

# LA MATIERE ORGANIQUE DU SOL



Union Européenne  
Fonds Européen de Développement Régional



[www.prosensols.eu](http://www.prosensols.eu)



INTERREG efface les frontières

Ce dossier pédagogique, destiné aux adolescents de plus de 15 ans, traite de l'importance de la matière organique dans nos sols.

L'objectif est de comprendre ce qu'est la matière organique, les rôles qu'elle remplit au niveau des sols et la nécessité de la préserver. On parlera essentiellement des matières organiques végétales car seuls les végétaux fournissent de l'humus, matière extraordinaire dont tu vas faire la connaissance. Néanmoins, la diversité des organismes est abordée en introduction.

Ce dossier est accompagné d'un diaporama de photographies et comporte un lexique précisant la définition de chacun des mots portant un astérisque.

**Bonne découverte...**



*Photo 1 - Analyse d'un profil de sol.*

# **TABLE DES MATIÈRES**

INTRODUCTION .....	4
<b>Partie I : La matière organique, c'est quoi ?</b>	
1 - QU'EST-CE QUE LA MATIÈRE ORGANIQUE ? .....	7
1.1 La matière organique : définition, origine et cycle .....	7
1.2 Les différentes formes de la matière organique du sol .....	12
<b>Partie II : La matière organique du sol, ça sert à quoi ?</b>	
2 - LES RÔLES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LE SOL .....	17
2.1 La protection du sol .....	17
2.2 L'activité biologique et la fertilité du sol .....	19
2.3 Le stockage du carbone dans le sol .....	21
<b>Partie III : Quelles sont les causes et les conséquences de la diminution de la matière organique du sol ?</b>	
3 - LES CAUSES DE LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS .....	27
3.1 Le travail du sol .....	28
3.2 La récolte des cultures .....	28
3.3 L'érosion .....	29
3.4 La mise en culture des prairies et forêts .....	29
3.5 Le réchauffement climatique .....	29
4 - LES PRINCIPALES CONSÉQUENCES DE LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS .....	30
4.1 Une faible stabilité structurale .....	30
4.2 Une diminution de l'infiltration .....	30
4.3 Une diminution de la fertilité des sols .....	30
4.4 Une baisse de la biodiversité des sols .....	31
<b>Partie IV : Comment éviter la perte en matière organique du sol ?</b>	
5 - LES SOLUTIONS POUR PALLIER LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS .....	33
5.1 Le maintien d'un taux optimal d'humus .....	33
5.2 Adapter le mode de travail du sol .....	38
5.3 La couverture du sol .....	38
5.4 Eviter les déboisements et la transformation des prairies en terres de cultures .....	39
5.5 Favoriser les plantations aux abords des champs .....	39
5.6 Trier ses déchets .....	40
CONCLUSIONS .....	41
LEXIQUE .....	45
RÉPONSES DES ACTIVITÉS .....	49
BIBLIOGRAPHIE .....	51



## **INTRODUCTION**

La matière organique est une notion dont tu as probablement déjà entendu parler grâce à tes cours de sciences. Elle est omniprésente dans notre environnement et se révèle être d'une utilité incroyable dans le fonctionnement de l'écosystème. Autant dire que sans matière organique, l'Homme ne pourrait pas vivre.

On distingue deux grandes catégories de matières organiques : celles présentes dans tous les êtres vivants et celles qui s'accumulent à la surface du sol ou au fond des océans suite à la décomposition de ces êtres vivants.

La Terre produit environ 150 à 250 milliards de tonnes de matières organiques par an. Cette production de matières organiques n'est pas uniforme sur la Terre. En effet, il existe des milieux très productifs, comme les lagunes maritimes et les récifs de coraux. Par contre, les déserts chauds (Sahara) ou froids (Toundra) ne produisent presque pas de matières organiques.

Une fois décomposée et transformée en humus, la matière organique continue de jouer un rôle très important, car elle constitue un stock de carbone et une réserve d'éléments minéraux utiles pour les plantes et les micro-organismes. Elle assure également la stabilité de la structure du sol et permet de limiter les phénomènes d'érosion. Enfin, elle permet d'augmenter la réserve en eau du sol et d'éviter le lessivage des engrais et pesticides.

Pourtant, on n'imagine pas toujours les nombreux rôles écologiques et économiques qu'elle remplit. Partons ensemble à la découverte de cette matière peu connue et pourtant tellement importante.



## Le savais-tu ?

Sur la production mondiale totale annuelle en matières organiques (150 à 250 milliards de tonnes) :

- ⇒ **45%** proviennent des forêts,
- ⇒ **34%** proviennent des océans,
- ⇒ **16%** proviennent de milieux divers,
- ⇒ **5%** proviennent des productions agricoles.



*Photo 2 - Branches mortes en forêt.*

A close-up photograph of a dense layer of brown, dried leaves, likely from deciduous trees, covering the ground. The leaves are in various stages of decay, with some showing distinct veins and others being more fragmented. A semi-transparent white diagonal overlay is present, starting from the top left and extending towards the bottom right.

## **PARTIE I**

# **LA MATIÈRE ORGANIQUE, C'EST QUOI ?**



# I. QU'EST-CE QUE LA MATIÈRE ORGANIQUE ?

## ACTIVITÉ I

(individuelle)



Inscris ci-dessous ce que tu connais de la matière organique



.....

.....

.....

.....

.....

### 1.1 La matière organique : définition, origine et cycle

#### LA MATIÈRE ORGANIQUE EST CONSTITUÉE :



- d'une part, par les organismes vivants ou morts récemment mais non encore décomposés (bactéries (\*), protistes (\*), champignons, végétaux et animaux) ;
- d'autre part, par l'humus (\*) qui résulte de la transformation de la matière organique dans les sols après la mort des organismes vivants.

La matière organique est composée au minimum des trois atomes suivants : le Carbone (C), l'Hydrogène (H) et l'Oxygène (O) qui forment le « squelette organique », c'est-à-dire, la structure de la molécule organique (\*).

Trois autres types d'atomes viennent compléter cette structure : l'Azote (N), le Phosphore (P) et le Soufre (S). On peut distinguer différents types de molécules organiques : des protéines (\*), de la lignine (\*), de la cellulose (\*), des sucres, des vitamines, des graisses et encore bien d'autres composés.

Pour simplifier, la constitution de base de la matière organique se résume aux éléments chimiques suivants : « C, H, O, N, P, S ».

Il existe une multitude de formes de matières organiques. Les organismes vivants, d'origine animale ou végétale, sont constitués de matière organique. Le papier, le cuir, le pétrole et ses dérivés, sont aussi des matières organiques, car ils sont dérivés d'organismes vivants (plantes ou animaux).

Les matières en cours de décomposition comme les cadavres d'animaux, leurs déjections et les débris de végétaux sont également de la matière organique.

On oppose à la matière organique, la matière inorganique ou minérale comme la roche, le verre, l'eau, ... Ces composants ne sont pas dérivés d'organismes vivants et ne constituent donc pas de la matière organique.

## ACTIVITÉ 2

(individuelle)



Voici deux molécules : l'une est minérale,  
l'autre est organique...

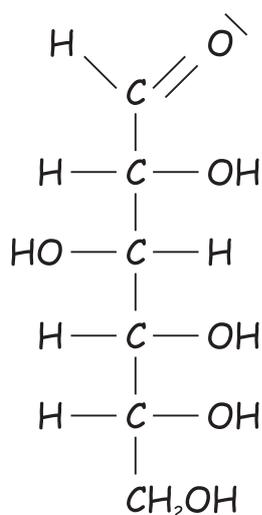
► A toi de choisir !

Le glucose est une molécule

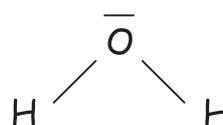
 .....

L'eau est une molécule

 .....



Glucose =  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



Eau =  $\text{H}_2\text{O}$



### Mais au fait, comment se crée la matière organique ?

Les plantes et certaines bactéries photosynthétiques sont des êtres autotrophes, c'est-à-dire qu'ils sont capables de **créer leur propre matière organique** en puisant de l'eau (H<sub>2</sub>O) et des **éléments minéraux (\*)** (N, P, K) dans le sol et en captant du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère.

Ces organismes utilisent l'énergie contenue dans les rayons du soleil, pour transformer en matière organique (glucose (\*), par exemple) une partie des éléments absorbés. Ce processus s'appelle la photosynthèse. Ces êtres sont également appelés les producteurs primaires.



Maintenant, j'y vois un peu plus clair !

La photosynthèse est le processus biologique par lequel les végétaux transforment l'énergie lumineuse en énergie chimique.

L'énergie lumineuse, captée par les parties vertes des plantes et par certaines bactéries photosynthétiques, permet la **transformation des substances inorganiques simples** (eau et dioxyde de carbone) en **molécules organiques complexes**, comme le glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> = une forme de sucre) renfermant de l'énergie chimique.

