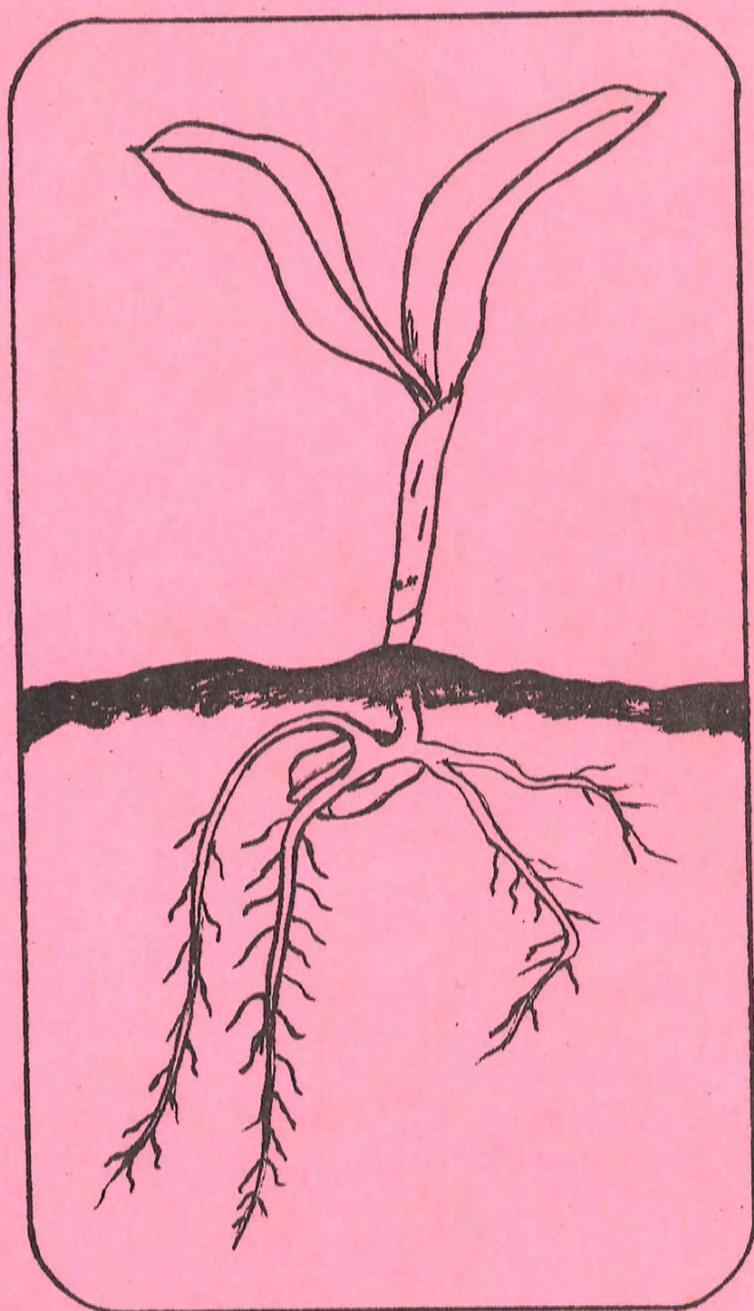


REPUBLIQUE DU MALI
CENTRES D'APPRENTISSAGE AGRICOLE

AGRICULTURE
GENERALE



ETUDE DES SOLS

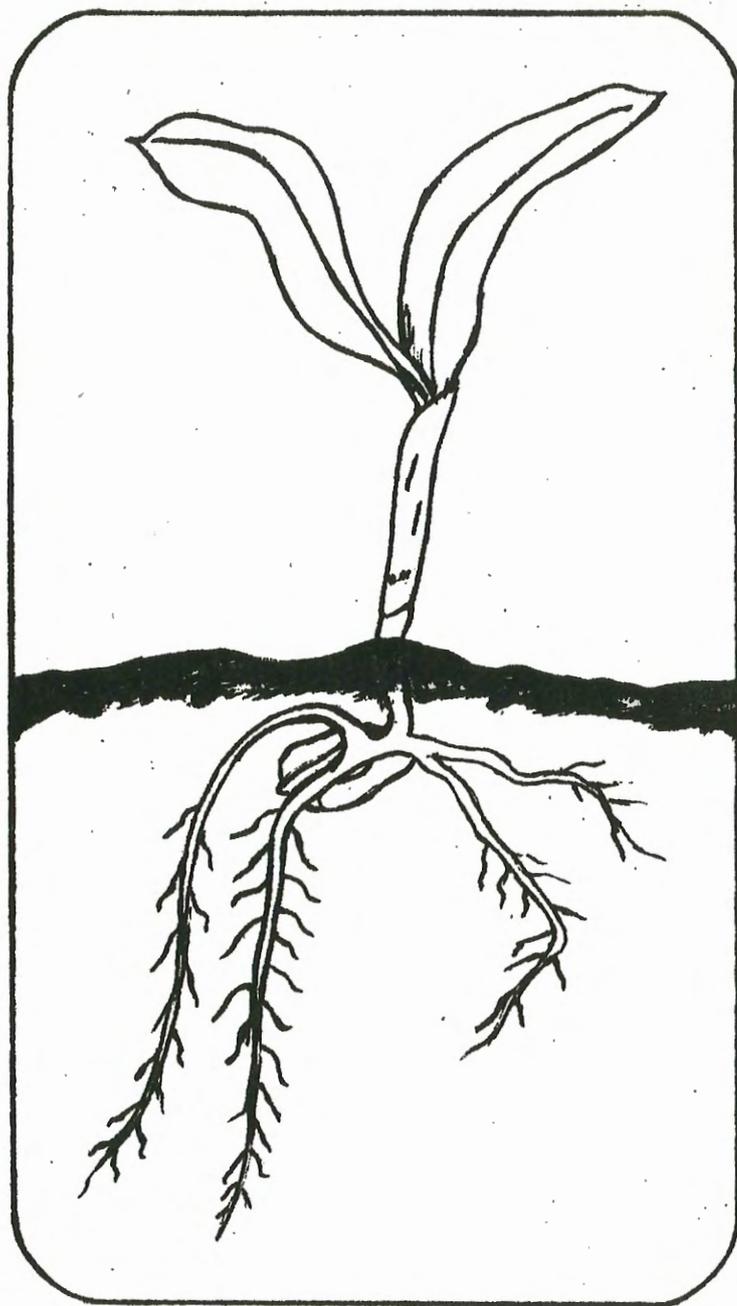
PROJET CAA

SECID/USAID

1982

REPUBLIQUE DU MALI
CENTRES D'APPRENTISSAGE AGRICOLE

AGRICULTURE
GENERALE



ETUDE DES SOLS

PROJET CAA

SECID/USAID

1982

AVANT PROPOS

La révision du cours d'étude des sols est le premier réalisé avec la collaboration de l'ensemble de l'équipe SECID/USAID et homologues maliens.

Le cours d'étude des sols, relève de l'agriculture générale, sa révision est faite dans le but d'améliorer la qualité de l'enseignement dispensé dans les Centres d'Apprentissage Agricole. Il ne répondra pleinement à ce besoin qu'avec les critiques, les suggestions et les remarques des instructeurs, des utilisateurs et tous ceux qui sont impliqués dans le processus de la formation.

Le cours révisé comprend 13 unités d'instruction. Chacune d'elle est organisée de manière qu'elle facilite l'application de la méthode pédagogique active et l'emploi du matériel audio-visuel. Les schémas contenus dans le manuel peuvent être utilisés pour faire des tableaux ou des diapositives.

Pour utiliser efficacement ce manuel, il faut que l'enseignant :

1. Prépare en avance la présentation de chaque unité.
2. Réalise dans la mesure de ses moyens les activités didactiques suggérées.
3. Fasse des contrôles de connaissances à la fin de chaque unité pour s'assurer que les objectifs de celle-ci sont atteints.

Bamako, le 18 Novembre 1982

Le Chef de l'Equipe SECID

Le Directeur du Projet CAA


A.J. ABSHIRE.-


Boubacar Amion GUINDO.-

TABLE DES MATIERES

ETUDE DES SOLS

	<u>Pages</u>
Unité 1 : Importance des Sols.....	1.1
Unité 2 : Origine, Formation et Evolution des Sols.....	2.1
Unité 3 : Constituants du Sol.....	3.1
Unité 4 : Texture du Sol.....	4.1
Unité 5 : Structure du Sol.....	5.1
Unité 6 : L'Eau dans le Sol.....	6.1
Unité 7 : Composition Chimique, Pouvoir Adsorbant et Pouvoir d'Echange du Sol.....	7.1
Unité 8 : Réaction Chimique du Sol.....	8.1
Unité 9 : Analyse du Sol.....	9.1
Unité 10 : L'Activité Microbienne des Sols.....	10.1
Unité 11 : Sols du Mali.....	11.1
Unité 12 : Protection du Sol.....	12.1
Unité 13 : Fertilité et Vocation des Sols.....	13.1

UNITE 1

IMPORTANCE DES SOLS

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- d'expliquer l'importance du sol ;
- de décrire les relations entre le sol, les plantes, les animaux et l'homme ;
- d'expliquer pourquoi en agriculture il est important de connaître le sol.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Qu'est-ce que le sol ?
2. Pourquoi le sol est-il important ?
3. Décrire les relations entre le sol, les plantes, les animaux et l'homme.
4. Pourquoi en agriculture est-il important de connaître le sol ?

III. DISCUSSION

1. Qu'est-ce que le sol ?

- Le sol est une partie superficielle de la croûte terrestre, altérée au contact de l'atmosphère et pénétrée par la vie végétale et animale.
- En agriculture, on appelle sol, la couche de terre utile pour la production des cultures. Il est un matériau plus ou moins friable dans lequel les plantes peuvent s'accrocher et se nourrir au moyen de leurs racines et trouver tout ce qu'il leur faut pour croître.

2. Pourquoi le sol est-il important ?

Grâce au sol, on obtient :

- des aliments
- des produits textiles
- des matériaux de construction
- des éléments de base pour des industries.

3. Décrire les relations entre le sol, les plantes, les animaux et l'homme.

- Le sol supporte la vie des plantes.
- Les plantes servent à la nourriture des animaux.
- La vie humaine dépend des plantes et des animaux.

4. Pourquoi, en agriculture, est-il important de connaître le sol ?

- Il ne suffit pas de semer pour bien récolter. Nous risquons des déboires si nous ne faisons pas connaissance avec le sol qui s'offre à nous. Les cultures sont comme les hommes, multiples et diverses. Nul ne peut prétendre les traiter de la même manière. Connaître le sol est une nécessité impérieuse.

- Pour réussir en agriculture, on doit connaître des différents sols, leurs avantages et leurs inconvénients, comment les améliorer, les travailler et les entretenir.

L'HOMME ET LE SOL

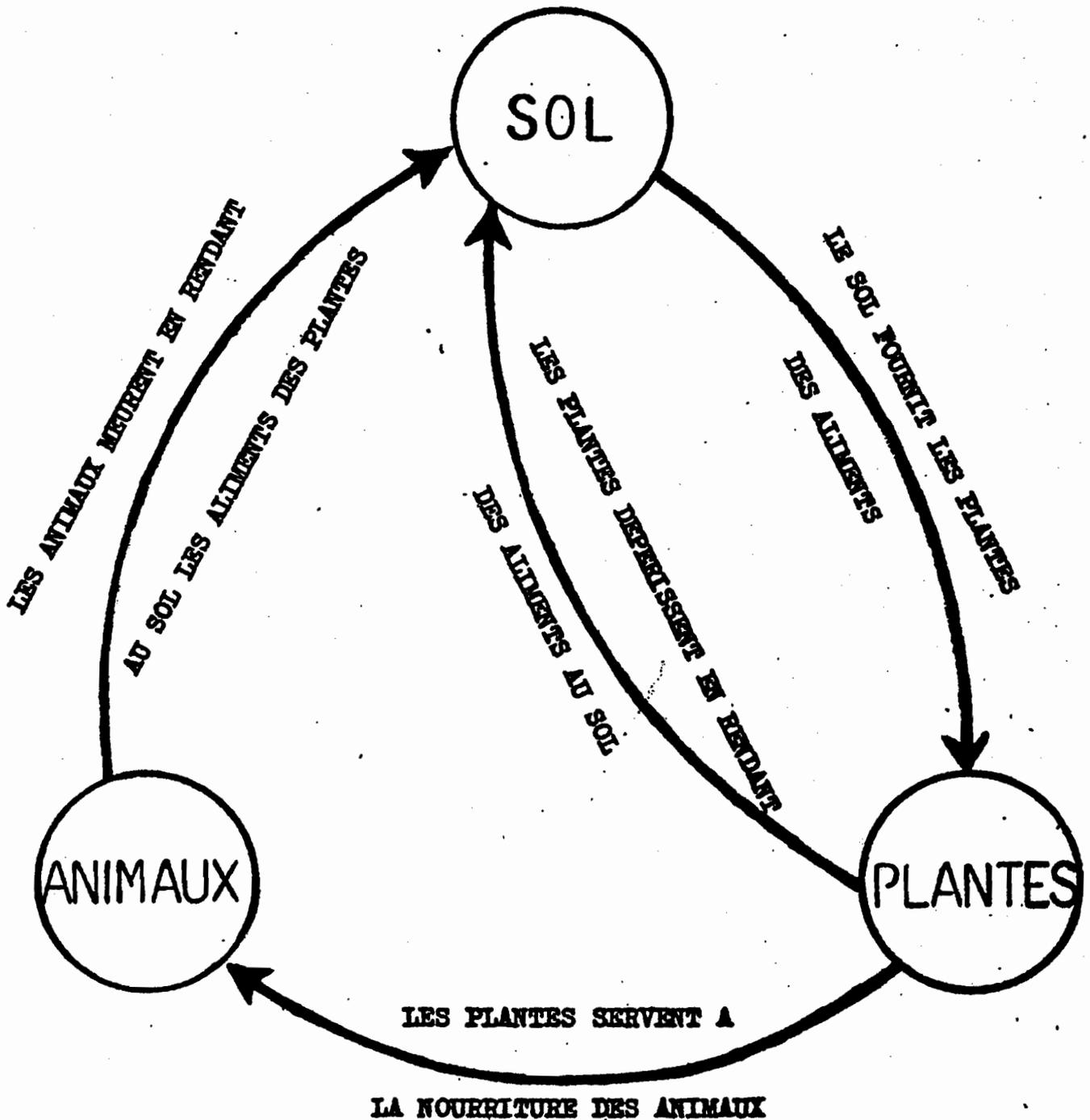
L'HOMME

LES ANIMAUX

LES PLANTES

LE SOL

LE CYCLE SOL-PLANTES-ANIMAUX



UNITE 2

ORIGINE, FORMATION ET EVOLUTION DES SOLS

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de décrire l'origine des sols ;
- de nommer les roches qui ont donné naissance aux sols ;
- d'expliquer la formation et l'évolution du sol ;
- de décrire le profil du sol ;
- de décrire les facteurs de différenciation du sol.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. De quelle source le sol provient-il ?
2. Quelles sont les roches qui ont donné naissance aux sols ?
3. Décrire la formation et l'évolution d'un sol à partir de la roche-mère originelle.
4. Décrire le profil du sol.
5. Quels sont les facteurs de différenciation du sol .

III. DISCUSSION

1. De quelle source le sol provient-il ?

- Le sol provient de la décomposition d'une roche que l'on appelle pour cette raison, "une roche-mère".
- Sols résiduels ou primaires : Ce sont des sols formés sur place, au-dessus de la roche-mère.
- Sols transportés ou Sols de seconde formation : Ce sont des sols déplacés par le vent (Sols éoliens) ou l'eau (Sols alluviaux), éloignés de la roche-mère d'origine.

2. Quelles sont les roches qui ont donné naissance aux sols ?

a. Roches éruptives ou ignées : Ce sont des roches qui cristallisent à partir d'un magma.

- Roches felspathiques à orthose : granite, porphyre.
- Roches felspathiques à plagioclases.
- Roches pyroxéniques (gabbro - basaltes) : silicates de magnésie, chaux et fer.

b. Roches sédimentaires : Ce sont des roches qui se sont formées sous l'action de l'érosion des roches ignées par l'eau, le vent, les glaciers, le gaz carbonique ou les dépôts organiques.

- Les sables et les grès.
- Les argiles et les schistes.
- Les carbonates de chaux ou calcaire.

c. Roches métamorphiques : Ce sont des roches qui résultent de la transformation de roches préexistantes par le métamorphisme.

- Le gneiss.
- Le micaschiste.

3. Décrire la formation et l'évolution du sol

La formation et l'évolution d'un sol dépendent de trois étapes. Les deux premières, la décomposition de la roche-mère et l'enrichissement en matière organique aboutissent à la formation du sol. La troisième étape détermine l'évolution de ce sol en fonction des substances qui migrent sous l'influence de l'eau.

a. Décomposition de la roche-mère :

- par des facteurs physiques : les variations de température, les vents, les précipitations...
- par des facteurs chimiques : les acides et les bases.

b. Enrichissement du sol en matière organique :

- une colonisation par des végétaux et animaux "primaires" (lichens, mousses, champignons...) et micro-organismes ;
- la formation de l'humus par la décomposition de ces végétaux ;
- une colonisation par des végétaux supérieurs lorsque ce sol s'est ameubli, approfondi.

** A ce stade, on peut considérer le sol comme formé, c'est-à-dire que c'est un milieu vivant, complexe qui possède des propriétés bien définies :

- il dispose d'une atmosphère ;
- il dirige sa propre économie en eau ;
- il développe une faune et une flore ;
- il possède une réserve de minéraux.

Tout ceci ne s'est pas créé en quelques temps, il a fallu un très grand nombre d'années.

c. Evolution du sol :

Le sol formé n'est pas statique : il évolue comme un être vivant. L'évolution du sol est effectuée par les phénomènes suivants :

- Les actions continues des agents de formation du sol
- La migration de certains éléments (Sels solubles, colloïdes) dans le sol, sous l'action de l'eau.
- Les actions de l'homme : mise en culture, déboisement...

4. Décrire le profil du sol

4.1. Qu'est-ce que le profil d'un sol ?

- a. Profil pédologique : C'est une coupe verticale faite dans le sol, allant de la surface à la roche-mère ou aux apports qui l'ont formé (matériel parental).

b. Profil cultural : C'est une partie du profil pédologique, occupée par le système racinaire des végétaux qui sert de support et de garde-manger.

4.2. Qu'est-ce que l'horizon d'un profil ?

- C'est une couche de terre plus ou moins parallèle à la surface du sol et se différenciant de sa voisine par un ou plusieurs caractères morphologiques tels que : couleur, texture, structure, humidité...

4.3. Comment décrit-on le profil d'un sol ?

Le profil d'un sol se compose d'un certain nombre d'horizons, dont la succession et l'allure physiologique au sein du profil permettent la reconnaissance.

On définit les horizons par des groupes de symboles représentés par des lettres et des chiffres.

L'HORIZON A : C'est un horizon majeur occupant la partie supérieure ou l'ensemble du profil du sol et présentant l'un ou l'autre des caractères suivants ou les deux en même temps :

- présence de matières organiques ;
- appauvrissement en constituants tels que argile, fer, alumine, etc...

L'horizon A peut se diviser en un nombre de sous-horizons :

- L'horizon A₀ : Couche arable

- constituée principalement de débris végétaux partiellement décomposés ;
- contenant en général plus de 30 % de matières organiques totales.

- L'horizon A₁ : Couche végétale

- contenant moins de 30 % de matières organiques bien mélangée à la partie minérale ;

- de couleur généralement sombre ;
 - présence de nombreuses racines vivantes.
- L'horizon A₂ : Couche lessivée
 - de couleur plus clair que l'horizon subjacent ;
 - appauvri en argile, en fer et en alumine à cause de lessivage.
 - L'horizon A₃ : Couche de transition entre A et B mais plus proche de A que B.

L'HORIZON B : C'est un horizon majeur au-dessous de A et caractérisé par des teneurs en argile, en fer, en alumine, plus élevées qu'en A, contenant une quantité minime ou nulle de matières organiques.

