





www.prosensols.eu



INTERREG efface les frontières

Ce dossier pédagogique sur le sol vise principalement les élèves de 15-16 ans. Son objectif est de faire comprendre ce qu'est le sol et comment il fonctionne, mais également de faire prendre conscience des multiples fonctions qu'il remplit. Il vise aussi à sensibiliser les lecteurs à la protection des sols, car ces derniers sont soumis à de nombreux processus de dégradation.

Les exemples proviennent principalement de la zone Interreg France-Flandre-Wallonie (<u>www.prosensols.eu</u>). A ce titre, ce dossier ne prétend pas couvrir l'entièreté des processus pédologiques et de la diversité des sols du monde.

Ce document est accompagné d'une douzaine d'activités didactiques reprises dans un document séparé, d'un diaporama de photographies et comporte un lexique précisant la définition de chacun des mots portant un astérisque.

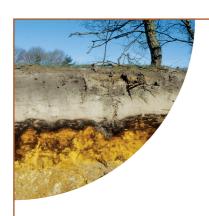
Bonne découverte...



Photo 1 - Profil de sol sur loess (voir plus loin).

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	4
<u>Par</u>	<u>rtie I</u> : Le sol, c'est quoi ?	
1 - 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5	LE SOL Définitions et notions L'organisation du sol La structure et la texture du sol Le sol: un milieu solide avec des vides La formation du sol	7 8 9
2 - 2.1 2.2 2.3	QUELQUES SOLS DE NOS RÉGIONS Le sol brun limoneux (Luvisol) Le podzol Les sols calcaires (Calcisols)	20 21
<u>Par</u>	rtie II : Le sol, ça sert à quoi ?	
3 - 3.1 3.2 3.3	LES FONCTIONS DU SOL Les fonctions environnementales du sol Les fonctions économiques du sol Les fonctions socioculturelles du sol	24 34
<u>Par</u>	rtie III : Les sols sont en danger !	
5 - 6 - 7 - 8 - 9 -	L'ÉROSION LA DIMINUTION DES TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE LA CONTAMINATION LE TASSEMENT L'IMPERMÉABILISATION LA PERTE DE BIODIVERSITÉ LA SALINISATION	41 43 45 47
	CONCLUSIONS	52
	LEXIQUE	56
	RÉPONSES DES ACTIVITÉS	58
	BTBLTOGRAPHTE	62



INTRODUCTION

Le sol est un milieu vivant, avec ses propres caractéristiques et au fonctionnement complexe, qui occupe une place privilégiée au sein de notre environnement.

Au même titre que l'eau, l'air ou la biodiversité(*), le sol est une ressource naturelle capitale. En effet, elle remplit de nombreuses fonctions, tant d'un point de vue environnemental qu'économique ou socio-culturel. Par exemple, le sol fournit de l'eau et des nutriments aux plantes et abrite une grande biodiversité. C'est un support essentiel pour l'agriculture. Il permet aussi de limiter les crues et de filtrer l'eau. Contrairement à l'eau, il doit cependant être considéré comme une ressource naturelle non renouvelable.

Malheureusement, force est de constater qu'en de nombreux endroits les sols ne cessent de se dégrader en raison des activités humaines. Ces activités conduisent à des problèmes d'érosion, de perte en matière organique, de contamination, de tassement, d'imperméabilisation, de perte de biodiversité ou encore de salinisation. Cela a des conséquences néfastes sur la qualité du sol et, par conséquent, sur la qualité de notre environnement et le fonctionnement des écosystèmes(*). Il est extrêmement important de préserver cette ressource pour les générations futures, car le sol contribue à assurer un développement sain et durable.

Dans une première partie, nous verrons ce qu'est le sol, comment il se forme, quels en sont les constituants et les caractéristiques. Nous verrons également qu'il existe de nombreux types de sol. Nous verrons ensuite quelles sont les fonctions qu'il remplit, avant de passer en revue les principales menaces auxquelles il est soumis et les solutions qui existent pour y pallier.

le sol



LE SOL, Ç'EST QUOI ?





I. - LE SOL

ACTIVITÉ I

(groupe)



Observons le sol

Avec le professeur, observe le « profil de sol » ci-dessous et note tes observations.

Que	remarques-tu?
diffe	lle(s) pourrai(en)t être la(les) cause(s) des érences de couleurs entre les différentes hes ?
У а-1	t-il des signes de vie dans ce sol ?
A to	n avis, de quoi est composé ce sol?



<u>Photo 2</u> - Profil de sol.

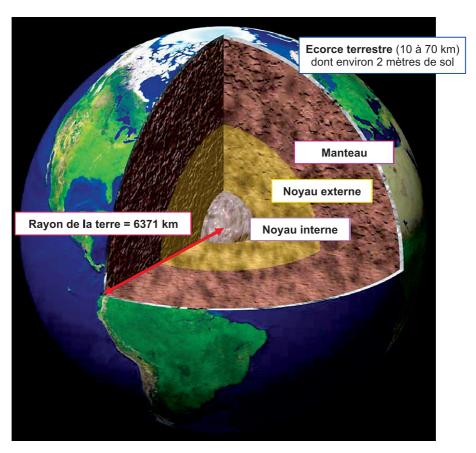
Le sol est très souvent considéré comme une masse inerte qui a pour seule fonction de servir de support à la vie végétale et animale et aux activités humaines.

Cependant, en observant ce « profil de sol », tu auras remarqué que le sol semble être organisé et qu'on y observe des signes de vie. On peut le comparer à un « organisme vivant », car tout comme nous, il respire, assimile et accumule des réserves. C'est ce que tu vas pouvoir découvrir dans ce dossier. Il s'agit d'un milieu très complexe, diversifié et dynamique, en équilibre avec son environnement et qui remplit de nombreuses fonctions.

1.1 Définitions et notions

Le sol est la couche superficielle meuble de la surface terrestre. Son épaisseur peut aller de quelques dizaines de centimètres jusqu'à plusieurs mètres.

Il résulte de la dégradation de la matière organique d'origine végétale provenant de la surface et de la matière minérale provenant de l'altération de la roche-mère qui le supporte. Il peut également se former à partir de matériaux apportés par l'eau ou le vent. La roche-mère est le matériau minéral de base à partir duquel le sol se forme.



<u>Figure 1</u> - Le sol est la peau de la planète Terre. (source: www.scifun.ed.ac.uk/card/facts.html)

Véritable peau vivante de la Terre, le sol est à la croisée de trois sphères : la lithosphère(*), l'hydrosphère(*) et l'atmosphère, qui ensemble forment la biosphère (ensemble des organismes vivants et de leurs interactions avec les espaces qu'ils occupent). Les relations qu'entretiennent ces trois sphères entre elles et leurs organismes associés sont à l'origine de la formation du sol et de ses caractéristiques.

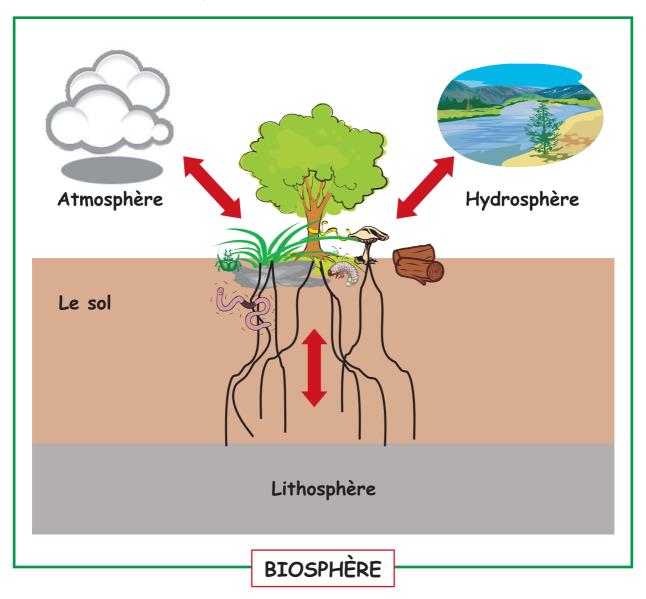


Figure 2 - Le sol : un milieu à la croisée des composantes de la biosphère.

1.2 L'organisation du sol

Le sol n'est pas une masse homogène. Il est possible de distinguer des couches superposées ayant des caractéristiques bien distinctes que l'on nomme « horizons ». Ensemble, ces horizons constituent ce que l'on appelle le « profil de sol ».

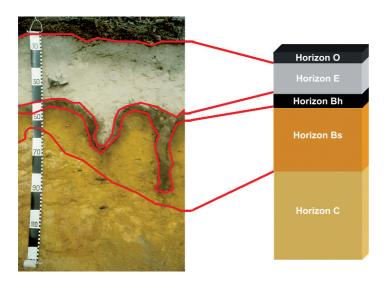


Photo 3 - Profil de sol.

Comme tu as pu le constater, les horizons se différencient notamment par la couleur. Il est également possible de les différencier par un certain nombre d'autres caractéristiques comme la taille (texture) et l'organisation (structure) des particules qui les composent, la dureté, la présence plus ou moins importante de cailloux, l'acidité, la présence de taches de couleurs, l'abondance et la dimension des pores (espace entre les particules du sol), etc.

L'horizon de surface, en contact avec la végétation, est **enrichi en matière organique**, ce qui lui donne souvent une **couleur plus foncée** (*Photos 1 et 2*). Quand la roche-mère est encore présente, on la trouvera en bas du profil.

1.3 <u>La structure et la texture du sol</u>

Lorsqu'on éclate entre les doigts un bloc de terre prélevé sur un profil de sol, il est possible d'isoler des mottes de sol de taille variable qu'on appelle « agrégats ». L'arrangement de ces agrégats et des espaces vides qui les séparent définissent la structure du sol.



Le savais-tu?

Il est possible de distinguer deux grandes catégories de sols :

- Les sols jeunes ou peu évolués: peu profonds ou peu différents de la roche-mère. Ils sont constitués de seulement deux horizons, l'horizon supérieur étant typiquement plus foncé que l'horizon sous-jacent.
- Les sols évolués : plus profonds et avec une succession d'horizons.



<u>Photo 4</u> - Structure grumeleuse.

En affinant les agrégats à l'extrême, on finit par trouver les particules élémentaires qui composent le sol. Il est très difficile de les voir à l'œil nu, mais ces particules diffèrent en taille et n'ont pas toute la même composition. La répartition en taille des particules caractérise la texture du sol.



<u>Photo 5</u> - La texture représente la répartition des particules minérales du sol en fonction de leur taille.

1.4 <u>Le sol : un milieu solide avec des vides</u>

Le sol contient deux sortes de constituants solides : les constituants minéraux et les constituants organiques.