### Voici l'équation de la photosynthèse :



En rouge : les réactifs, nécessaires pour réaliser la photosynthèse

En bleu : les produits formés à la fin du processus

Une fois que les êtres autotrophes (producteurs primaires) ont synthétisé leur propre matière organique, celle-ci sera mangée par les êtres hétérotrophes (consommateurs), qui n'ont pas la possibilité de fabriquer eux-mêmes leur propre matière organique, pourtant nécessaire à leur survie.

Les hétérotrophes sont soit herbivores (\*), carnivores (\*) ou décomposeurs (\*). Ils assimilent la matière organique produite par d'autres organismes en les mangeant. L'Homme et les animaux sont donc des êtres hétérotrophes. Le rôle des décomposeurs est particulièrement important car c'est grâce à eux que la matière organique morte sera décomposée en éléments minéraux. Ceux-ci pourront alors de nouveau servir à la croissance des êtres autotrophes et donc à la production de matière organique.

La boucle de la chaîne alimentaire est maintenant bouclée !

### ACTIVITÉ 3

(individuelle)



En te basant sur le schéma de la page suivante (Figure 1),  
inscris le numéro (1 à 7) correspondant au texte...

consommateurs secondaires

cadavres et déchets

producteurs primaires

éléments minéraux

consommateurs tertiaires

décomposeurs

consommateurs primaires

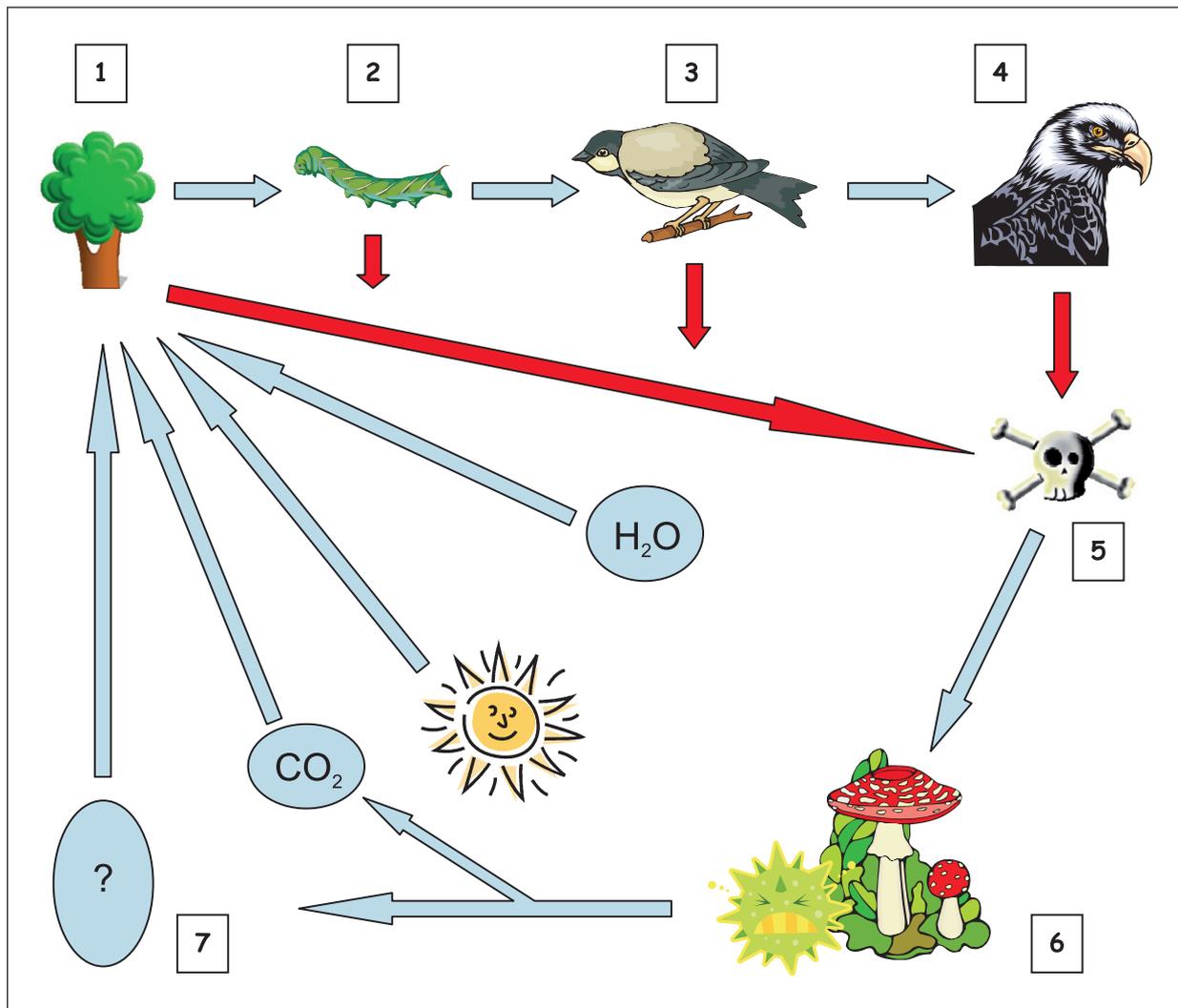


Figure 1 - Exemple de chaîne alimentaire.

Tu auras remarqué que la matière organique (végétale et animale) et la matière inorganique (éléments minéraux, dioxyde de carbone) ont continuellement besoin l'une de l'autre.

Lorsque les êtres vivants meurent, toute la matière organique qui les compose n'est pas immédiatement transformée en éléments minéraux. Dans les sols, une grande partie de cette matière organique subit un processus de transformation, appelé « humification ». Le résultat est la production d'une substance, appelée « humus » qui va s'accumuler dans la couche superficielle du sol. L'humus joue un rôle fondamental dans le bon fonctionnement du sol, comme nous te l'expliquerons dans la Partie II de ce dossier. En attendant, nous allons te décrire les différentes formes de la matière organique du sol.

## 1.2 Les différentes formes de la matière organique du sol

Lorsque l'on parle de la matière organique du sol, on parle à la fois de ce qui est vivant et de ce qui est en cours de décomposition. Ainsi sur le sol et dans le sol, il est possible de distinguer la matière organique vivante (M.O.V), la matière organique fraîche (M.O.F) (morte et très peu transformée) et la matière organique transformée (M.O.T) (morte et totalement transformée) encore appelée humus (Figure 2).

### ➤ La matière organique vivante (M.O.V)

Il s'agit de la forme vivante des différents organismes (bactéries, protistes, animaux, végétaux et champignons).



*Photo 3 - Détail d'une chenille vivant sur une ronce.*

### ➤ La matière organique fraîche (M.O.F)

Il s'agit des organismes qui viennent de mourir et que l'on distingue selon leur degré de décomposition. La vitesse de décomposition de la matière organique fraîche va évoluer en fonction de sa composition, du temps, du climat, du type de sol et de l'activité biologique du sol.



*Photo 4 - Dans la litière (M.O.F), on peut reconnaître chaque élément : brindilles, feuilles, ...*

**La décomposition de la matière organique fraîche** dans le sol est réalisée par les **organismes du sol** (vers de terre, bactéries, etc.) que l'on nomme **décomposeurs** et qui utilisent la matière organique fraîche comme source d'énergie pour leur croissance. Cette décomposition **libérera** d'une part, des **éléments minéraux** qui pourront à nouveau servir à la croissance des plantes et d'autre part, **des substances qui permettront la formation de l'humus**, c'est-à-dire de la matière organique transformée.

➤ **La matière organique transformée (M.O.T) : l'humus**

Lors de la décomposition de la matière organique fraîche d'origine végétale, une partie, comme expliqué ci-dessus, fournit directement **des éléments minéraux** à partir de **substances facilement dégradables** (sucres, protéines, ...) après attaque par les micro-organismes (\*) du sol. **On appelle cela la minéralisation (\*) primaire.**

L'autre partie de cette matière organique fraîche **est transformée par les micro-organismes du sol en humus**. Celui-ci est constitué des matières difficiles à décomposer comme la **lignine** et la **cellulose** contenues dans les **tissus végétaux**. La formation d'humus s'appelle **l'humification**.

La décomposition des organismes d'origine animale ne libère que des éléments minéraux mais pas d'humus car les animaux ne possèdent pas de lignine ni de cellulose dans leurs tissus.

L'humus résulte donc de la matière organique d'origine végétale. Il donne à la terre sa couleur foncée et son odeur caractéristique. Il est très important car il s'associera préférentiellement aux très petites particules de sol, comme l'argile (\*), pour former le complexe argilo-humique (\*). Ce dernier joue un rôle très important dans la stabilité structurale (\*) du sol comme nous le verrons dans la Partie II.