L'horizon B peut se diviser en un nombre de sous-horizons:

- L'horizon B₁ : C'est la couche de transition avec A, mais plus proche de B que de A.
- L'horizon B₂ : Couche d'accumulation
 - constituant la partie essentielle de B ;
 - correspondant soit à l'accumulation principale, soit au développement maximum de la différenciation.
- L'horizon B₃ : C'est la couche de transition avec C, mais plus proche de B que de C.

L'HORIZON C : C'est la roche-mère ou le matériel parental.

5. Quels sont les facteurs de différenciation des sols ?

La formation et l'évolution du sol sous l'influence des facteurs du milieu conduisent à la différenciation des horizons qui donne à chaque sol ses caractéristiques distinctes. Cinq principaux groupes de facteurs sont responsables de l'existence de sols très différents.

12

a. La roche-mère ou le matériel parental

Les propriétés physiques et chimiques de la roche-mère ou le matériel parental détermine bon nombre des caractères des sols et surtout des sols jeunes. Par exemple, le sol qui provient du granite diffère de celui qui a dérivé du grès.

b. Le climat ou les climats successifs qui ont régné durant la formation et l'évolution du sol.

Le climat joue un rôle considérable dans la formation et la différenciation des sols. A l'échelle mondiale, une carte des sols recouvre presque exactement une carte des climats. Les pluies et la chaleur sont les causes premières de l'altération des roches et elles continuent leurs actions pendant l'évolution du sol.

c. La topographie

Les sols varient avec la topographie du terrain : sur le flanc d'un vallon, ils sont moins épais que sur le plateau ou dans le bas-fond. Toutes les topographies plates favorisent l'engorgement du sol par l'eau. Les pentes fortes au contraire favorisent la sécheresse du sol par suite du ruissellement et de l'écoulement latéral interne des eaux d'infiltration.

d. Les êtres vivants

- Les animaux, les végétaux et les micro-organismes contribuent à la transformation physique et chimique des éléments du sol et à l'augmentation de la matière organique.

- L'homme intervient d'abord par le prélèvement de matières. Il modifie la nature et la topographie du sol par ses travaux, il peut aussi bien accélérer l'érosion que la supprimer, suivant la nature de son exploitation du sol.

e. Le temps ou la durée de la formation et l'évolution du sol

La propriété et l'évolution du sol varient en fonction du temps. Un sol passe par des phases de jeunesse, de maturité

et de vieillesse. Sur une même roche-mère, l'évolution pédologique donne des sols qui évoluent dans le temps, se succèdent et présentent généralement des caractères de plus en plus accentués.

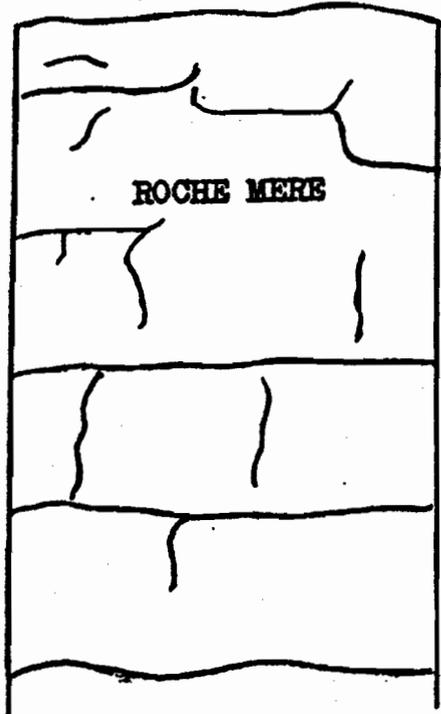
IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Montrer des échantillons de roches qui donnent naissance aux sols.
2. Faire le tour de la ferme ou du voisinage pour observer des stades divers de formation et d'évolution des sols, et discuter les influences des facteurs de formation et de différenciation.
3. Creuser des tranchées aux différents emplacements pour examiner les différents profils du sol.

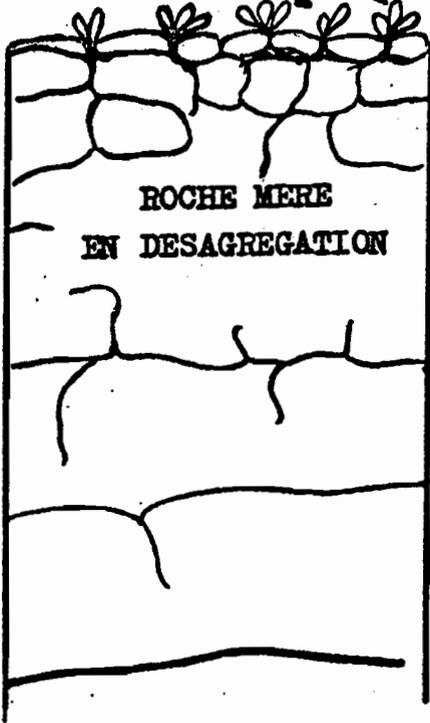
L'EVOLUTION D'UN SOL A PARTIR DE LA ROCHE-MERE

CLIMAT

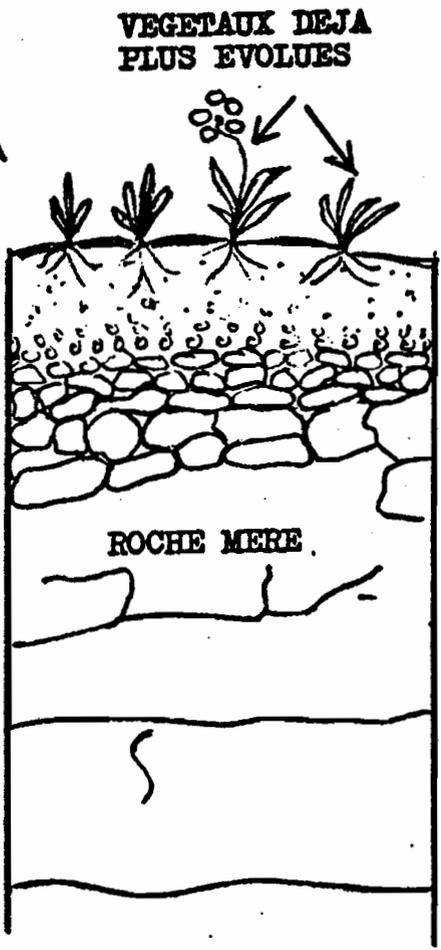
- INSOLATION
- HUMIDITE DE L'AIR
- TEMPERATURE
- VENT
- PRECIPITATION



I



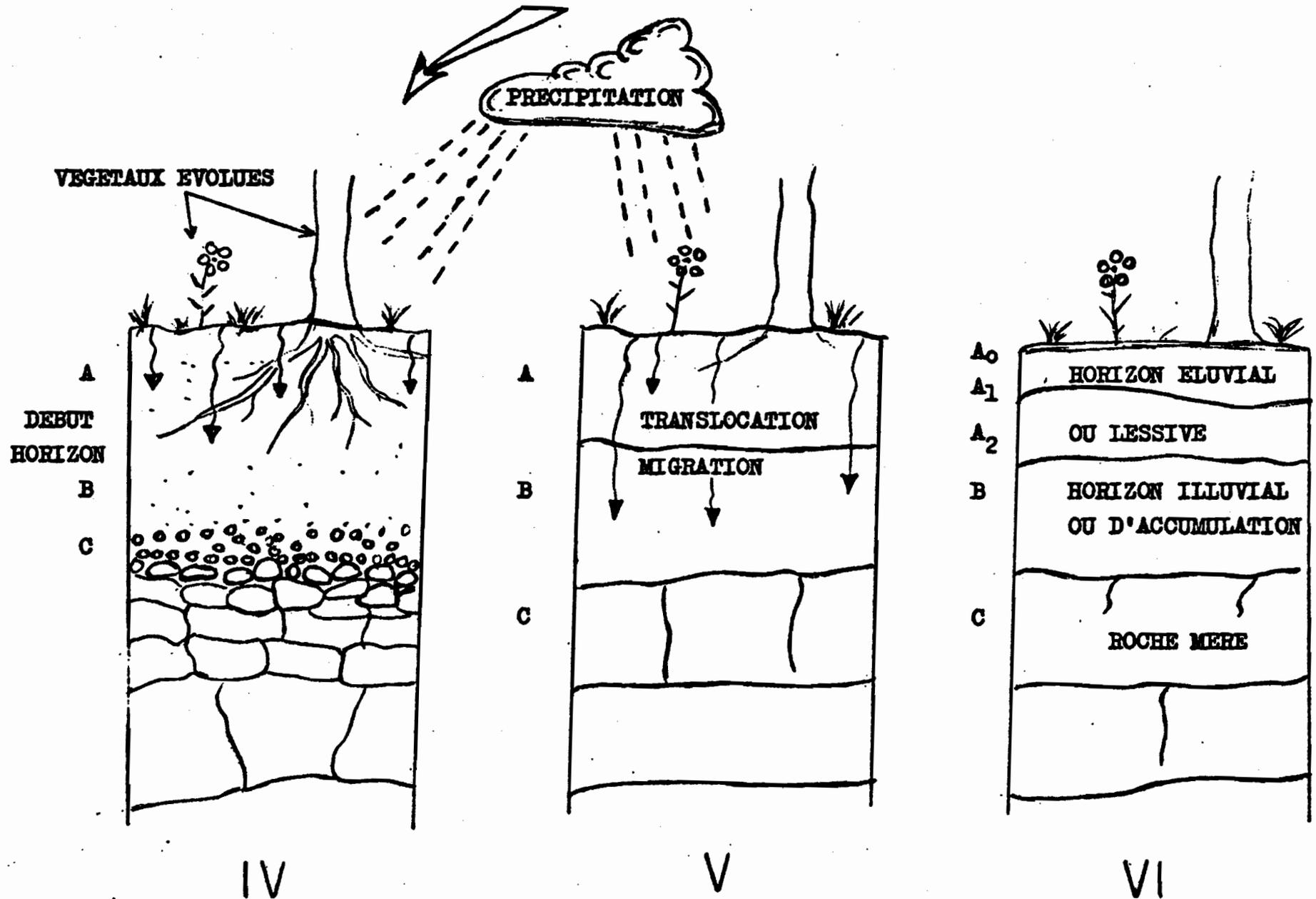
II



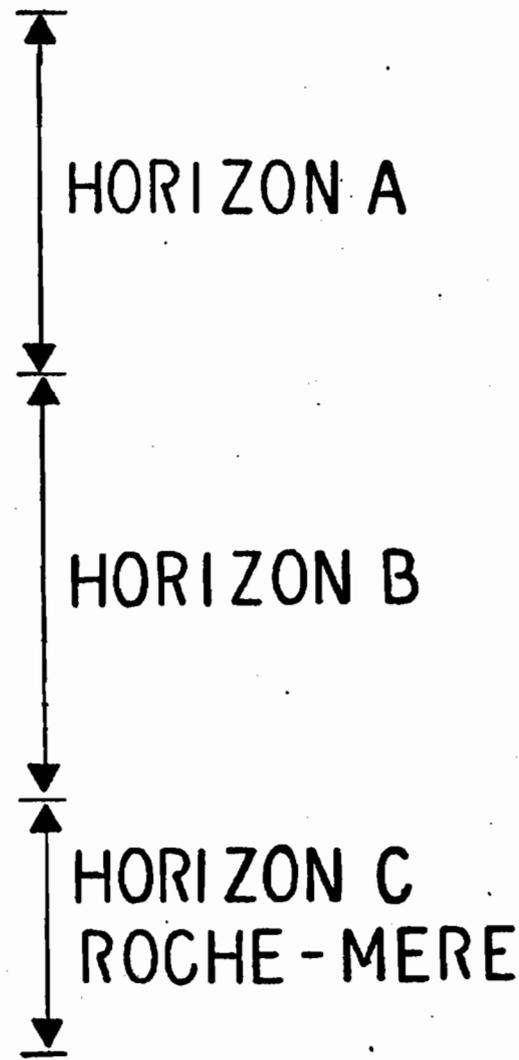
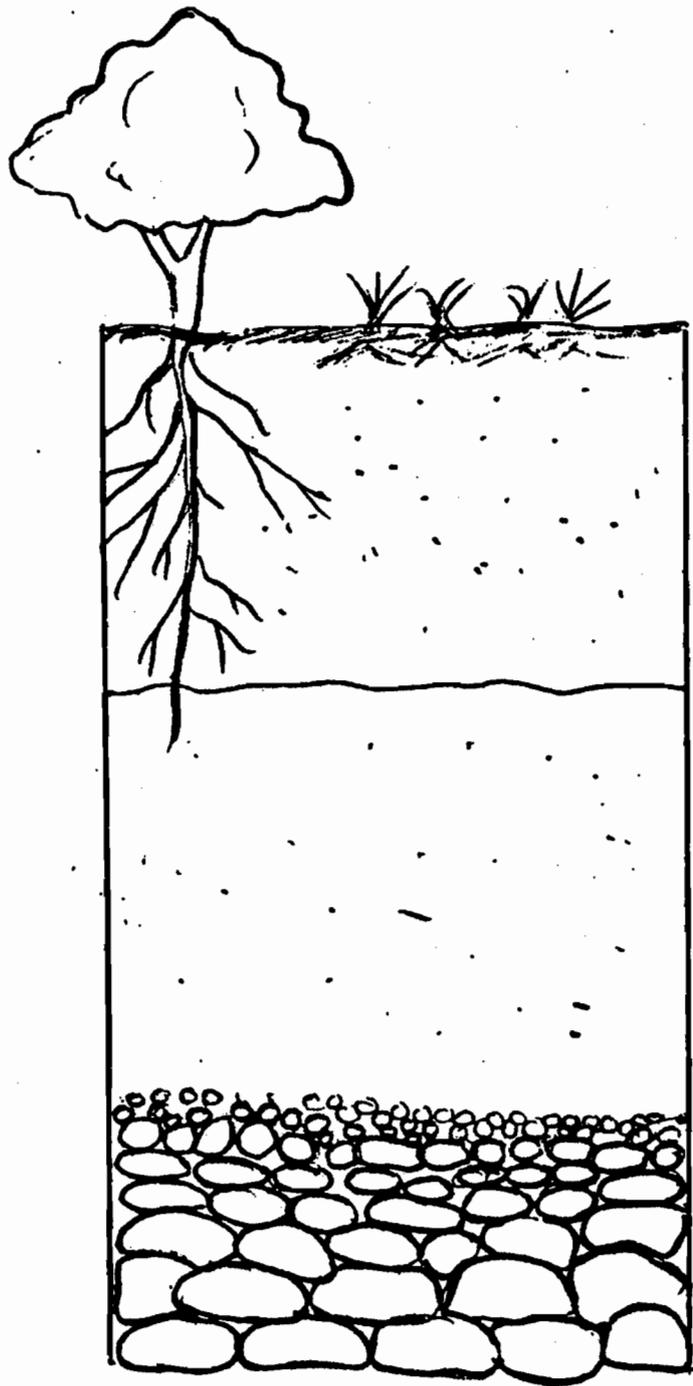
III

SOL JEUNE
ET
SUPERFICIEL

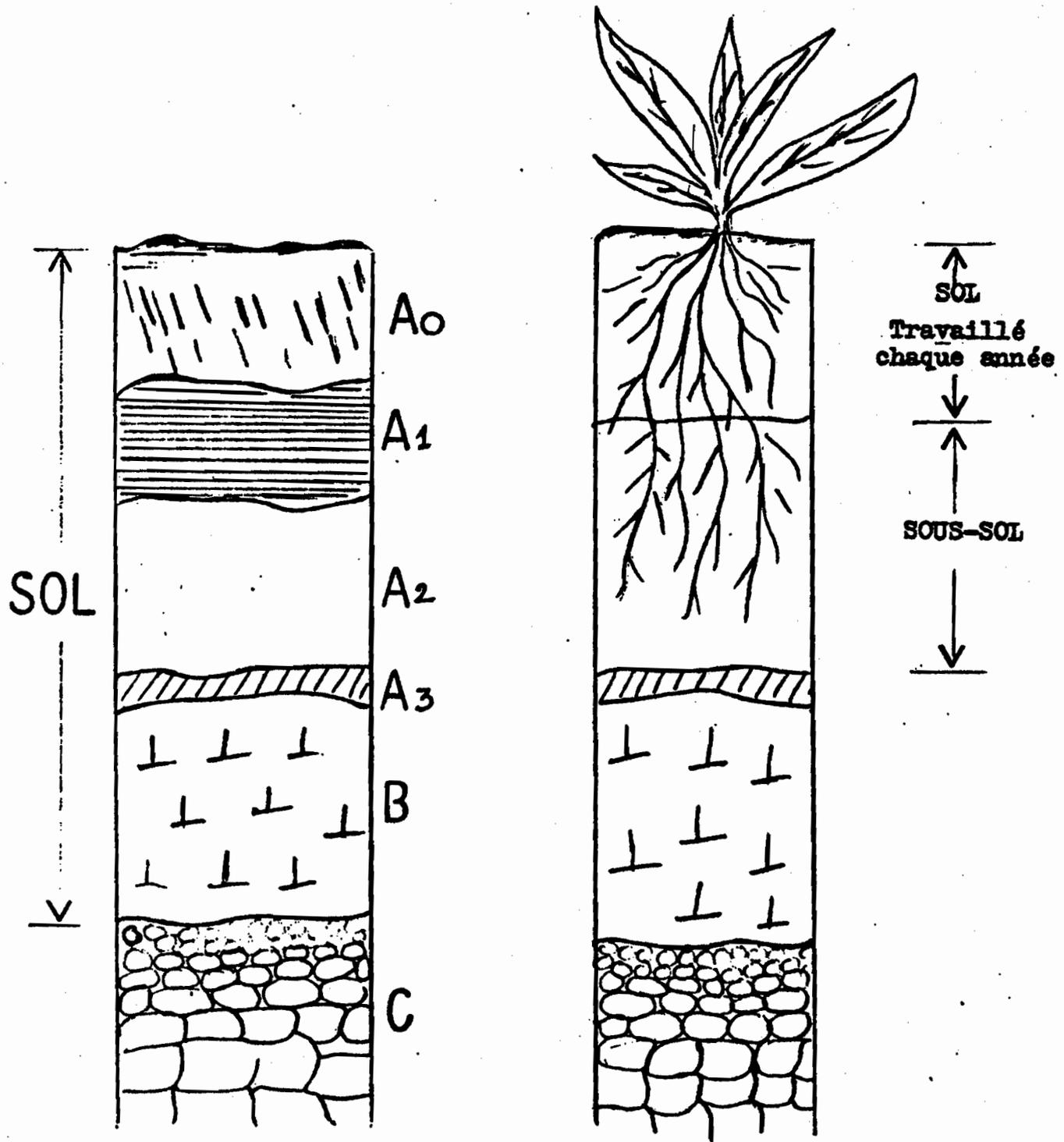
L'EVOLUTION D'UN SOL A PARTIR DE LA ROCHE-MERE



LE PROFIL DU SOL



PROFIL PEDOLOGIQUE ET CULTURAL



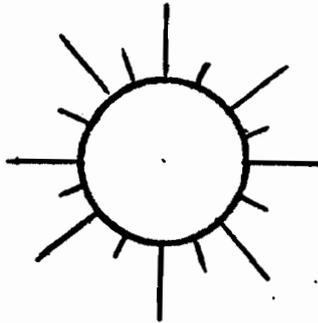
PROFIL PEDOLOGIQUE

PROFIL CULTURAL

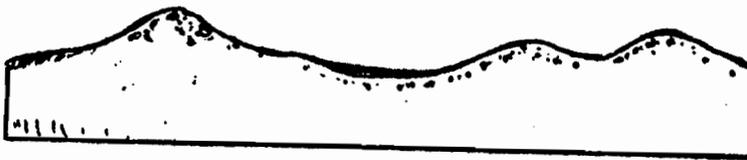
FACTEURS DE DIFFERENCIATION DU SOL



ROCHE-MERE



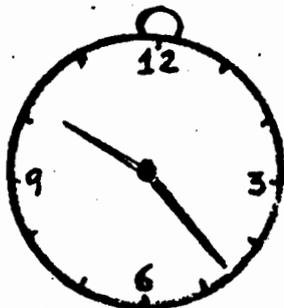
CLIMAT



TOPOGRAPHIE



ETRES
VIVANTS



TEMPS

UNITE 3

CONSTITUANTS DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de décrire les quatre constituants du sol ;
- de distinguer les éléments constitutifs minéraux du sol selon leurs dimensions ;
- de comparer les valeurs physiques et agronomiques des fractions granulométriques du sol ;
- de décrire les formes sous lesquelles la matière organique existe dans le sol ;
- de décrire les rôles de la matière organique dans le sol ;
- de connaître les colloïdes importants dans le sol ;
- de décrire les deux états sous lesquels l'argile et l'humus peuvent se trouver ;
- d'expliquer la formation et l'importance du complexe argilo-humique.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Quels sont les constituants du sol ?
2. Comment classe-t-on les éléments minéraux du sol ?
3. Comparer les valeurs physiques et agronomiques des fractions granulométriques du sol.
4. Sous quelles formes la matière organique existe-t-elle dans le sol ?
5. Quels sont les rôles que la matière organique joue dans le sol ?
6. Qu'est-ce que les colloïdes ? Quels sont les colloïdes importants dans le sol et sous quels états peuvent-ils se trouver ?
7. Qu'est-ce que le complexe argilo-humique ? Comment est-il formé et pourquoi est-il important ?