Les constituants minéraux : ils proviennent de la désagrégation de la roche-mère ou des matériaux apportés par l'eau ou le vent.

On les classe souvent selon leur diamètre (granulométrie):

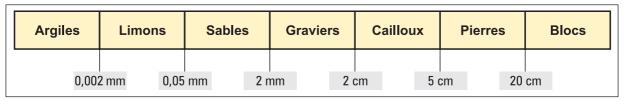


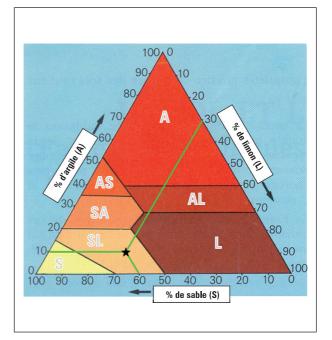
Figure 3 - L'échelle granulométrique.

La distinction entre l'argile, le limon et le sable ne repose pas que sur une différence de diamètre. Cependant, ils se différencient également parfois sur base de **leur composition chimique** ou de leur minéralogie (par ex., teneur en silice, carbonates, ...). Les catégories limons et sables peuvent encore être subdivisées en limons et sables fins et grossiers.

En réalité, les particules minérales ne sont pas rondes. Si les limons et sables ressemblent à de **minuscules cailloux**, les particules d'argiles ressemblent quant à elles plutôt à des **plaquettes**. En raison de leur taille et de leur nature, les argiles peuvent agir comme un **ciment** entre les grains de sable et de limon.

La proportion de sable, limon et argile détermine la texture d'un sol ou d'un horizon. On parle dès lors de sols argileux, limoneux ou sableux selon que l'argile, le limon ou le sable domine. Il existe également des intermédiaires. On parle, par exemple, de sols sablo-limoneux lorsqu'ils contiennent principalement un mélange de sable et de limon.

La texture peut se représenter sur le « triangle textural » (Fig. 4). Un sol composé de 30% de limon, 10% d'argile et 60% de sable est un sable limoneux. A ton avis, quel est la texture d'un sol qui contient 70% de limon et 10% d'argile? Combien de sable contient-il?



<u>Figure 4</u> - Le triangle des textures.

A = Argile, AS = Argile sableuse,

AL = Argile limoneuse, SA = Sable argileux,

SL = Sable-limoneux, S = Sable, L = Limon.



Le savais-tu?

L'argile, le limon et le sable peuvent se reconnaître au toucher. L'argile colle aux doigts quand elle est humide et tu peux en faire des boudins; les limons sont poussiéreux quand ils sont secs et tachent les doigts. Les sables, quant à eux, rayent les doigts.

ACTIVITÉ 2

(groupe)



<u>Découvre au toucher la différence entre l'argile (ou le limon) et le sable</u>:

- 1 Le professeur se procure de l'argile (ou du limon) finement broyé et du sable (magasins, jardins, agriculteurs, ...).
- 2 Il les place dans deux boîtes différentes sans que l'on puisse voir le contenu.
- 3 Chaque élève, à tour de rôle, plonge sa main dans les deux boîtes, apprécie du bout des doigts les particules et note sur un papier s'il s'agit d'argile (ou de limon) ou de sable.

Les constituants organiques : ce sont les organismes vivants ou morts du sol.

On les répartit en quatre catégories :

- les végétaux et animaux vivants : champignons, vers de terre, bactéries(*) ...
- les déjections animales, les végétaux et animaux morts mais non encore décomposés,
- les animaux et végétaux morts en cours de décomposition,
- l'humus (dernier stade de décomposition des végétaux riches en carbone).

Cet ensemble de matières organiques est très important, notamment l'humus, car il agit comme une sorte de ciment et permet aux particules minérales de se lier les unes aux autres. Il favorise ainsi la formation des agrégats et est donc en partie à l'origine de la structure du sol. Il sert également de source d'éléments minéraux pour les plantes et permet une meilleure rétention de l'eau dans le sol. Si tu souhaites en savoir plus sur la matière organique, consulte le dossier « La matière organique du sol » (disponible sur http://www.prosensols.eu).

Le sable, le limon, l'argile et l'humus peuvent se combiner de différentes façon dans le sol et donner lieu à des structures différentes. Cette structure du sol détermine la **proportion de vides** dans le sol que l'on appelle **porosité**. En moyenne, 50% du volume du sol est composé de solides et 50% de vides. Les vides sont occupés par de l'air et/ou de l'eau en proportion variable selon les saisons et le type de sol.

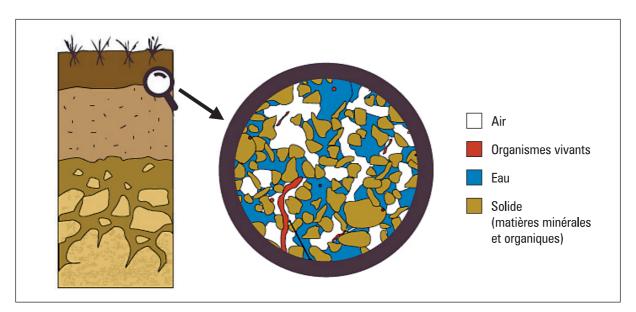


Figure 5 - Zoom sur le sol.



Pour aller plus loin...

- L'eau du sol, également appelée la « solution du sol », contient des éléments minéraux provenant de la dissolution des roches, de la décomposition de la matière organique ou encore des engrais(*). Il s'agit, par exemple, de calcium (Ca), de phosphore (P), de potassium (K), d'azote (N), ... Cette solution est prélevée par les racines des plantes pour leur développement.
- L'air du sol est aussi nommé « l'atmosphère du sol ». On y retrouve, entre autres, de l'azote gazeux (N₂), de l'oxygène (O₂), du dioxyde de carbone (CO₂), et du méthane (CH₄). Ces gaz proviennent d'échanges avec l'atmosphère, de réactions chimiques au sein du sol et de l'activité métabolique des organismes du sol.



Photo 6 - Litière forestière



Pour résumer, tu peux constater que le <u>sol</u> est organisé comme une <u>maison</u>



Des particules élémentaires minérales et organiques, qui définissent la texture du sol ...



... s'organisent entre elles pour former des **agrégats** (structure du sol) ...



... dont les arrangements varient en fonction de la profondeur et permettent ainsi de distinguer des couches de sol aux propriétés différentes, nommées horizons. Cet ensemble forme le profil de sol.



Des particules élémentaires plus ou moins grossières (sable, gravats, ciment) ...



... s'agrègent pour former des parpaings ...



... dont la disposition permet de créer des **étages** aux caractéristiques diverses et qui, ensemble, constituent une **maison**.







Structure et texture

Peux-tu imaginer d'autres manières de représenter la différence entre texture et structure, en utilisant des objets de la vie courante ?

qu la l'o co ae	semple 1: prends deux paquets de cartes à jouer. Laisse un paquet tenel. Avec l'autre paquet construit un château de cartes. La texture est même dans les deux cas (même nombre de cartes, même taille), mais rrangement des cartes (structure) est très différent dans les deux s. Dans le premier cas, elle est très compacte, dans le second, très rée. Comment représenterais-tu le rôle de la matière organique dans le âteau de carte?
de A le	e <mark>mple 2</mark> : mélange du sable avec de l'argile ou du limon, à l'état humide, façon à former une pâte. Sépare le mélange en deux portions égales, vec une des deux portions, fabrique des petites boulettes. Place ensuites deux portions dans deux récipients de même taille. Laquelle des deux rtions occupe le plus de place?

1.5 La formation du sol

PREMIER STADE : LA DÉCOMPOSITION DE LA ROCHE-MÈRE

- Désagrégation physique (fragmentation) d'une roche qui affleure en particules minérales grossières sous l'action :
 - des gradients thermiques (variation des températures jour-nuit → desquamation(*) et éclatement de la roche),
 - de l'alternance gel-dégel (l'eau prend plus de volume en gelant et éclate la roche),
 - de l'alternance humidité-sécheresse (changement du volume des roches tendres → fissuration et cassures).

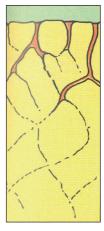


Figure 6



Formation du « SQUELETTE DU SOL » à partir de la roche-mère.

- Altération chimique du squelette du sol = transformation des minéraux sous l'action de phénomènes :
 - de dissolution (mise en solution des substances solubles),
 - d'hydrolyse (transformation par les ions H^+ ou OH^- contenus dans l'eau),
 - d'hydratation (l'eau peut changer les propriétés des minéraux).



Figure 7



Formation du « COMPLEXE D'ALTERATION » : éléments fins, formation d'un substrat meuble.

SECOND STADE : L'ENRICHISSEMENT EN MATIÈRE ORGANIQUE

- L'ameublissement du profil lors du premier stade permet la colonisation du sol par les végétaux et les animaux.
- Décomposition des végétaux et animaux morts par les micro-organismes(*) et formation d'humus qui se mélange aux particules minérales pour former un horizon de surface de couleur sombre.
- Formation de liaisons entre les particules les plus fines (argiles) et l'humus pour former un « complexe argilo-humique(*) », qui favorise la structuration du sol et constitue un stock d'éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes.



Figure 8



JEUNE SOL colonisé par la végétation et la vie animale, et enrichi en matière organique.

TROISIÈME STADE : LA FORMATION D'AUTRES HORIZONS

L'eau de pluie qui traverse le sol peut entraîner les particules les plus fines en profondeur. On parle du « lessivage » du sol. Cela conduit à un appauvrissement des couches supérieures et un enrichissement des couches plus profondes en éléments fins. D'autres mécanismes (par ex. la précipitation de fer ou de certains sels) peuvent aussi conduire à la formation d'horizons.

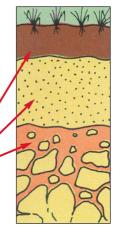


Figure 9



Le lessivage des éléments les plus fins conduits à la formation de couches de sol aux caractéristiques physiques, chimiques et biologiques différentes. Ces couches sont appelées « HORIZONS » et caractérisent les « SOLS EVOLUÉS ».

Tu l'auras sans doute compris, chaque sol est unique. Son aspect, sa structure, sa texture, sa composition et ses propriétés vont dépendre de la nature de la roche-mère, du climat, du type de végétation qui s'y installe, de son âge et de sa position dans le relief. Par ses activités et l'utilisation qu'il en fait, l'Homme peut également influencer la formation des sols, en particulier par des apports massifs de matière organique pour enrichir le sol.



Il faut environ 100 ans pour former 10 mm de sol!

