journal, 2018



EXERCICES DE MÉTHODE

9 Le sachet de thé, un indicateur scientifique ?

Compétence : Pratiquer une démarche scientifique

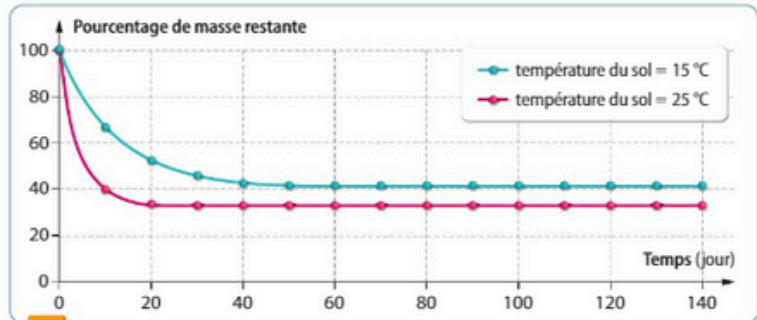
À partir de l'exploitation des documents et des connaissances du chapitre, **indiquer** si des sachets de thé constituent un bon matériel scientifique pour déterminer la capacité de décomposition d'un sol.



Une expérience mondiale a été menée pour comparer le rôle du sol sur la dégradation de la matière. Le sachet de thé, matériau biodégradable accessible partout, a été choisi comme support.

Pour observer la décomposition d'un sachet de thé dans un sol de forêt à deux températures différentes, des sachets de thé vert sont pesés, puis enterrés sous 8 cm de sol pendant 140 jours en laboratoire. Tous les dix jours, les sachets et leur contenu sont déterrés et pesés.

1 Une expérience de décomposition



2 Évolution de la masse d'un sachet de thé vert au cours du temps dans un sol de forêt tempérée à deux températures différentes

| Milieux naturels | Pourcentage de décomposition |
|--|------------------------------|
| Désert (Chine) | 0,4 % |
| Tourbière néerlandaise ou mangrove (Floride) | 1 % |
| Sol de prairie (Islande), forêt néerlandaise, forêt de bouleau autrichienne, laboratoire à 15 °C | 2 % |
| Forêt mixte (Autriche) | 2,5 % |
| Forêt tropicale (Panama) | 4 % |

3 Pourcentage de décomposition (perte de matière par jour) d'un sachet de thé dans d'autres milieux naturels

10 L'achatiniculture : l'élevage d'escargots géants

CORRIGÉ p. 253

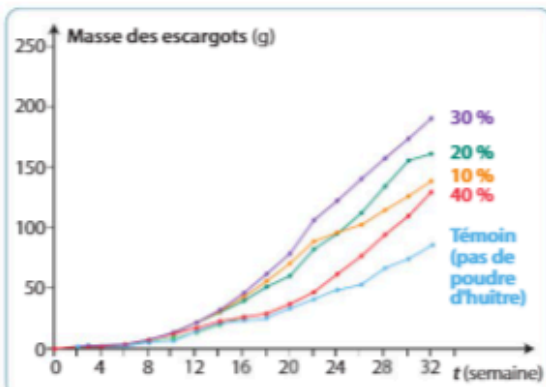
Les escargots géants *Archachatina marginata* constituent une viande très prisée en Afrique de l'Ouest. Ils proviennent essentiellement de la cueillette et sont menacés : des élevages ont été mis en place pour limiter le prélèvement des escargots dans leur milieu naturel.

Des expériences ont été réalisées pour augmenter le rendement de ces élevages : des substrats contenant de la poudre de coquille d'huîtres (de composition proche de la coquille des escargots) à différentes concentrations ont été testés.



longueur de la coquille = 10 cm
L'escargot géant africain

Le calcium est un composant de la coquille des huîtres et des escargots. Ceux-ci peuvent le prélever dans le sol grâce à leur pied. En excès, il entraîne un durcissement précoce de la coquille, ce qui bloque leur croissance.



Source : Journal of Applied Biosciences, 47 (2011)

1 Masse des escargots en fonction de la teneur en coquille d'huîtres dans le sol de l'élevage (substrat)

| | Témoin | Avec teneur de 15 % de poudre d'huîtres dans le sol |
|----------------------------------|--------|---|
| Gain de masse total (g) | 31,6 | 46 |
| Gain de masse de la coquille (g) | 10,6 | 21 |

La masse totale d'un escargot est la somme de la masse de la coquille et de la chair, qui est la seule partie consommée.

2 Gain de masse enregistré en six mois chez les escargots élevés sur différents substrats

Justifier et expliquer un raisonnement

- Déterminer la concentration optimale du substrat en coquille d'huîtres pour la croissance des escargots.
- Montrer que l'augmentation de la croissance grâce à la poudre d'huîtres s'accompagne d'une augmentation de la production alimentaire.
- Expliquer pourquoi la croissance diminue à partir d'une certaine concentration en coquille d'huîtres.

Méthode

Rechercher les intérêts de l'utilisation des sachets comme matériel expérimental (Doc. 1)

Lire et interpréter le graphique en regardant l'allure générale des deux courbes (Doc. 2)

Lire et interpréter le graphique en comparant les deux courbes (Doc. 2)

Comparer les taux de décomposition dans divers milieux naturels et interpréter les résultats (Doc. 3)

Conclure

Solution

Analyse du Doc. 1 : Les sachets de thé contiennent de la matière végétale (feuilles) et sont donc biodégradables. Peu chers et présents partout, ils sont un matériel expérimental facile à mettre en œuvre.


Analyse du Doc. 2 : On note une diminution de masse des sachets en deux phases. Une phase rapide de 20 jours, où les sachets perdent entre 50 et 70 % de leur masse, puis une phase de quasi-stagnation de la masse. Le contenu des sachets de thé se dégrade rapidement.