III. DISCUSSION

1. Quels sont les constituants du sol ?

- a. Les éléments minéraux
- b. La matière organique
- c. L'eau
- d. L'air

2. Comment classe-t-on les éléments minéraux du sol ?

2.1. Comment sépare-t-on les différents éléments minéraux du sol ?

Pour séparer les différents éléments minéraux du sol, on fait l'analyse granulométrique du sol, qui consiste à classer les éléments du sol d'après leur grosseur et, à déterminer le pourcentage de chaque fraction. Les démarches nécessaires de l'analyse granulométrique sont les suivantes :

- a. Passer au tamis à trous de 2 mm un échantillon de terre séchée et pulvérisée pour séparer la terre fine des éléments grossiers.
- b. Faire intervenir des lavages à l'eau fine par des solutions acides faibles.
- c. Classer les éléments qui se déposent d'après leur grosseur.

2.2. Comment les éléments minéraux sont-ils classés d'après leurs diamètres ?

a. Les éléments grossiers :

- les cailloux 20 - 200 mm
- les graviers 2 - 20 mm

b. Les éléments fins (la terre fine) :

- les sables grossiers 0,2 - 2 mm
- les sables fins 0,02 - 0,2 mm
- le limon 0,002 - 0,02 mm
- l'argile inférieur à 0,002 mm.

c. Sables fins :

- Influence sur l'état de fertilité - nulle
- Influence sur l'état physique - ils favorisent le tassement des sols.

d. Le limon :

- Influence sur l'état de fertilité - faible : il y a une dissociation partielle des éléments dans la solution du sol.
- Influence sur l'état physique - ils sont négatifs dans de trop fortes proportions ;
 - ils favorisent l'imperméabilité des sols et provoquent l'asphyxie ;
 - leur abondance en présence de calcaire rend la structure instable (terres battantes).

c. L'argile :

- Influence sur l'état de fertilité - positive, l'argile retient les éléments nutritifs du sol (lessivage faible) ;
 - à l'état floculé, l'argile stabilise la structure.
- Influence sur l'état physique - favorise la conservation de l'eau ;
 - augmente la cohésion, freine la pénétration des racines et le travail de la terre est plus difficile ;
 - les échanges de température sont plus lents, on parle de terre froide ;
 - la perméabilité et l'aération sont diminuées.

3. Comparer les valeurs physiques et agronomiques des éléments minéraux (fractions granulométriques) du sol.

a. Terre grossière (cailloux, graviers) :

- Influence sur l'état de fertilité - négative. La présence d'éléments grossiers dans de trop fortes proportions agit au détriment du volume de terre fine, donc sur la capacité nutritive du sol.
- Influence sur l'état physique - ils peuvent, dans certaines conditions, augmenter la perméabilité, freiner la capillarité et de favoriser le drainage naturel des sols ;
- ils peuvent accumuler de la chaleur en surface.

b. Sables grossiers :

- Influence sur l'état de fertilité - nulle
- Influence sur l'état physique - ils favorisent la pénétration de l'eau et de l'air ;
- ils favorisent les échanges de température ;
- ils favorisent le travail du sol et la pénétration des racines ;
- dans une certaine mesure, ils éliminent les tendances négatives des sables fins et du limon ;
- ils ne retiennent pas les éléments nutritifs du sol, ce qui favorise le lessivage ;
- ils diminuent la stabilité structurale.

4. Sous quelles formes la matière organique existe-t-elle dans le sol ?

a. La matière organique vivante : constituée d'une faune et d'une flore.

Animaux :

- petits mammifères (rongeurs), vers de terre, insectes, myriapodes, acariens (macro-faune);
- nématodes, tartigrades, rotifères, collemboles, protozoaires (micro-faune).

Végétaux :

- racines des plantes supérieures ;
- algues, mycètes (champignons, levures, moisissures), actinomycètes, bactéries.

b. La matière organique morte : ce sont les déchets de la matière organique vivante en voie de décomposition.

c. La matière organique humifiée ou l'humus stable : qui est le résultat de la transformation des matières mortes.

5. Quels sont les rôles que la matière organique joue dans le sol ?

a. La matière organique vivante :

- Elle contribue à la construction des agrégats stables, améliorant ainsi la porosité,
- Elle libère des éléments minéraux,
- Elle opère une sélection des populations du sol entre eux.

b. La matière organique morte :

- Elle allège le sol ;
- Elle retient l'eau ;
- En surface, elle diminue le ravinement.

c. La matière organique humifiée ou l'humus :

- C'est le réservoir de l'azote du sol.
- C'est un réservoir des éléments minéraux. (A poids égal, l'humus retient 20 à 30 fois plus d'éléments que l'argile).
- A l'état floculé, il cimente les particules minérales et forme un ensemble d'agrégats.
- C'est un bouillon de culture.

6. Qu'est-ce que les colloïdes ? Quels sont les colloïdes importants dans le sol et sous quels états peuvent-ils se trouver ?

6.1. Qu'est-ce que les colloïdes ?

- Ce sont des substances gélatineuses, constituées soit par une très grosse molécule, soit par un amas de petites molécules.
- Ces colloïdes ou micelles, lorsqu'ils sont dans un liquide, à l'état dispersé sont animés de mouvements perpétuels comparables à ceux des abeilles dans un essaim.
- Les colloïdes sont entourés à leur périphérie d'une couche de charges électriques qui peut être positive ou négative selon le type de colloïde.

6.2. Quels sont les colloïdes importants dans le sol ?

a. Colloïdes électropositifs :

- oxyde de fer.
- oxyde d'aluminium.

b. Colloïdes électronégatifs :

- l'argile.
- l'humus.

6.3. Sous quels états peuvent-ils se trouver ?

a. Etat dispersé :

- A cet état, les particules colloïdales se mettent en suspension dans l'eau en provoquant une trouble permanente qui ne dépose pas. C'est la dispersion des colloïdes.
- L'argile et l'humus sont généralement à l'état dispersé dans une solution pauvre en calcium.

b. Etat floclé :

- A cet état, les particules colloïdales se coagulent en formant ensemble une sorte de flocon à l'apparence gélatineuse. C'est la flocculation des colloïdes.
- L'argile et l'humus sont floclés généralement dans une solution riche en calcium.

7. Qu'est-ce que le complexe argilo-humique ? Comment est-il formé et pourquoi est-il important ?

7.1. Qu'est-ce que le complexe argilo-humique ?

- C'est un ensemble formé par l'association de l'argile et l'humus à l'état floclé.

7.2. Comment est-il formé ?

- L'association de l'argile et l'humus est rendue possible par l'intermédiaire du calcium formant un pont calcique entre l'argile et l'humus.
- Pourque le complexe argilo-humique est formé, il faut que le sol renferme une certaine quantité de calcium.
- Si le calcium fait défaut dans le sol, le complexe est détruit et les particules d'argile et d'humus se dispersent.

7.3. Pourquoi est-il important ?

- Le complexe argilo-humique joue un rôle capital dans la fertilité du sol.
- Il régit l'ensemble des propriétés physiques et chimiques du sol.

- La disparition du complexe aboutira à la dégradation du sol.

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Pour démontrer que le sol est constitué des éléments solides, de l'eau et de l'air, on peut pratiquer une série d'examens sur une motte de terre.
 - a. Une motte de terre prélevée en profondeur est humide, l'eau est donc un constituant du sol.
 - b. Une motte plongée dans de l'eau laisse s'échapper des bulles, l'air est également un constituant du sol.
 - c. Une motte de terre écrasée, plongée dans un tube est mélangée avec de l'eau. On peut observer après un instant de repos :
 - Au fond du tube, un dépôt de sable appelé "sables grossiers".
 - Au dessus de ces sables grossiers, on trouve des dépôts de sables qui deviennent de plus en plus fins. Ce sont les sables fins et le limon.
 - Dans la solution, en suspension, on peut observer une matière de couleur pouvant varier du jaune au noir. Il s'agit de l'argile avec ou sans humus.
2. Faire une analyse granulométrique sommaire du sol :
 - Passer un échantillon de terre au tamis à trous de 2 mm pour éliminer les éléments les plus grossiers.
 - La terre fine qui a traversé le tamis est placée dans une éprouvette graduée et agitée fortement, puis laissée au repos.
 - Peu à peu, on voit se déposer des couches nettement différentes. Le sable se dépose le premier, les plus gros grains étant au fond, puis le limon. Il est surmonté d'une couche de liquide trouble qui contient l'argile en suspension. A la surface, flottent des débris organiques (humus).

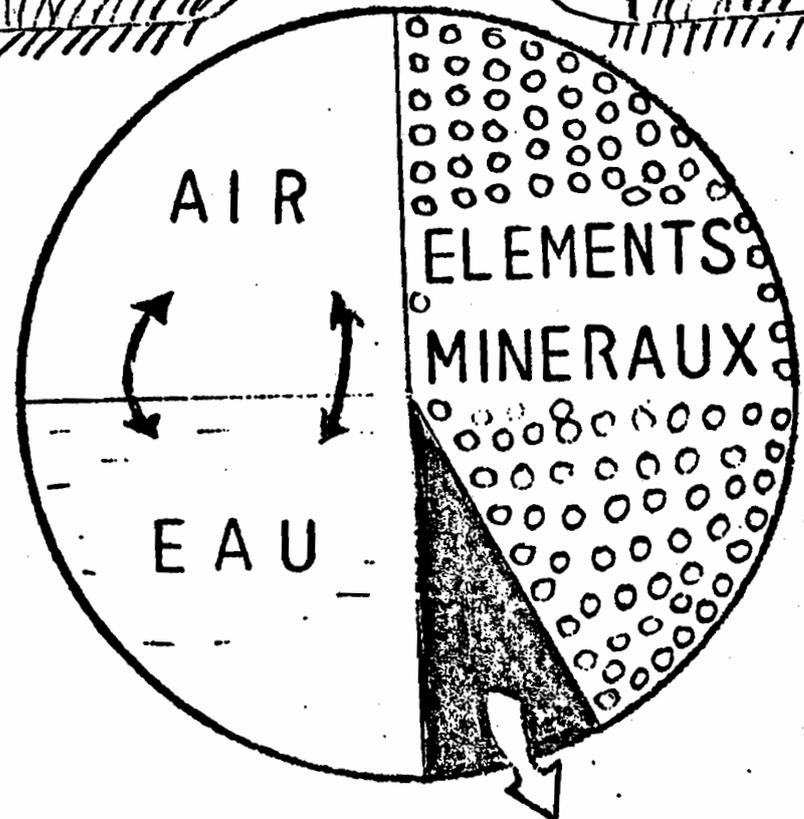
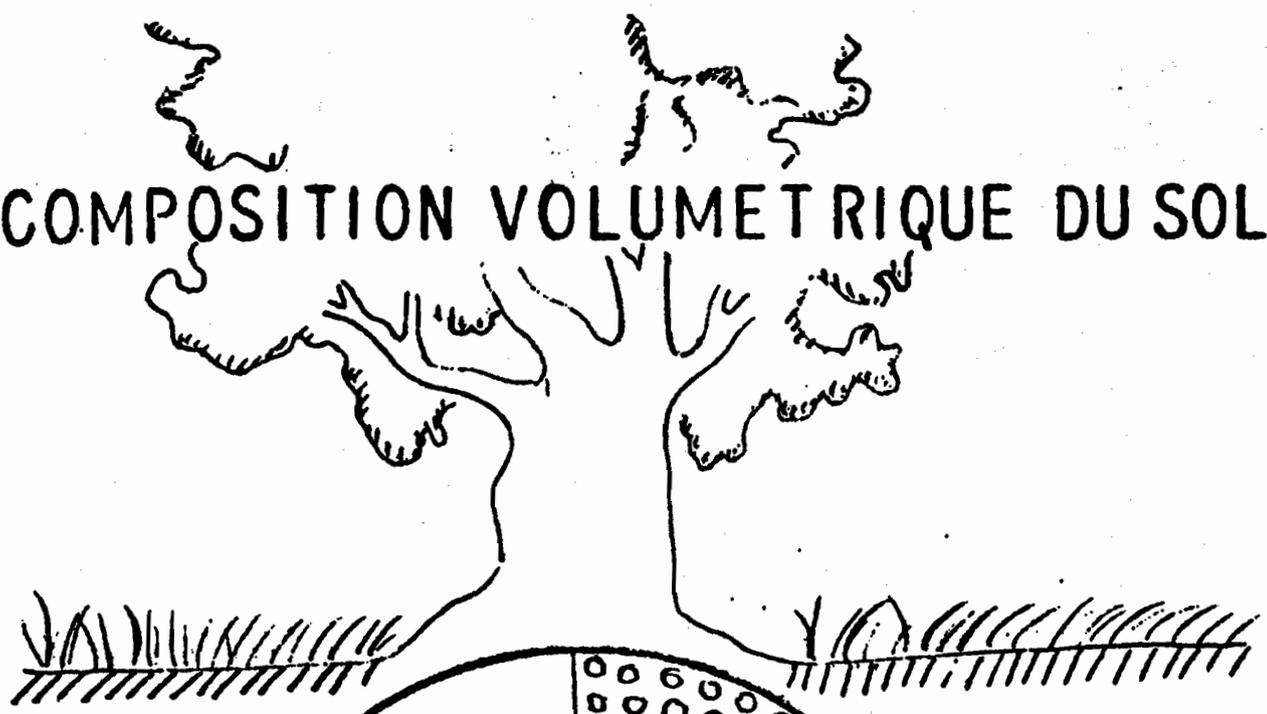
3. Montrer des échantillons de l'argile, du limon, des sables, de graviers, des cailloux, de la matière organique en discutant leurs caractéristiques.

4. Mettre en évidence la dispersion et la floculation de l'argile dans l'eau en faisant l'exercice suivant :
 - Broyer deux échantillons d'argile sèche.
 - Verser chaque échantillon dans une bouteille en verre transparent.
 - Agiter chaque échantillon avec $\frac{3}{4}$ d'eau.
 - Montrer que l'argile reste en suspension très longtemps (l'état dispersé).
 - Ajouter $\frac{1}{3}$ de chaux vive (calcaire) à une bouteille.
 - Faire remarquer la coagulation en flocons qui se déposent (l'état floculé).
 - Ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique à la bouteille où l'argile est floculé.
 - Faire observer que les flocons sont détruits et que l'argile est encore dispersée.

5. Mettre en évidence la formation du complexe argilo-humique en faisant l'exercice suivant :
 - Prélever en volume une partie d'humus. Ajouter deux parties d'eau sur un entonnoir avec filtre.
 - Recueillir l'eau qui s'écoule. C'est une solution brune chargée d'acide humique.
 - Dans une bouteille en verre transparent, mélanger 7 parties d'eau contenant l'acide humique avec 3 parties d'argile en poudre.
 - Ajouter un peu d'eau de chaux.
 - Faire remarquer la formation des flocons, c'est le complexe argilo-humique.

- Ajouter à la solution quelques gouttes d'acide chlorhydrique.
- Faire observer que le complexe se disperse.