2. - QUELQUES SOLS DE NOS RÉGIONS

Il existe en tout 11 grands groupes de sol dans nos régions parmi les 32 définis par la base de référence mondiale pour les ressources en sol. Le principal type de sol rencontré dans nos régions appartient au groupe des Luvisols. Il s'agit de sols bruns limoneux, formés à partir d'un dépôt de poussières que l'on appelle « loess ». Ces poussières, de la taille des limons, ont été apportées par le vent, il y a de cela des milliers d'années. On trouve également dans nos régions des Podzols, des Leptosols, des Fluvisols, ou encore des Arenosols (Fig. 10).

ACTIVITÉ 4

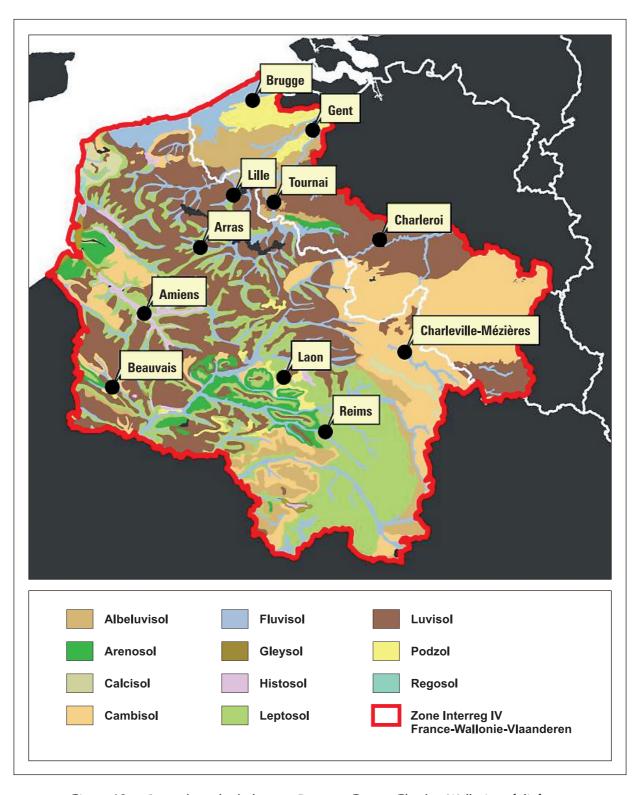
(groupe)



Observez la carte ci-contre avec les noms des différents types de sol et répondez aux questions suivantes :

(Vous pouvez utiliser vos dictionnaires si nécessaire!)

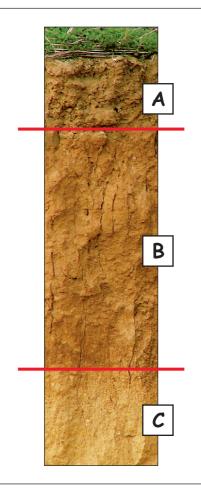
•	A votre avis, un <u>Fluvisol</u> serait plutôt un sol de vallée ou un sol d'altitude?
2	A votre avis, de quel type de roche sont issus les <u>Calcisols</u> ?
3	A votre avis, quelle sera la texture d'un <u>Arénosol</u> ?
4	Recherchez l'origine du préfixe "gley" de <u>Gleysol</u> .



<u>Figure 10</u> - Carte des sols de la zone Interreg France-Flandre-Wallonie, réalisée sur base de "The European Soil Database distribution version 2.0, European Commission and the European Soil Bureau".

2.1 Le sol brun limoneux (Luvisol)

Il s'agit d'un sol comportant typiquement 3 horizons dénommés A, B et C. Il s'agit d'un sol lessivé présentant une accumulation d'argile dans l'horizon B. L'horizon A est enrichi en humus. Ce sol est riche en éléments minéraux et retient beaucoup d'eau tout en étant filtrant. C'est un très bon sol agricole.



Horizon A: horizon de surface.

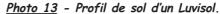
Il se caractérise par une couleur plus foncée en raison de la **présence de matière organique**.

Horizon B: horizon intermédiaire.

Il est plus foncé que l'horizon \mathcal{C} en raison de l'accumulation de particules argileuses.

Horizon C: matériau d'origine.

Ce sol limoneux s'est développé à partir d'un dépôt éolien de limons fins appelés "loess".





Mais au fait, pourquoi y a-t-il des sols bruns, rougeâtres ou bleuâtres ?

Le sol contient divers minéraux, notamment du fer. Celui-ci est un important agent de coloration du sol et nous renseigne sur son état d'oxygénation. En fonction de la quantité d'eau contenue dans le sol, celui-ci peut être plus ou moins oxygéné. Le fer prendra une teinte brune s'il est bien oxygéné, une teinte rougeâtre s'il est très oxygéné et une teinte gris-bleue s'il est peu oxygéné.

2.2 Le podzol

Le podzol (= cendre en russe) est un sol fortement lessivé qui se développe généralement sur des sables ou des grès(*) sableux. Il est très acide, pauvre en éléments minéraux et ne convient pas à l'agriculture. Il présente 5 horizons typiques.

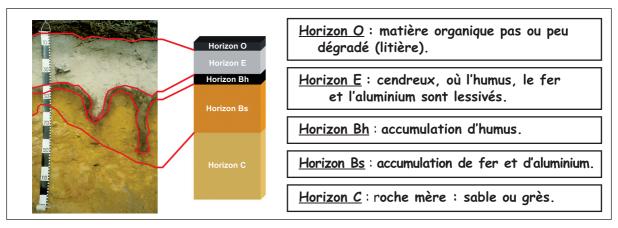
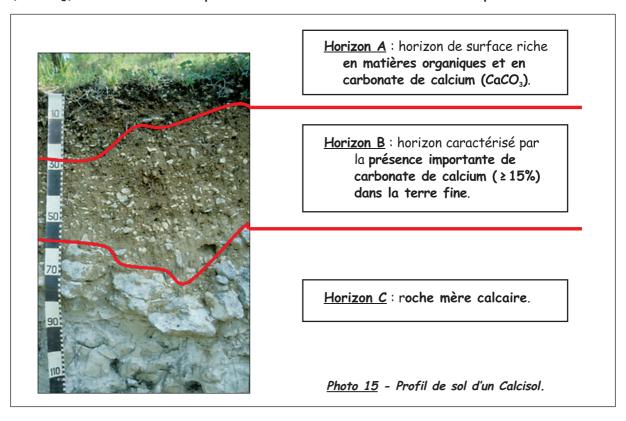


Photo 14 - Profil de sol d'un podzol.

2.3 Les sols calcaires (Calcisols)

Les sols calcaires sont caractérisés par la présence d'une roche calcaire dans les 100 premiers centimètres. Ils sont généralement bien drainés et également fertiles en raison de leur forte teneur en carbonate de calcium $(CaCO_3)$. Ces sols sont aptes à la culture ou à la mise sous prairie.





LE SOL, ÇA SERT À QUOI ?









Répondez aux questions ci-dessous

En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?	 	
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f	onctions sor	nt-elles uti	les?		
En quoi ces f					

3. LES FONCTIONS DU SOL

Le sol est souvent considéré comme un simple support pour la végétation et l'agriculture. Pourtant il remplit de nombreuses autres fonctions essentielles et souvent ignorées, d'ordre environnemental, économique et socioculturel. Le sol permet de tamponner les crues, de stocker de grandes quantités de carbone, d'approvisionner les plantes en eau et en nutriments, de construire nos infrastructures et bien d'autres choses. C'est aussi l'habitat privilégié d'une grande partie de la biodiversité planétaire. Incroyable non?

3.1 Les fonctions environnementales du sol

Le sol remplit de nombreuses fonctions environnementales. Il joue le rôle de tampon contre les inondations et le réchauffement climatique. Il influence également la qualité de l'eau qui le traverse tel un immense filtre. En plus d'être un important réservoir biologique, le sol est un déterminant écologique qui influence la nature de la végétation.

> Un tampon contre les inondations et un filtre

Lorsqu'il pleut, l'eau de pluie peut soit s'infiltrer dans le sol, soit ruisseler à sa surface. L'importance de l'un ou l'autre phénomène est fonction de ce que l'on appelle la capacité d'infiltration du sol. Une texture sableuse ou une bonne structure favorise l'infiltration.

L'eau qui ruisselle va cheminer selon la pente vers un cours d'eau. Si le volume d'eau qui ruisselle est trop important, alors des phénomènes de coulées de boue ou d'inondations peuvent se produire. En infiltrant une partie de l'eau de pluie, le sol réduit l'ampleur des crues.



Photo 16 - Une classe inondée.



Photo 17 - Une rue inondée.

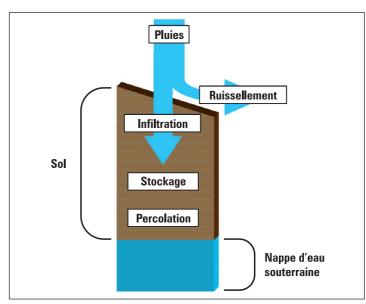


Figure 11 - L'eau et le sol.



Pour aller plus loin...

Pour que l'eau puisse circuler dans un sol, il doit être perméable. C'est le cas s'il possède une texture grossière où dominent des sables ou s'il possède une structure grumeleuse. Au contraire, s'il possède une texture trop fine où dominent les argiles et s'il est pauvre en humus, alors la structure est plus compacte et il sera peu perméable, voire imperméable.

Une partie de l'eau qui s'infiltre va être stockée dans le sol. Elle constituera une réserve pour les plantes. Une autre partie va percoler encore plus en profondeur et va permettre de recharger les nappes d'eau souterraine, sources d'eau potable.

La qualité de l'eau qui percole vers les nappes d'eau souterraine est influencée par le sol. En effet, le sol possède des **mécanismes** qui permettent d'améliorer la qualité de l'eau en **filtrant les matières polluantes** provenant de la surface. Cette propriété épuratoire du sol résulte de phénomènes physiques, chimiques et biologiques. Les polluants peuvent être **retenus** sur les particules minérales et organiques du sol. Ils peuvent aussi être **détruits** ou **transformés** par les micro-organismes du sol ou par le biais de réactions chimiques.

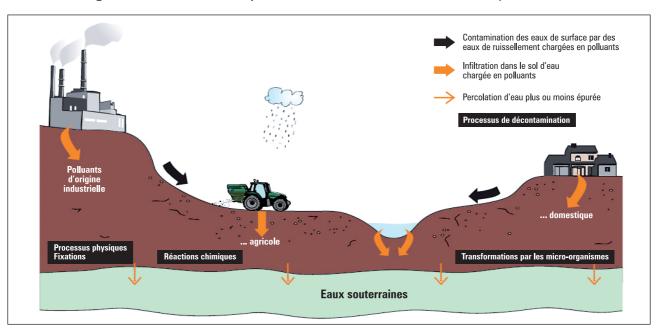


Figure 12 - Le devenir des polluants dans le sol.