Analyse du Doc. 2 : Selon la température, la perte de masse n'est pas la même : de 50 % en 20 jours à 15 °C et de 70 % en 20 jours à 25 °C. Une hausse de température augmente donc la vitesse et l'intensité de la dégradation des sachets de thé.

Analyse du Doc. 3 : Le pourcentage de décomposition de la matière organique varie en fonction des conditions climatiques (ici température), qui sont différentes selon les écosystèmes. Le pourcentage et donc la vitesse de décomposition varient en fonction de l'écosystème (température, pluviométrie, type de sol, composition de la litière, etc.).

Conclusion : Peu chers et faciles à trouver, les sachets de thé permettent de déterminer l'état de santé d'un sol en mesurant sa capacité à dégrader la matière qui s'y trouve. Si on répète ces mesures dans le temps, on peut observer d'éventuelles variations qui pourront permettre de donner une indication sur la capacité des sols à décomposer la matière vivante.

10. a. La concentration optimale est de 30 % de poudre d'huîtres dans le substrat : la croissance est alors de 190 g en 32 semaines, et donc supérieure à toutes les autres concentrations. **b.** La masse de chair des escargots témoin a augmenté de $31,6 - 10,6 = 21$ g. Pour les escargots élevés sur poudre d'huîtres, l'augmentation est de $46 - 21 = 25$ g, la masse de chair comestible produite est donc supérieure au témoin. **c.** À partir d'une certaine concentration de poudre d'huîtres comprise entre 30 % et 40 %, le calcium ainsi apporté provoque un durcissement précoce de la coquille et bloque la croissance des escargots.



SOIL HAS AN ALLY: NUCLEAR SCIENCE

Restoring soil health using nuclear techniques saves a Vietnamese coffee plantation.

The owner of a coffee farm in Vietnam almost lost two hectares of his plantation because the soil was no longer productive. After intensive cultivation in the same place and extreme weather (hail storm¹), the soil began to erode a few centimeters every year.

A particular group of environmental radionuclides, namely fallout radionuclides² (FRNs), have proven to be a cost effective tool to trace soil movements and re-distribution due, for example, to erosion. FRNs reach the land surface by fallout from the atmosphere and accumulate on the soil surface. Scientists can locate and track these FRNs and follow soil movements. Farmers and scientists worked together in the coffee farm to create a soil conservation plan. They built water basins to collect rain water and terraces to hold the soil in place, and they used intercropping³. With this conservation plan in operation, soil erosion was almost reduced in half and the coffee plantation went back to its original production.

Adapted from Nicole Jawerth, International Atomic Energy Agency (December 2017)

1. **Hail storm:** tempête de grêle
 2. **Radionuclides:** radionucléides (éléments radioactifs)
 3. **Intercropping:** culture intercalaire (plantation d'une autre plante entre deux rangées ici de caféiers)

- 1 Explain why the plantation's soil stopped producing a sufficient coffee harvest.
- 2 How did scientists manage to establish a 'diagnosis' of the soil's state?
- 3 What measures were taken to limit the soil's erosion? Why were they useful?



THE WORLD SOIL MUSEUM

The ISRIC World Soil Museum in the Netherlands is a unique museum with 1100 soil profiles¹ from all over the world. 80 profiles are on display, they represent the main soil groups in the world. This reference collection is used for verifying national data and compiling global soil databases.

A soil profile is a vertical section of soil, sampled² from the field³, and prepared for preservation. These vertical profiles show the composition, layering⁴ and structure of the soil.

The sampling is carefully planned. After selection of a representative site in the field, a column is dug out⁵. Then a glue is sprayed onto the profile several times until the soil is covered with a very thin layer. Soil profiles are conserved through impregnation with diluted lacquer⁶.

Adapted from wsm.isric.org

1. **Soil profile:** un profil de sol
 2. **To sample:** prélever
 3. **Field:** un champ
 4. **Layering:** superposition
 5. **To dig out:** déterrer
 6. **Lacquer:** laque

- 1 What is soil profiles collection used for?
- 2 What information can be picked up by studying soil profiles?
- 3 Explain how soil profiles are sampled and conserved.



1. The cultivation in this plantation was intensive and the farm experienced extreme weather conditions, so the soil began to erode, and its fertility decreased.

→ Cette plantation était une culture de type intensive et les champs cultivés ont subi des conditions météorologiques extrêmes, donc le sol a commencé à s'éroder, et sa fertilité a diminué.

2. The scientists studied the fallout radionuclides coming from the atmosphere and accumulating on the soil surface. Scientists can locate them to follow the soil movements.

→ Les scientifiques ont étudié les retombées radioactives (radionucléides) provenant de l'atmosphère et s'accumulant à la surface des sols. Ces scientifiques ont pu localiser ces radionucléides afin de suivre les mouvements du sol.

3. Water basins collection and terraces were built, and farmers used intercropping. These measures helped to hold the soil in place: the coffee production increased.

→ Des bassins de collecte d'eau et des terrasses ont été construits, et les fermiers ont commencé à utiliser des cultures intercalaires. Ces mesures aident au maintien du sol : la production de café a même augmenté.



1. Soil profiles collections are used for verifying national data about soils, and compiling worldwide soil databases.

→ Les collections de profils de sol servent à vérifier les données nationales sur les sols et à compiler des bases de données mondiales sur les sols.

2. A soil profile shows the composition, layering and structure of the soil.

→ Un profil de sol montre la composition, la stratification et la structure du sol.

3. A column of soil is dug out, then it's covered by glue and impregnated with lacquer to be conserved.

→ Une colonne de sol est creusée, puis recouverte de colle et imprégnée de laque pour être conservée.