

THEME VII : PEDOLOGIE

AMELIORATION ET PROTECTION DES SOLS

EXERCICE 128

Les trois éléments dont la carence apparaît souvent dans la plante sont : le potassium(K), le phosphore(P) et l'azote(N).L'une des manifestations de cette carence est la chlorose c'est-à-dire le palissement des feuilles tirant sur une couleur jaune. Heureusement, les engrais les plus courants contiennent ces trois éléments chimiques seul en association. Ainsi, on pourra par exemple lire sur certains sacs d'engrais, les indications suivantes : NPK ; 14, 12,16 UF.

- 1) Définissez le sigle NPK et précisez sa signification.
- 2) Que signifient ces indications qui figurent sur les sacs d'engrais ?
- 3) a- Dressez la classification simplifiée des engrais chimiques en fonction de leur composition en éléments chimiques.
 b-Précisez les différentes formes essentielles sous lesquelles les trois éléments sont présentés.

Le diagnostic foliaire établi dans un champ de maïs frappé par la chlorose a donné les résultats du tableau ci-dessous.

| | Valeurs observées | Valeurs normales |
|---------------|-------------------|------------------|
| Azote (N) | 32,05‰ | 32% |
| Potassium (K) | 08,50‰ | 08,50% |
| Phosphore (P) | 0,80% | 02,70% |
| Autres | 567,50% | 568% |

- 4) Analysez les résultats
- 5) a- Peut-on utiliser des engrais à base d'azote et de potassium pour corriger cette chlorose ? Justifiez votre réponse.
 b- Énoncez une loi biologique qui appuie votre justification.
 c- Dans ces conditions, comment qualifie-t-on le phosphore ?
- 6) Proposez une solution pour éradiquer rapidement la chlorose de ce champ de maïs.

EXERCICE 129

La figure 1 est une photographie des racines de soja ; une plante de la famille des légumineuses.



Figure 1

En général, dans les champs de légumineuses, le taux d'azote organique est très élevé aussi bien dans le sol que dans les plantes elles-mêmes.

Afin d'élucider cette observation, les expériences du tableau ci-dessous ont été menées.

- 1) Relevez la particularité que présentent les racines de la figure 1.
- 2) Analysez les résultats du tableau.
- 3) Interprétez les résultats.
- 4) a- Des études appropriées ont relevé que la terre des champs de légumineuses renferme des bactéries appartenant au genre *Rhizobium*. En vous appuyant sur vos connaissances, vous expliquerez la relation entre la présence de ces bactéries et le taux d'azote organique dans le sol des champs de légumineuses.
 b- En déduire l'intérêt des légumineuses dans l'amélioration des sols.

| | Expériences | Résultats |
|---|---|-----------|
| A | Sol stérilisé et sans nitrate (NO ₃) + graines de soja | |
| B | Sol stérilisé et additionné de nitrate + graines de soja | |
| C | Sol stérilisé et additionné de terre d'un champ de légumineuses + graines de soja | |

N.B. les chiffres 1, 2, 3 et 4 indiquent les étapes de la germination des graines.

EXERCICE 130

L'étude des conditions de fixation de l'azote atmosphérique par les *Rhizobium* associés aux légumineuses a conduit aux observations suivantes :

- a- Les nodules isolés des racines, et ne renfermant pas de glucide, perdent leur pouvoir fixateur.
 - b- La destruction du pigment (leghémoglobine) contenu dans les nodules entraîne la perte du pouvoir fixateur des nodules.
 - c- Les *Rhizobium* isolés des nodules perdent leur pouvoir fixateur même en présence du pigment.
 - d- Le pouvoir fixateur des nodules est faible si la plante est à l'obscurité.
 - e- Seuls les nodules entiers, même isolés des plantes, gardent leur pouvoir fixateur.
- 1) En analysant les différentes conditions, donnez la signification de nodule entier.
 - 2) a- A partir de vos connaissances, indiquez la source des glucides contenus dans les nodules.
 b- Parmi les observations ci-dessus énumérées, laquelle justifie la source des glucides que vous indiquez ?