Le savais-tu?

Le pouvoir épurateur du sol est limité. Lorsqu'ils sont apportés en grandes quantités, certains éléments comme les nitrates(*) et les pesticides(*) peuvent traverser le sol et contaminer les nappes d'eau souterraine.

> Un tampon contre le réchauffement climatique (un puits de carbone)

Au cours de leur croissance, les végétaux prélèvent du CO2 dans l'atmosphère, grâce à la photosynthèse(*), pour construire leurs tissus.

A leur mort, cette matière organique composée de carbone est stockée dans le sol sous forme d'humus. Le CO₂, qui est l'un des principaux gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique, se trouve alors piégé, sous forme de carbone, dans le sol de façon durable. Comme le carbone se trouve dans le sol, il n'est donc plus actif dans l'atmosphère. Le sol permet donc de lutter contre le réchauffement climatique.



Le savais-tu?

On estime qu'il y a dans les sols 3 à 4 fois plus de carbone que dans la végétation et 2 à 3 fois plus que dans l'atmosphère.

Sur ses 20 premiers centimètres, un sol peut facilement contenir 30 tonnes de carbone par hectare(*).

Pour aller plus loin...

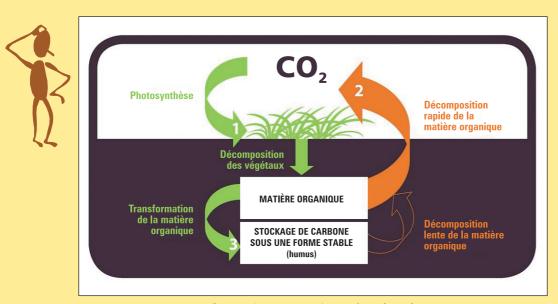


Figure 13 - Le carbone dans le sol.

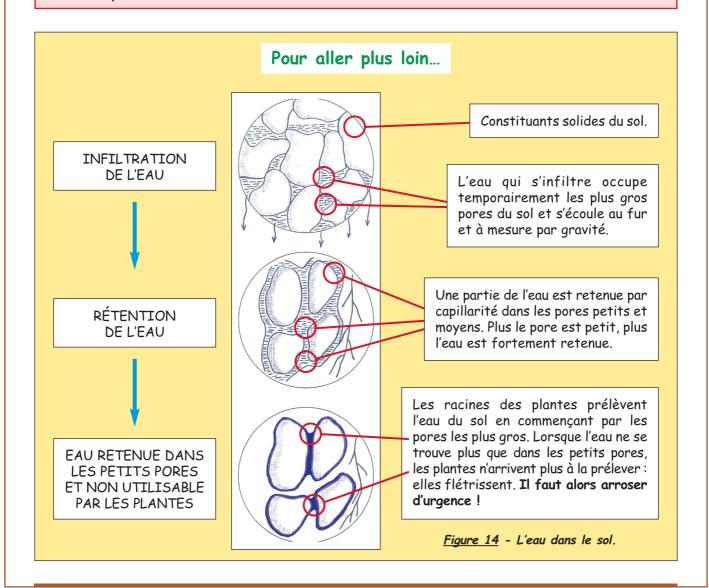
- (1) Le sol stocke une importante quantité de carbone sous forme de matière organique. Celle-ci a été produite par les végétaux grâce à la photosynthèse et se retrouve dans le sol après la décomposition des végétaux morts.
- (2) Une partie de la matière organique est directement décomposée par les micro-organismes du sol, entraînant une libération de CO2 dans l'atmosphère qui sera à nouveau fixé par les végétaux grâce à la photosynthèse.
- (3) Une partie de la matière organique se transforme en « humus » sous l'action des microorganismes du sol. La décomposition de l'humus est très lente.

> Un déterminant écologique pour la répartition de la végétation

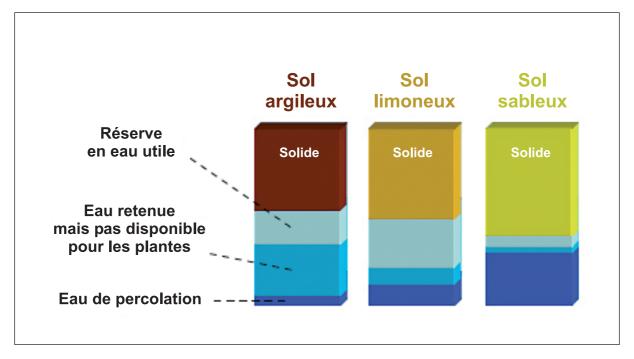
D'un point de vue écologique, l'humidité du sol, la quantité de nutriments disponibles dans le sol pour les plantes ainsi que l'acidité, l'aération du sol et la température du sol sont des facteurs importants. Ces facteurs déterminent les plantes qui peuvent y pousser. En effet, selon la nature du sol et le climat et sans intervention humaine, on retrouve des communautés sols-plantes spécifiques.

⇒ L'humidité du sol

L'humidité du sol est importante pour le développement des plantes et des organismes vivants du sol. Elle est fonction des précipitations, de l'évaporation, de la quantité d'eau retenue et de la perméabilité du sol. Ces deux derniers facteurs dépendent de la texture, de la structure et de la teneur en humus. Les pores sont les espaces entre les particules solides du sol qui peuvent être occupés par de l'eau, de l'air, des micro-organismes et des petites racines.



Toute l'eau qui s'infiltre dans un sol n'est pas retenue. Cela dépend beaucoup de la **texture** du sol. Les **sols sableux** ont beaucoup de gros pores qui ne retiennent pas l'eau mais qui permettent à l'eau de **percoler(*)** très rapidement vers les nappes d'eau souterraines (« eau de percolation »). Les **sols argileux** ont beaucoup de petits pores. Ils **retiennent beaucoup** d'eau par capillarité, mais une **grande part** de celle-ci n'est **pas utilisable** par les plantes car elle est trop fortement retenue. Les **sols limoneux** présentent beaucoup de pores de taille moyenne. L'eau dans ces pores est **moins fortement retenue** et donc **disponible** pour les plantes. La **réserve en eau utile** pour les plantes exprime la quantité d'eau qui peut être retenue par un sol et qui est utilisable par les plantes: les sols limoneux ont la meilleure réserve en eau utile.



<u>Figure 15</u> - Répartition de l'eau dans le sol suivant la texture. Bien que les pores soient plus gros, le volume total des vides est le plus faible dans les sols sableux. Ils ont aussi une très faible réserve en eau utile.

La quantité d'éléments minéraux

Les éléments minéraux sont présents dans la solution du sol et retenus sur le complexe argilo-humique (= association d'argile et d'humus). Les plantes prélèvent les éléments minéraux contenus dans la solution du sol pour croître. Le complexe argilo-humique restitue alors des éléments minéraux pour réalimenter la solution du sol. La fertilité d'un sol dépend de l'importance du complexe argilo-humique. Un sol avec de l'argile et de l'humus est donc plus fertile qu'un sol sableux et pauvre en humus.

Pour aller plus loin...



L'argile et l'humus forment ensemble le complexe argilo-humique qui a un fort pouvoir adsorbant (adsorber = fixer en surface). Ce complexe est chargé négativement et peut fixer, tel un aimant, de nombreux cations (éléments chargés positivement) comme le potassium (K^+) , le calcium (Ca^{++}) ou le magnésium (Mg^{++}) . Les anions (Cl^-, NO_3^-) ne sont quant à eux pas retenus, à l'exception du phosphore qui se fixe par d'autres mécanismes.

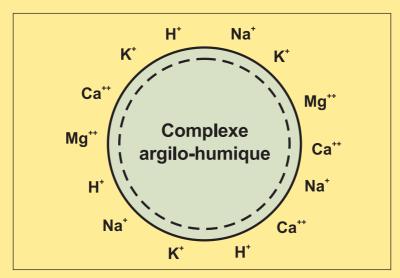


Figure 16 - Le complexe argilo-humique.

Les cations (éléments +) et les anions (éléments -) sont des éléments minéraux qui proviennent de l'altération des roches, de la décomposition de la matière organique et des engrais apportés par l'Homme.

L'acidité du sol renseigne sur la disponibilité et la richesse du sol en éléments minéraux. Elle est mesurée par le pH, qui exprime la concentration en protons H⁺. Plus il y a de H⁺, plus le sol est acide. Le pH se mesure sur une échelle de 0 à 14, 7 étant la neutralité. Un sol acide (pH < 6,5) est plus pauvre qu'un sol neutre (6,5 < pH < 7,5) ou basique (pH > 7,5). Cependant, les sols avec un pH trop élevé ne conviennent plus à la culture.

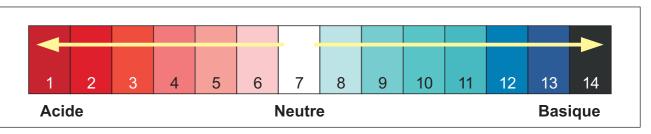


Figure 17 - L'échelle du pH.

Selon la nature de la roche-mère et du climat, il existe des associations végétales spécifiques. Certaines plantes poussent seulement sur des sols très acides alors que d'autres poussent sur des sols basiques. D'autres préfèrent les sols contenant des métaux lourds.



<u>Photo 18</u> - L'anémone pulsatille (Pulsatilla vulgaris MILL.) pousse spécifiquement sur des sols chauds et calcaires.

<u>Photo 19</u> - La pensée calaminaire pousse spécifiquement sur des sols contenant des résidus de zinc, naturels ou issus des activités humaines minières.



⇒ L'aération du sol

L'air du sol provient de l'atmosphère et est influencé par la respiration des êtres vivants du sol. Sa quantité et sa qualité sont des éléments importants pour un bon développement des végétaux mais aussi pour les organismes vivants du sol.

L'air du sol est très important pour la croissance des végétaux. En effet, un manque d'oxygène dans le sol provoque une asphyxie (manque d'air) des racines qui empêche, entre autre, la croissance des plantes et diminue leur résistance aux parasites et provoque des fermentations qui produisent des gaz toxiques comme le méthane, par exemple.

Pour aller plus loin...



L'air et l'eau du sol occupent la porosité du sol, c'est-à-dire les espaces (pores) entre les particules solides du sol. Quand un sol est gorgé d'eau, l'eau chasse l'air et occupe l'ensemble de la porosité : les racines et les micro-organismes du sol ont alors du mal à trouver l'oxygène nécessaire pour leur croissance. Lorsque cette situation persiste, le sol prend une couleur gris-bleue (Te souviens-tu pourquoi?). Quand le sol est ressuyé (égoutté), l'eau n'occupe plus les pores les plus gros, qui peuvent alors se remplir d'air. L'air occupe à ce moment la macroporosité(*) du sol. Le sol contient toujours de l'eau, mais celle-ci occupe la microporosité(*). La quantité d'air dans le sol dépend donc de la texture et de la structure, mais aussi de l'importance des pluies et de la proximité de la nappe aquifère.