COMPOSITION VOLUMETRIQUE DU SOL



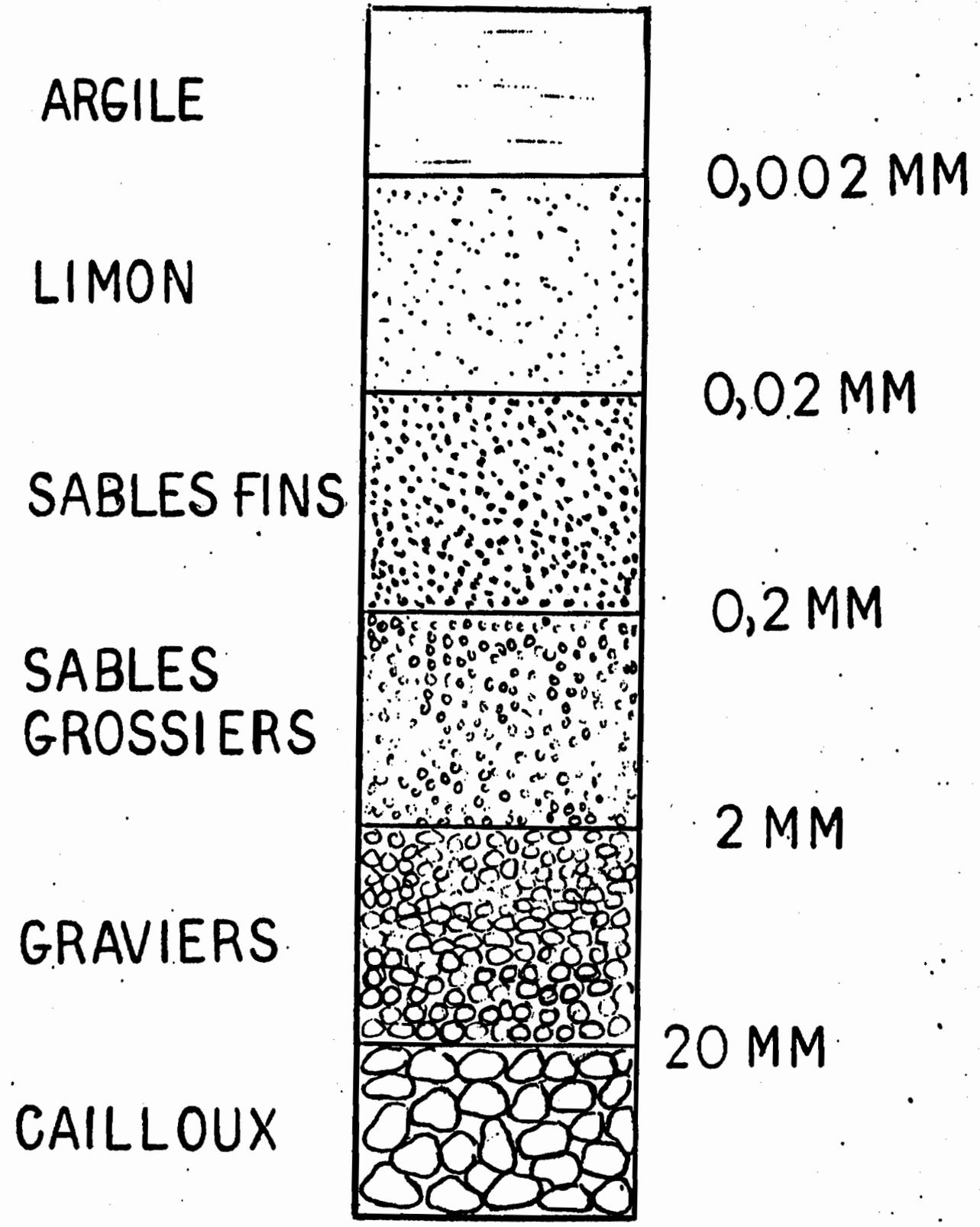
MATIERE ORGANIQUE

COMPOSITION PHYSIQUE D'UN SOL

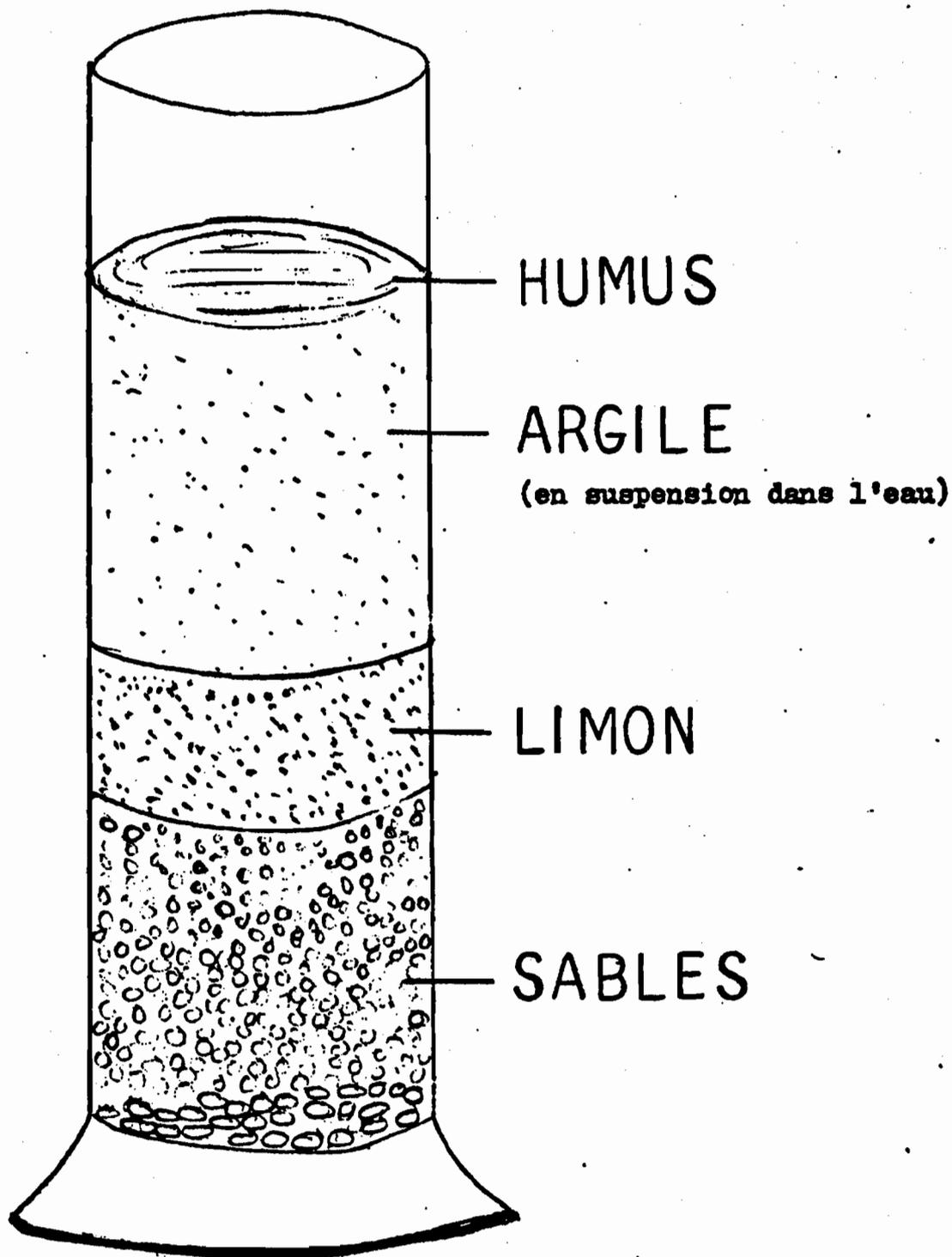
	ELEMENTS MINERAUX (%)	MATIERE ORGANIQUE (%)	EAU (%)	AIR (%)
COMPOSITION CENTESIMALE EN POIDS	81	2	17	0
COMPOSITION CENTESIMALE EN VOLUME	49	3	26	22

* UN SOL DE LIMON MOYEN ET D'AMEUBLEMENT NORMAL

REPRESENTATION SCHEMATISEE DES CONSTITUANTS GRANULOMETRIQUES DU SOL

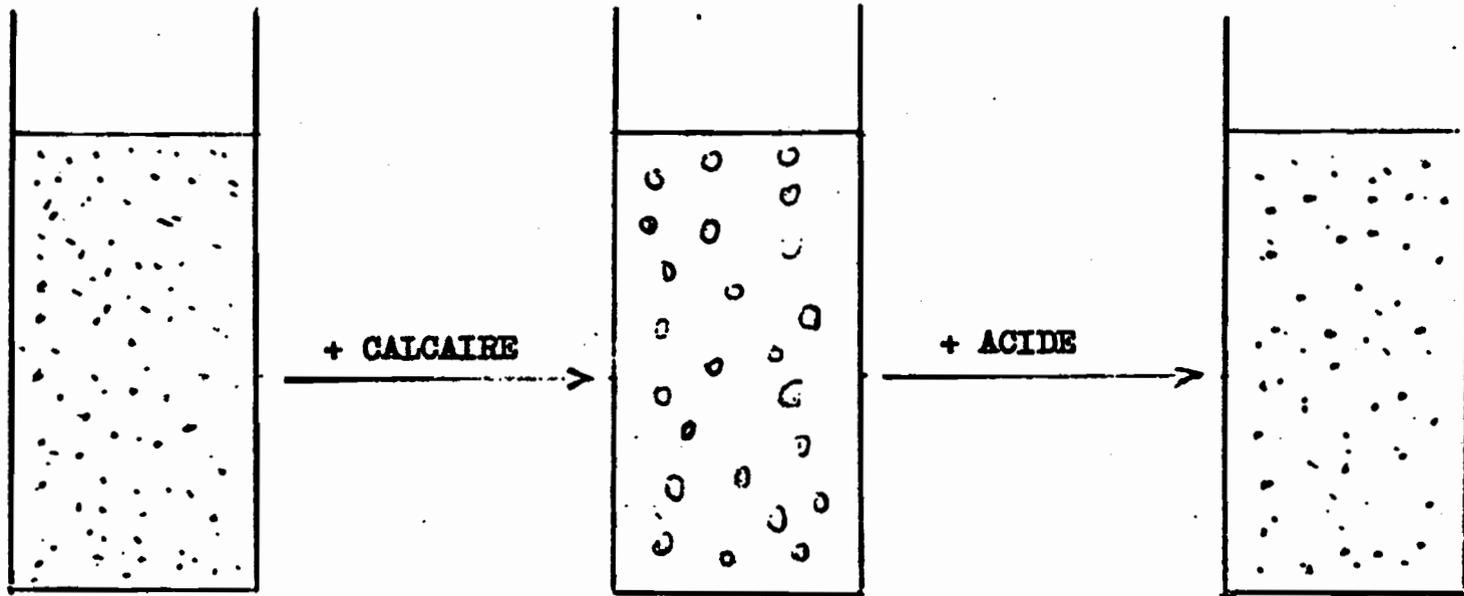


GRANULOMETRIE DU SOL



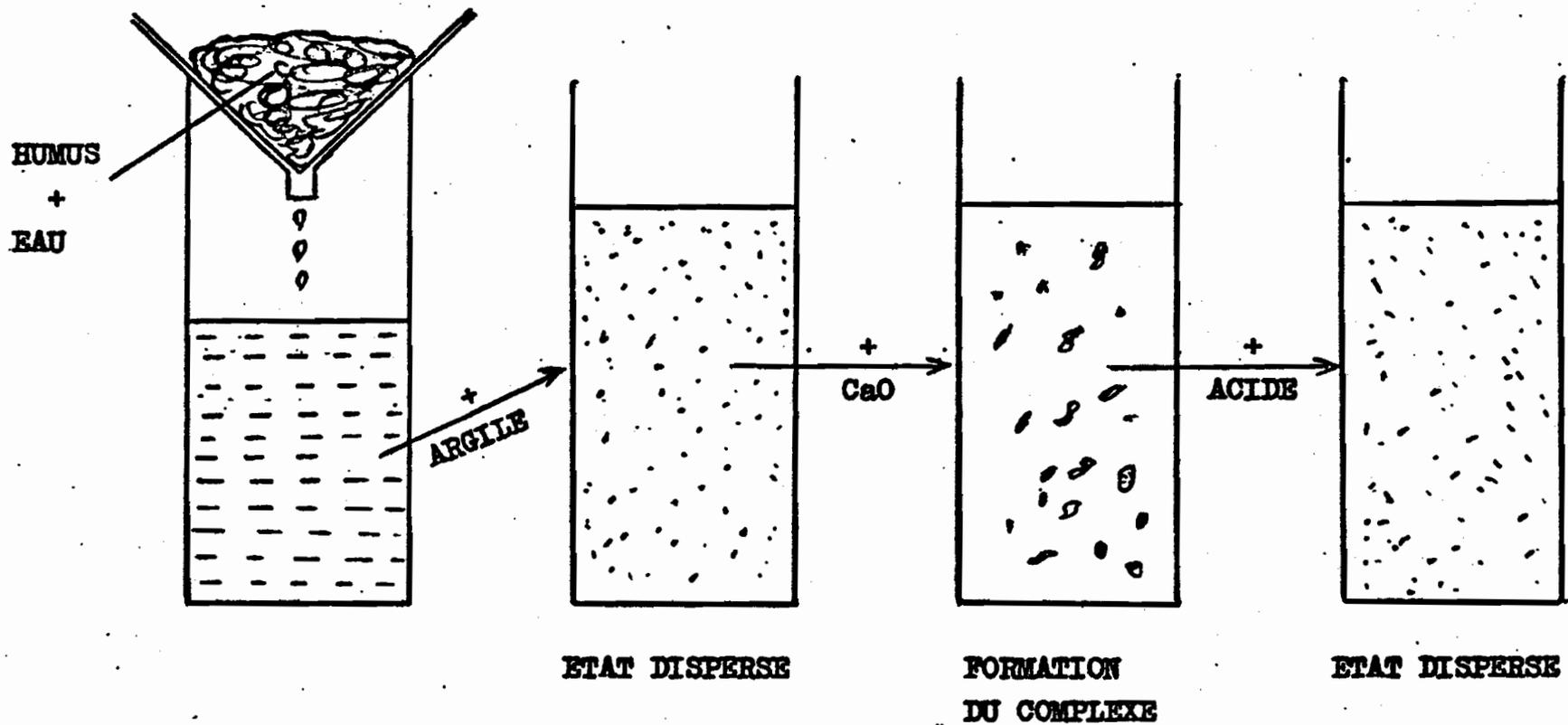
16

DISPERSION ET FLOCCULATION DE L'ARGILE

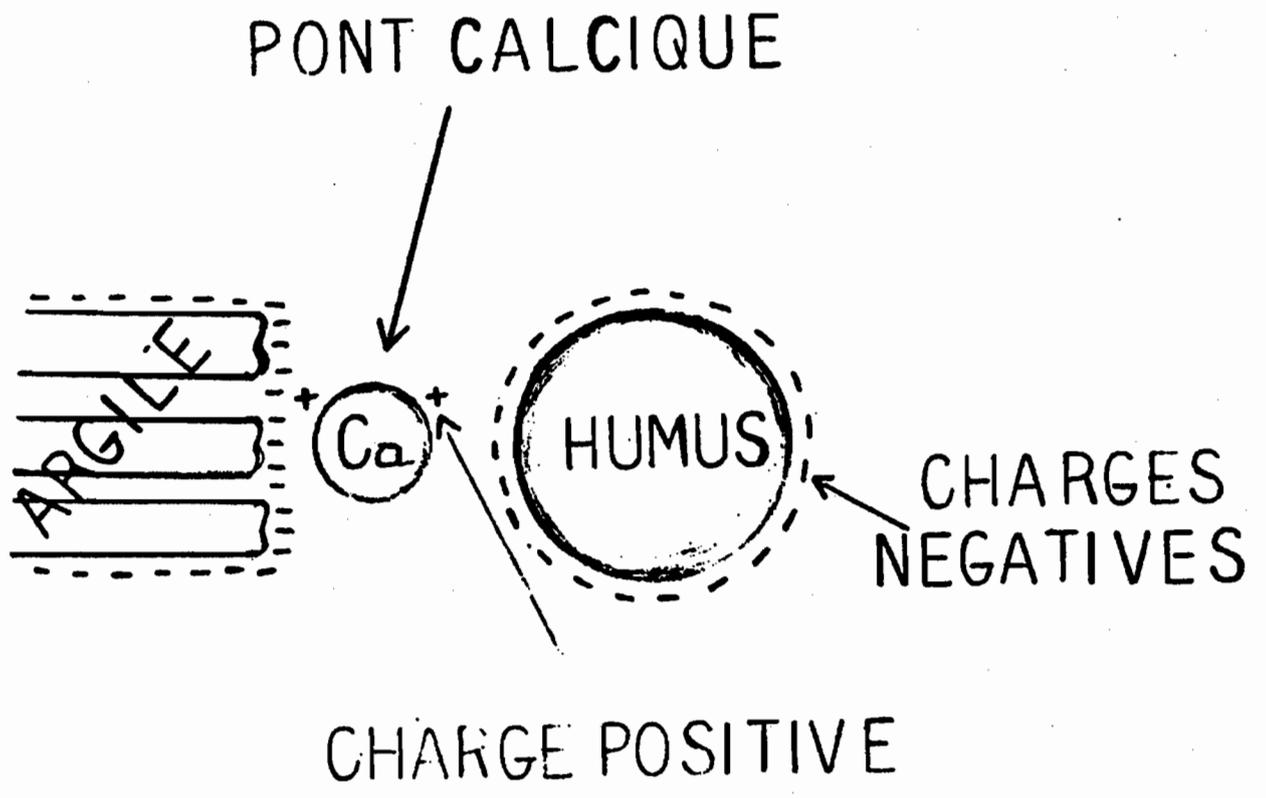
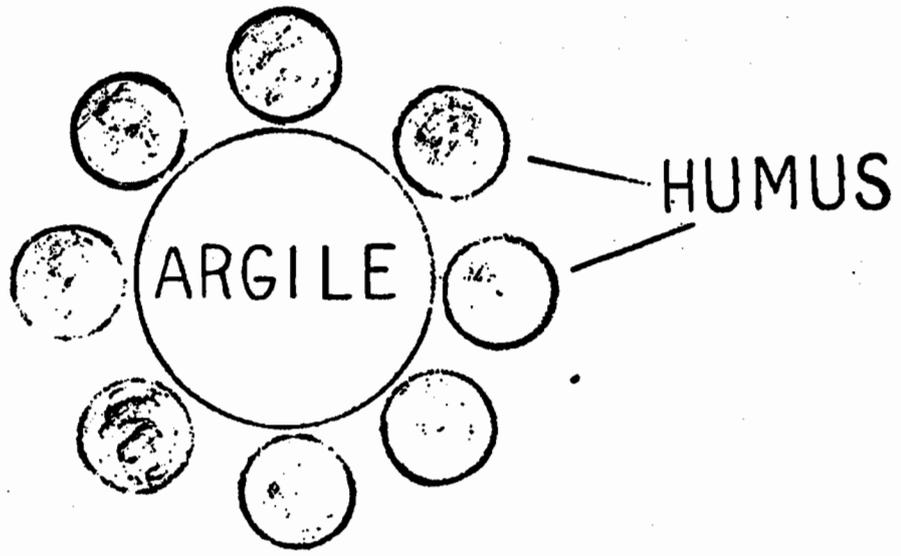


ARGILE A ARGILE A ARGILE A
L'ETAT DISPERSE L'ETAT FLOCCULE L'ETAT DISPERSE

FORMATION DU COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE



SCHEMA DU COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE



UNITE 4

TEXTURE DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de donner la définition de "Texture du sol" ;
- d'expliquer pourquoi il est important de connaître la texture d'un sol ;
- d'identifier la classe texturale d'un sol au moyen d'un triangle des textures, étant donné les proportions des éléments minéraux ;
- d'apprécier rapidement et approximativement la texture d'un sol sur le terrain ;
- de décrire les caractéristiques des sols sableux, limoneux, argileux.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Qu'est-ce que la texture du sol ?
2. Pourquoi est-il important de connaître la texture d'un sol ?
3. Comment utilise-t-on le triangle des textures ?
4. Comment peut-on apprécier rapidement et approximativement la texture sur le terrain ?
5. Quelles sont les caractéristiques des sols sableux ?
6. Quelles sont les caractéristiques des sols limoneux ?
7. Quelles sont les caractéristiques des sols argileux ?

III. DISCUSSION

1. Qu'est-ce que la texture du sol ?

1.1. Définition : La texture du sol est déterminée par le degré de finesse et la proportion des éléments minéraux et organiques du sol.

1.2. Dénomination des classes de texture :

- Nommant en premier la fraction granulométrique dominante et en second la fraction granulométrique qui lui succède en pourcentage.

Ainsi le terme "Sablo-argileuse" signale une texture à dominance sableuse et une teneur à argile appréciable.

- Lorsque les teneurs en matière organique sont élevées (plus de 10 %), on ajoute des termes adjectifs précisant cette donnée.

Exemple : Argile humiféré, sable limono-humiféré.

2. Pourquoi est-il important de connaître la texture d'un sol ?

- Plusieurs propriétés du sol sont influencées directement ou indirectement par la texture (retention des éléments fertilisants et de l'eau, perméabilité à l'eau et l'air ; résistance à l'érosion, facilité de travail, etc...).
- Certaines cultures sont mieux adaptées à une texture qu'à l'autre, d'où la nécessité de choisir des cultures convenables.

3. Comment utilise-t-on le triangle des textures ?

3.1. Qu'est-ce que le triangle des textures ?

- C'est une représentation triangulaire qui permet une comparaison graphique commode des différents types de sols en fonction de leur granulométrie.
- C'est un triangle équilatéral, chaque côté portant les teneurs en sable, limon et argile de 0 à 100. Le triangle est divisé en secteurs qui correspondent à un certain nombre de zones de textures.

3.2. Comment utilise-t-on le triangle des textures ?

- Le point caractéristique d'un sol donné est le point de concours de 3 droites parallèles aux côtés, obtenues en portant sur chaque côté les valeurs en pourcentage de l'argile, du limon et du sable.

Exemple : Soit un sol ayant la composition suivante :

Sable = 46 % Limon = 41 % Argile = 13 %

- Sur la branche "sable", on repère le point 46 et on trace une parallèle au côté "limon".
- Sur la branche "limon", on repère le point 41, et on trace une parallèle au côté "argile".
- Les deux demi-droites se coupent en A.
- Le point A se situe dans le secteur "limon" ; donc le sol est de texture limoneuse.

4. Comment peut-on apprécier rapidement et approximativement la texture sur le terrain ?

On détermine la texture en écrasant et en roulant un échantillon entre les doigts à l'état sec quand cela est possible, puis à l'état humide. D'après les réactions au toucher, on arrive rapidement avec un peu d'expérience, à apprécier la texture en appliquant les critères suivants :

a. L'argile : forme à l'état humide, une pâte qui colle aux doigts.

b. Le limon :

- à l'état sec, fournit une impression douce comparable à celle de talc ;
- à l'état humide, forme une pâte qui ne colle pas aux doigts et qui s'effrite rapidement.

c. Les sables fins : difficilement observable, crissent sous les doigts et donnent une impression de rugosité.

5. Quelles sont les caractéristiques des sols sableux ?

- Grande perméabilité à l'eau
- Bonne aération
- Retention faible pour l'eau et pour les éléments fertilisants.
- Facilité de travail

- L'instabilité du sol
- L'échauffement rapide
- Résistance faible à l'érosion
- Convenant au mil, à l'arachide, au vigna (Haricots divers et pois).

6. Quelles sont les caractéristiques des sols argileux ?

- Perméabilité réduite à l'eau
- Aération réduite
- Retention forte pour l'eau et pour les éléments fertilisants.
- Difficulté de travail
- Convenant à la culture du sorgho et spécialement à la riziculture.

