Tle C CODE : SVT DURÉE : 4H	MON ÉCOLE À LA MAISON	

THÈME : La gestion des sols

Leçon 3 : L'AMÉLIORATION DE LA FERTILITÉ DU SOL

SITUATION D'APPRENTISSAGE

Les élèves de la Terminale C, membres de la coopérative de ton établissement, observent que la production de légumes du jardin qu'ils exploitent depuis trois ans, baisse et est de mauvaise qualité. Le professeur encadreur de la coopérative les informe que le sol est devenu pauvre et qu'il a besoin d'éléments nutritifs pour améliorer sa fertilité. Ces membres de la coopérative envisagent alors d'améliorer la production en légumes du jardin.
Pour réussir ce projet, ils se proposent d'identifier quelques techniques d'amélioration de la fertilité du sol et d'expliquer les effets de leur utilisation.

CONTENU DE LA LEÇON

COMMENT PEUT-ON AMÉLIORER LA FERTILITÉ D'UN SOL ?

La mauvaise production en légumes du jardin montre que le sol est devenu pauvre et a besoin d'éléments nutritifs pour améliorer sa fertilité. On peut supposer que :

- on peut améliorer la fertilité d'un sol par apports d'engrais ;
- on peut améliorer la fertilité d'un sol par des amendements ;
- on peut améliorer la fertilité d'un sol par d'autres techniques agricoles.

I- PEUT-ON AMÉLIORER LA FERTILITÉ D'UN SOL PAR APPORTS D'ENGRAIS ?

1- Présentation de texte

TEXTE : Les différents types d'engrais

Les engrais chimiques ou engrais minéraux apportent à la plante les éléments minéraux directement assimilables.
Ils sont constitués des éléments de base suivants: azote (N), phosphore (P) et potassium (K) appelés macronutriments. Ils peuvent aussi être constitués des éléments secondaires tels que le calcium, le soufre, le magnésium... et d'oligo-éléments (fer, manganèse).
Les engrais organiques sont généralement d'origine animale ou végétale. Ils ne sont pas directement assimilables par la plante.
Les engrais organiques d'origine animale tels que les déchets d'abattoirs (sang desséché, cornes torréfiées, déchets de poissons, boues d'épuration des eaux) sont intéressants pour leur apport en azote à décomposition relativement lente et pour leur action favorisant la multiplication rapide de la microflore du sol, mais n'enrichissent guère le sol en humus stable. Les engrais organiques d'origine végétale peuvent être des déchets végétaux (résidus

verts compostés ou pas), des sous-produits de l'élevage, tels que les fumiers, composés pour la plupart de litières végétales et de déjections. Les déjections ne sont pas des matières animales mais des végétaux plus ou moins digérés: lisier, fientes, etc. ou constitués de plantes cultivées spécialement comme engrais vert.
Un engrais vert est une plante que l'on incorpore au sol qui la fait pousser pour en améliorer sa fertilité.
Les légumineuses utilisées comme engrais vert enrichissent le sol en azote assimilable, car leur système radiculaire associe des bactéries du genre rhizobium, capables de fixer l'azote atmosphérique qu'elles transforment en azote assimilable.

Les engrais verts ont pour rôle de:
- couvrir rapidement le sol et de protéger la surface contre la battance des pluies ou des irrigations et contre l'érosion;
- diviser le sol grâce à leurs racines et de transformer en agrégats les éléments terreux qu'ils entourent de leurs ramifications et de leurs poils absorbants ;
- stimuler les sécrétions microbiennes afin de stabiliser intensément la structure par la décomposition de leurs racines et l'enfouissement de leurs tissus.
Ces engrais permettent d'accroître la production agricole sur les mêmes parcelles, ce qui évite de changer les surfaces cultivées chaque année empêchant ainsi la déforestation.
En dépit de leurs effets immédiats, les engrais chimiques sont connus pour leur toxicité à fortes doses et les risques de pollution de l'environnement liés à leur mauvaise utilisation.

Texte adapté

2- Résultats

Différents types d'engrais sont utilisés en fonction des besoins du sol. Ce sont les engrais chimiques, les engrais organiques et les engrais verts. L'utilisation de ces engrais a un impact sur l'environnement.