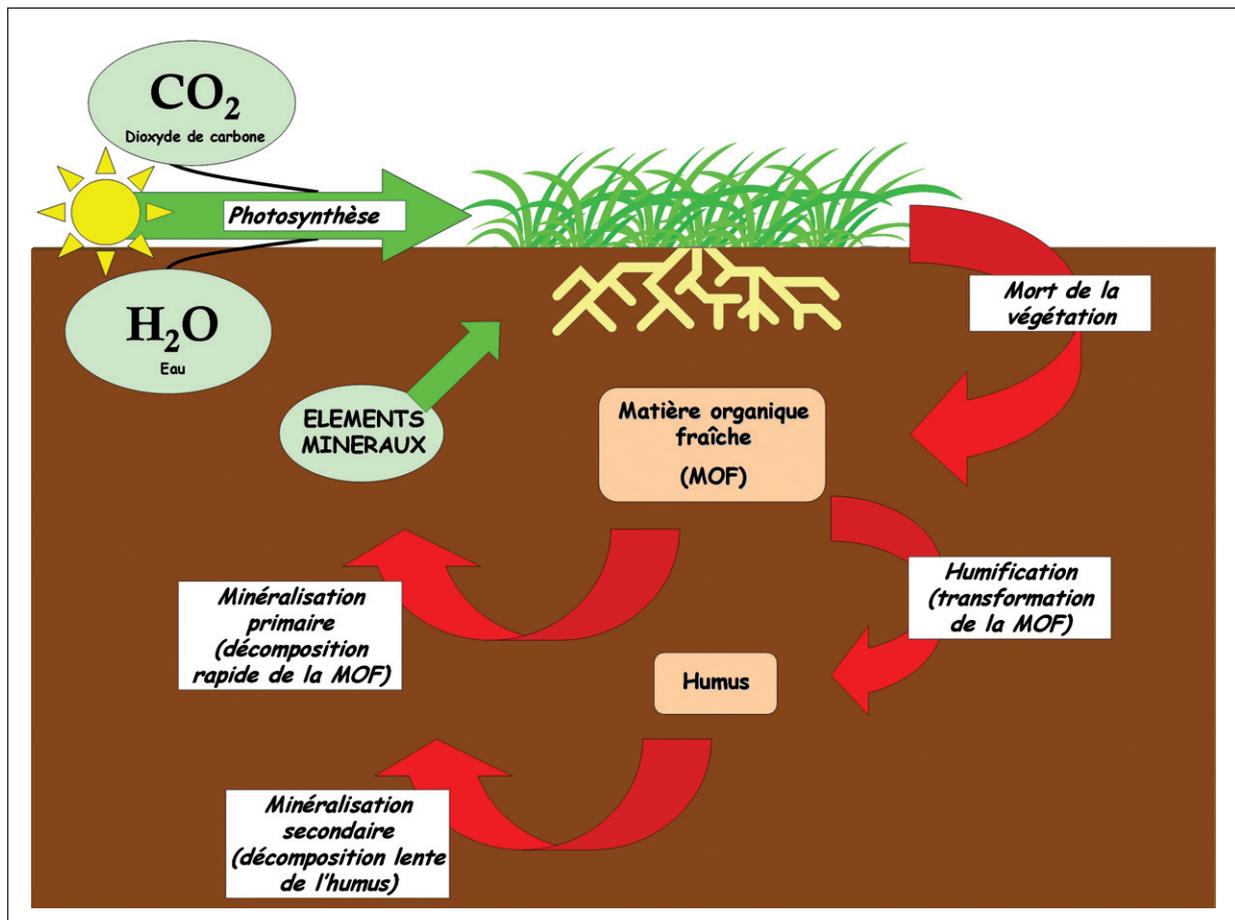


Figure 2 : Transformation de la matière organique dans le sol.





## **PARTIE II**

# **LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL, ÇA SERT À QUOI ?**



## 2. LES RÔLES DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LE SOL

La matière organique du sol a plus d'un tour dans son sac. Elle permet de protéger le sol de l'érosion (\*), d'en augmenter la fertilité (\*) et la biodiversité (\*), mais elle constitue également une forme importante de stockage du carbone.

### 2.1 La protection du sol

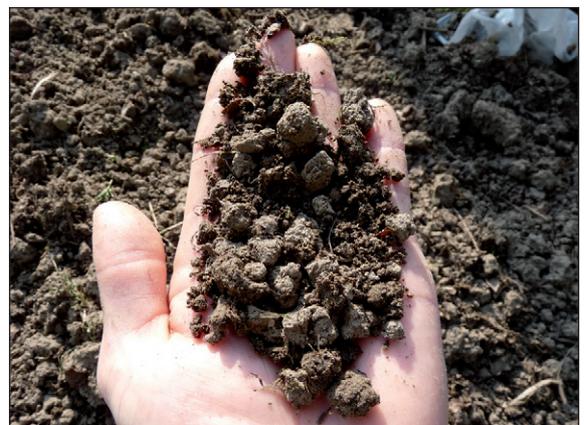
➤ Les matières organiques structurent et stabilisent le sol :



#### Mais au fait, la structure du sol, c'est quoi ?

La structure du sol est le mode d'assemblage des particules d'un sol, c'est-à-dire la façon dont elles sont agencées. C'est une notion très importante car la **structure définit certaines propriétés du sol**, comme sa perméabilité. L'apport de chaux (calcaire) et de matières organiques végétales permet le maintien d'une bonne structure.

■ L'humus favorise la formation d'une **bonne structure**. Si le sol en contient suffisamment, alors l'humus s'associe aux plus petites particules du sol que l'on nomme « argiles », afin de former ce que l'on appelle le **complexe argilo-humique**. Ce dernier est à l'origine de la **structure dite « grumeleuse (\*) »** du sol. Celle-ci, très favorable à la croissance des racines des plantes, se caractérise par la **présence d'agrégats (\*)**, c'est-à-dire de petites mottes de terre.



*Photo 5 - Agrégats de terre.*

■ Non seulement l'humus permet la formation des agrégats, mais en plus il les stabilise, en formant autour d'eux une couche protectrice contre l'effet dégradant de l'eau de pluie. En effet, l'eau a tendance à disperser les constituants des agrégats. Les radicelles (\*) des plantes et le mycélium (\*) des champignons peuvent aussi stabiliser les agrégats en les enrobant, comme dans un filet.

■ L'humus, en favorisant la formation de la structure grumeleuse, permet une meilleure infiltration et rétention (\*) de l'eau dans le sol. C'est très important car cela permet aux plantes de disposer d'une réserve d'eau utilisable, qui peut s'avérer très utile en période de sécheresse. De plus, l'infiltration de l'eau empêche le ruissellement (\*), ce qui diminue les risques d'érosion.

➤ Les matières organiques protègent le sol de l'érosion :

### Mais au fait, l'érosion du sol, c'est quoi ?



L'érosion est un processus par lequel des particules de terre sont détachées du sol, emportées et déposées plus loin. Dans nos régions cela se produit le plus souvent à cause de l'eau de pluie qui, une fois tombée sur le sol, ruisselle. Ce ruissellement peut provoquer de gros dégâts, notamment des coulées de boue. Cependant, si la structure du sol est bonne, l'eau peut s'infiltrer. De ce fait, elle ne ruisselle pas et donc n'érode pas le sol.



*Photo 6 - Érosion dans un champ.*

■ La matière organique vivante, c'est-à-dire la végétation qui pousse sur le sol, et les débris végétaux (paille, écorces...) permettent de **protéger le sol à la fois de l'impact des gouttes de pluie**, qui nuit à la structure mais **également du ruissellement**, qui provoque l'érosion.

C'est pour cela qu'il est important d'éviter de laisser le sol à nu.

### Le savais-tu ?



Le dépôt de déchets végétaux sur le sol en surface s'appelle le « mulching ». C'est une technique qui permet, entre autre, de limiter le développement des mauvaises herbes. C'est le but que tes parents cherchent à atteindre en mettant des écorces de végétaux entre leurs plantations.

## 2.2 L'activité biologique et la fertilité du sol

### ➤ Les matières organiques favorisent l'activité biologique et la biodiversité du sol :

- L'apport de matières organiques sur le sol **provoque l'activation des micro-organismes**. Ceux-ci ne pourront résister au délicieux festin qui s'offre à eux. Plus les matières organiques végétales à décomposer seront variées, plus la faune du sol sera, elle aussi, diversifiée.
- Dès cet instant, vers de terre, collemboles (genre d'insecte), acariens (genre d'arachnide), nématodes (petits vers), ... **vont consommer et digérer la matière organique**. Les plus gros organismes vont découper cette matière pour la rendre beaucoup plus fine qu'au départ. De nombreux champignons et bactéries peuvent alors poursuivre le travail de décomposition.