7. Quelles sont les caractéristiques des sols limoneux ?

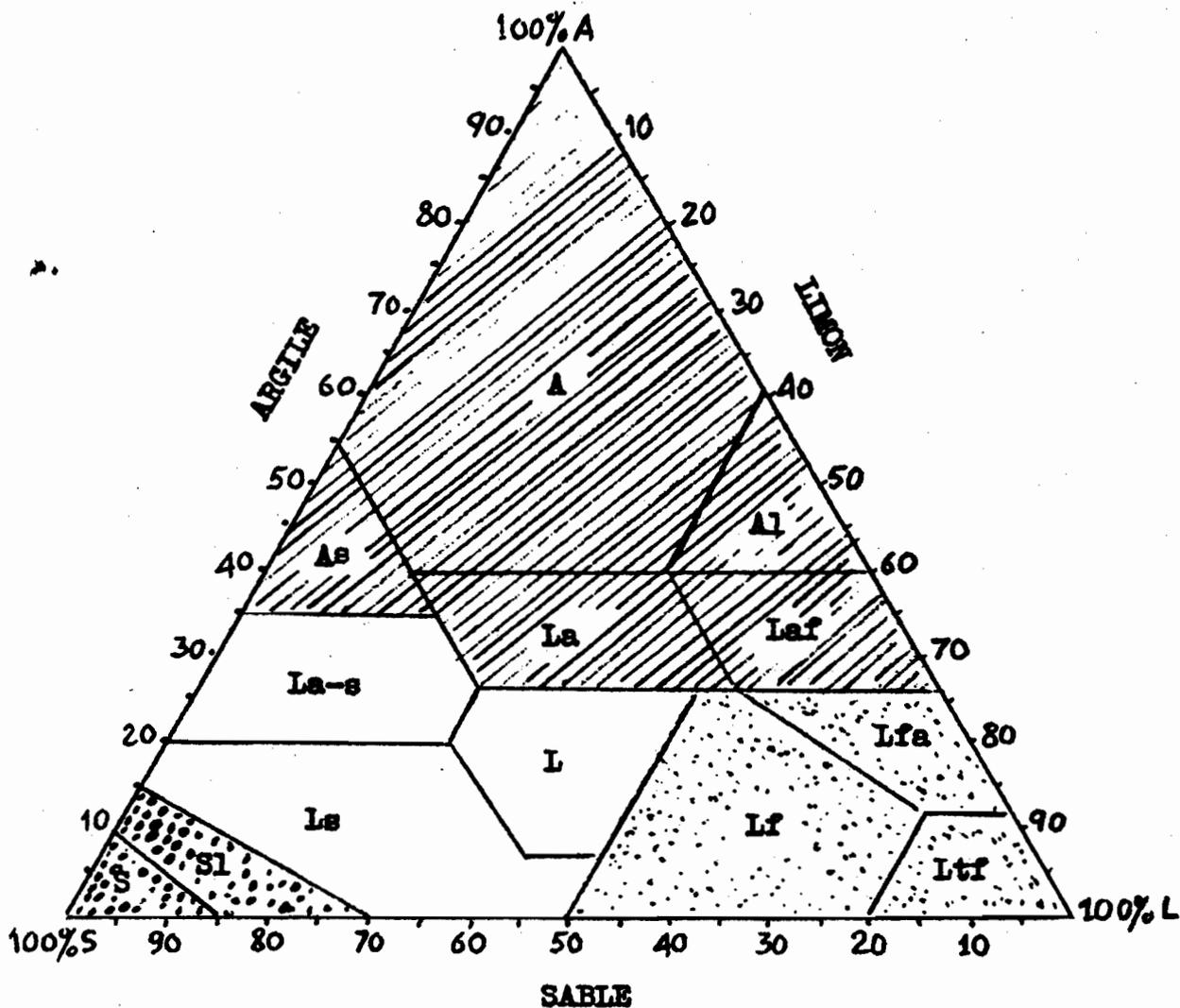
- Caractéristiques intermédiaires entre celles des sols sableux et des sols argileux.
- Perméabilité moyenne à l'eau
- Aération moyenne
- Retention moyenne pour l'eau et pour les éléments fertilisants.
- Généralement fertiles et considérés comme les meilleures terres à usage agricole.
- Convenant pratiquement à toutes les cultures, particulièrement les cultures maraîchères, les plantes racines (patates, manioc, ignames), le tabac.

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Faire pratiquer l'emploi du triangle des textures en donnant des exemples différents de composition minérale du sol.
2. Montrer des échantillons des sols de différentes textures et laisser les élèves pratiquer l'appréciation rapide de la texture.

3. Faire une démonstration pour comparer la perméabilité des sols de différentes textures.
- Prendre un échantillon du sol sableux, un du sol limoneux et un du sol argileux.
 - Verser chaque échantillon sur papier filtre dans un entonnoir situé au dessus d'une bouteille en verre transparent.
 - Ajouter une quantité d'eau équivalente dans chaque entonnoir.
 - Considérer la vitesse de perméabilité de l'eau en examinant le début de l'écoulement dans chaque bouteille, la fin de l'écoulement, la quantité d'eau écoulée, par différence, la quantité d'eau retenue.
4. Examiner, dans le voisinage, des terres sableuses si possible et comparer aux terres plus lourdes.

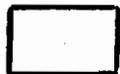
TRIANGLE DES TEXTURES



TEXTURE ARGILEUSE



TEXTURE LIMONEUSE



TEXTURE EQUILIBREE



TEXTURE SABLEUSE

* CLASSIFICATION AMERICAINE

CLASSIFICATION DES TEXTURES

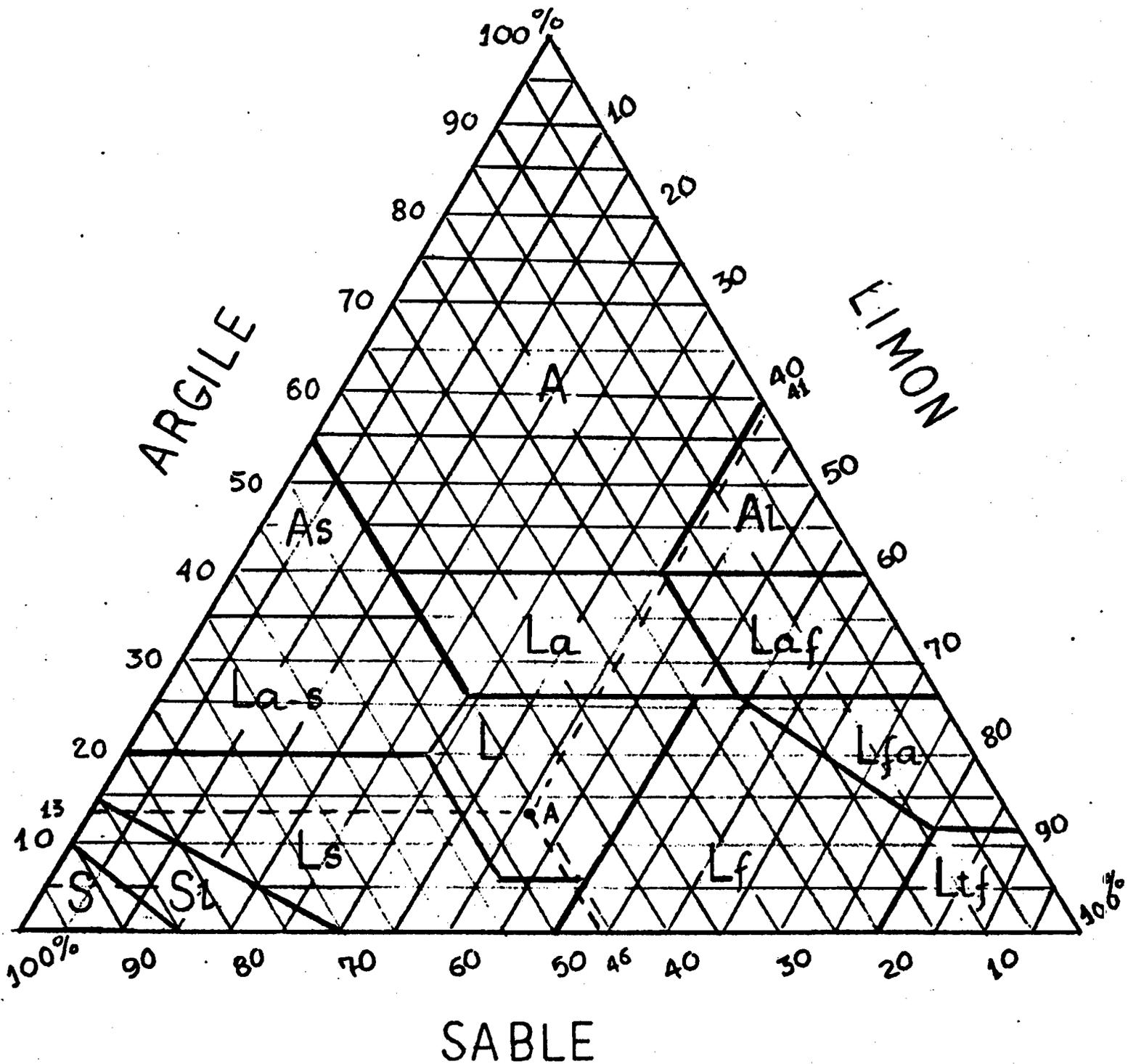
1. TEXTURE ARGILEUSE
 - 1.1. ARGILE (A)
 - 1.2. ARGILE LIMONEUSE (A1)
 - 1.3. LIMON ARGILEUSE FIN (Laf)
 - 1.4. LIMON ARGILEUSE (La)

2. TEXTURE EQUILIBREE (FRANCHE)
 - 2.1. LIMON ARGILO-SABLEUX (La-s)
 - 2.2. LIMON (L)
 - 2.3. LIMON SABLEUX (Ls)

3. TEXTURE LIMONEUSE
 - 3.1. LIMON FIN (Lf)
 - 3.2. LIMON FIN ARGILEUX (Lfa)
 - 3.3. LIMON TRES FIN (Ltf)

4. TEXTURE SABLEUSE
 - 4.1. SABLE LIMONEUX (S1)
 - 4.2. SABLE (S).

EMPLOI DU TRIANGLE DES TEXTURES

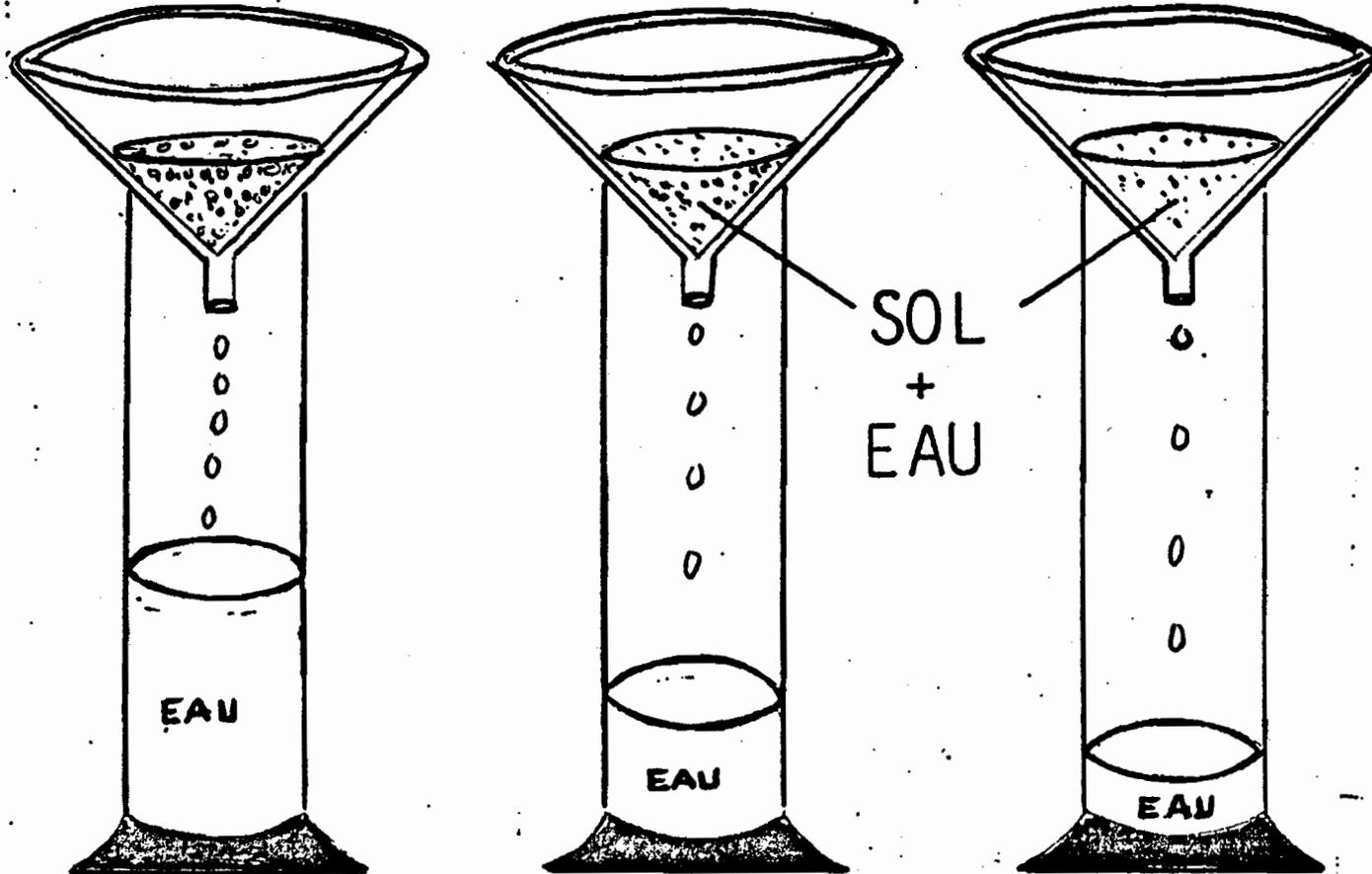


44

CARACTERISTIQUES DES SOLS SABLEUX ET ARGILEUX

CARACTERISTIQUES	SOLS	
	SABLEUX	ARGILEUX
- PERMEABILITE A L'EAU	GRANDE	REDUITE
- AERATION	BONNE	REDUITE
- RETENTION	FAIBLE	FORTE
- FACILITE DE TRAVAIL	FACILE	DIFFICILE
- STABILITE	INSTABLE	STABLE
- RESISTANCE A L'EROSION	FAIBLE	FORTE
- ECHAUFFEMENT	RAPIDE	LENT
- APTITUDE AGRICOLE	MIL ; ARACHIDE	SORGHO ; RIZ

PERMEABILITE DES SOLS DE DIVERSES TEXTURES



SOL
SABLEUX

SOL
LIMONEUX

SOL
ARGILEUX

UNITE 5

STRUCTURE DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de donner la définition de la structure du sol ;
- d'expliquer pourquoi il est important de connaître la structure du sol ;
- de décrire les différentes structures du sol ;
- d'identifier les caractéristiques d'une bonne structure ;
- de décrire les facteurs qui peuvent détruire la stabilité de la structure ;
- d'expliquer comment on peut améliorer la structure du sol ;
- de décrire les principales caractéristiques du sol liées à la structure.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Qu'est-ce que la structure du sol ?
2. Pourquoi est-il important de connaître la structure d'un sol ?
3. Décrire les différents types de structures.
4. Quelles sont les caractéristiques d'une bonne structure ?
5. Quels sont les facteurs qui peuvent détruire la stabilité de la structure ?
6. Comment peut-on améliorer la structure ?
7. Quelles sont les principales caractéristiques du sol liées à la structure ?

III. DISCUSSION

1. Qu'est-ce que la structure du sol ?
 - On appelle "structure du sol" la façon dont les particules élémentaires du sol sont arrangées les unes par rapport aux autres.

- Cet assemblage peut être constitué par :
 - des éléments simples ou particuliers ;
 - des agrégats ou particules composées naturelles. Ces agrégats sont réunis par le complexe argilo-humique.
- La structure n'est pas une valeur constante : elle varie dans le temps, avec les saisons, en fonction de l'humidité, et sous l'effet de la culture.

2. Pourquoi est-il important de connaître la structure d'un sol ?

L'importance de la structure est considérable. Elle influence :

- l'aération dans le sol ;
- la résistance du sol à l'érosion ;
- la perméabilité pour l'eau ;
- la circulation et le stockage de l'eau.

3. Décrire les différents types de structures.

- Structure particulière : les éléments constitutants ne sont pas associés entre eux ; il n'y a pas de cohésion. (Exemple : Sable).
- Structure massive ou continue : l'ensemble du sol constitue un bloc (Exemple : Structure type ciment, grès ou poudingue).
- Structures fragmentaires : ce sont les plus fréquentes : les particules sont reliées par un ciment et les ensembles se détachent assez facilement les uns des autres. On distingue :
 - les formes arrondies : structure grenue ou nuciforme ;
 - les formes angulaires : structure polyédrique, cubique, prismatique, en plaquette ou lamellaire ;
 - les formes intermédiaires : structure grumeleuse.

* Les structures à formes arrondies assurent en général les meilleures conditions pour le développement des cultures (structures grenue, nuciforme, grumeleuse).

4. Quelles sont les caractéristiques d'une bonne structure ?

Une bonne structure doit :

- maintenir le sol en place pour l'empêcher de se désagréger sous l'influence des facteurs atmosphériques ;
- permettre la pénétration des racines dans le sol ;
- permettre la circulation de l'eau et de l'air ;
- permettre l'usage des façons culturales et des instruments aratoires.

5. Quels sont les facteurs qui peuvent détruire la stabilité de la structure ?

- Le tassement du sol par la circulation des machines ou le piétinement intempestif des animaux.
- Le travail du sol inadéquat (périodes trop sèches ou trop humides).
- L'excès d'eau dans le sol ou les pluies battantes.
- L'action du vent, qui érode spécialement les particules fines.
- L'acidification par décalcification qui détruit le complexe argilo-humique.

6. Comment peut-on améliorer la structure ?

- Travailler le sol à bon escient (périodes convenables).
- Apporter des amendements calcaires (chaulage).
- Apporter des amendements organiques (fumier, compost).
- Éviter le tassement du sol.
- Lutter contre l'érosion (couverture du sol et brise-vent).