- 1) Sachant que ces réactions chimiques se produisent dans le sol qui reçoit l'amendement indiquez le nom du constituant sur lequel se fixent les ions Ca^{++} (calcium) libérés ?
- 2) Expliquez la provenance des ions H^+ qui apparaissent dans les réactions.
- 3) a-En vous référant à leur mode d'action, relevez la ou les sources de calcium qui n'exerce(nt) pas le rôle d'amendement calcaire. Justifiez votre réponse.
 b-Dans ces conditions, dites à quoi se limite leur utilisation. Comment peut-on alors les designer?

EXERCICE 134

Afin d'étudier l'influence des engrais verts sur la technique d'enfouissement des pailles, on réalise dans un champ A, le paillage seul et dans le champ voisin B, le paillage en association avec la culture d'une légumineuse (le gombo). La quantité de matière organique et de l'humus a été régulièrement relevée en unité arbitraire (U. A) dans les deux champs et les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

| Temps (en jour) | | 0 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|-------------------------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| Matière organique (U.A) | Champ A | 100 | 95 | 90 | 80 | 70 | 50 | 35 | 25 |
| | Champ B | 100 | 85 | 65 | 50 | 35 | 25 | 15 | 10 |
| Humus (U.A) | Champ A | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 15 | 25 | 35 |
| | Champ B | 2 | 5 | 10 | 30 | 45 | 60 | 77 | 93 |

Échelle : 1cm \rightarrow 10 jours

1cm \rightarrow 10 U. A d'humus ou de matière organique.

- 1) Construisez dans un repère, les courbes d'évolution de la matière organique et dans un autre repère les courbes d'évolution de l'humus en fonction du temps.
- 2) Analysez les courbes.
- 3) Interprétez la différence observée entre les deux champs.
- 4) Déduisez-en l'influence des engrais verts sur la technique d'enfouissement des pailles.

EXERCICE 135(52)

Le seuil tolérable de la concentration du nitrate dans les eaux est fixé à 44 mg/l. Au-delà, on évoque la pollution de l'environnement. La consommation en engrais azotés d'une région agricole et la concentration de nitrate dans les eaux de la même région ont été régulièrement dosées. Les résultats sont exprimés dans le tableau ci-dessous.

| Années | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Consommation d'engrais azotés | 0,07 | 0,12 | 0,2 | 0,27 | 0,57 | 1,15 |
| Concentration de nitrate dans les | 25 | 27 | 29 | 32 | 38 | 58 |

Échelle : 1 cm \rightarrow 5ans

0.5 cm \rightarrow $0,1 \cdot 10^6$ tonnes.

1 cm \rightarrow 5mg/l

- 1) Tracez dans un même repère, les courbes d'évolution de la consommation en engrais et de la concentration de nitrate en fonction des années.
- 2) Analysez chaque courbe.
- 3) Comment expliquez-vous l'évolution de la concentration en nitrate ?
- 4) Indiquez l'année à partir de laquelle a commencé la pollution par les nitrates.

EXERCICE 136

Dans un champ de céréales régulièrement traité à l'engrais azoté, apparaît brusquement la fenaison de toute la culture, à la surface de la rivière qui jouxte le champ, flotte le cadavre de la faune aquatique. Par ailleurs les ouvriers du champ se plaignent d'irritations de la peau et des yeux. Des investigations menées révèlent la présence d'une grande quantité de nitrate dans le sol du champ ainsi que dans la rivière.

- 1) Selon vous, d'où provient le nitrate dans le sol ?
- 2) Comment expliquez-vous tout ce désastre ?
- 3) Rappelez les effets positifs des engrais et précisez les conditions dans lesquelles, l'utilisation de l'engrais conduit à ces effets.
- 4) Indiquez les effets négatifs des engrais et relevez dans le texte, un passage qui illustre chaque effet négatif.

Précisez les conditions dans lesquelles l'utilisation produit ces effets.

EXERCICE 137

La figure b représente un aménagement de terrain agricole dont l'état initial est illustré à la figure a.



Figure a

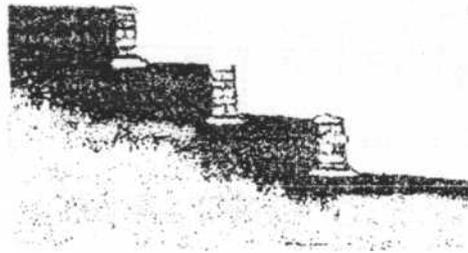


Figure b

- 1) a- Décrivez l'aménagement réalisé à la figure b et nommez-le.
b- Expliquez les intérêts de cet aménagement.
- 2) Le paillage et les plantes de couverture sont deux techniques de protection des sols.
 - a- En quoi consiste chacune de ces techniques ?
 - b- Établissez dans un tableau, la comparaison entre ces deux techniques en considérant les points suivants :
 - l'état de la matière végétale utilisée.
 - les effets produits dans le sol.
 - précautions éventuelles dans le choix de la matière végétale.