*Photo 7 - Les vers de terre digèrent la matière organique et participent à son incorporation dans le sol.*



### Le savais-tu ?

- ⇒ **1 gramme de litière de hêtre** contient environ 7 km de mycélium
- ⇒ **1 gramme de terre** renferme plusieurs milliards de bactéries
- ⇒ **Sous une empreinte de pas** laissée sur un sol forestier, il y a notamment :
  - 2 à 3 millions d'animaux unicellulaires (\*),
  - 20 000 petits vers (nématodes),
  - 2 000 à 5 000 microarthropodes (\*) (acariens, collemboles, ...),
  - 6 vers de terre,
  - 10 larves d'insectes,
  - 1 araignée,
  - 2 mille-pattes,
  - 1 cloporte.
- ⇒ **1 hectare de prairie** contient environ 2 tonnes de vers de terre

➤ Les matières organiques favorisent la fertilité des sols :

- La décomposition de la matière organique fraîche se produit en deux phases. Elle aboutit, **d'une part**, à la **libération d'éléments minéraux** (minéralisation primaire) et, **d'autre part**, à la **formation d'humus**. Au cours du temps, l'humus se décomposera à son tour pour libérer, lui aussi, des éléments minéraux. **On appelle cela la minéralisation secondaire ou minéralisation de l'humus**. Les éléments minéraux serviront à la croissance des plantes.
- L'humus, **possède également des charges électriques négatives**, ce qui lui confère la **faculté de retenir des éléments minéraux** pour autant que ceux-ci portent des **charges électriques positives** ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^{+}$ , ...) (\*) et de les mettre facilement à disposition des plantes. Ces éléments minéraux peuvent par exemple provenir des engrais (\*) que l'agriculteur apporte au sol.
- L'humus donne au sol une couleur foncée qui favorise son réchauffement. Cela est très important, car accroître la température d'un champ de  $1^{\circ}\text{C}$  sous nos climats peut accroître la production de 10%.
- Les racines de certains végétaux peuvent également contribuer à la **fissuration des roches**, favorisant ainsi leur altération (\*) et la **libération d'éléments minéraux accessibles aux végétaux**.

### 2.3 Le stockage du carbone dans le sol

Comme nous allons te le montrer, les matières organiques du sol constituent un stock de carbone qui permet de limiter l'effet de serre et le réchauffement climatique.

## L'effet de serre, c'est quoi au juste ?



Quand le soleil nous envoie ses rayons, une partie est réfléchiée par l'atmosphère vers l'espace, tandis que l'autre est captée par la Terre. La chaleur captée par la Terre est ensuite renvoyée dans l'atmosphère, dont une partie retourne dans l'espace, tandis que l'autre est interceptée par certains gaz se trouvant dans l'atmosphère, comme le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), qui la renvoie alors vers la Terre (Figure 3).

**Attention :** le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) n'est pas le seul gaz à effet de serre ! D'autres composés comme le méthane ( $\text{CH}_4$ ), les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), les CFC, ... sont également très actifs.

La température sur la planète est la somme du rayonnement solaire (1) et du rayonnement des gaz à effet de serre vers la Terre (2). Tu auras compris que plus il y a de gaz à effet de serre, plus la température moyenne sur Terre augmentera.

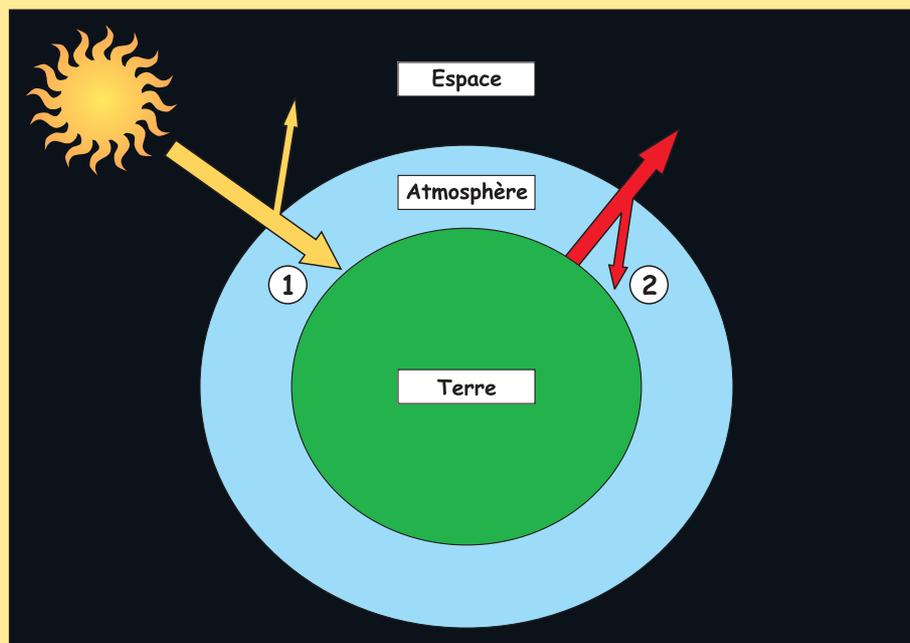


Figure 3 - L'effet de serre.

## Le savais-tu ?

Il faut savoir que l'effet de serre est un processus tout à fait naturel et que sans lui, la température moyenne sur Terre serait de  $-18^\circ\text{C}$  au lieu des  $15^\circ\text{C}$  actuels. L'Homme accentue ce processus depuis la révolution industrielle (XIX<sup>ème</sup> siècle) en rejetant dans l'atmosphère des gaz à effet de serre.





## Comment la matière organique du sol permet-elle de limiter l'effet de serre ?

Nous avons vu que les êtres autotrophes, entre autres les végétaux, ont la particularité de fabriquer leur propre matière organique en captant de la lumière, du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) et des éléments minéraux.

Pour pouvoir vivre et grandir, les végétaux doivent donc prélever du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) qu'ils stockent dans leurs tissus via le processus de photosynthèse, sous forme de matière organique comme la lignine, la cellulose ou d'autres composés carbonés (\*). Ce carbone, une fois incorporé dans les tissus des végétaux, n'est plus actif dans l'air. Cela est particulièrement utile pour diminuer l'effet de serre.

Lorsque la végétation meurt, les molécules organiques, qui contiennent du carbone, sont soit directement minéralisées par les micro-organismes du sol, soit transformées en humus.

Celui-ci se décompose lentement (2 % par an) et relargue donc lentement du carbone sous forme de  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère (Figure 4). Le sol piège donc plus de carbone qu'il n'en relâche. Cela permet de diminuer la quantité de  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère.



### Le savais-tu ?

Au total c'est près de 2000 milliards de tonnes de carbone qui sont piégées au sein des sols à travers le monde soit 3 fois plus que dans l'atmosphère et 4 fois plus que dans la végétation.