Le savais-tu?



Est-ce que la composition de l'air du sol est la même que l'air que nous respirons?

Les compositions ne sont pas les mêmes. L'air du sol contient un peu plus d'azote (78,5 à 80% au lieu de 78% dans l'air atmosphérique), mais surtout moins d'oxygène (10 à 20% au lieu de 21% dans l'air atmosphérique) et beaucoup plus de dioxyde de carbone (2 fois plus en moyenne que dans l'atmosphère et jusqu'à 100 fois plus dans les sols à forte activité biologique).

La température du sol

Il existe des espèces de plantes dites boréales, qui s'installent spécifiquement sur les « sols froids » (pin de montagne, par exemple) et des espèces dites thermophiles, qui poussent sur les « sols chauds » (buis par exemple).

La température du sol résulte en grande partie du rayonnement solaire. Elle dépend de :

- l'inclinaison et de l'orientation du sol par rapport aux rayons lumineux,
- la couleur du sol (un sol foncé se réchauffe plus vite),
- l'humidité du sol (plus un sol est humide, moins vite il se réchauffe),
- la couverture végétale du sol (une couverture du sol limite les pertes et les gains en chaleur).

<u>ACTIVITÉ</u> 6

(individuelle)



Réponds aux questions ci-dessous :

	<u>Vrai ou faux</u> ?	Vrai	Faux
1	L'air du sol occupe, après ressuyage de la terre, la microporosité		
2	L'air du sol contient en moyenne plus de dioxyde de carbone que l'air que tu respires		
3	Un sol clair se réchauffe plus vite qu'un sol foncé		
4	Les sols avec une texture limoneuse présentent les réserves en eau utile les plus importantes		
5	Les sols sableux sont très souvent perméables		
6	Un manque d'oxygène n'est pas favorable à la croissance des plantes		
7	Toute l'eau qui se trouve dans le sol peut être utilisée par les plantes		
8	Les sols sableux sont généralement des sols fertiles		
9	Le complexe argilo-humique retient majoritairement des cations		
10	Un sol calcaire peut présenter un pH de 5		

> Un réservoir biologique

Le sol contient une vie extraordinaire tant du point de vue de la quantité que de la diversité. Il s'agit d'un véritable réservoir biologique.

Tous ces organismes remplissent des fonctions bien précises qui permettent d'assurer le bon fonctionnement du sol. Par exemple, les organismes du sol sont responsables de la décomposition des matières organiques qui s'y accumulent. Les éléments minéraux ainsi libérés permettent la croissance des végétaux qui sont à la base de la chaîne alimentaire dont nous faisons partie.

Certains organismes permettent d'épurer l'eau qui traverse le sol, d'autres transforment une partie de la matière organique en humus, ce qui permet de stocker du carbone.



<u>Photo 20</u> - Le sol regorge de vie. Ici des champignons du sol.



<u>Photo 21</u> - Les vers de terre sont de précieux alliés de nos sols.

Le savais-tu?

Sous 1 m^2 de sol forestier, on retrouve en moyenne : 200 vers de terre, 200 000 acariens(*) et collemboles(*), 100 milliards de bactéries, 1 milliard d'algues et bien d'autres formes de vie!



Pour aller plus loin...

La faune du sol peut être classifiée de la manière suivante :

- La mégafaune : cette catégorie regroupe les animaux de plus de 2 cm. On y retrouve les gastéropodes (limaces, ...), les vers de terre (lombrics), ou encore les petits mammifères rongeurs ou insectivores (souris, taupes, ...).
- La macrofaune : cette catégorie regroupe les animaux compris entre 2 cm et 2 mm. On y retrouve les larves d'insectes, les petits vers de terre, les mille-pattes, les cloportes, ...
- La mésofaune : cette catégorie regroupe les animaux compris entre 2 mm et 0,1 mm. On y retrouve des vers minuscules appelés nématodes, des collemboles, des acariens, ...
- La microfaune : cette catégorie regroupe les animaux de moins de 0,1 mm. On y retrouve essentiellement des animaux unicellulaires et des bactéries.

Parmi toutes les formes de vie du sol, les vers de terre jouent un rôle prépondérant. Ils permettent en effet d'améliorer ou de maintenir la structure du sol. Ils confèrent au sol une structure dite grumeleuse grâce à leurs défécations, après passage dans leur tube digestif de la terre et de la matière organique. Cette structure favorise la circulation de l'air et de l'eau et l'activité des micro-organismes. Les rejets des vers de terre améliorent également la disponibilité en éléments minéraux. De plus, les nombreuses galeries des vers de terre permettent une bonne circulation de l'eau et de l'air et les racines des plantes peuvent alors facilement s'enraciner dans le sol. Te souviens-tu de la photo 1? On y voit des traces de galeries verticales réalisées par des vers de terre.

3.2 Les fonctions économiques du sol

> La production alimentaire

Le sol est le lieu de la production directe et indirecte de notre alimentation. En effet, les céréales, féculents, fruits et légumes ont poussé sur le sol d'où ils ont prélevé l'eau et les éléments minéraux indispensables à leur croissance. Les animaux d'élevage dont nous tirons la viande ont également, pour la plupart, été nourris par des végétaux qui ont poussé sur le sol.

ACTIVITÉ 7

(individuelle)

Quelle est cette culture ?











Betterave = n° Pomme de terre = n° Maïs = n° Blé = n° Blé = n°

> La production de bois

Les sols sont également le support des forêts. Le bois qui y est produit nous est utile à plus d'un titre. En effet, il entre dans la fabrication des maisons à ossature bois, sert de matériau de base pour la confection du mobilier et sert également de source d'énergie pour le chauffage et la production d'électricité. Il sert également à produire de la pâte à papier.



<u>Photo 26</u> - Les forêts produisent notre bois d'œuvre.

> Une source de matériaux divers

Les sols contiennent des matériaux que l'homme utilise selon ses besoins. L'argile sert à la fabrication des briques, le sable entre dans la composition du mortier.



<u>Photo 27</u> - Ancienne carrière de sable.

> <u>Un support pour les activités</u> humaines

Les sols servent de support aux diverses activités humaines. En effet, nous pouvons bien y ancrer les fondations de nos maisons, de nos ponts ou de nos routes, par exemple. Il nous permet également d'y enterrer nos canalisations et autres conduites souterraines, et ainsi de les protéger et de les mettre à l'abri du gel.



<u>Photo 28</u> - Installation de canalisations dans le sol.

3.3 Les fonctions socio-culturelles du sol

> <u>La diversité du paysage</u>

Les sols et les plantes forment des associations spécifiques en équilibre qui déterminent les paysages de nos régions. L'aptitude des sols à produire détermine leur type d'affectation. On retrouve ainsi sur les meilleurs sols de vastes étendues agricoles, sur les sols pauvres ou pentus des vignes ou des forêts... Tous ces paysages ont une valeur culturelle.



<u>Photo 29</u> - Les sols déterminent en partie nos paysages.

> <u>Le gardien de notre histoire</u>

Les sols ont permis de garder des traces des civilisations anciennes, de la faune et de la flore des temps reculés, notamment sous forme de fossiles. La découverte d'anciens objets a permis aux archéologues et paléontologues de retracer l'histoire de la Terre et de ses habitants.



Photo 30 - Fouille archéologique.



LES SOLS SONT EN DANGER!





ACTIVITÉ 8

(individuelle)



A ton avis, quelles sont les menaces qui pèsent sur les sols ?

À	
_	

4. L'ÉROSION

L'érosion est le phénomène de détachement et de transport des particules du sol par divers agents, principalement l'eau et le vent. On parle alors d'érosion hydrique ou éolienne. L'érosion dans nos régions est essentiellement hydrique.

Parmi les nombreuses menaces qui pèsent sur le sol, l'érosion est probablement le type de **dégradation le plus visible dans nos régions**. Tu as probablement déjà vu ses effets sous forme de coulées de boue sur les routes.

L'érosion est pourtant un processus naturel. La surface terrestre est soumise à l'action de l'eau qui a façonné notre relief au fur et à mesure des centaines et des milliers d'années. Les quantités de terre érodées naturellement chaque année sont faibles, de l'ordre d'une centaine de kilos par hectare (100 m x 100 m).

Cependant, en milieu cultivé, l'homme peut accélérer ce processus naturel s'il gère mal les sols. En effet, certaines pratiques agricoles ou d'aménagement du territoire (génie civil) peuvent causer des problèmes d'érosion plus importants. Le phénomène peut alors concerner des dizaines de tonnes de sol par hectare et par an.



<u>Photo 31</u> - L'érosion peut être très spectaculaire.

> Les causes de l'érosion

- des pluies intenses et/ou de longue durée,
- la sensibilité du sol à l'érosion, facteur qui dépend de la texture, de la structure et de la teneur en matière organique,
- de la longueur et de l'inclinaison des pentes,
- de la couverture du sol, un sol couvert étant mieux protégé qu'un sol nu.



En Europe, 115 millions d'hectares sont touchés par l'érosion hydrique.

> Les conséquences de l'érosion

L'érosion a de **nombreux effets néfastes** à l'endroit où elle se produit, mais également sur tout le trajet qu'effectuent les particules arrachées au sol. Le sol de la surface des terres cultivées, souvent le plus fertile car plus riche en matière organique et en nutriments, est emporté. Cela dégrade le sol et cause des dégâts aux cultures, des coulées de boue et pollue les eaux de surface. On estime le coût de l'érosion entre 105 et 288 euros par hectare et par an.

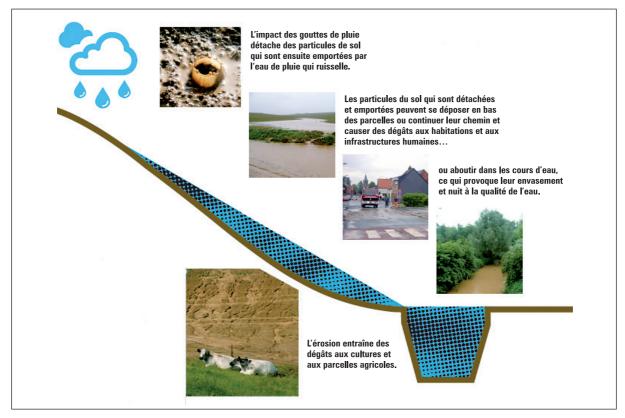


Figure 18 - L'érosion cause de nombreux dégâts.