3- Analyse

Les différents types d'engrais utilisés n'ont pas le même impact sur le sol.
Les engrais chimiques mettent à la disposition de la plante des éléments minéraux directement assimilables tandis que les engrais organiques subissent au préalable une minéralisation qui permet de libérer des éléments assimilables par la plante. Ils favorisent par ailleurs, la multiplication rapide de la microflore du sol améliorant ainsi les propriétés biologiques du sol.
Les engrais chimiques et organiques améliorent les propriétés chimiques du sol.
Les engrais verts, particulièrement les légumineuses possèdent un système radiculaire capable de fixer l'azote atmosphérique et de le transformer en azote minéral assimilable par la plante. En plus d'améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques, les engrais verts protègent le sol contre l'érosion.
Les engrais permettent l'utilisation rationnelle des sols cultivables ce qui permet de préserver l'environnement. Toutefois, l'abus de l'utilisation des engrais chimiques expose à des risques de toxicité pour la plante et de pollution de l'environnement.

4- Conclusion

On peut améliorer la fertilité d'un sol par apport d'engrais chimique ou d'engrais organique.

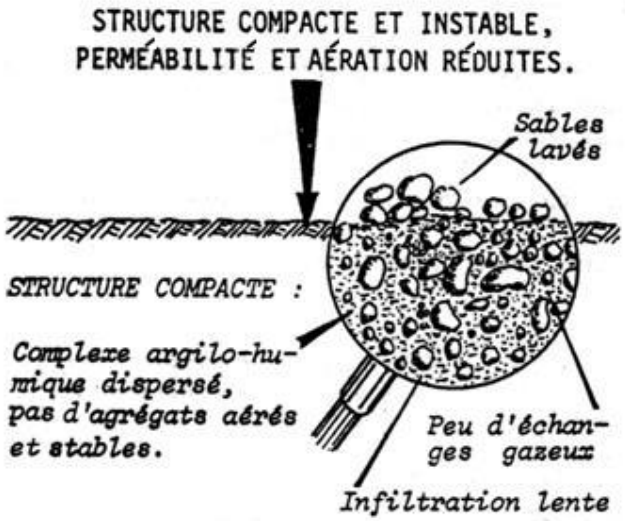
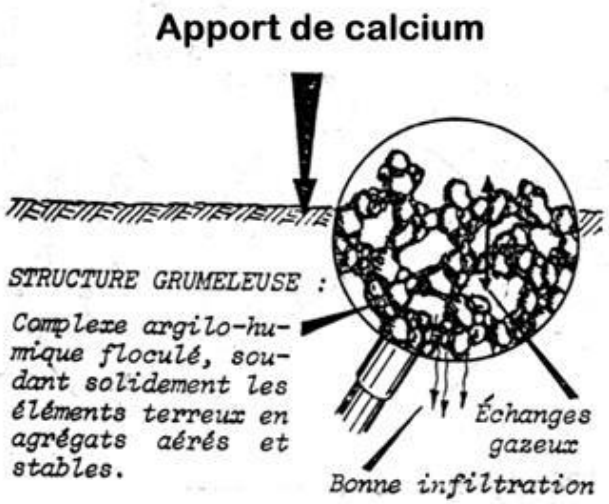
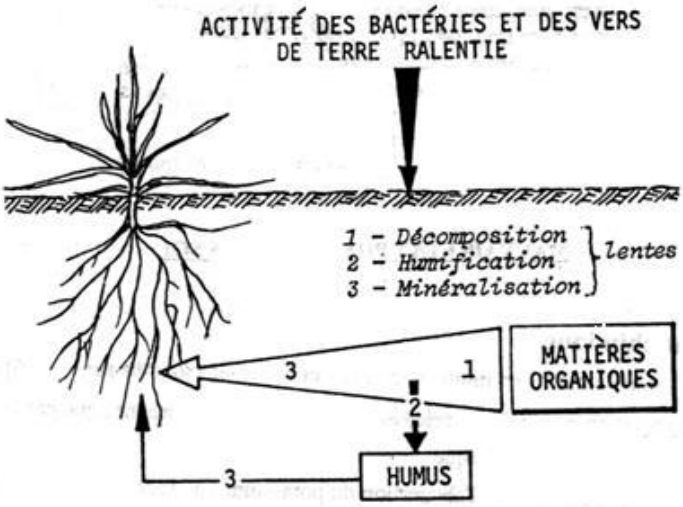
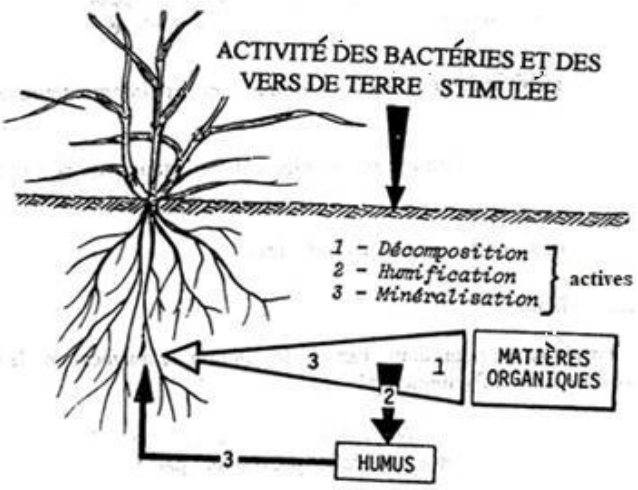
Cependant, l'engrais chimique doit être utilisé de façon rationnelle pour préserver l'environnement.