7. Quelles sont les principales caractéristiques du sol liées à la structure ?

a. La porosité du sol :

- La porosité est le volume des vides du sol, exprimé en pourcentage du volume total.
- La porosité non capillaire ou macroporosité correspond au volume des pores les plus grossiers, occupés par l'air après ressuyage des pluies (pores > 8 microns = 0,008 mm).
- La porosité capillaire ou microporosité correspond au volume des pores capillaires qui retiennent l'eau, après ressuyage (pores < 8 microns).

$$\text{POROSITE TOTAL} = \text{POROSITE NON CAPILLAIRE} + \text{POROSITE CAPILLAIRE}$$

- La porosité totale est élevée pour les sols à structure grumeleuse (70 %) et faible pour les sols à structure particulaire (40 % ou moins).
- La porosité est aussi liée à la texture du sol.

b. L'aération du sol :

- Une bonne aération est indispensable au maintien de l'activité biologique du sol (activité animale et activité des bactéries aérobies).
- Elle assure la respiration des racines vivantes.
- L'aération d'un sol peut être déterminée par la valeur de la porosité non capillaire ou macroporosité.

c. La résistance du sol :

- La résistance est la force de cohésion que le sol oppose au travail du sol.
- Elle dépend de la structure et de la texture.

d. La perméabilité du sol à l'eau :

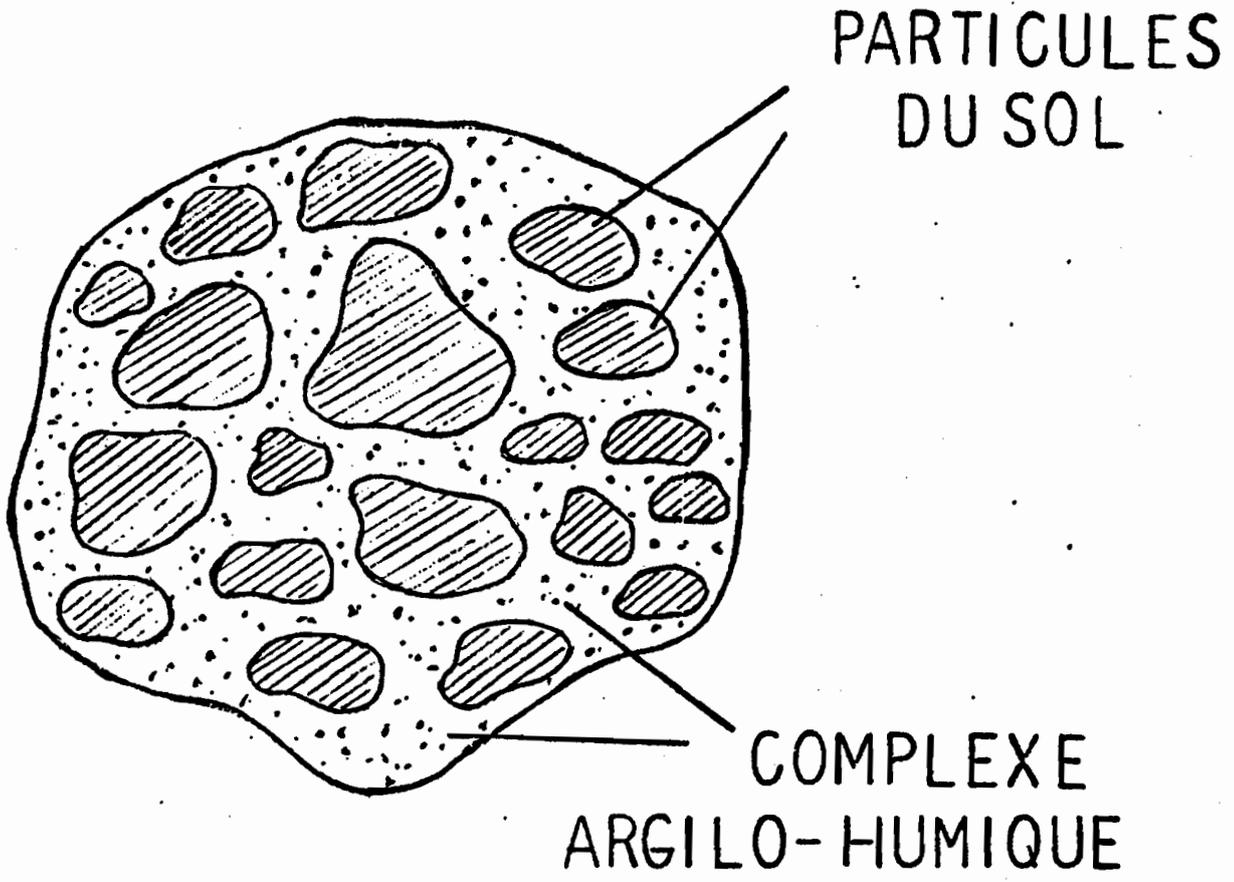
- La perméabilité est la vitesse d'infiltration de l'eau à la surface du sol.

- Elle est influencée par la structure et la texture du sol.
- Le sol doit être perméable, mais sans excès, car il s'assècherait facilement.

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

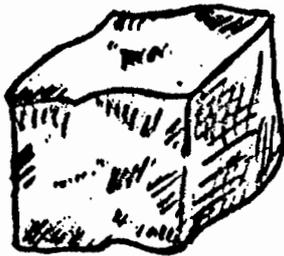
1. Faire des observations sur des éléments de la structure du sol, sur le champ.
2. Comparer les structures du sol aux différents horizons du profil.
3. Montrer l'effet de la traction des machines agricoles sur la structure du sol.
4. Comparer la structure d'un sol qui est en culture avec celle d'un sol non cultivé.

STRUCTURE D'UN AGREGAT

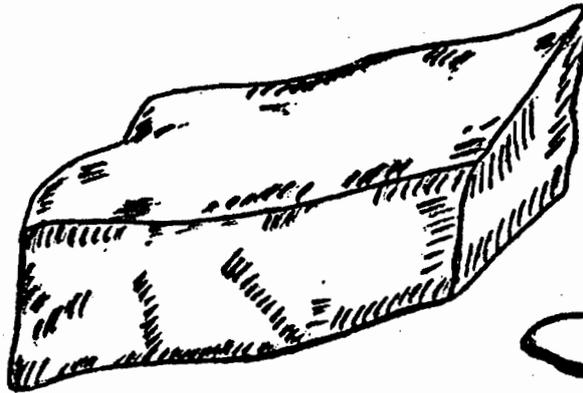


PARTICULES DU SOL SONT SOUDEES ENTRE EUX PAR LE COMPLEXE :

DIFFERENTS TYPES DE STRUCTURE



CUBIQUE



EN PLAQUETTES



LAMELLAIRE



PRISMATIQUE



COLUMNNAIRE



GRENUE



GRUMULEUSE



POLYEDRIQUE



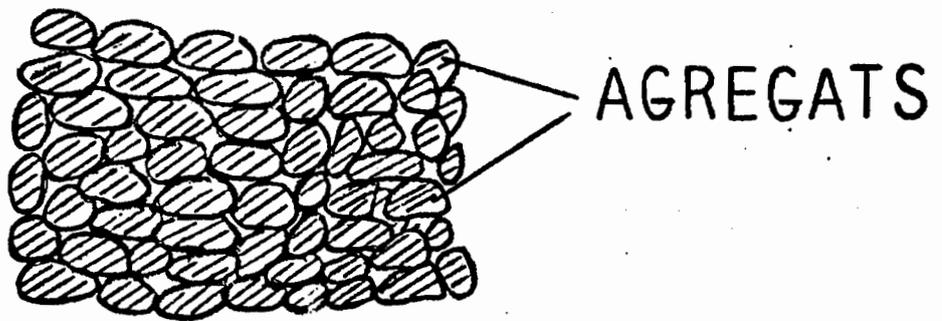
NUCIFORME



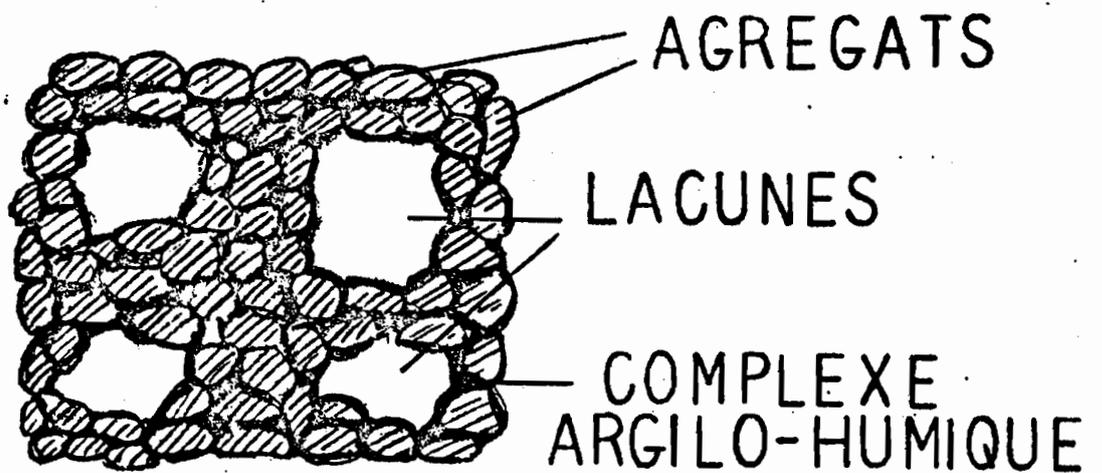
LES TYPES DE STRUCTURES

1. STRUCTURE PARTICULAIRE
2. STRUCTURE MASSIVE ou CONTINUE
3. STRUCTURE FRAGMENTAIRE
 - 3.1. FORMES ARRONDIES
 - GREVUE
 - NUCIFORME ou SUBANGULAIRE
 - 3.2. FORMES ANGULAIRES
 - POLYEDRIQUE
 - CUBIQUE
 - PRISMATIQUE
 - EN PLAQUETTE ou LAMELLAIRE
 - 3.3. FORMES INTERMEDIAIRES
 - GRUMELEUSE

ACTION DU COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE SUR LA STRUCTURE DU SOL



SOL TASSE, MAL AERE



SOL MEUBLE, BIEN AERE

UNITE 6

L'EAU DANS LE SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de donner des raisons pour lesquelles l'eau est importante pour l'agriculture ;
- de décrire les états principaux de l'eau dans le sol ;
- d'expliquer les mouvements de l'eau dans le sol ;
- de distinguer des valeurs caractéristiques de l'eau dans le sol ;
- d'expliquer comment l'eau d'un sol drainé est perdue ;
- de décrire les méthodes pour réduire des pertes en eau du sol.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Pourquoi l'eau est-elle importante pour l'agriculture ?
2. Quels sont les états principaux de l'eau dans le sol ?
3. Comment l'eau de pluie ou d'irrigation se déplace-t-elle dans le sol ?
4. Quelles sont les valeurs caractéristiques de l'eau du sol ?
5. Comment l'eau utile du sol est-elle perdue ?
6. Quelles sont les techniques culturales visant à l'économie d'eau du sol ?

III. DISCUSSION

1. Pourquoi l'eau est-elle importante pour l'agriculture ?

- L'eau est un constituant principal de la matière végétale.

- L'eau est essentielle pour la germination des semences, la croissance végétale, la floraison et la fructification.
- L'eau est un véhicule indispensable des éléments fertilisants dans l'alimentation de la plante.
- L'eau est souvent le facteur limitant des rendements, particulièrement au Mali.
- L'humanité risque de manquer d'eau avant de manquer de terres à cultiver.

* Il est donc nécessaire de mieux connaître les conditions de l'eau dans le sol, de savoir économiser l'eau en assurant une meilleure utilisation des quantités disponibles.

2. Quels sont les états principaux de l'eau dans le sol ?

En sol drainé, l'eau qu'il contient peut se trouver à différents états :

a. L'eau hygroscopique :

- formant une mince pellicule, autour des particules du sol ;
- retenue très énergiquement par le sol ;
- pas susceptible de circuler dans le sol ;
- pas absorbable par les racines.

b. L'eau capillaire non absorbable :

- remplissant les pores capillaires les plus fins du sol (diamètre inférieur à 0,2 micron) ;
- susceptible de circuler dans le sol ;
- retenue énergiquement par le sol ;
- pas absorbable par les racines.

c. L'eau capillaire absorbable :

- remplissant les pores fins compris entre les diamètres de 0,2 micron et ceux de 8 microns ;
- susceptible de mouvement dans tous les sens ;
- absorbable par les racines ;

- constituant la source essentielle de l'alimentation en eau des plantes, en saison sèche.

d. L'eau de gravité :

- remplissant les méats plus gros que les pores capillaires ;
- soumise à la loi de la pesanteur.

3. Comment l'eau de pluie ou d'irrigation se déplace-t-elle dans le sol ?

Plusieurs mouvements sont possibles et parfois simultanés :

a. Le ruissellement :

- L'eau suit une pente de gravité à la surface du sol : d'un point haut vers un point plus bas.
- Ce mouvement est toujours néfaste, et aboutit à l'érosion : l'eau creuse son passage en emportant la terre.

b. L'infiltration :

- L'eau pénètre dans le sol, en profondeur par gravité.
- Ce mouvement assure le drainage, mais provoque le lessivage.

c. La capillarité :

- L'eau est retenue par une force de succion dans les capillaires.
- La capillarité agit dans tous les sens.
- Elle répartit l'eau dans le sol et renouvelle la réserve à la disposition des racines.
- Elle favorise l'évaporation en surface par le mouvement ascendant.

d. L'absorption :

- L'eau est absorbée par les racines.

- La grande partie de l'eau absorbée est transpirée par les plantes.

e. L'évaporation :

- L'eau s'évapore en surface du sol.
- C'est la cause principale de la perte en eau disponible du sol.

4. Quelles sont les valeurs caractéristiques de l'eau du sol ?

a. La capacité en eau au point de saturation :

- C'est le maximum de volume d'eau que peut retenir un mètre cube (m^3) de sol dans tous ses canaux lacunaires.
- Quand tous les vides du sol sont remplis de l'eau, c'est l'état de saturation : le sol est saturé.

b. La capacité de rétention ou la capacité au champ :

- C'est la quantité d'eau retenue par un mètre cube (m^3) de sol, après égouttage de l'eau excédentaire en profondeur.
- Elle est généralement faible dans les sols très pauvres en argile.
- Elle augmente avec le taux d'éléments fins.
- Elle est d'autant plus élevée que les sols contiennent plus de matière organique.

c. La capacité au point de flétrissement :

- C'est la quantité d'eau qui correspond à la limite inférieure de l'eau capillaire absorbable par les racines.
- Lorsque cette limite est atteinte, la plante se fane rapidement ; d'où le terme : point de flétrissement.
- Le point de flétrissement varie essentiellement avec la texture du sol. La capacité en eau à ce point est plus élevée pour les sols argileux que pour les sols grossiers.

d. La capacité en eau utile aux plantes :

- C'est la différence entre la capacité au champ et la capacité au point de flétrissement.
- Elle est la capacité maxima de stockage par le sol d'eau utilisable par les plantes.

5. Comment l'eau utile du sol est-elle perdue ?

a. Evaporation en surface du sol : Celle-ci dépend des facteurs suivants :

- La température ambiante du sol
- L'échauffement de la surface du sol
- L'humidité de l'atmosphère
- L'action du vent
- La texture et la structure du sol
- La couverture végétale.

b. Transpiration par les plantes : Celle-ci dépend des facteurs suivants :

- La température de l'air
- La lumière du soleil
- L'humidité atmosphérique
- L'action du vent
- Les espèces de plantes
- L'état de la croissance végétale.

6. Quelles sont les techniques culturales visant à l'économie d'eau du sol ?

- a. Le binage
- b. Le paillage ou le mulching
- c. La destruction des mauvaises herbes
- d. Le brise-vent
- e. La technique de "culture sèche" ou "dry-land-farming".

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Planter des jeunes plants et faire germer des semences dans les pots contenant la terre mouillée ou la terre sèche pour démontrer l'importance de l'eau pour la vie végétale.
2. Faire observer l'influence de la texture du sol sur la vitesse d'infiltration en réalisant l'exercice suivant :
 - Remplir au $\frac{3}{4}$, deux éprouvettes de 100 ml, avec des échantillons de sol argileux et sableux.
 - Ajouter 50 ml d'eau de part et d'autre
 - Observer la vitesse d'infiltration, à la surface du sol.
3. Réaliser l'exercice suivant pour comparer la capacité en eau des sols de différentes textures :
 - Prendre différents échantillons de sol
 - Ajouter l'humus aux quelques échantillons
 - Disposer 100 ml de terre par échantillon sur papier filtre dans un entonnoir.
 - Verser 100 ml d'eau par échantillon
 - Recueillir l'eau excédentaire dans une éprouvette
 - Comparer les quantités d'eau retenue dans les échantillons du sol.

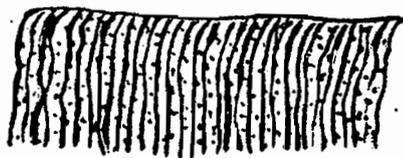
* L'eau retenue dans les sols = capacité en eau après ressuyage.
4. Sur le champ, faire observer le degré d'humidité du sol aux différentes profondeurs en discutant le mouvement capillaire ascendant de l'eau et ses implications pratiques.