> Des solutions existent

Les problèmes d'érosion peuvent être observés sur les parcelles agricoles. Les pratiques agricoles comme le labour(*) ou le semis dans le sens de la pente, sont des pratiques qui favorisent l'érosion. Cependant, diverses pratiques permettent de limiter l'érosion: favoriser l'infiltration de l'eau par une bonne structure du sol (matière organique + calcaire), couvrir le sol en été mais aussi en hiver, grâce à une culture de couverture comme la moutarde, par exemple, travailler le sol de façon superficielle, cultiver perpendiculairement à la pente, ... L'utilisation de géotextiles(*) sur les chantiers ou l'enherbement des berges de cours d'eau permet aussi de réduire l'érosion.

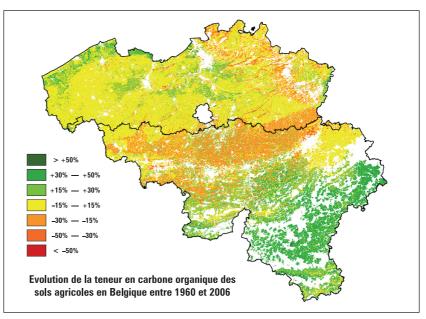
Pour en savoir plus, il existe un dossier qui traite exclusivement de l'érosion du sol. Disponible sur http://www.prosensols.eu ou sur demande. Voir contacts en bas de la page 46.

5. LA DIMINUTION DES TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE

La matière organique du sol comprend ce qui est vivant, ce qui est en cours de décomposition et ce qui est décomposé. Il est donc possible de distinguer la matière organique vivante (plantes, vers de terre...), la matière organique fraîche morte et très peu transformée (litière d'une forêt...) et la matière organique morte et totalement transformée (humus).

Le savais-tu?

Un sol cultivé devrait idéalement contenir 2 à 2,5% de matière organique. On estime que 45% des sols d'Europe ont un taux de matière organique inférieur à 2%.



<u>Figure 19</u> - Carte de l'évolution des teneurs en matière organique en Belgique. (Meersmans, J., van Wesemael, B., Goidts, E, Van Molle, M. (Submitted) Spatial analysis of organic carbon evolution in mineral soils under agricultural land use in Belgium, 1960-2006).

La diminution des teneurs en matière organique dans les sols, notamment dans les sols sous culture, est un problème très important. En Wallonie et pour la période 1960-2006, les sols cultivés présentent en moyenne une diminution de plus de 10%, alors que dans le même temps, les sols sous prairie montrent une augmentation de près de 20%.

La matière organique est une source d'éléments nutritifs essentielle pour le développement de la végétation et des micro-organismes du sol. Elle confère également au sol une bonne structure car l'humus se lie avec les argiles et permet ainsi la cimentation des différentes particules du sol. Un sol riche en matière organique pourra absorber plus d'eau en cas de pluie et retiendra plus d'eau utile pour les plantes.

Pour finir, c'est une forme de stockage de carbone dans le sol, qui permet de limiter le réchauffement climatique. On estime qu'il y a dans les sols 3 à 4 fois plus de carbone que dans la végétation et 2 à 3 fois plus que dans l'atmosphère.



<u>Photo 32</u> - Couche superficielle d'une prairie.

> <u>Les causes de la diminution des teneurs en matière organique</u> des sols sont multiples

Il s'agit :

- du travail profond et répété du sol qui accélère la décomposition des matières organiques sur les terres cultivées,
- des récoltes des cultures (exportation des pailles, par exemple) qui empêchent le retour de la matière organique contenue dans les tissus des végétaux,
- de l'érosion qui emporte des particules de sol et la matière organique associée,
- de la mise en culture des prairies et des forêts qui entraîne une décomposition rapide d'importantes quantités de matière organique contenues dans les sols,
- du réchauffement climatique qui accélère la décomposition de la matière organique.

> Les conséquences de la perte en matière organique

- une dégradation de la structure du sol qui est dès lors plus sensible aux phénomènes d'érosion et de tassement,
- une diminution de la fertilité du sol,
- une diminution de la biodiversité des sols,
- une augmentation de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère qui contribue au réchauffement climatique.

> Des solutions existent

- éviter le travail profond et répété du sol et préférer un travail plus superficiel et moins fréquent,
- effectuer des apports réguliers sous forme de fumier, compost, boues...
- implanter une culture intermédiaire entre deux cultures principales afin de protéger le sol de l'érosion. Cela peut être fait avec des engrais verts(*) qui pourront être incorporés au sol,
- éviter le déboisement et la conversion de praires en terres de culture.



Photo 33 - Tas de fumier.

Pour en savoir plus, il existe un dossier qui traite exclusivement de la matière organique du sol. Disponible sur http://www.prosensols.eu ou sur demande. Voir contacts en bas de la page 46.

6. LA CONTAMINATION

La contamination du sol est l'accumulation progressive de substances polluantes d'origine organique ou minérale. Ces substances peuvent provenir de l'action de l'homme ou de phénomènes naturels.

Les sols peuvent être contaminés par des éléments toxiques pour les plantes, les animaux et l'homme. Ces éléments peuvent également polluer les réserves d'eaux souterraines et les eaux de surface (rivière, ...). Les dommages causés en terme de santé publique et d'écologie peuvent être très importants.



Photo 34 - Sol contaminé au mercure.

> Les causes de la contamination des sols

Bien que ce phénomène puisse avoir une cause naturelle, force est de constater que les contaminations diverses ont très souvent une origine anthropique. Parmi les contaminants, on trouve les métaux lourds (mercure, plomb, ...), les hydrocarbures (essence, mazout, huile, ...), les solvants chimiques (trichloréthylène, ...), ainsi que les pesticides lorsqu'ils sont apportés en excès ou rejetés dans l'environnement.

Les contaminations naturelles sont liées à l'altération de roches contenant des éléments indésirables en grande quantité et conduisant à la formation de sols naturellement contaminés.

Les exploitations minières, la sidérurgie et les industries contribuent également à la pollution des sols. Elles sont à l'origine de rejets en grandes quantités dans l'environnement et dans les sols, de polluants comme les métaux lourds mais aussi de composés organiques tels les PCBs(*) et certains solvants.



Cependant, ce fut principalement le cas des activités industrielles des quarante dernières années. Actuellement, la situation s'améliore, notamment grâce aux traitements des fumées.

<u>Photo 35</u> - Les pelouses calaminaires se développent à partir de calamine, une roche contenant du zinc. On les retrouve aussi sur des sites pollués en zinc suite à des activités industrielles.

Les mauvaises pratiques agricoles peuvent également être une source de contamination des sols. En effet, lorsqu'ils sont apportés en excès, les pesticides polluent les sols. C'est également vrai lorsque ces substances sont mal utilisées pour l'entretien des espaces publics (parcs, trottoirs, chemin de fer) ou privés comme les jardins.

Enfin, chaque jour et parfois sans nous en rendre compte, chacun d'entre nous pollue les sols et les eaux. Les produits d'entretien domestique que nous utilisons (produits pour le lave-linge, herbicides, solvants...), en l'absence de traitements des eaux usées, peuvent polluer les sols. Les citernes à mazout avec des fuites ou les dépôts clandestins de déchets divers (piles, équipements électroménagers) contribuent aussi à contaminer le sol.

Le savais-tu?

En Europe, on dénombre pas moins de 3,5 millions de sites contaminés, dont 0,5 millions hautement contaminés. Cela peut aller très vite, car une pile de montre peut polluer 1 m³ de terre ou 400 litres d'eau pendant 50 ans!

> Les conséquences directes et indirectes de la contamination des sols

- diminution de la qualité sanitaire des cultures, voire sol impropre à la culture,
- diminution de la biodiversité des sols,
- pollution des eaux souterraines et de surface, altération de l'environnement,
- dérèglements physiologiques divers chez les animaux qui ingèrent des produits provenant de plantes ayant poussé sur des sols pollués,
- problèmes de santé chez l'homme qui ingère des produits provenant de plantes ayant poussé sur des sols pollués (cancers, ...).

> Des solutions existent

- décontaminer les terres polluées par les activités industrielles avant une utilisation ultérieure,
- diminuer les émissions atmosphériques des industries,
- raisonner les doses de pesticides apportées aux cultures,
- veiller à l'étanchéité des cuves à mazout et autres,
- apporter au parc à conteneurs les huiles usagées et les piles,
- choisir des produits ménagers écologiques,
- éviter l'usage de produits chimiques au jardin ou dans le potager,
- recycler les équipements électroménagers...



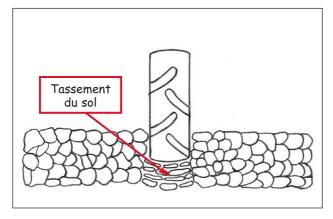
<u>Photo 36</u> - Centre de traitement et de recyclage des terres contaminées.

7. LE TASSEMENT

Le tassement est le résultat de la compression des couches de la surface du sol suite aux passages d'engins ou d'outils.

> Les causes du tassement des sols

Les engins de génie civil (grues, bull-dozers, ...), de loisir (Quads, véhicules tout terrain, motos, ...) ou les machines agricoles (tracteurs, arracheuses de pommes de terre, bennes ...) peuvent causer des problèmes de tassement du sol. Certains outils agricoles comme la charrue, utilisée pour labourer le sol, peuvent également créer des zones compactes en profondeur, appelées semelles de labour. Plus un sol est humide, plus il est sensible au tassement.



<u>Figure 20</u> - Terre tassée sous la roue d'un tracteur.



<u>Photo 37</u> - Tassement du sol sur chantier de génie civil.

> Les conséquences du tassement des sols

- le sol est plus dur et plus compact, ce qui pénalise l'enracinement et diminue les rendements,
- l'eau s'infiltre plus difficilement, ce qui favorise le ruissellement et l'érosion et défavorise la recharge en eau du sol,
- la macroporosité est détruite : l'aération du sol diminue, ce qui entraine une augmentation des émissions de N_2O (gaz à effet de serre) et perturbe l'activité biologique.

> Des solutions existent

- éviter les passages inutiles d'engins, surtout en période humide,
- favoriser une bonne structure du sol,
- utiliser des pneus larges basse pression ou des roues jumelées, voire des engins à chenilles.



Le savais-tu?

En Europe, 50% de sols sont vulnérables au tassement, dont 32% hautement vulnérables.

ACTIVITÉ 9

(groupe)

<u>Comparez la germination</u> sur un sol tassé et non tassé



- 1 Prenez deux pots (type pot à géranium). Placez de la terre et 50 graines de cresson dans chacun des pots.
- 2 Tassez fortement la terre du second pot avec un marteau.
- 3 Vaporisez légèrement tous les jours les deux pots.
- 4 Décrivez ci-dessous les observations durant la germination complète.