CORRIGES DES EXERCICES

THEME VII : PEDOLOGIE

AMELIORATION ET PROTECTION DES SOLS

EXERCICE 128

1) NPK : indique qu'il s'agit d'un engrais complet à base d'Azote (N), de Phosphore (P) et de Potassium (K).

Les chiffres 14, 12,16 indiquent la quantité respective d'Azote (N), de Phosphore (P) et de Potassium (K) en UF pour 100 kg d'engrais.

2) U.F désigne unité fertilisante C'est la masse d'engrais qui contient 1 kg de l'élément chimique (N, P, K ou autre) ou l'équivalent de 1kg d'oxyde de cet élément.

3) a- Classification simplifiée.

| Classification | | Forme de présentation des éléments |
|---------------------|--|--|
| Engrais primaires | Engrais azoté Engrais phosphaté Engrais potassique Engrais binaire Engrais complet ou ternaire | Nitrate, ammoniacque Super-phosphate scorie de déphosphoration chlorure de potassium, sulfate de potassium |
| Engrais secondaires | Oligo-éléments | |

b- Ils sont présentés sous forme d'engrais binaires et d'engrais ternaires. Les engrais binaires contiennent deux des trois éléments chimiques. Dans les engrais ternaires ou complets, les trois éléments (N, K, P) sont présents.

4) Analyse

L'azote, le potassium et les autres éléments sont en quantité normale tandis que le phosphore est très faiblement représenté.

5) a- Non

Justification : l'azote et le potassium ne sont pas responsables de cette chlorose qui est plutôt due au

déficit en phosphore.

b- La loi biologique qui appuie la justification est la loi du minimum qui dit : rien ne sert d'augmenter la dose d'un élément (ou de la réduire) si la croissance est limitée par l'insuffisance (ou l'excès) d'un autre élément.

c- Dans ces conditions, le phosphore devient le facteur limitant

6) Il faut augmenter la dose de phosphore dans le champ de maïs pour éradiquer la chlorose.

EXERCICE 129

1) Les racines de la figure 1 présentent des renflements appelés nodosités.

2) Analyse

Expérience A : sur sol stérilisé et sans nitrate, les graines de soja germent mais les plantules ne survivent pas et meurent sans développer de nodosités sur leurs racines.

Expérience B : sur sol stérilisé et additionné de nitrate, les graines de soja germent et les plantules vivent mais ne développent pas de nodosités sur leurs racines.

Expérience C : sur sol stérilisé et additionné de terre d'un champ de légumineuses les graines de soja germent, les plantules vivent et développent des nodosités sur leurs racines.

3) Interprétation

Expérience A : les plantules meurent parce qu'elles ont épuisé les réserves nutritives des graines et le sol ne renferme pas de nitrate qui constitue une source d'azote indispensable au développement de la plante.

Expérience B : les plantules vivent parce qu'elles disposent de nitrate dont elles vont extraire l'azote indispensable pour leur maintien en vie.

Expérience C : les plantules se maintiennent en vie parce qu'elles récupèrent l'azote contenu dans la terre du champ de légumineuses. Le développement des nodosités s'explique par l'envahissement des poils absorbants des plantules par des bactéries généralement associées à la terre des légumineuses.

4) a- Les bactéries *Rhizobium* présentes dans les nodosités, fixent l'azote minéral contenu dans l'air. Les bactéries transforment ensuite l'azote minéral en azote organique tels que les acides aminés. La plante utilise ces molécules organiques pour ses besoins mais, l'énorme surplus est excrété en dehors des nodosités et enrichit le sol des champs de légumineuses.

b- Intérêt des légumineuses : les légumineuses sont des engrais organiques (engrais vert) dont la décomposition apporte suffisamment au sol, de l'azote utilisable pour d'autres cultures. A cet effet, on peut les semer en alternance avec des cultures intensives.