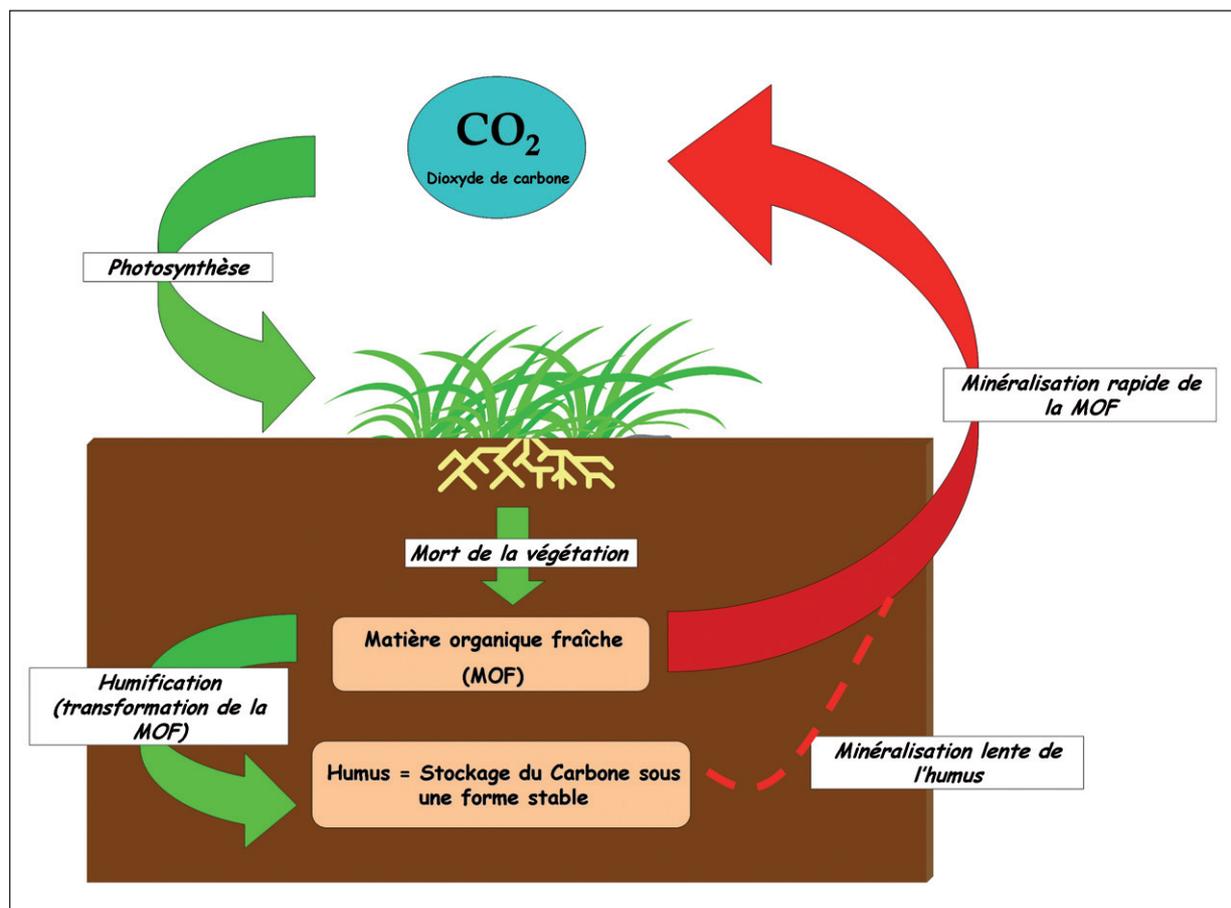


Figure 4 - Le cycle du carbone dans le sol.

Autant dire qu'il faut veiller à préserver la matière organique du sol car sinon l'effet de serre serait encore plus important et la température sur terre considérable. L'agriculture peut participer à ce piégeage en incorporant de la matière organique qui pourra fournir un humus stable et durable.

Tu peux aussi agir à ton niveau dans la séquestration du carbone, en plantant des végétaux par exemple.



**En résumé,** les matières organiques du sol améliorent les propriétés physiques (structure, chaleur, rétention d'eau et d'éléments minéraux, humidité, ...), chimiques (nutrition des plantes) et biologiques (activité des micro-organismes dans la décomposition) des sols tout en participant activement à la lutte contre l'effet de serre.

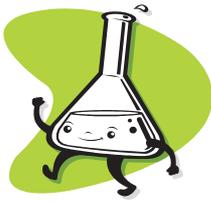


## ACTIVITÉ 5

(groupe)



### Le professeur démontre aux élèves que la matière organique protège le sol



*L'enseignant va démontrer par cette expérience que la matière organique stabilise la structure du sol.*

- ▶ Prendre deux bocaux transparents.
- ▶ Dans le premier, déposer des morceaux de terre humifère. On reconnaît ce type de terre à sa couleur foncée. *Par exemple, de la terre de fossé ou de prairie.*
- ▶ Dans le second, déposer des morceaux de terre claire et sèche. Cette couleur traduit un manque de matière organique. *Par exemple, de l'argile claire.*
- ▶ Verser délicatement de l'eau en même temps dans les deux bocaux.
- ▶ Observer le phénomène qui se produit dès le moment où l'on y introduit l'eau et pendant 20 minutes.
- ▶ Que pouvez-vous en conclure ?



.....

.....

.....

.....

.....



## **PARTIE III**

# **QUELLES SONT LES CAUSES ET LES CONSÉQUENCES DE LA DIMINUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL ?**





### **3. LES CAUSES DE LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS**

#### **ACTIVITÉ 6**

(par deux / terrain)



#### Répondez aux questions ci-dessous

- A votre avis, quelles peuvent être les causes de la perte en matière organique des sols ?



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

- Pourquoi ?



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

- Allez voir un agriculteur et demandez-lui s'il apporte de la matière organique sur ses champs :

- si oui, sous quelle forme et pourquoi ?



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

- si non, pourquoi ?



.....  
.....

### 3.1 Le travail du sol

Le travail du sol est utilisé en agriculture afin d'aérer le sol avant chaque nouvelle culture pour en favoriser l'implantation et le développement. Il permet également de lutter contre les mauvaises herbes. Cependant, chaque fois que le sol est travaillé, les agrégats sont défaits et rendent la matière organique plus accessible aux micro-organismes. Celle-ci est alors rapidement décomposée par ces derniers qui utilisent l'oxygène apporté au cours du travail du sol. Un travail profond et intensif du sol et donc un facteur qui contribue à diminuer le taux de matière organique des sols.



### 3.2 La récolte des cultures



La récolte des cultures réduit la restitution de la matière organique au sol. Alors que dans la nature, tout retourne au sol (feuilles, tiges, graines), en agriculture, certains des produits sont exportés (pailles pour nourrir les animaux, graines de céréales pour faire de la farine, betteraves pour faire du sucre). Il y a donc moins de matières organiques restituées au sol et à chaque récolte, celui-ci s'appauvrit.

### 3.3 L'érosion

Les particules arrachées au sol par l'intermédiaire de l'eau contiennent diverses substances (engrais, produits divers, ...) et notamment de la matière organique. L'érosion peut véritablement faire diminuer la quantité de matière organique des sols.



*Photo 8 - Erosion en rigole.*

### 3.4 La mise en culture des prairies et forêts

Les prairies et les forêts permettent de stocker de grosses quantités de carbone dans les sols grâce à l'humus. Leur mise en culture oxygène la terre et provoque une rapide minéralisation de l'humus. L'abattage des arbres, la reconversion de prairies en cultures ou encore la mise en culture des sols forestiers, sont des pratiques qui empêchent de stocker durablement du carbone.

### 3.5 Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique entraîne des dérèglements dans les écosystèmes (\*) et peut accélérer la minéralisation de la matière organique. Par exemple, les forêts septentrionales de l'hémisphère Nord (taïga) ont accumulé d'énormes quantités de matières organiques sous forme d'humus pendant des centaines d'années. Cela fut possible grâce à la faible activité biologique liée aux très basses températures qui s'opposent à une minéralisation rapide de l'humus. Suite au réchauffement climatique, ces énormes réservoirs de carbone vont se minéraliser et libérer dans l'atmosphère une incroyable quantité de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et de méthane ( $\text{CH}_4$ ).

La perte en matière organique des sols est à la fois une cause et une conséquence du réchauffement climatique.



## **4. LES PRINCIPALES CONSÉQUENCES DE LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS**

Les conséquences de la perte en matière organique concernent aussi bien la perte en matière organique vivante (déforestation, par exemple) que la perte en matière organique morte (humus, ...).

### **4.1 Une faible stabilité structurale**

Sans humus, les particules du sol ne sont que faiblement liées. Elles sont alors facilement détachées par l'impact des gouttes de pluie et facilement transportées par l'eau qui ruisselle sur le sol. **C'est ce qu'on appelle l'érosion hydrique.**

### **4.2 Une diminution de l'infiltration**

L'humus confère aux sols une bonne structure et favorise ainsi l'infiltration de l'eau. **Sans humus, l'infiltration sera fortement réduite et si l'eau ne peut s'infiltrer, elle ruisselle et favorise l'érosion.** Celle-ci peut causer de sérieux dommages dans notre environnement et aux infrastructures. De plus, les sédiments (\*) érodés peuvent contenir des résidus de produits de traitements des cultures (pesticides, ...) qui peuvent contaminer notre environnement. Une diminution de l'infiltration peut également entraîner un manque d'eau dans le sol pour les plantes.

### **4.3 Une diminution de la fertilité des sols**

Le manque d'humus dans le sol diminue la rétention et la mise à disposition de l'eau et des éléments minéraux nécessaires aux cultures. Les sols sont alors moins fertiles. De plus, l'humus donne au sol une couleur foncée qui favorise son réchauffement. Ceci est important car un sol relativement chaud permet une meilleure production.

#### 4.4 Une baisse de la biodiversité des sols

Sans apport de matières organiques, les micro-organismes du sol ne peuvent se nourrir et la vie du sol diminue. Or, **cette vie du sol est capitale car elle permet d'améliorer les propriétés physiques** (meilleure aération, formation d'une structure,...) **et chimiques des sols** (mise à disposition d'éléments nutritifs, altération de certains minéraux, ...).



**En résumé**, le manque de matière organique dans les sols occasionne de nombreux problèmes sociaux, économiques et écologiques. Il convient de veiller à maintenir une bonne teneur en matière organique dans les sols.