Pot n° 1 (non tassé)							
Pot n° 2 (tassé)							
Pot n°2 (tassé)							
Pot n° 2 (tassé)							
Pot n° 2 (tassé)							

<u>Tu es intéressé par d'autres expériences sur le sol</u>? Nous proposons des valisettes pédagogiques permettant de faire d'autres expériences. Alors, contacte-nous!

<u>Pour la Belgique (</u>néerlandophone): PROCLAM.

<u>Pour la Belgique</u> (francophone) : Parc Naturel du Pays des Collines. <u>Pour la France</u> : Chambre Régionale d'Agriculture Nord - Pas-de-Calais.

(les coordonnées de ces organismes sont en dernière page)

8. L'IMPERMÉABILISATION

L'imperméabilisation des sols est la couverture des sols par des matériaux imperméables.

> Les causes

L'imperméabilisation résulte de l'urbanisation et du développement des infrastructures qui occupent de plus en plus de place sur le sol. Le système sol est alors clos et les terres imperméabilisées ne peuvent plus remplir leurs fonctions environnementales.

> <u>Les conséquences de l'imperméabilisation</u> des sols

- augmentation du risque d'inondation,
- diminution des terres dédiées à la production alimentaire,
- diminution de la biodiversité.



<u>Photo 38</u>- Revêtement imperméable.

> Des solutions existent

- l'urbanisation des sols doit être raisonnée au sein des plans d'aménagement du territoire,
- les matériaux utilisés doivent être le plus perméable possible.
 Le pavé drainant par exemple est plus perméable que l'asphalte.

Le savais-tu?

9% des sols en Europe sont recouverts d'un matériau imperméable à cause de l'urbanisation galopante (+ 6% entre 1990 et 2000)!

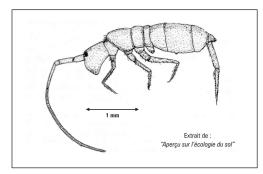


9. LA PERTE DE BIODIVERSITÉ

La perte de biodiversité se manifeste par une diminution du nombre et surtout de la diversité des organismes vivants. Cette perte affecte le bon fonctionnement du sol et les grands cycles terrestres (carbone, azote eau).

> Les causes

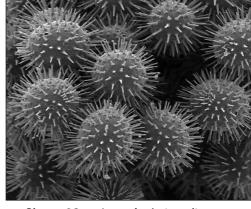
Certaines pratiques agricoles comme le travail répété et profond du sol, l'utilisation en grandes quantités de produits phytosanitaires, le peu d'apport de matière organique, ... entraînent une diminution de la biodiversité des sols. D'autres problèmes comme la contamination des sols ou leur imperméabilisation contribuent aussi à faire diminuer la vie du sol.



<u>Figure 21</u> - Le collembole fragmente la matière organique.

> Les conséquences de la perte de biodiversité des sols

- diminution de la fertilité des sols car la matière organique n'est plus aussi facilement décomposée en éléments minéraux,
- atteinte à la structure du sol car les organismes du sol peuvent cimenter les particules du sol grâce à des sécrétions collantes,
- dérèglements des grands cycles terrestres : carbone, azote, ...
- atteinte aux mécanismes biologiques de dépollution.



<u>Photo 39</u> - Le sol abrite diverses formes de vie. Ici des champignons du sol.

> Des solutions existent

- éviter le travail profond et répété du sol et préférer un travail plus superficiel et moins fréquent,
- effectuer des apports de matière organique sous forme de fumier, compost, boues... pour « nourrir » la vie du sol,
- raisonner l'usage des produits phytosanitaires qui peuvent nuire à la vie du sol,
- réduire la contamination des sols,
- minimiser l'imperméabilisation des sols en contrôlant l'urbanisation et en utilisant des matériaux qui permettent au sol de continuer à fonctionner correctement au niveau des échanges gazeux.

IO. LA SALINISATION

La salinisation est le résultat d'une accumulation de sels à la surface ou dans le sol.

La salinisation des sols est un problème moins important dans nos régions, au regard des autres problèmes déjà énoncés. En effet, les zones salinisées n'occupent que de faibles surfaces, le plus souvent en bordure de mer.

Chez nous, cette accumulation de sels, ou du moins la présence de sels dans le sol, résulte le plus souvent de la présence, à faible profondeur, d'une nappe d'eau chargée en sels du fait de la proximité de la mer. En revanche, dans les régions arides ou semi-arides de certaines parties du monde, la salinisation est un véritable fléau. Dans ce cas, elle est souvent liée à l'irrigation des cultures. En effet, l'eau apportée sur les champs contient des sels. La forte évaporation liée au climat provoque l'accumulation de sels en surface.

Le savais-tu?

En Europe, 3,8 millions d'hectares sont touchés par la salinisation. Ces sols se situent principalement en Italie, Espagne, Hongrie, Grèce, France et au Portugal.



Les conséquences de la salinisation des sols

- des sols impropres à la culture, à cause de l'accumulation de sels qui empêche les plantes de pousser correctement,
- une déstructuration du sol (dispersion des argiles).

> <u>Des solutions existent mais dépendent</u> de la situation et du climat

- cultiver des plantes tolérantes,
- abaisser le niveau de la nappe et drainer les excès d'eau salée.



<u>Photo 40</u>- Dépôt de sels à la surface du sol.



ACTIVITÉ 10

(groupe)



<u>Découvrez l'impact du sel</u> <u>sur la croissance des plantes</u>

- 1 Prenez deux pots (type pot à géranium) avec de la terre.
- 2 Faites-y germer du cresson. Vaporisez légèrement tous les jours les deux pots avec de l'eau.
- 3 Quand le cresson a germé, saupoudrez un pot avec du sel de cuisine de façon à couvrir toute la surface du pot, alors que l'autre pot ne reçoit pas de sel. Vaporisez une dernière fois les deux pots.
- 4 A partir de ce moment, n'arrosez plus les pots.
- 5 Décrivez ci-dessous vos observations.

	Pot n° 1 (celui qui contient du sel)			
>	Pot n°2 (celui qui ne contient pas de sel)			

<u>Tu es intéressé par d'autres expériences sur le sol</u>? Nous proposons des valisettes pédagogiques permettant de faire d'autres expériences. Alors, contacte-nous!

Pour la Belgique (néerlandophone): PROCLAM.

<u>Pour la Belgique</u> (francophone): Parc Naturel du Pays des Collines. <u>Pour la France</u>: Chambre Régionale d'Agriculture Nord - Pas-de-Calais.

(les coordonnées de ces organismes sont en dernière page)





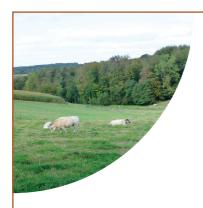
(groupe)



Imaginez un monde sans sol (rien que de la roche!)

A votre avis, quel effet cela aurait-il sur :

•	le cycle de l'eau
•	la végétation
•	la chaîne trophique
•	le cycle du carbone
•	notre alimentation quotidienne
•	les paysages



CONCLUSIONS

La formation d'un sol est un processus qui s'étale sur plusieurs milliers d'années en faisant intervenir de nombreux mécanismes physiques, chimiques et biologiques. Etant donné le temps nécessaire à sa formation (0,1 mm/an sous nos climats), le sol doit être envisagé comme une ressource non renouvelable.

Le sol est une ressource capitale qui remplit de nombreuses fonctions, tant d'un point de vue environnemental, qu'économique ou socio-culturel. Les sols sont le support de la production alimentaire et des infrastructures humaines. Ils constituent une réserve de biodiversité, permettent de limiter l'effet de serre et participent à la qualité et au cycle de l'eau...

Certaines pratiques peuvent aboutir à une dégradation importante des sols. Il peut s'agir de problèmes de tassement, d'érosion, de contamination, de perte en matière organique et en biodiversité. Cela a des conséquences néfastes sur la qualité du sol, notamment sur son aptitude à produire, mais également sur l'environnement. En effet, le sol occupe une place privilégiée dans notre écosystème et sa dégradation affecte les autres composantes de l'environnement avec lequel il est en équilibre.

Prendre soin du sol, c'est assurer la production alimentaire, lutter contre le réchauffement climatique et veiller à la santé publique mais également à la qualité de l'environnement et de notre cadre de vie. La protection du sol est la responsabilité de tous. Des solutions existent et peuvent être appliquées. Il est plus qu'impératif de veiller à cette ressource non renouvelable dans un but de développement durable.



ACTIVITÉ 12

(individuelle)



Réalise les jeux suivants

1) TEXTE À TROUS

▶ Place les mots suivants à leur bonne place :

responsabilité, tassement, pressions, effet de serre, carbone, climat, biosphère, fonctions, protection, perte de biodiversité, infrastructures, alimentation, inondations, eau, respire, fragile, solutions, érosion, matériaux, filtre, tampon, accumule, organismes vivants, roche-mère, complexe, masse inerte.

Le sol remplit de nombr	euses	économiq	ues, environne-			
mentales et socio-cultur	relles. Il s'agit d'u	n milieu	et			
qı	ui occupe une	place centro	ale dans la			
	e forme à partir	d'une	, sous			
l'action des	et du					
donc beaucoup de sols différents. Il ne s'agit pas d'une,						
car tout comme nous, le	sol vit,	et				
des réserves. Grâce à so	a capacité à stocke	r de l'	et du			
, le s	ol joue un rôle de		contre les			
et l'		Vis-à-vis de la (qualité de l'eau			
et de certains polluants,	le sol est égalemer	1† un	Le sol			
est à la base de n	otre	, nous	fournit des			
divers	s et supporte nos		Cependant, il			
subit de nombreuses	c	:omme l'	, la			
	ou encore le		Heureusement,			
des	existent. La		du sol est la			
de ch	acun d'entre nous.					