EXERCICE 130

1) Le nodule entier signifie le nodule intégral constitué de *Rhizobium*, de pigment (leghémoglobine) et normalement alimenté en glucide par la plante.

2) a- Les glucides contenus dans les nodules sont élaborés par photosynthèse par la plante.

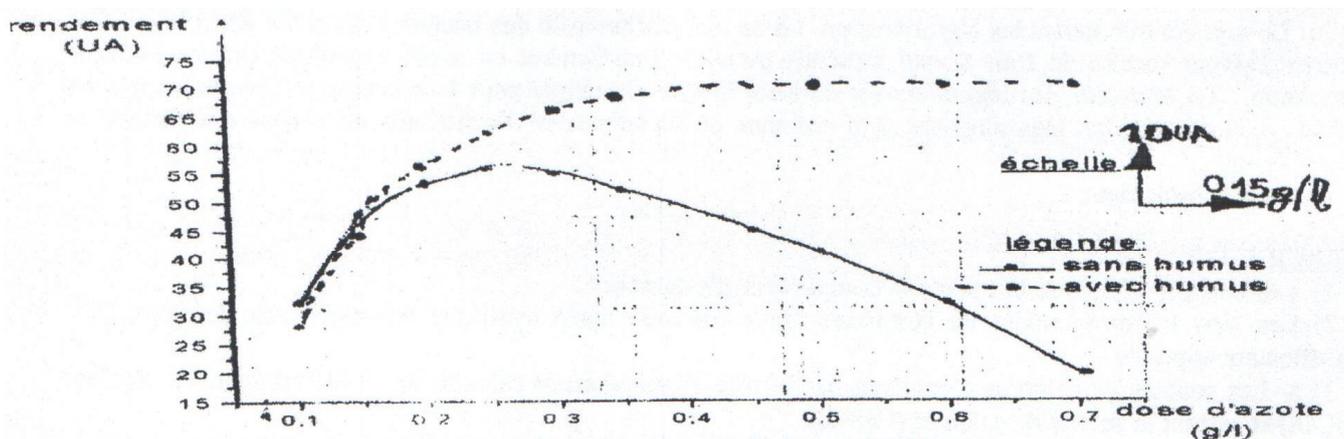
b- L'observation d le justifie puisque la photosynthèse s'arrêtant à l'obscurité, il va y avoir insuffisance de glucides dans les nodules et par conséquent, le pouvoir fixateur devient faible dans ces nodules.

3) a- Le nitrate et les ions ammonium fournissent au sol de l'azote (N), ce sont donc des engrais et, le blocage qu'ils produisent indique qu'un apport extérieur d'azote réprime la fixation de l'azote de l'air.

b- Il ne sert à rien d'administrer des engrais azotés aux légumineuses.

EXERCICE 131

1- Tracé des courbes



Courbes de rendement des végétaux en fonction des doses d'azote.

2- Analyse des courbes

Sans humus :

- Pour des doses croissantes de 0,1 à 0,25 g/l, le rendement augmente jusqu'à atteindre une valeur maximale de 56 u.a.
- A partir de 0,25g/l, le rendement baisse progressivement quelle que soit l'augmentation des doses d'azote.

Avec humus :

- De 0,1 g/l, le rendement augmente en fonction des doses croissantes d'azote jusqu'à atteindre sa valeur maximale (70 u.a).
- A partir de 0,45g/l, le rendement est constant.

3- Interprétation

Sans humus :

L'azote est mal utilisé par les plantes et devient toxique pour celles-ci, ce qui entraîne la baisse du rendement.

Avec humus :