**J'étais loin d'imaginer que la matière organique des sols était si importante !**

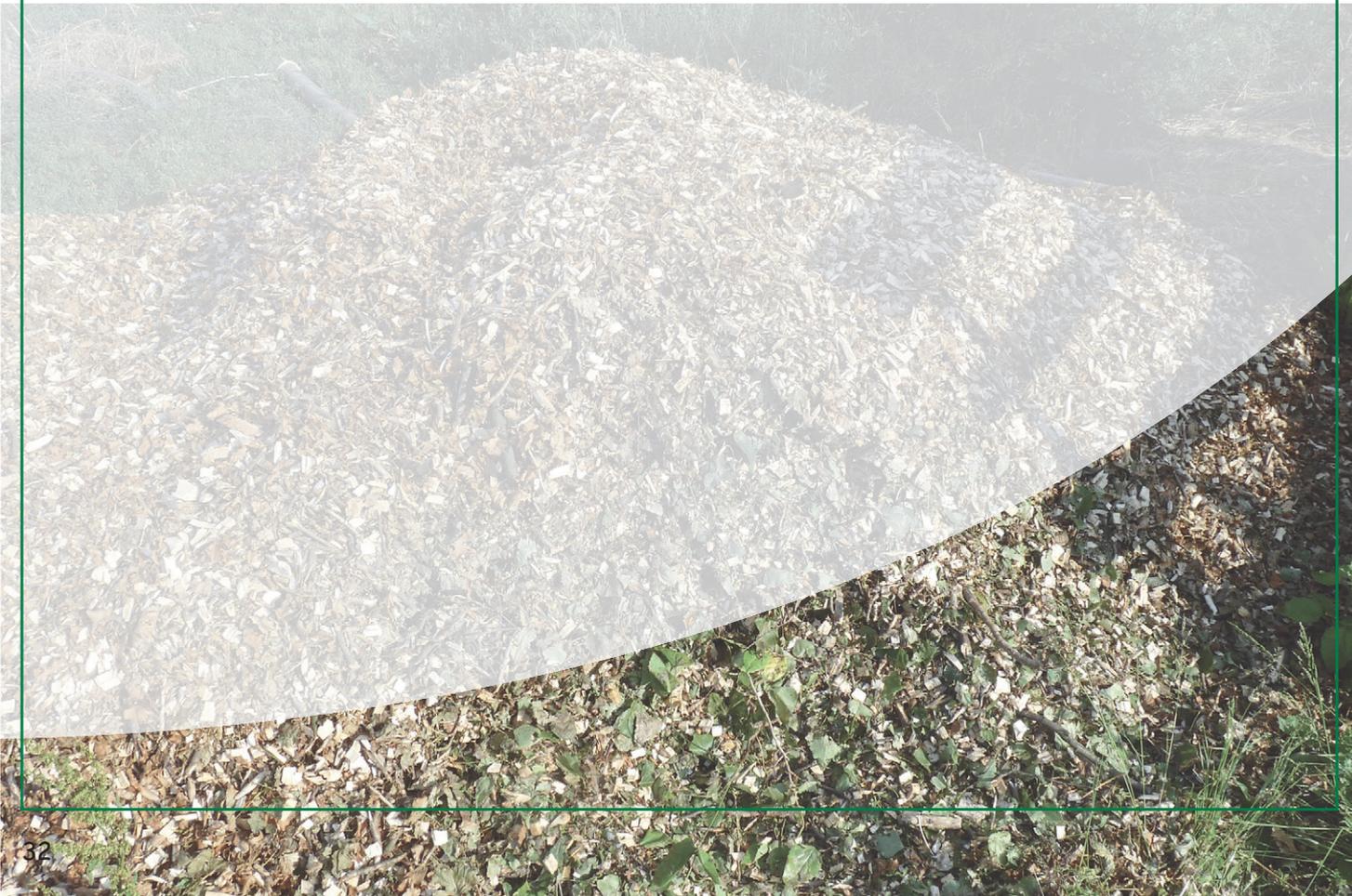


*Photo 9 - Inondation dans un village.*



## PARTIE IV

# COMMENT ÉVITER LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL ?





## **5. LES SOLUTIONS POUR LUTTER CONTRE LA PERTE EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS**

*De nombreuses solutions existent pour maintenir une bonne teneur en matière organique dans nos sols.*

### **5.1 Le maintien d'un taux optimal d'humus**

En agriculture ou dans un potager, il faudra veiller à **apporter régulièrement de la matière organique sur le sol**. En effet, les plantes prélèvent les éléments minéraux du sol issus en partie de la décomposition de la matière organique. Cependant, si les plantes sont récoltées, celle-ci n'est pas renouvelée. Au fur et à mesure des années, le sol s'appauvrit. Il faut donc maintenir un taux optimal d'humus en **apportant de la matière organique, sous formes de fumier, de compost, de Bois Raméal Fragmenté (BRF), de boues ou encore d'engrais verts...**



*Photo 10 - Tas de fumier.*



## Le savais-tu ?

- **Le fumier de ferme** se compose de pailles et des matières liquides et solides issues des déjections des animaux (vaches, bœufs, poules, pigeons,...). Il est très utilisé en agriculture.
- **Le compost** est le résultat de la décomposition d'un mélange de matières organiques végétales sous l'action des micro-organismes. Au cours de cette transformation, on peut observer une forte montée en température (+/- 70° C). Le plus souvent, on dispose ces diverses matières organiques en tas, en silo ou dans un fût à composter. Après quelques mois de décomposition, le compost aura formé un humus stable de bonne qualité qui pourra être incorporé au sol.

Il existe plusieurs sortes de composts en fonction des matières organiques d'origine dont on dispose. Un compost de jeunes végétaux fournit un humus rapidement biodégradable, car ces matières sont pauvres en cellulose et en lignine.

En revanche, un compost ligneux (riche en lignine) produit un humus très stable qui peut persister pendant de nombreuses années dans les sols avant d'être dégradé.

- **Le Bois Raméal Fragmenté (BRF)** est le résultat du déchiquetage de branches d'arbres ou d'arbustes de faible diamètre (car riche en minéraux). Le broyat est incorporé en surface et permet d'améliorer les propriétés physiques (température, humidité, aération), biologiques (activité des micro-organismes) et chimiques (nutrition) des sols.
- **Les boues** proviennent, le plus souvent, du traitement des eaux usées par les stations d'épuration. Celles-ci peuvent être valorisées en agriculture si leur teneur en métaux lourds (plomb, zinc, ...) ne dépasse pas les réglementations en vigueur.



Savais-tu que près de chez toi, on cultive de la moutarde et que celle-ci est appelée « engrais vert ». Mais c'est quoi exactement un engrais vert ?

### Les engrais verts, un cas particulier de source de matière organique :

Les engrais verts sont un cas particulier car il s'agit de cultures cultivées, entre deux cultures principales, pour produire de la matière organique. Dans le courant de l'hiver, l'engrais vert sera broyé et incorporé au sol, dans le but de l'enrichir en matière organique. Les éléments minéraux issus de sa décomposition seront rapidement utilisables par la culture principale qui poussera durant le printemps et l'été suivants.

Les engrais verts recouvrent une large variété de plantes (moutarde, phacélie, ray-grass, avoine, trèfle, radis, ...). Mis à part leur rôle de fertilisant pour la culture suivante, ils remplissent de nombreuses fonctions et permettent de :

- prélever une partie des engrais que la culture principale n'a pas captés, particulièrement les nitrates (\*). Les excédents de nitrates, s'ils ne sont pas prélevés par une culture, risquent de polluer les réserves d'eau souterraine ou les cours d'eau ;
- protéger le champ de l'érosion en couvrant le sol ;
- éviter les pertes de sédiments par érosion et donc réduire les coulées de boue ce qui contribue à protéger la qualité des cours d'eau ;
- maintenir une bonne structure du sol par le biais des racines et par la protection du sol contre la pluie ;
- empêcher la prolifération des mauvaises herbes.



**C'est donc cela  
un engrais vert !**



## **ACTIVITÉ 7**

(par deux)



### Faites connaissance avec certains engrais verts que vous pouvez observer près de chez vous

#### ► Engrais vert n° 1

Tu m'utilises sur ton hot-dog :

 .....



*Photo 11*



*Photo 12*

#### ► Engrais vert n° 2

- mon premier est la première lettre de l'alphabet
- quand on crie, on hausse la ...
- c'est une négation en deux lettres
- mon tout est une céréale

 .....

► Engrais vert n° 3

- mon nom commence par la lettre « t », ma fleur est blanche ou rose et quand j'ai quatre feuilles, je porte bonheur...



.....



Photo 13



Photo 14

► Engrais vert n° 4

- do, ré, mi, ... trouve le suivant !
- mon second est la troisième lettre de l'alphabet
- mon dernier est un élément du mobilier dans lequel je dors



.....