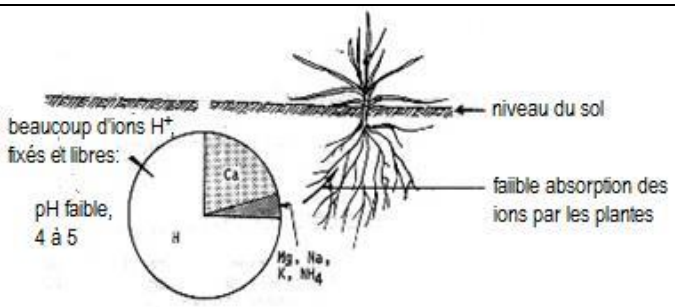
II- PEUT-ON AMÉLIORER LA FERTILITÉ D'UN SOL PAR DES AMENDEMENTS ?

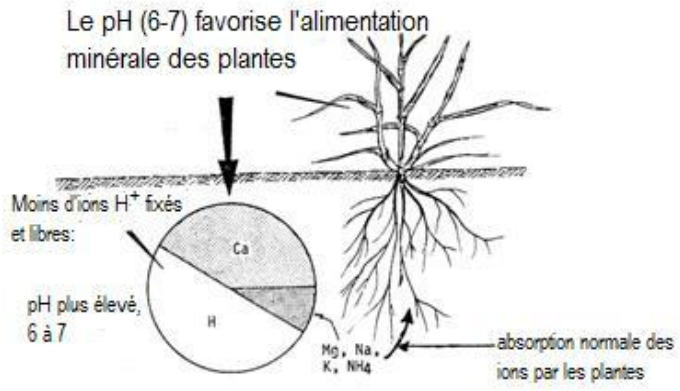
1- Exploitation de résultats d'expériences

1-1 Présentation d'expériences

On analyse les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un sol avant et après l'amendement calcaire.

ÉTAT DU SOL AVANT AMENDEMENT CALCAIRE	ÉTAT DU SOL APRÈS AMENDEMENT CALCAIRE
	
	





1.2- Résultats

- Avant l'amendement calcaire :
  - sol à structure compacte, peu perméable et peu aéré ;
  - activité biologique faible ;
  - pH du sol faible (4 à 5).
- Après l'amendement calcaire :
  - sol à structure grumeleuse, perméable et aéré ;
  - activité biologique intense ;
  - pH du sol élevé (6 à 7).

1.3- Analyse

Avant l'amendement calcaire, le sol possède un mauvais état physique caractérisé par une structure compacte et instable, une perméabilité et une aération réduites. Ce sol a également un mauvais état chimique traduit par un pH faible (sol acide) et une faible absorption des ions par les plantes. Il présente aussi un mauvais état biologique caractérisé par une activité ralentie des bactéries et des vers de terre. Un tel sol est dit infertile.