ETATS DE L'EAU DANS LE SOL



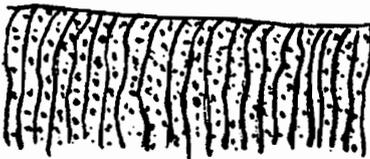
PARTICULE DE SOL EAU

EAU
HYGROSCOPIQUE



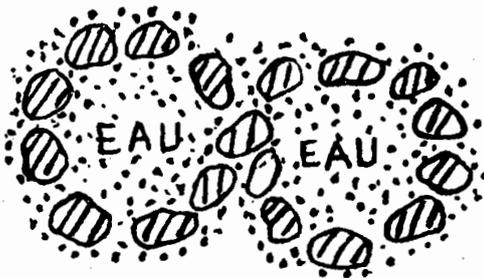
CAPILLAIRES < 0,2 MICRON

EAU CAPILLAIRE
NON ABSORBABLE



0,2 MICRON < CAPILLAIRES < 8 MICRONS

EAU CAPILLAIRE
ABSORBABLE

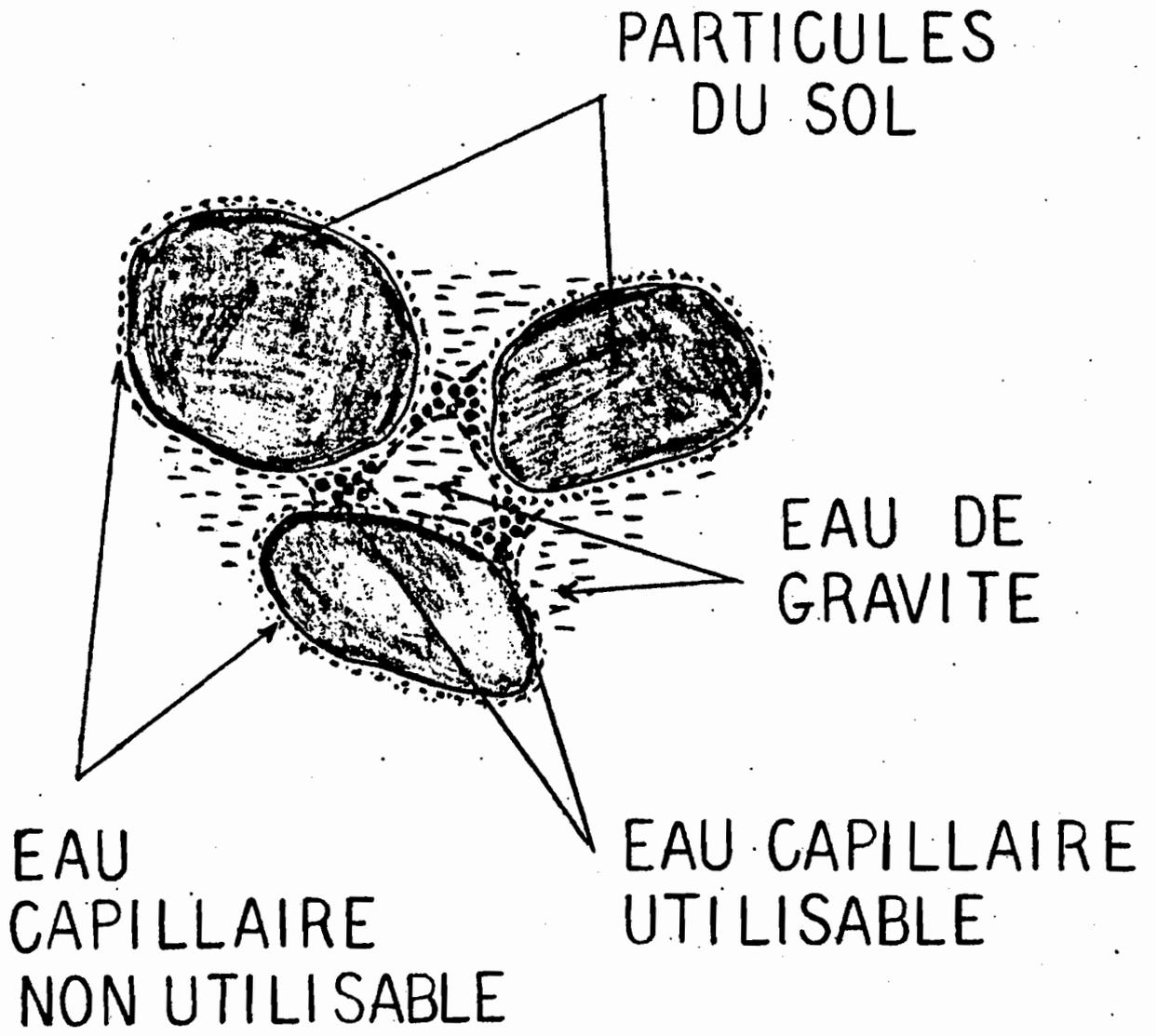


CAVITES GORGEES D'EAU

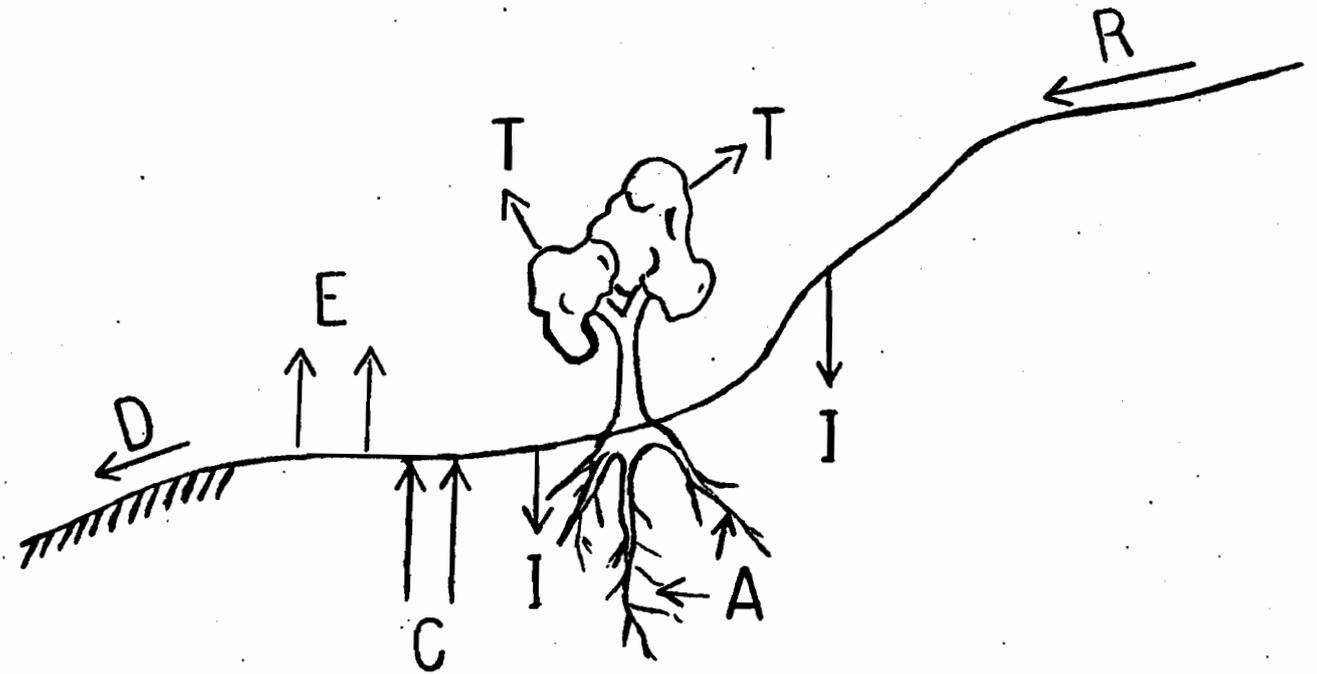
EAU DE GRAVITE

62

FIGURATION DES RESERVES D'EAU DANS LE SOL

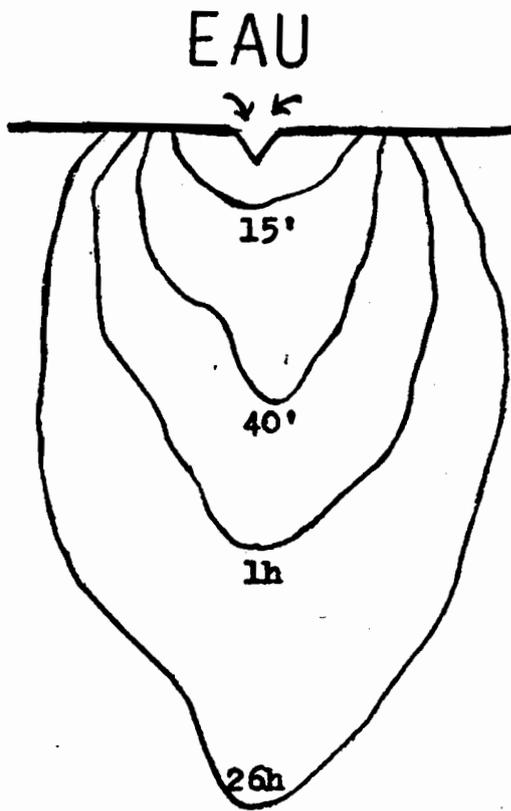


MOUVEMENT DE L'EAU DANS LE SOL

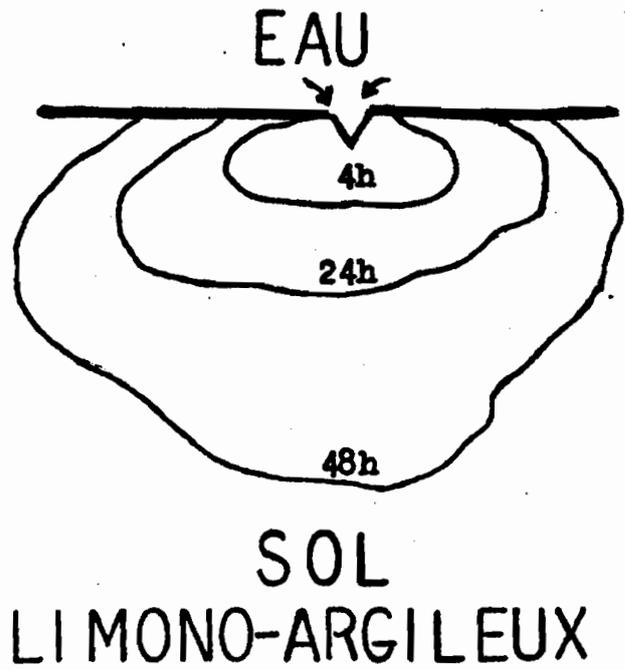


R = RUISSELLEMENT
 I = INFILTRATION
 C = CAPILLARITE
 A = ABSORPTION
 E = EVAPORATION
 T = TRANSPIRATION
 D = DRAINAGE

INFILTRATION DE L'EAU SELON LA TEXTURE DU SOL

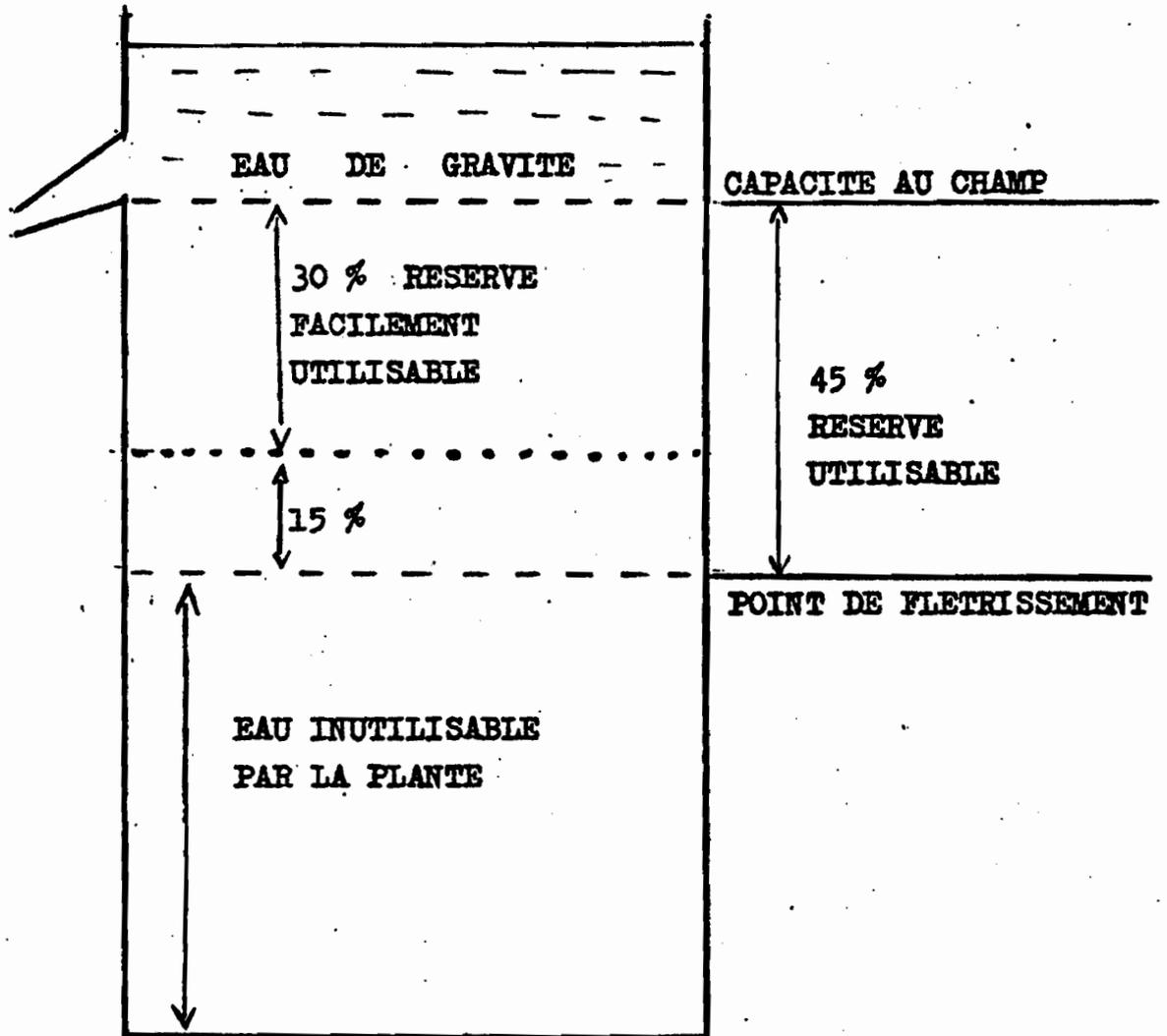


SOL SABLO-LIMONEUX



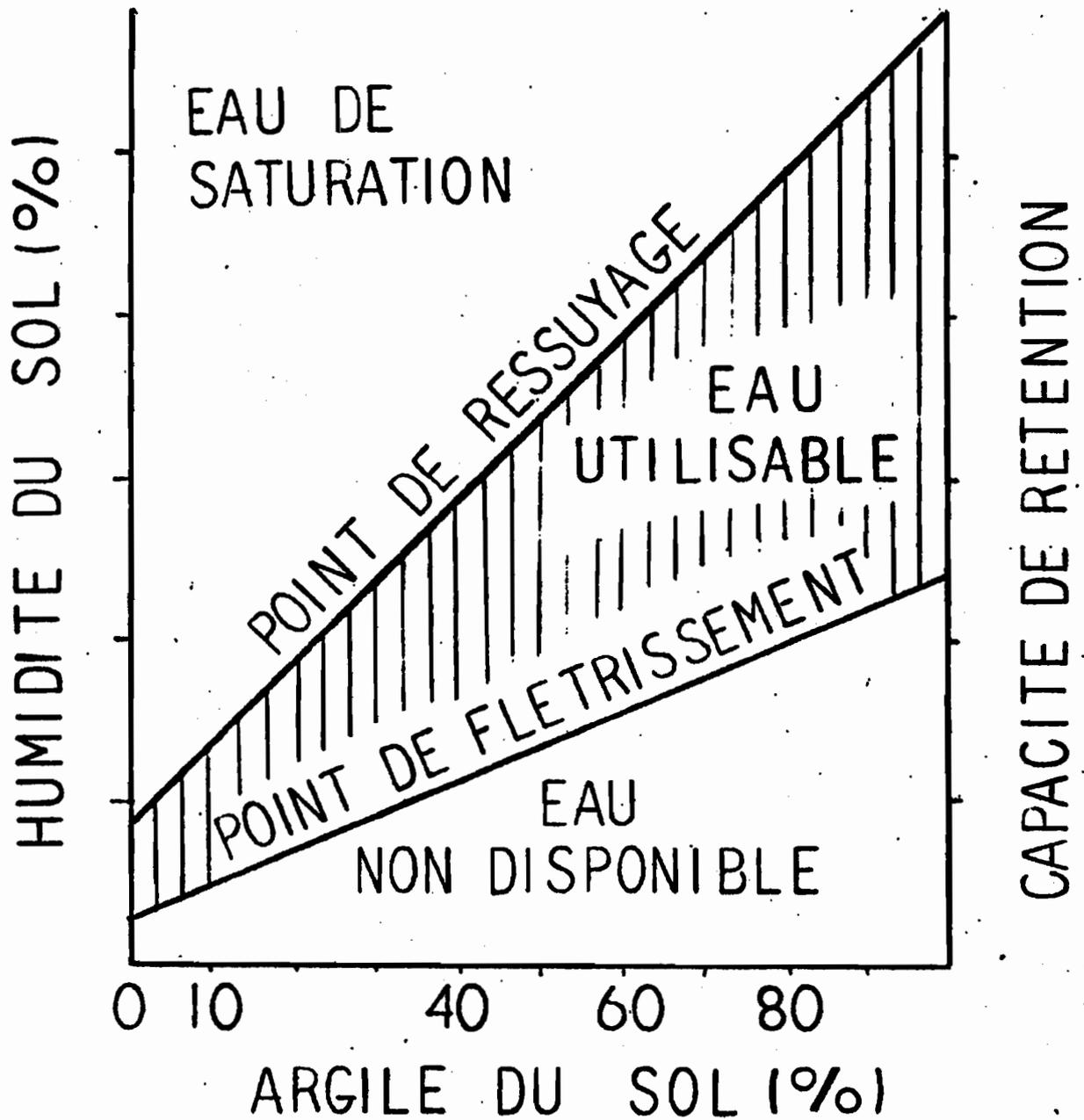
65

LE SOL : RESERVOIR D'EAU POUR LA PLANTE



66

EAU UTILISABLE PAR LA PLANTE SUIVANT LA TENEUR EN ARGILE DU SOL



UNITE 7

COMPOSITION CHIMIQUE, POUVOIR ADSORBANT ET POUVOIR D'ECHANGE DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de reconnaître les constituants chimiques du sol qui sont essentiels pour la vie des plantes et d'expliquer pourquoi ils sont essentiels ;
- de distinguer les formes principales sous lesquelles les constituants chimiques se trouvent dans le sol ;
- d'expliquer le phénomène du pouvoir adsorbant du sol et ses implications agronomiques ;
- d'expliquer le phénomène du pouvoir d'échange du complexe argilo-humique et ses implications agronomiques.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Qu'est-ce qu'un ion ? Un cation ? Un anion ?
2. Quels sont les principaux ions que l'on trouve dans la solution du sol ?
3. Quels sont les constituants chimiques du sol qui sont essentiels pour la vie végétale ? Pourquoi sont-ils essentiels ?
4. Sous quelles formes les constituants chimiques se trouvent-ils dans le sol ?
5. Qu'est-ce que le pouvoir adsorbant (absorbant) du sol ? Expliquer le phénomène.
6. Quelles implications agronomiques le pouvoir adsorbant du sol a-t-il ?
7. Qu'est-ce que le pouvoir d'échange du complexe argilo-humique ? Expliquer le phénomène et ses implications agronomiques.

III. DISCUSSION

1. Qu'est-ce qu'un ion ? Un cation ? Un anion ?

- Un sel minéral en dissolution dans l'eau du sol est généralement scindé en deux parties chargées d'électricité, qui sont appelées "ion".
- Le cation : L'ion possédant une ou plusieurs charges d'électricité positive, qui est attiré vers le pôle électrique négatif.
- L'anion : L'ion possédant une ou plusieurs charges d'électricité négative, qui est attiré vers le pôle électrique positif.
- Les corps de charge électrique contraire s'attirent ; ceux de charge similaire se repoussent.

Exemple :

- Le chlorure de potassium (ClK) est dissocié en 1 anion Cl^- et 1 cation K^+ .
- Le nitrate de chaux $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$ est dissocié en 2 anions NO_3^- et 1 cation Ca^{++} .

2. Quels sont les principaux ions que l'on trouve dans la solution du sol ?

CATIONS		ANIONS	
Ca^{++}	Calcium	PO_4^{---}	Phosphate
Mg^{++}	Magnésium	SO_4^{--}	Sulfate
K^+	Potassium	CO_3^{--}	Carbonate
NH_4^+	Ammonium	NO_3^-	Nitrate
Na^+	Sodium	Cl^-	Chlorure
H^+	Hydrogène		
Tous les Oligo-éléments			

3. Quels sont les constituants chimiques du sol qui sont essentiels pour la vie des plantes ? Pourquoi sont-ils essentiels ?

AZOTE (N) :

- Indispensable à la croissance de la plante
- Il assure une végétation rapide
- Il donne à la plante la couleur verte
- Il améliore la qualité des feuilles
- Il tend à accroître la teneur en protéines de toutes les cultures.

PHOSPHORE (P) :

- Indispensable à la croissance de la plante
- Il stimule une croissance rapide, la formation des racines
- Il hâte la maturité
- Il favorise la production des semences
- Il contribue à la robustesse générale de la plante.

POTASSIUM (K) :

- Il joue un grand rôle dans les divers phénomènes de transformation chimique dont la plante est le siège.
- Il favorise la production des amidons et des sucres par la plante, la migration de ces substances et leur accumulation dans certains organes de réserves.
- Il diminue la transpiration de la plante et de ce fait il permet une économie d'eau dans les tissus.
- Il accroît la résistance des végétaux aux maladies et autres conditions défavorables.

CALCIUM (Ca) :

- Indispensable à la santé des parois cellulaires
- Il facilite le développement du système racinaire
- Il contribue au déplacement des hydrates de carbone dans la plante.
- Il influence plusieurs propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

MAGNESIUM (Mg) :

- Élément constitutif essentiel de la chlorophylle
- Il facilite le déplacement de l'amidon dans la plante
- Indispensable à la formation des graisses et des huiles
- Il contribue au déplacement et à l'absorption du phosphore par les plantes.

SOUFRE (S) :

- Un élément constitutif essentiel de la plupart des protéines
- Il facilite la synthèse des huiles.

OLIGO-ELEMENTS

- Ce sont des éléments minéraux qui sont nécessaires en petites quantités pour le développement normal de la plante.
- Ils sont des constituants essentiels des enzymes, catalyseurs indispensables des réactions chimiques de transformation dans la plante.
- Les plus importants sont : BORE (B) ; CUIVRE (Cu) ; FER (Fe) ; MANGANESE (Mn) ; MOLYBDENE (Mo) ; ZINC (Zn) ; CHLORE (Cl).
- L'absorption de ces oligo-éléments en quantités insuffisantes provoque chez la plante des troubles de la nutrition, accompagnés de manifestations pathologiques appelées maladies de carence.

4. Sous quelles formes les constituants chimiques se trouvent-ils dans le sol ?

a. Éléments dissous dans la solution du sol :

- Ce sont les sels solubles (bicarbonate de calcium, nitrate de chaux...).
- Ils sont les plus disponibles pour les plantes.

b. Éléments adsorbés sous forme échangeable :

- Une importante réserve de cations (Ca^{++} , K^+) ou d'anions (PO_4^{---}) est fixée par les colloïdes du sol (complexe adsorbant).

- Les cations sont retenus par l'argile, par l'humus et par le complexe argilo-humique, et libérés progressivement, grâce à un phénomène d'échange d'ions dans les solutions du sol.

c. Eléments adsorbés sous forme non échangeable ou fixés :

- Certains cations (Fe^{+++}) sont normalement adsorbés par l'argile sous forme non ou peu échangeable ou fixés très énergiquement par les colloïdes.
- Leur absorption par les plantes n'est pas possible.

d. Eléments engagés dans des combinaisons complexes :

- Certains éléments sont contenus dans les minéraux inaltérés totalement insolubles (Exemple : le calcium, le magnésium, le potassium dans les feldspaths, les amphiboles, les pyroxènes...).
- Ils sont inassimilables.

5. Qu'est-ce que le pouvoir adsorbant (absorbant) du sol ? Expliquer le phénomène.

- Le pouvoir adsorbant d'un sol est sa capacité de fixer ou retenir énergiquement, à sa surface, certains constituants chimiques.
- Cette fixation superficielle est effectuée généralement par l'attraction des cations qui possèdent une charge d'électricité positive aux colloïdes de charge négative (l'argile, l'humus, le complexe argilo-humique).
- Parmi les cations fixés, c'est l'hydrogène qui est le plus énergiquement retenu ; viennent ensuite les oligo-éléments, le calcium, le magnésium, l'ammonium, le potassium et enfin le sodium, mal retenu.
- Dans la plupart des sols, Ca^{++} constitue la plus grande partie des cations fixés, avec un peu de Mg^{++} , K^+ , Na^+ et NH_4^+ .