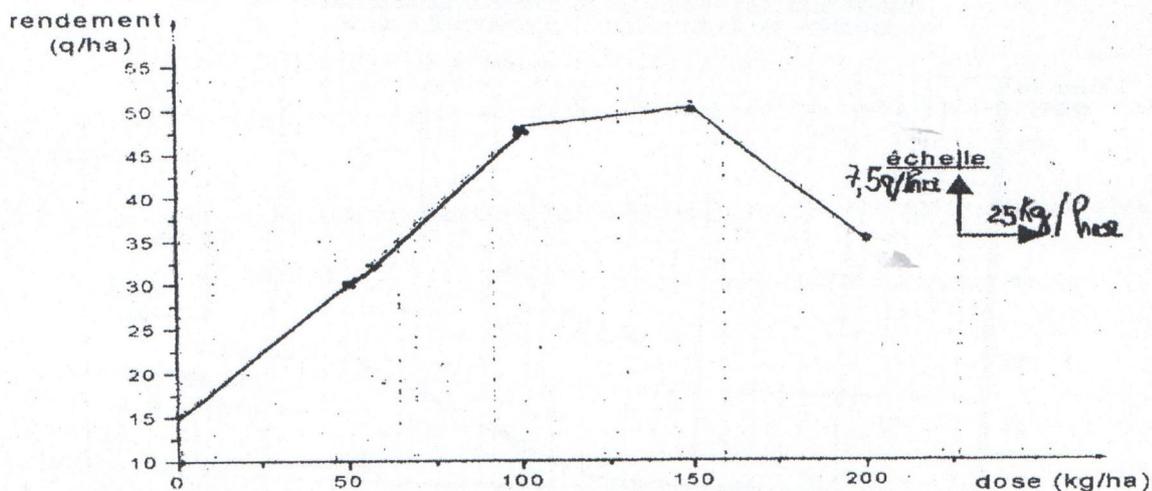
Les doses croissantes d'azote sont beaucoup mieux utilisées par la plante et stimulent l'alimentation minérale de la plante, ce qui augmente son rendement.

4- Déduction

- L'humus améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Ce qui permet d'avoir un bon rendement.
- Les substances organiques de l'humus absorbées par la plante, sont nécessaires à l'absorption des éléments minéraux et à la synthèse des protéines de la plante, ce qui améliore le rendement des végétaux.

EXERCICE 132

1) Construction de la courbe



Courbe de l'évolution du rendement en fonction de la dose d'engrais

2) Analyse des courbes

- ❖ Matière organique : dans les deux champs, la quantité de matière organique diminue progressivement au fur et à mesure que le temps passe mais elle diminue plus rapidement dans le champ B que dans le champ A.

- ❖ Humus :

Dans le champ A :

- La quantité d'humus dans le sol est constante durant les quarante premiers jours.
- Après les quarante premiers jours, la quantité d'humus augmente.

Dans le champ B :

- La quantité d'humus augmente faiblement mais de façon précoce durant les trente premiers jours.
- Après les trente premiers jours, la quantité d'humus augmente rapidement mais la quantité d'humus formée est presque le triple de celle formée dans le champ A.

3) Interprétation

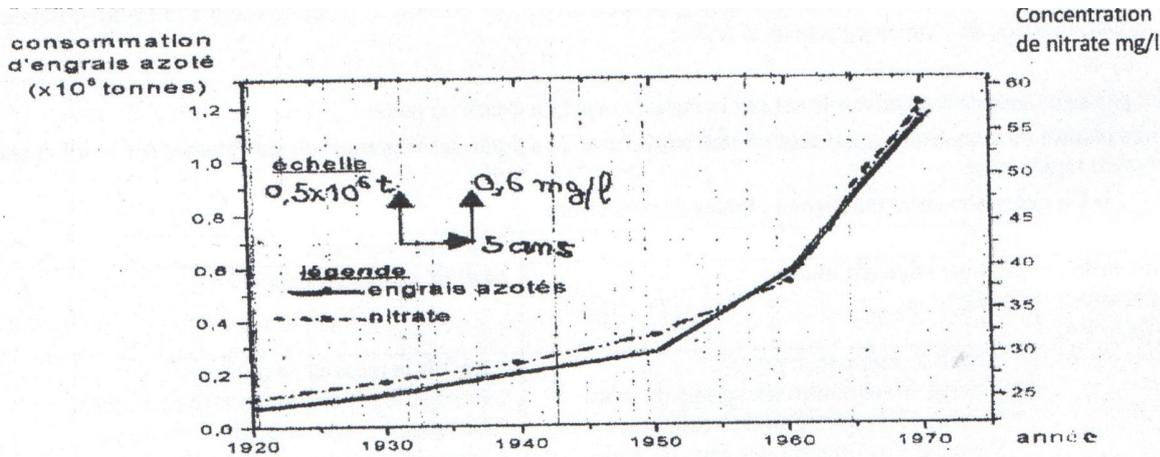
La décomposition du mélange pailles-engrais verts est rapide et fournit une abondante quantité d'humus parce que dans cette association, les engrais verts fournissent aux microbes du sol qui interviennent

dans la décomposition, l'humidité, les sucres solubles et l'azote. Ce que les pailles seules ne peuvent fournir.