Par contre, après l'amendement calcaire du sol, sa structure devient grumeleuse. Le sol devient plus perméable et plus aéré : son état physique s'est amélioré. Son pH devient plus élevé (pH neutre), sa teneur en sels minéraux s'accroît et l'absorption de ces derniers par les plantes est meilleure: son état chimique s'est amélioré. Ce sol présente un bon état biologique caractérisé par une intense activité des bactéries et des vers de terre. Un tel sol est dit fertile.

1.4- Interprétation

Avant l'apport de calcaire, l'infertilité du sol est due aux mauvaises propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

La mauvaise propriété physique du sol est due à l'absence d'ions Ca^{2+} qui entraîne une mauvaise floculation de l'humus et de l'argile. Le sol possède alors une structure compacte, peu perméable à l'eau et à l'air.

La mauvaise propriété chimique du sol est due à un excès d'ions H^+ libres responsables de l'acidité du sol. Le pH acide réduit l'absorption par la plante des ions échangeables (K^+, Mg^{2+}, Na^+, Ca^{2+}…).

La mauvaise propriété biologique du sol est due à la mauvaise aération, à l'excès d'eau, à d'acidité trop élevée et au manque d'ions calcium. Ces facteurs freinent la décomposition des matières organiques par les bactéries et les vers de terre, ce qui limite l'humification et ralentit la minéralisation.

On peut corriger cette infertilité du sol par amendement calcaire qui se fait par apport de substances telles que la chaux vive, le sulfate de calcium ou le carbonate de calcium au sol.

La chaux vive introduit dans le sol le calcium selon les réactions suivantes :

$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2$ → Ca^{2+} se fixe sur le CAH en échange d'ions H^+.

$Ca(OH)_2$ → 2 OH^- se combinent aux H^+ pour donner de l'eau, ce qui élève le pH.

Le carbonate de calcium apporte au sol le calcium selon les réactions suivantes :

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(CO_3H)_2$

$Ca(CO_3H)_2$ → Ca^{2+} fixe sur le CAH en échange d'ions H^+.

$Ca(CO_3H)_2$ → $2CO_3H^- + 2H^+ \longrightarrow 2CO_3H_2$ (acide carbonique)

La présence de l'acide carbonique fait que le pH s'élève moins vite par rapport à la chaux.

Le sulfate de calcium est un engrais calcique qui apporte au sol beaucoup de calcium.

$CaSO_4$ → Ca^{2+} fixe sur le CAH en échange d'ions H^+.

$CaSO_4$ → $SO_4^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2SO_4$

L'acide sulfurique est un acide fort qui s'oppose à l'élévation du pH. Le pH reste inchangé et le sol riche s'enrichit en calcium.
Les ions Ca^{2+} fournis au sol floculent les particules d'argile et d'humus en agrégats stables ou grumeaux. Le sol présente ainsi une structure grumeleuse perméable à l'eau et à l'air qui favorise l'activité des vers de terre et des micro-organismes à l'origine de l'humification et de la minéralisation. Les ions Ca^{2+} remplacent les ions H^+ sur le complexe argilo-humique. Ces ions H^+ libérés dans la solution du sol se combinent aux ions OH^-, CO_3H^- et SO_4^{2-} pour modifier le pH et l'amener vers la neutralité. Ces amendements enrichissent le sol en calcium.