2) MOTS CROISÉS

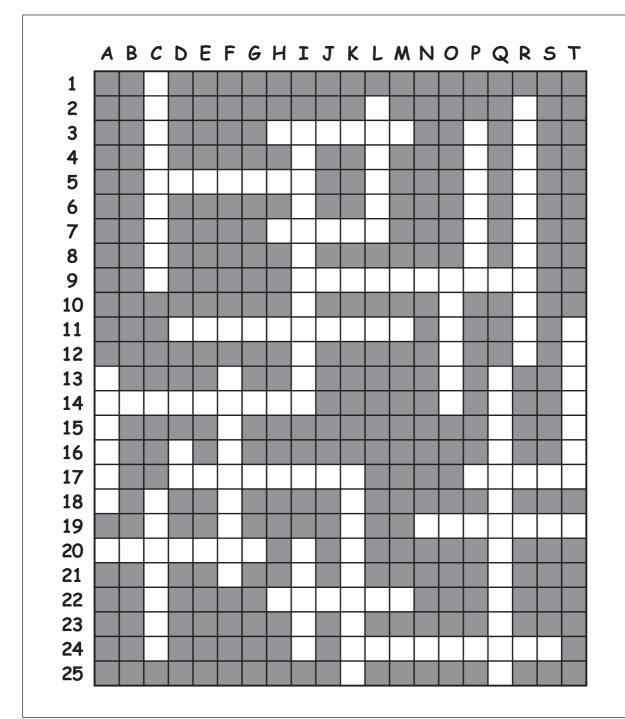
Horizontalement:

- 3-H: Plusieurs horizons forment un de sol.
- **5-C**: Dégradation du sol caractérisée par un détachement et un transport des particules de sol sous l'action du vent ou de l'eau.
- **7-H**: Une partie de la matière organique est transformée dans le sol en Cette matière est très stable et permet de cimenter les particules du sol entre elles.
- 9-I: L'ensemble d'une biocénose et d'un biotope forme un
- 11-D: Débordement d'un cours d'eau.
- 14-A: Un sol est un mélange intime de particules minérales et de matière
- 17-D: Couches distinctes de sol que l'on peut observer dans un profil.
- 17-P: Argile, limon et
- 19-N: Groupe de sol qui comprend les sols bruns limoneux formés sur loess.
- 20-A: Particules de sol dont la taille est inférieure à 0,002 mm.
- **22-H**: En épurant l'eau de certains de ces polluants, le sol se comporte comme un
- 24-K: Le sol doit être considéré comme un biologique.

Verticalement:

- 13-A: Sol acide formé sur des sables ou du grès et ne convenant pas à la culture.
- 1-C: Dégradation du sol caractérisée par une diminution de la porosité du sol suite aux passages d'engins lourds.
- 18-C: Substance fertilisante apportée sur les parcelles agricoles.
- 16-D: Il peut être faible, neutre, ou élevé et détermine certaines propriétés du sol, notamment le type de végétaux qui va y pousser.
- 13-F: Le sol est composé de particules et de matière organique.
- **3-I**: Vu le temps nécessaire à sa formation, le sol doit être considéré comme une ressource non-.........
- **20-I**: Parce que le sol peut stocker du carbone, on dit que le sol est un de carbone.
- 17-K: Le mode d'assemblage des particules du sol détermine la du sol.
- **2-L**: Particules minérales du sol comprises entre 0,002 et 0,05 mm.
- 9-0: Le sol joue un rôle de contre les inondations et l'effet de serre.

- 3-P: Les végétaux le captent dans l'atmosphère, l'intègrent dans leurs tissus et il se retrouve dans le sol suite à la décomposition des végétaux.
- 13-Q: Jeter des piles, des résidus de peinture ou des huiles de vidange cause la du sol.
- 2-R: Organismes vivants du sol qui permettent de structurer le sol, de favoriser son aération et d'y incorporer la matière organique.
- 11-T: Les associations sol-plante déterminent notre



LEXIQUE

<u>Acariens</u>: arthropodes (corps sans vertèbres mais articulé) de la Classe des Arachnides. Ils possèdent huit pattes. Dans le milieu naturel, ils vivent principalement dans le sol et l'eau. Leur taille est généralement de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre.

<u>Archées</u>: organismes procaryotes (sans noyau différencié) possédant un matériel génétique apparenté aux bactéries mais ayant des membranes cellulaires plus résistantes.

<u>Bactéries</u>: organismes procaryotes (sans noyau différencié) unicellulaires (formé d'une seule cellule), qui forment un Règne à part entière. C'est-à-dire qu'une bactérie n'est ni animale, ni végétale, ni fongique, ni Archées, ni Protistes.

<u>Biodiversité</u>: association des mots « biologie » et « diversité ». La biodiversité est donc la diversité de toutes les formes de vie, qu'il s'agisse d'animaux, de plantes, de champignons ou de micro-organismes.

<u>Complexe argilo-humique</u>: association d'humus et d'argile par le biais d'ions comme le calcium qui permettent de cimenter les particules du sol pour former des agrégats.

<u>Collemboles</u>: arthropodes (corps sans vertèbres mais articulé) de la Classe des Collembola. Ce ne sont donc pas des Insectes. Ils n'ont pas d'ailes, ne passent pas par le stade larvaire et possèdent un appendice (furca) au bout de l'abdomen qui leur permet de sauter très loin. Ils jouent un rôle essentiel dans la dissémination et le contrôle de la microflore du sol et dans la transformation de la matière organique.

<u>Desquamation</u>: diminution du volume des roches par dégradation des couches superficielles des roches.

<u>Ecosystème</u>: système écologique dans lequel une communauté d'êtres vivants (biocénose) occupe un espace de vie (biotope). De nombreux liens et interactions les unissent réciproquement.

<u>Engrais</u>: substance solide ou liquide contenant des éléments minéraux que l'on apporte au sol pour assurer la nutrition des plantes.

<u>Engrais vert</u>: culture implantée en fin d'été ou à l'automne dans le but de capter les reliquats d'azote du sol, de fixer l'azote atmosphérique, de protéger les champs de l'érosion, de maintenir une bonne structure du sol, d'empêcher la prolifération des herbes indésirables et de servir de source d'éléments minéraux pour la prochaine culture.

<u>Géotextile</u>: tissu formant une trame tissée ou non, en matière généralement synthétique, utilisé pour couvrir ou protéger le sol dans le cadre de travaux de génie civil, de construction et en agriculture. Il existe également des géotextiles en matière organique biodégradable comme la toile de jute utilisée pour végétaliser les talus.

<u>Grès</u>: roche sédimentaire formée en milieu marin à partir de l'accumulation de particules de sables (en général) cimentées par un ciment naturel comme la silice, le calcaire ou le fer. Selon leur composition et leur mode de formation, les grès peuvent être plus ou moins solides.

<u>Hectare</u>: unité de mesure d'une surface. Un hectare est égal à 10 000 m², soit une surface de 100 mètres sur 100 mètres. C'est la mesure la plus utilisée en agriculture.

<u>Hydrosphère</u>: ensemble des surfaces d'eau liquides ou solides à la surface de la Terre et dans les sols. Les océans, lacs, étangs, mares, glaciers, icebergs et nappes phréatiques représentent l'hydrosphère.

<u>Labour</u>: pratique agricole au cours de laquelle on retourne la terre dans le but de l'ameublir et d'éliminer les herbes indésirables.

<u>Lithosphère</u>: couche externe de la croûte terrestre constituée de plaques mobiles. Son épaisseur est d'environ 10 à 70 km. La roche-mère ne représente que sa partie supérieure.

<u>Macroporosité</u>: espace dans le sol occupé par des pores de grande dimension (plus de 0,1 mm de diamètre) et généralement occupé par de l'air, une fois le sol ressuyé.

<u>Micro-organismes</u>: ensemble des petits organismes présents dans le sol et qui exercent une action extrêmement importante dans la dégradation des matières organiques et inorganiques. Les acariens, les collemboles, les bactéries, ... sont des micro-organismes.

Microporosité: espace dans le sol occupé par des pores de petite dimension (moins de 0,3 µm de diamètre) et généralement occupé par l'eau du sol, plus précisément par la solution du sol même après ressuyage (égouttage) de l'excès d'eau.

<u>Nitrates</u>: molécules composées d'azote (N) et d'oxygène (O) présentes naturellement dans le sol et l'eau. Les nitrates sont indispensables à la croissance des plantes et peuvent être apportés sous forme d'engrais.

<u>PCBs</u>: abréviation de polychlorobiphényls. Ce sont des dérivés chimiques chlorés. Ils furent utilisés pour des applications liées aux transformateurs électriques et aux appareils hydrauliques industriels durant plusieurs décennies. Leur production a été interdite suite aux dangers qu'ils représentent pour la santé et l'environnement.

<u>Percoler</u>: terme utilisé pour désigner l'infiltration de l'eau en profondeur jusqu'aux nappes phréatiques.

<u>Pesticides</u>: produits chimiques utilisés pour détruire les ennemis animaux, végétaux et fongiques des cultures, des plantes de jardins, des légumes, du bois, etc.

<u>Photosynthèse</u>: processus bio-chimique par lequel les plantes captent du dioxyde de carbone par leurs feuilles et de l'eau par leurs racines, pour fabriquer des sucres et rejeter de l'oxygène et de la vapeur d'eau par leurs feuilles. D'autres organismes, comme certaines bactéries, peuvent également réaliser la photosynthèse.

<u>Protistes</u>: organismes unicellulaires qui, au cours de l'évolution, ont donné naissance aux végétaux, animaux et champignons. Ils composent un Règne. Les cinq autres Règnes sont les bactéries, les végétaux, les animaux, les champignons et les Archées.

Partenaires























PROCLAM

leperseweg, 87 • B-8800 Rumbeke www.proclam.be • Tel. 051/273385

Université catholique de Louvain

1, place de l'Université • B-1348 Louvain-la-Neuve www.uclouvain.be • Tél. 081/473783

Parc Naturel du Pays des Collines

1, ruelle des Écoles • B-7890 Ellezelles www.paysdescollines.be • Tél. 068/544604

Chambre Régionale d'Agriculture Nord – Pas-de-Calais 140. boulevard de la Liberté • F-59000 Lille • Tél. 03 27 21 46 80

www.nord.chambagri.fr • www.pdc.chambagri.fr

Chambre Départementale d'Agriculture de l'Aisne 1, rue René Blondelle • F-02000 Laon www.agri02.com • Tél. 03 23 22 50 50

Chambre Départementale d'Agriculture de l'Oise Rue Frère Gagne • BP 40463 • F-60021 Beauvais www.agri60.fr • Tél. 03 44 11 44 51

Universiteit Gent
 Sint-Pietersnieuwstraat, 25 • B-9000 Gent
 www.ugent.be • Tel. 09/264 60 50

West-Vlaamse Proeftuin voor Industriële Groenten leperseweg, 87 • B-8800 Rumbeke www.povlt.be • Tel. 051/273213

Vlaamse Landmaatschappij Velodroomstraat, 28 • B-8200 Brugge www.vlm.be • Tel. 050/458100

> Parc Naturel Transfrontalier du Hainaut 31, rue des Sapins • B-7603 Bon-Secours www.plainesdelescaut.be • Tél. 069/779810 357, rue Notre-Dame d'Amour • F-59230 Saint-Amand-les-Eaux www.pnr-scarpe-escaut.fr • Tél. 03 27 19 19 70

Greenoted

16, rue de la Charmille • B-4577 Strée-lez-Huy www.greenotec.be • Tél. 0478/222756

Avec le soutien de :