## 5.2 Adapter le mode de travail du sol

Le travail du sol favorise son aération et donc l'oxydation des matières organiques qui se décomposent plus rapidement. **Pour préserver la matière organique, il est donc souvent préférable de travailler moins intensément la terre.** On peut remplacer le labour (\*) par le décompactage (\*) ou, par exemple, travailler le sol uniquement dans la ligne de semis et non pas sur l'ensemble de la parcelle.



*Photo 15 - Tracteur muni d'un déchaumeur.*

## 5.3 La couverture du sol

On veillera à **couvrir au maximum le sol par de la végétation**, notamment entre deux cultures, au moyen des engrais verts. Il est également possible de couvrir le sol en ayant recours au paillage. C'est une technique qui consiste à déposer sur le sol des déchets végétaux comme du broyat, par exemple. Cela permettra de protéger le sol de l'érosion.



*Photo 16 - Couvert de moutarde.*

#### **5.4 Eviter les déboisements et la transformation des prairies en terres de cultures**

La prairie et la forêt permettent d'accumuler et de stocker durablement du carbone sous forme d'humus. Leur conversion en terre de cultures provoque une minéralisation rapide de l'humus et donc une diminution du taux de matière organique dans les sols.

#### **5.5 Favoriser les plantations aux abords des champs**

Les arbres et les haies apportent, grâce à la chute des feuilles, de la matière organique sur les parcelles agricoles. Même si la quantité apportée est faible, la haie possède bien d'autres avantages (biodiversité, rôle hydrique, augmentation du rendement, ...).



*Photo 17 - Haie entre deux parcelles agricoles.*

## 5.6 Trier ses déchets

La pratique du compostage est un excellent moyen de valoriser la matière organique issue de notre vie quotidienne. Même en appartement, il est possible de réaliser cette technique en utilisant le tonneau composteur. Celui-ci permettra de créer un substrat de culture pour les fleurs de balcons.

### **ACTIVITÉ 8**

(groupe)



Discussion de groupe dirigée par l'enseignant.

► Fait-on du compost chez toi et pourquoi ?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## **CONCLUSIONS**

*Alors, vois-tu toujours la matière organique qui t'entoure sous le même œil ?*

*Nous espérons que non !*

*Tu peux maintenant te rendre compte que la matière organique est un élément majeur des sols qui remplit de nombreuses fonctions.*

*Le maintien d'un taux de matière organique important dans les sols est une réponse aux défis écologiques et économiques d'aujourd'hui : fertilité des sols, érosion des sols, protection des nappes et des eaux de rivière, qualité de l'air et lutte contre l'effet de serre.*

*Si un jour tu es amené à prendre des décisions concernant les sols, nous espérons que tu te souviendras de ce dossier pédagogique sur la matière organique du sol.*



*Photo 18 - Sol forestier.*



## ACTIVITÉ 9

(individuelle)



### Réalise les jeux suivants

#### 1) MOTS CROISÉS

##### Horizontalement :

- 1-K : l'humus améliore la fertilité du sol. Cela permet une meilleure ..... des cultures (produire).
- 2-A : les ..... verts protègent le sol de l'impact des gouttes de pluie en hiver et prélèvent le restant de nitrates présents dans le sol.
- 5-F : engrais vert avec une fleur rose ou blanche.
- 7-C : pronom démonstratif.
- 8-C : sujet du présent dossier : les matières .....
- 10-G : tu mets cette sauce sur ton hot-dog et c'est aussi le nom d'un engrais vert.
- 11-A : abréviation chimique des atomes qui composent la matière organique.
- 13-H : être vivant qui construit lui-même sa propre matière organique.
- 15-E : source d'humus et d'éléments minéraux provenant de la ferme.
- 16-L : perte de sol.

##### Verticalement :

- 1-A : l'humus constitue une ..... d'éléments minéraux.
- 11-A : ..... et humus favorisent la stabilité de la structure.
- 7-C : matière noirâtre issue de la décomposition des divers végétaux. (branchages, tontes d'herbe, tailles de haie,...) que l'on utilise beaucoup au jardin.
- 1-D : il faut à tout prix ..... le sol, car il nous est vital.

Grille page suivante ►

14-F : résultat de la dégradation des matières organiques.

8-H : l'inverse de l'organique, c'est l' .....

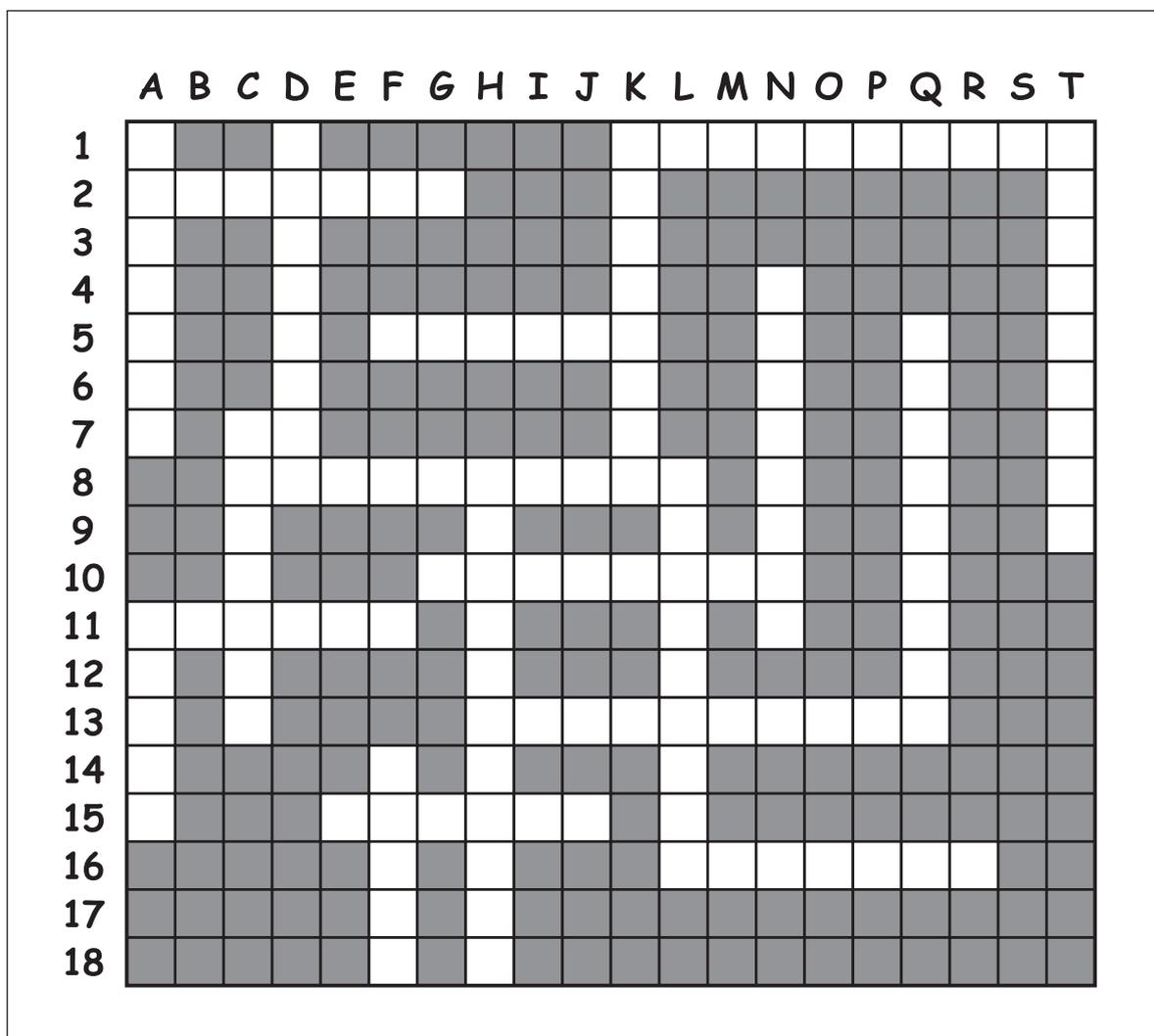
1-K : engrais vert avec une belle fleur bleue.

8-L : la matière organique et la chaux stabilisent la ..... du sol.

4-N : ils sont susceptibles de contaminer les eaux souterraines s'ils ne sont pas retenus par des cultures.

5-Q : la matière organique est une source de ..... du sol (caractère de ce qui est fertile).

1-T : les éléments minéraux issus de la décomposition des matières organiques vont permettre la ..... des plantes (nourrir).