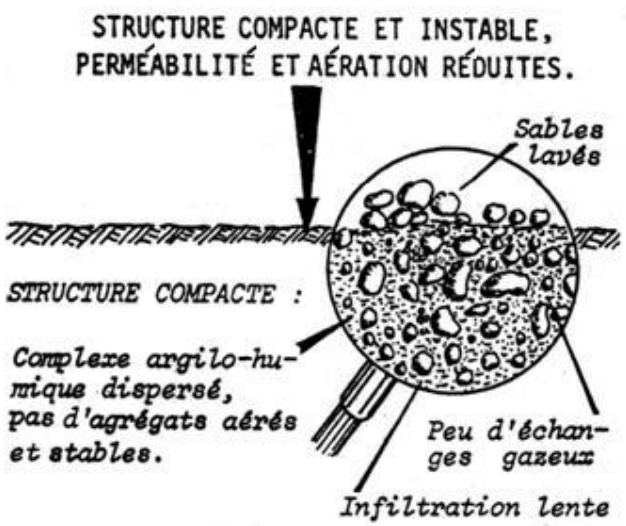
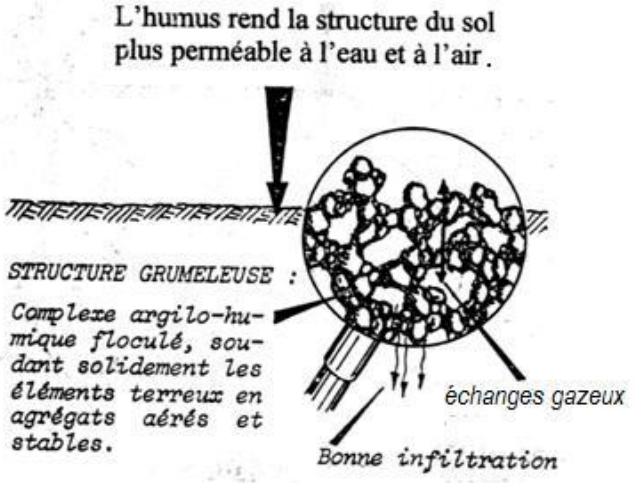
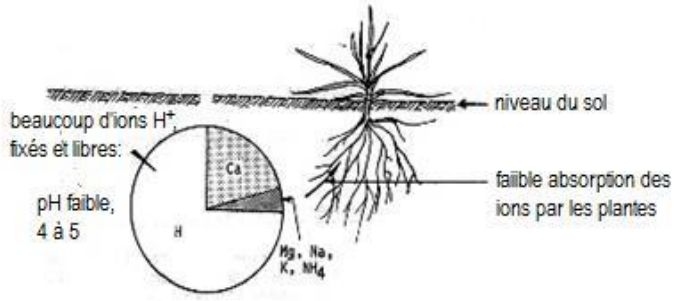
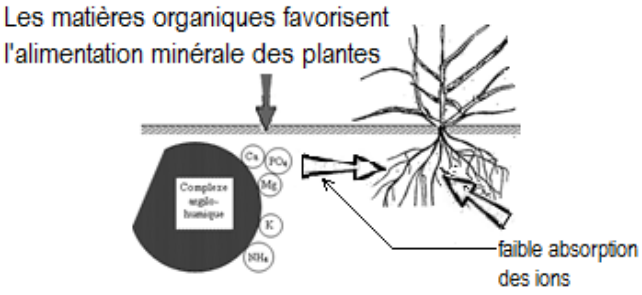
1.5. Conclusion partielle

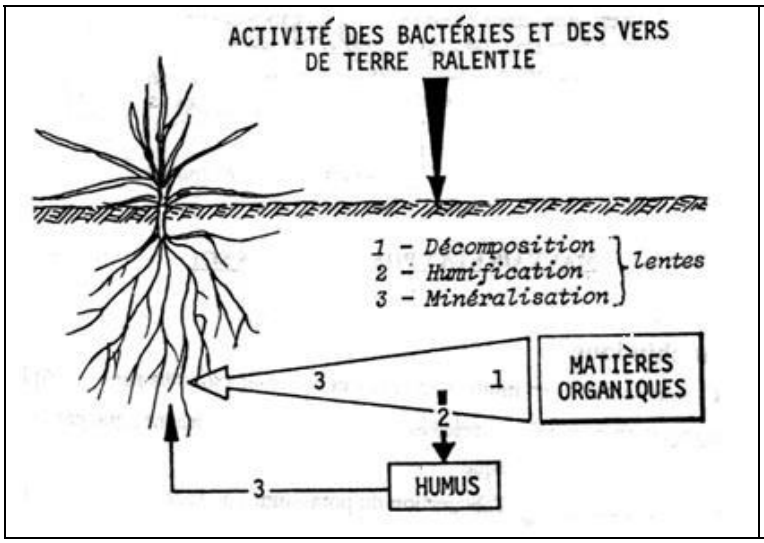
L'amélioration de la fertilité d'un sol peut se faire par un amendement calcaire.