4) On déduit que les engrais verts améliorent l'enfouissement des pailles.

EXERCICE 135

1- Tracé des courbes



Courbes de la consommation d'engrais et de la concentration de nitrate en fonction des années.

2- Analyse

Courbe de la consommation d'engrais azotés :

- De 1920 à 1950, la consommation d'engrais azotés augmente lentement.
- De 1950 à 1970, la consommation d'engrais azotés augmente brusquement.

Courbe de la consommation de nitrate :

- De 1920 à 1950, la consommation de nitrate augmente lentement.
- De 1950 à 1970, la consommation de nitrate augmente brusquement.

3- Le nitrate étant l'une des formes de présentation des engrais azotés, on pourra admettre que les engrais azotés utilisés sont drainés dans les eaux qu'ils contaminent à la faveur des pluies par exemple.

4- Le seuil tolérable du nitrate étant fixé à 44 mg/l, on observe un début de pollution à partir de l'année 1964.

EXERCICE 136

- 1) Étant donné que l'engrais azoté se présente aussi sous la forme de nitrate, on peut penser que le nitrate retrouvé dans le sol proviendrait de l'engrais azoté régulièrement utilisé dans ce champ de céréales.
- 2) Le désastre s'explique par l'utilisation excessive de l'engrais azoté accumulé pendant longtemps dans le sol, et qui a fini par devenir toxique par contamination de la nappe d'eau souterraine
- 3) Effets positifs des engrais : amélioration de la fertilité du sol.

Conditions : il faut connaître précisément les besoins réels des plantes cultivées et la nature du sol.

4) Effets négatifs des engrais :

- Intoxication des plantes, des animaux et des utilisateurs.
- pollution de l'environnement

Les passages du texte sont :

- Intoxication des plantes —————> fanaison de toute la culture.
- Intoxication des animaux —————> flottage à la surface de l'eau du cadavre de la faune aquatique.
- Intoxication des utilisateurs —————> irritation de la peau et des yeux des ouvriers
- Pollution de l'environnement —————> contamination du sol et de l'eau.

Les conditions sont : à chaque élément minéral indispensable, correspond dans le sol, une valeur de concentration (la dose ou concentration optimale) pour laquelle, la production est maximale. Lorsque l'engrais est utilisé à une dose supérieure à la dose optimale, il y a toxicité.

EXERCICE 137

- 1) a-L'aménagement est fait sur une pente de montagne, il comporte des zones sensiblement horizontales appelées terrasses. Elles sont maintenues par des murets de pierres. On le nomme terrassement.

b- La pente de montagne telle qu'elle se présente à la figure a, favorise l'entraînement des constituants u sol par l'eau de pluie, ce qui occasionne la dégradation du sol par érosion L'aménagement à la figure b permet de briser l'énergie de l'eau et de retenir la terre.

2) a-

- Le paillage consiste à recouvrir le sol par la matière végétale morte ou paille.
- Les plantes de couverture consistent en une couverture du sol par des végétaux vivants plantés sur le sol et qui poussent rapidement.

b-Comparaison entre paillage et plantes de couverture

| | Paillage | Plante de couverture |
|-----------------------------|---|--|
| Etat de la matière végétale | Matière végétale morte (paille) | Matière végétale vivante |
| Effets du sol | <ul style="list-style-type: none"> * Réduit la force de la pluie * Protège le sol contre les rayons de soleil * Diminue l'évaporation de l'eau du sol * Favorise l'infiltration des eaux de pluie * Améliore la structure du sol * Enrichit le sol en humus | <ul style="list-style-type: none"> * Réduit la force de la pluie * Protège le sol contre les rayons de soleil * Diminue l'évaporation de l'eau du sol * Favorise l'infiltration des eaux de pluie * Améliore la structure du sol * Enrichit le sol en azote (cas des légumineuses) |
| Précautions | Aucune | <ul style="list-style-type: none"> * Ne doit pas avoir le même système racinaire que la plante cultivée pour éviter la concurrence en eau et en |