## 2) TEXTE À TROUS



► Place les mots suivants à leur bonne place :

*Humus, activité humaine, nitrates, fumier, chaux, engrais verts, éléments minéraux, compost, instable, structure, matières organiques, protéger, boues, écosystèmes.*

Les matières organiques sont très importantes en agriculture. Elles vont ..... et maintenir la ..... du sol. Les ..... permettent de fixer les ..... et d'éviter ainsi qu'ils ne soient entraînés vers les eaux souterraines, ce qui les pollueraient. En se décomposant, les matières organiques vont fournir de l'..... qui se minéralisera et qui libérera des ..... pour la nutrition des plantes. Les matières organiques peuvent être du ..... , du ..... , ou encore des ..... . Si les sols agricoles manquent de ..... et de ..... , ils se dégradent car la structure devient ..... . De grosses coulées de boue envahissent nos routes et cours d'eau et perturbent l'..... et les .....

---

## **LEXIQUE**

**Agrégat** : association de particules du sol cimentées entre elles par le complexe argilo-humique. Les agrégats sont à la base de la structure grumeleuse. Cela ressemble à des grumeaux ou à des petites mottes.

**Altération** : modifications physiques et chimiques des roches dues notamment aux agents climatiques.

**Animaux unicellulaires** : animaux composés d'une seule cellule.

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

**Argile** : particule du sol dont la taille est inférieure à deux millièmes de millimètre (< 0,002 mm). Cette définition concerne l'argile granulométrique. On se base uniquement sur la taille et non la composition (argile minéralogique).

**Bactéries** : 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 végétale, ni animale, ni fongique, ni Archée (\*), ni Protiste.

**Biodiversité** : 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. Plus il y a d'espèces différentes, plus la biodiversité augmente.

**Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>** : abréviation chimique du Calcium, du Magnésium et du Potassium. Les « + » représentent le nombre de charges électriques positives que possède chaque atome.

**Carnivore** : nom donné aux animaux qui consomment, pour se nourrir, de la matière organique animale. On les nomme aussi consommateurs secondaires et tertiaires (ce dernier étant au sommet de la chaîne alimentaire).

**Cellulose** : molécule organique, qui se compose de 6 atomes de Carbone, de 10 atomes d'Hydrogène et de 5 atomes d'Oxygène ( $C_6H_{10}O_5$ ) et qui constitue les parois cellulaires et les fibres des végétaux. La cellulose rend les végétaux souples.

**Complexe argilo-humique** : 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.

**Composé carboné** : composé qui contient du Carbone.

**Décompactage** : pratique agricole qui permet d'ameublir le sol avec un outil à dents, sans le retourner.

**Décomposeur** : terme général pour désigner l'ensemble des êtres vivants qui se nourrissent des déchets végétaux ou de divers cadavres. Ces différents organismes (bactéries, champignons, acariens, insectes, ...) permettent le recyclage de la matière organique car ils la dissocient en éléments minéraux qui la composaient. Ceux-ci peuvent alors servir à la nutrition des plantes. Sans eux, tous les déchets organiques s'accumuleraient sans jamais être décomposés.

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

**Éléments minéraux** : composés inorganiques issus de la dégradation des roches et de la décomposition de la matière organique. Ils servent à la croissance des plantes et des animaux. Par exemple : Azote (N), Phosphore (P), Potassium (K), Soufre (S), ...

**Engrais** : substance contenant des éléments minéraux que l'on apporte au sol pour assurer la croissance des plantes.

**Erosion** : détachement et transport des particules du sol sous l'action de divers facteurs, comme l'eau et le vent.

**Fertilité** : caractère de ce qui est fertile. Dans ce dossier, on parle de la fertilité du sol, c'est-à-dire, de sa capacité à assurer le bon développement et la nutrition des plantes.

**Glucose** : sucre dont la molécule se compose de 6 atomes de Carbone, de 12 atomes d'Hydrogène et de 6 atomes d'Oxygène ( $C_6H_{12}O_6$ ). Il se forme, avec d'autres composés, au cours de la photosynthèse et constitue une source d'énergie pour différents organismes.

**Herbivore** : nom donné aux animaux qui consomment, pour se nourrir, de la matière organique végétale. On les nomme aussi consommateurs primaires.

**Humus** : résultat de la dégradation et de la transformation partielle de la matière organique végétale sous l'influence des micro-organismes du sol, du climat, du temps, ...

**Labour** : pratique agricole, au cours de laquelle on retourne la terre dans le but de l'ameublir.

**Lignine** : composé organique qui imprègne les tissus des plantes arbustives et qui les rend très dures.

**Micro-arthropode** : on parle de l'embranchement des Arthropodes. Ces organismes animaux sont caractérisés par un corps sans vertèbres mais articulé. Du grec : « arthron » = articulation et « podos » = pied.

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

**Minéralisation** : processus de décomposition des matières organiques au cours duquel des minéraux sont libérés dans le sol.

**Molécule organique** : molécule composée de plusieurs atomes. Une molécule sera organique si elle contient au minimum du Carbone (C), de l'Hydrogène (H) et de l'Oxygène (O). Par exemple, voici une molécule de glucose :  $C_6H_{12}O_6$ . Souvent, de l'Azote (N), du Phosphore (P) et du Soufre (S) viennent compléter la molécule organique.

**Mycélium** : nom donné aux « racines » des champignons. La plupart du temps, les espèces végétales bénéficient de l'aide du mycélium des champignons, qui leur apporte plus d'eau et de minéraux. En effet, le mycélium permet d'aller chercher beaucoup plus loin ces précieux constituants.

**Nitrates** : 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.

**Protéine** : molécule organique composée d'une chaîne de groupements appelés acides aminés. Ces groupements contiennent de l'azote (N). Les protéines jouent un rôle très important dans la constitution et dans le fonctionnement des organismes.

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

**Radicelle** : désigne les toutes petites racines des plantes qui puisent dans le sol l'eau et les éléments minéraux nécessaires à leur croissance.

**Rétention** : fait de retenir quelque chose. Dans le cas de ce dossier, la rétention désigne la faculté qu'a le sol à retenir de l'eau.

**Ruissellement** : désigne en hydrologie le phénomène d'écoulement des eaux à la surface des sols. Il s'oppose au phénomène d'infiltration.

**Sédiments** : dépôts meubles laissés par les eaux, le vent et les autres agents de l'érosion.

**Stabilité structurale** : désigne la faculté d'une structure à être stable et à résister à sa dégradation par les agents extérieurs (pluie, ...).

**Structure grumeleuse** : on parle d'une structure grumeleuse quand on peut observer que la surface du sol se compose de petites mottes de terre plus ou moins rondes (agrégats) laissant pénétrer facilement l'air et l'eau.

---

## **BIBLIOGRAPHIE**

- ▶ **"Les bases de la production végétale. Tome 1 : Le sol et son amélioration"**  
Dominique Soltner. 2005. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 472 p.
- ▶ **"Le guide illustré de l'écologie"**  
Marie-France Dupuis-Tate, Bernard Fischesser. 1996. Editions de La Martinière. 319 p.
- ▶ **"Le monde secret du sol"**  
Patricia Touyre. 2001. Delachaux et Niestlé. 111 p.
- ▶ **"Bodem & bodemkunde voor tuin, landbouw en milieu"**  
W. Verheye & J.B. Ameryckx, 2007. 262 p.
- ▶ **"Waar gaat onze bodem heen ?"**  
Brochure gemaakt binnen het Interreg IIIa - project : MESAM.
- ▶ **"Organische stof in de bodem. Sleutel tot bodemvruchtbaarheid"**  
Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. ALBON, 2009. 40p.

## **CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES**

### **Parc naturel du Pays des Collines :**

Figures n° 1 et 3.  
Photo en 1ère de couverture (fond).  
Photos en haut des p. 4, 7, 25, 26, 27, 32, 41, 42 et 44.  
Photos en bas des pages 6, 26 et 32.  
Photos n° 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 7 ; 11 ; 13 ; 16 ; 18.

### **Université Catholique de Louvain :**

Figures n° 2 et 4.  
Photo en haut des pages 6, 17, 30 et 33.  
Photos n° 8 ; 12.

### **Provinciaal Centrum voor Landbouw en Milieu :**

Photo en 4ème de couverture (fond).  
Photos en bas de la p. 16 et en haut de la p. 36.  
Photos n° 1 ; 6 ; 14 ; 17.

### **Chambre Régionale d'Agriculture Nord - Pas-de-Calais :**

Photo en haut de la page 15.

### **Vlaamse Landmaatschappij :**

Photo en haut de la page 16.  
Photo n° 10.

### **Universiteit Gent :**

Photo centrale en 1ère de couverture  
Photo n° 15.

### **Marie d'Estreux :**

Photo n° 9.

Réalisation : partenariat PROSENSOLS (2010)

## Partenaires



- **PROCLAM**  
Ieperseweg, 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.pays-des-collines.be • Tél. 068/544602



- **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**  
Ieperseweg, 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



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

## Avec le soutien de :



Union Européenne  
Fonds Européen de Développement Régional

INTERREG IV

France • Wallonie • Vlaanderen  
INTERREG efface les frontières