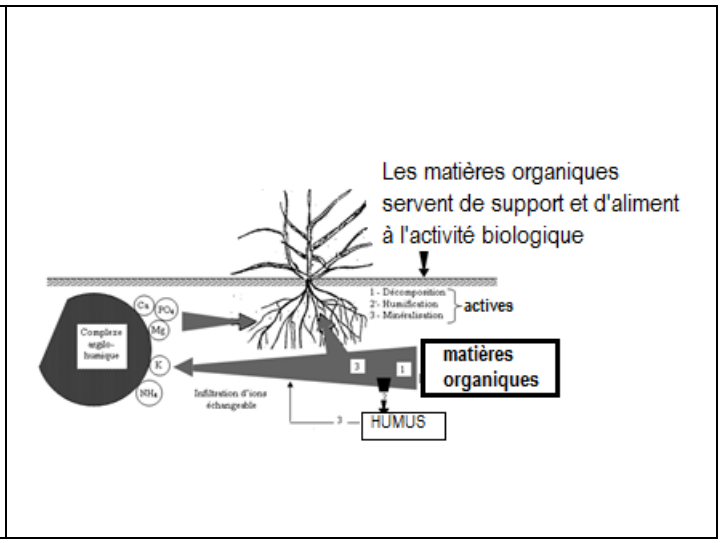
2- Exploitation de résultats d'expériences

2-1 Présentation d'expériences

On analyse les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un sol avant et après l'amendement humifère.

ÉTAT DU SOL AVANT AMENDEMENT HUMIFÈRE	ÉTAT DU SOL APRÈS AMENDEMENT HUMIFÈRE
	
	





2.2 <u>Résultats</u>

- Avant l'apport de l'humus :
  - structure compacte et instable,
  - complexe argilo-humique dispersé,
  - peu d'échanges gazeux,
  - décomposition de la matière organique, humification et minéralisation lentes,
  - infiltration lente,
  - faible absorption des ions par les plantes.

- Après l'apport de l'humus :
  - structure grumeleuse et aérée ;
  - complexe argilo-humique en agrégats stables et aérés ;
  - échanges gazeux importants ;
  - décomposition de la matière organique, humification et minéralisation actives ;
  - bonne infiltration ;
  - bonne absorption des ions par les plantes.

2.3. <u>Analyse</u>

Avant l'amendement humifère, le sol possède un mauvais état physique caractérisé par une structure compacte et instable, une perméabilité et une aération réduites. Ce sol a également un mauvais état chimique et une faible absorption des ions par les plantes. Il présente aussi un mauvais état biologique caractérisé par une activité ralentie des bactéries et des vers de terre. Ce sol est infertile.

Avec l'amendement humifère, la structure du sol devient grumeleuse. Le sol est plus perméable et plus aéré et son état physique amélioré. La teneur en sels minéraux s'accroît et l'absorption de ces derniers par les plantes est meilleure: l'état chimique du sol s'est amélioré. Ce sol présente un bon état biologique caractérisé par une intense activité des bactéries et des vers de terre.

2.4 <u>Interprétation</u>

L'apport d'humus peut se faire par la décomposition du mélange engrais vert et paille ou d'autres matières organiques. Cette décomposition libère dans le sol une grande quantité d'humus. La présence de l'humus contribue à l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Concernant les propriétés physiques, l'humus s'associe à l'argile pour former le complexe argilo-humique qui soude les éléments sableux formant ainsi des agrégats stables responsables de la bonne aération et de la bonne perméabilité du sol à l'eau.
Concernant les propriétés chimiques, la minéralisation de l'humus va mettre à la disposition de la plante des éléments minéraux assimilables. Aussi, l'humus qui est un colloïde électronégatif va fixer les ions échangeables en excès pour pouvoir les libérer dans la solution du sol en cas de déficit. Le CO_2 issu de la décomposition de la matière organique et les acides humiques s'associent aux sels minéraux insolubles (phosphates surtout) pour les rendre assimilables par la plante.
Quant aux propriétés biologiques, l'humus nourrit les micro-organismes (par apport de sucres et de matières azotées) et les vers de terre qui améliorent la structure et l'aération du sol. L'humus contient également des activateurs de croissance qui stimulent l'alimentation minérale des plantes.

2.5. Conclusion partielle

L'amélioration de la fertilité d'un sol peut se faire par un amendement humifère.

3 - Conclusion

On peut améliorer la fertilité d'un sol soit par un amendement calcaire, soit par un amendement humifère. L'amendement calcaire ou humifère corrige les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

III- PEUT-ON AMÉLIORER LA FERTILITÉ D'UN SOL PAR D'AUTRES TECHNIQUES AGRICOLES ?

1- Observation

On observe des photographies de quelques techniques agricoles.



Drainage



Irrigation



Labour



Jachère



Assolement

2-Résultats

Les images présentent des techniques agricoles qui sont le drainage, l'irrigation, le labour, l'assolement et la jachère.

3- Analyse

Il existe plusieurs techniques agricoles :

Le **drainage** consiste à évacuer l'excès d'eau d'un sol trop humide ou inondé en vue d'améliorer sa fertilité et son aération.

L'**irrigation** est l'apport d'eau par des canalisations à parcelle de terre lorsque les précipitations ne fournissent pas suffisamment d'humidité au sol.

Le **labour** qui consiste à labourer ou à retourner la terre dans le but de l'ameublir, permet d'améliorer les propriétés physiques du sol (porosité, perméabilité à l'air et à l'eau,…).

Le drainage, l'irrigation et le labour sont des techniques de régulation de l'humidité et de l'aération.

La **jachère** est la mise au repos d'un sol après une culture pendant un certain temps en vue de lui permettre de se reconstituer naturellement. Elle favorise le rétablissement des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol entraînant l'équilibre de l'écosystème.

L'**assolement** (ou rotation des cultures) est une alternance des cultures (ayant des besoins minéraux différents) sur un même sol en vue d'assurer la conservation de sa fertilité. Elle favorise le rétablissement de l'équilibre minéral du sol.

La jachère et l'assolement sont des techniques culturales.

4-Conclusion

On peut effectivement améliorer la fertilité d'un sol par des techniques culturales et des techniques de régulation de l'humidité et de l'aération du sol.

CONCLUSION GÉNÉRALE

On peut améliorer la fertilité d'un sol soit par apport d'engrais, soit par des amendements (calcaire ou humifère) soit par des techniques culturales et des techniques de régulation de l'humidité et de l'aération du sol.

ÉVALUATION

EXERCICE 1

Le tableau ci-dessous présente des techniques agricoles et leurs descriptions.

Techniques agricoles	Description des techniques
1) Assolement 2) Jachère 3) Drainage 4) Irrigation	a) Évacuation de l'excès d'eau d'un sol trop humide ou inondé. b) Mise au repos d'un sol après la récolte en vue de la reconstitution de sa fertilité. c) Apport d'eau par des canalisations à parcelle de terre. d) Alternance de cultures n'ayant pas les mêmes besoins en éléments minéraux sur un même sol.

Associe chaque technique agricole à sa description, en utilisant les chiffres et les lettres.

EXERCICE 2

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux effets des techniques d'amélioration de la fertilité du sol.

1- Les engrais améliorent aussi la structure du sol.
2- L'amendement calcaire augmente le pH du sol.

3- L'amendement humifère sert de support et d'aliment aux microorganismes du sol.
4- Les engrais organiques apportent uniquement de l'humus au sol.

Relève les affirmations justes en utilisant les chiffres.

EXERCICE 3

Des élèves en vacances au village produisent du riz sur des parcelles de terrain de leurs parents, ayant déjà servi à la réalisation d'autres cultures. Les récoltes sont très mauvaises. Ils s'adressent à un agent de l'ANADER qui leur explique qu'il leur faut une technique culturale adaptée pour avoir de bonnes productions. Pour ce faire, ce dernier met à leur disposition le tableau ci-dessous présentant des résultats de production de riz dans différentes conditions expérimentales.

Conditions de culture du riz	Sans engrais ni légumineuse (parcelle témoin)	Utilisation de 60 kg d'engrais azotés par ha	Emploi de légumineuse comme engrais vert
Rendement (kg/ha)	2100	3800	5900

Ils te sollicitent pour les aider à exploiter le tableau en vue de faire le choix de la technique culturale qui leur convient.

1) Indique les techniques culturales utilisées dans cette expérimentation.
2) Analyse les résultats.
3) Explique les résultats.
4) Déduis la technique qui leur convient.