12

- Aucun anion n'est fixé, exception faite de l'anion PO_4^- (phosphate) qui bénéficie d'un pont formé par les cations Ca^{++} (calcium).
- La fixation de l'hydrogène est nuisible dans le sol parce qu'il s'agit d'un élément acidifiant et qu'en outre, il prend la place des bases utiles comme le Ca, K, P, Mg.

6. Quelles implications agronomiques le pouvoir adsorbant du sol a-t-il ?

- Par son pouvoir adsorbant, le sol peut retenir certains éléments minéraux solubles qui seraient normalement entraînés par les eaux d'infiltration.
- Un bon sol doit contenir beaucoup de complexes argilo-humiques et d'être suffisamment riche en calcium, d'où la nécessité de l'apport de fumures et d'amendements organiques et calcaires.
- Les engrais potassiques apportent au sol le cation K^+ qui, fixé par le complexe, n'est pas entraîné par l'eau et ne diffuse que faiblement. Il faudra mettre ces engrais à proximité des racines.
- Il en est de même des engrais phosphatés apportant l'anion PO_4^- fixé par le complexe.
- Les engrais azotés apportent l'azote soit sous la forme du cation NH_4^+ (ammonium) qui est fixé par le complexe, soit sous la forme de l'anion NO_3^- (nitrate) qui n'est pas retenu par le complexe et peut migrer librement dans le sol avant d'être absorbé par la plante.

7. Qu'est-ce que le pouvoir d'échange du complexe argilo-humique ? Expliquer le phénomène.

a. Qu'est-ce que le pouvoir d'échange du complexe argilo-humique du sol ?

- C'est la propriété du complexe argilo-humique d'échanger les constituants chimiques qu'il a fixé avec ceux qui sont présents dans la solution du sol.

- Si la solution du sol est très riche en éléments chimiques (cations ou bases), le complexe les fixe et les retient. Si à l'inverse, la solution s'appauvrit, le complexe restitue à celle-ci progressivement sa réserve.
- Grâce à ce phénomène, les éléments qui peuvent être apportés par les engrais sont stockés et remis à la disposition des plantes au fur et à mesure des besoins.

b. Comment les éléments sont-ils échangés ?

- Le phénomène d'échange des éléments ne peut se faire que grâce au calcium.
- Le calcium chasse l'hydrogène fixé fortement sur le complexe pour prendre sa place. Par la suite, il peut céder la place aux bases K, Mg, etc...
- La fixation d'un élément par le complexe est toujours accompagnée par le passage dans la solution avoisinante d'un élément provenant du complexe, généralement du calcium.
- L'échange d'éléments entre le complexe et la solution du sol tend vers un équilibre.

c. Que faut-il pour que le pouvoir d'échange joue au maximum ?

- Un bon complexe argilo-humique
- Une quantité de calcium suffisante
- Des constituants sous forme assez soluble.

d. Quelles sont les implications agronomiques du pouvoir d'échange ?

- Le pouvoir d'échange est un véritable stabilisateur qui compense excès et déficits d'éléments dans le sol.
- Il faut améliorer le pouvoir d'échange par l'apport de fumures et d'amendements organiques et calcaires.

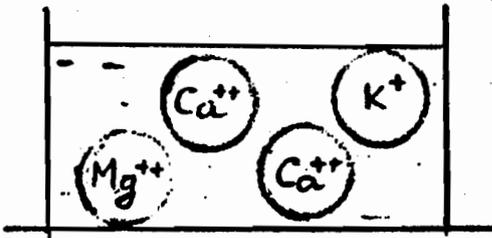
IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Montrer aux élèves des photos qui illustrent les symptômes de carences en minéraux sur les plantes en discutant les rôles que les éléments jouent dans l'alimentation des plantes.
2. De même intention, projeter les diapositives ou les films concernant les maladies de carence des plantes.
3. Faire une démonstration pour mettre en évidence du pouvoir adsorbant.
 - Disposer 100 ml de terre sur papier filtre dans un entonnoir.
 - Verser 100 ml de purin après avoir fait noter sa couleur et son odeur.
 - Recueillir le filtrate dans une vase de verre.
 - Faire observer que le filtrate est un liquide incolore et inodore.
 - Conclusion : La terre a donc retenu les éléments solubles du purin, particulièrement l'ammoniaque qui donne l'odeur caractéristique au purin.

**FORMES SOUS LESQUELLES LES ELEMENTS
NUTRITIFS SONT ABSORBES PAR LES
RACINES DE LA PLANTE**

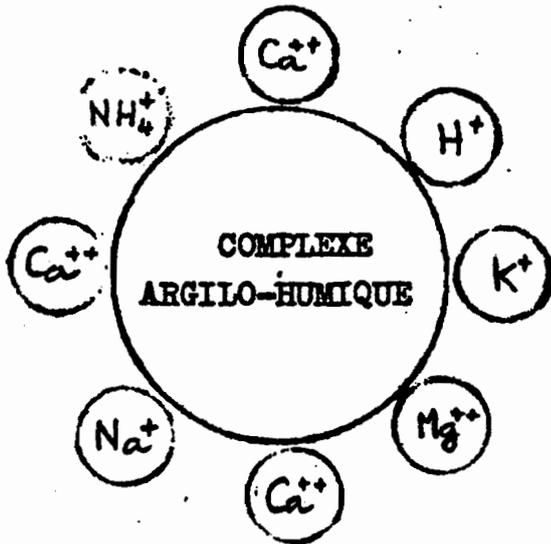
ELEMENT		FORMES, SOUS LESQUELLES IL EST ABSORBE PAR LA PLANTE
N	AZOTE	NO_3^- NH_4^+
P	PHOSPHORE	H_2PO_4^- HPO_4^{--} PO_4^{---}
K	POTASSIUM	K^+
Ca	CALCIUM	Ca^{++}
Mg	MAGNESIUM	Mg^{++}
S	SOUFRE	SO_4^{--}
Fe	FER	Fe^{++} Fe^{+++}
Mn	MANGANESE	Mn^{++}
Cu	CUIVRE	Cu^{++}
Zn	ZINC	Zn^{++}
B	BORE	$\text{B}_4\text{O}_7^{--}$ H_2BO_3^- BO_3^{--}
Mo	MOLYBDENE	MoO_4^{--}
Cl	CHLORURE	Cl^-

FORMES DES CONSTITUANTS CHIMIQUES DANS LE SOL



SOLUTION

1. ELEMENTS DISSOUS DANS LA SOLUTION DU SOL



2. ELEMENTS ADSORBES SOUS FORME ECHANGEABLE



CATIONS (K^+ , Fe^{+++})

3. ELEMENTS ADSORBES SOUS FORME NON ECHANGEABLE OU FIXES



4. ELEMENTS ENGAGES DANS DES COMBINAISONS COMPLEXES

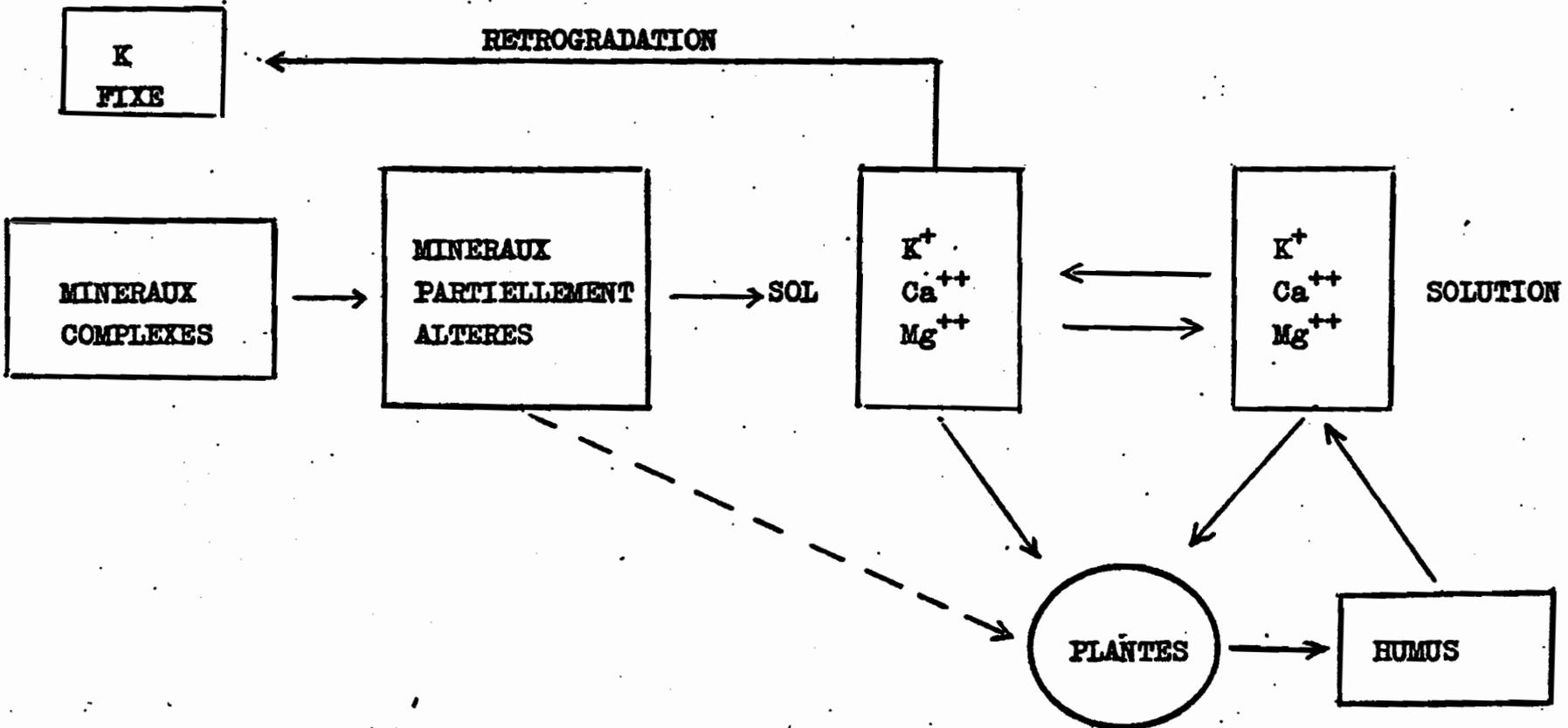
87

PASSAGE DES ELEMENTS D'UNE FORME A L'AUTRE

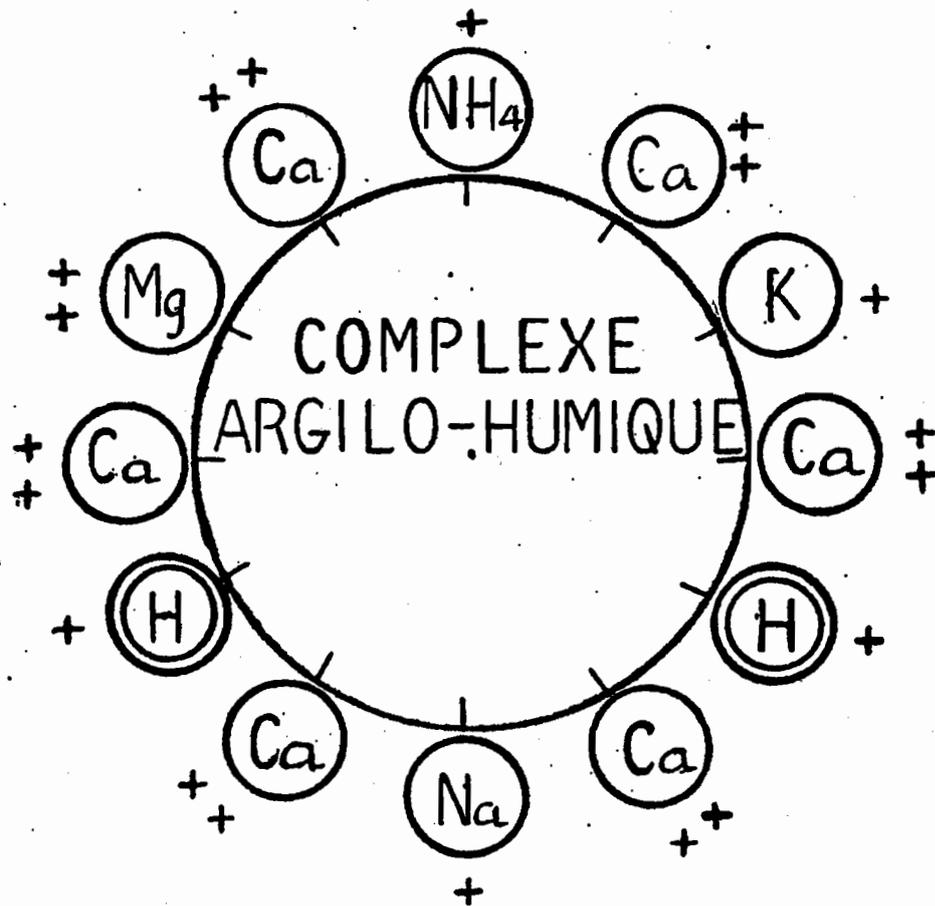
FORME INSOLUBLE

FORME ECHANGEABLE

FORME SOLUBLE

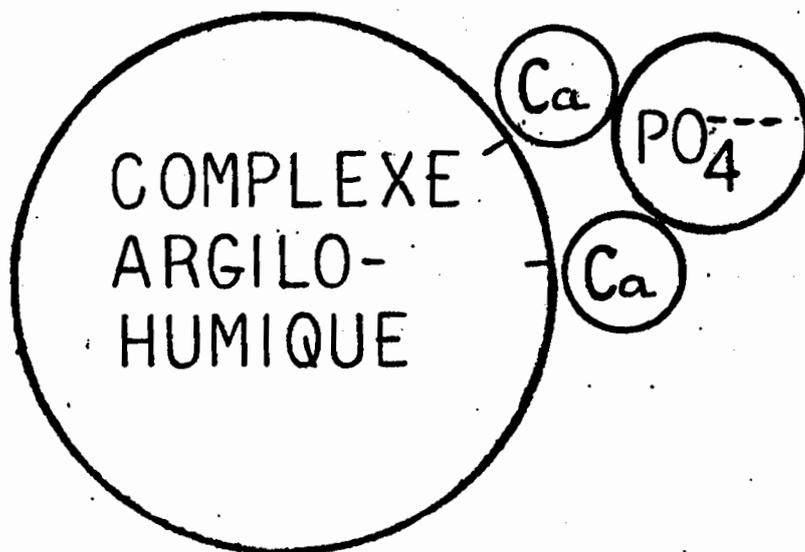


SCHEMA REPRESENTANT LA FIXATION
DES CATIONS SUR LE COMPLEXE
ARGILO-HUMIQUE



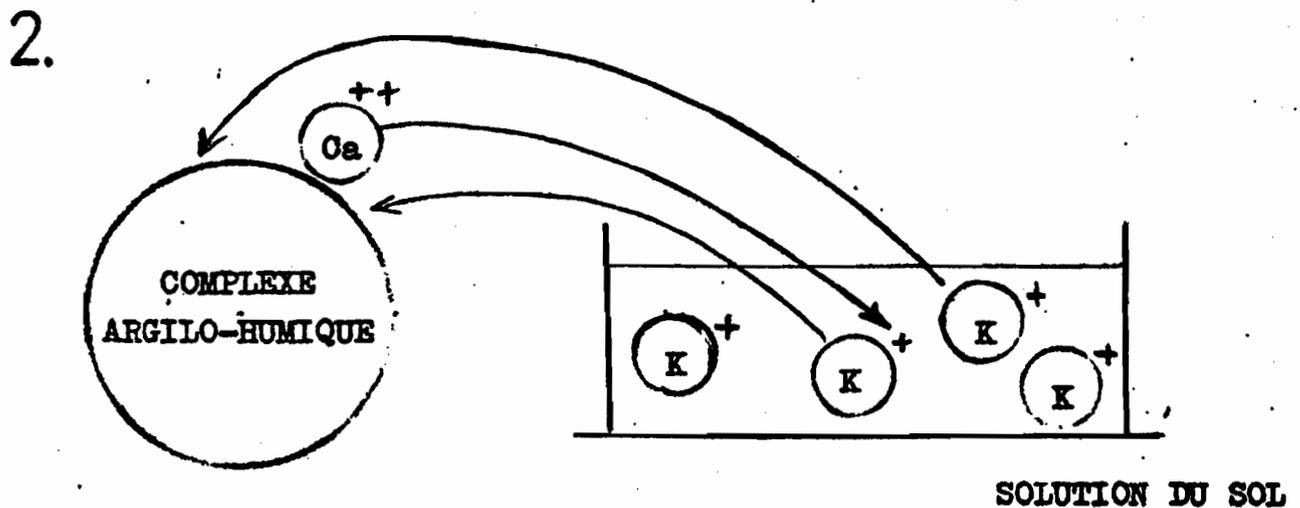
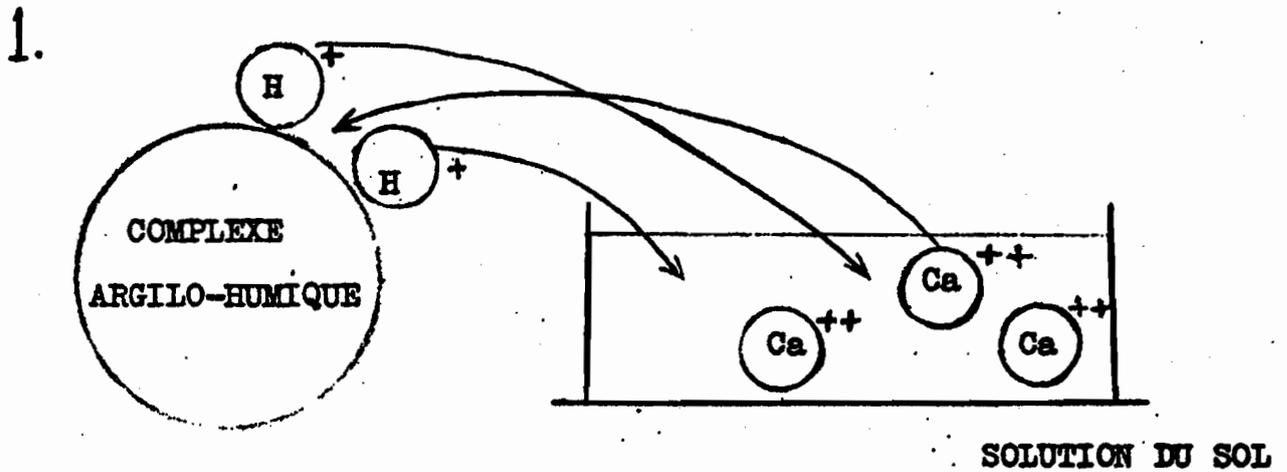
LES CATIONS POSSEDANT LA CHARGE
POSITIVE SONT ATTIREES PAR LE
COMPLEXE DE CHARGE NEGATIVE

FIXATION DE L'ANION DE PHOSPHATE



L'ANION PO₄³⁻ EST FIXE GRACE A UN
PONT FORME PAR LES CATIONS Ca²⁺

PHENOMENE D'ECHANGE ENTRE LES CATIONS DU SOL



1. Ca^{++} DU SOLUTION REMPLACE H^+ SUR LE COMPLEXE .

2. K^+ DU SOLUTION REMPLACE Ca^{++} SUR LE COMPLEXE

UNITE 8

REACTION CHIMIQUE DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- d'expliquer la notion de réaction chimique (pH) du sol ;
- de donner des raisons pour lesquelles le pH du sol est important en agriculture ;
- d'expliquer la relation entre les ions d'hydrogène (H^+) adsorbés sur le complexe argilo-humique et le pH du sol ;
- de classer les sols cultivés suivant leur pH ;
- de mesurer le pH du sol par la méthode colorimétrique
- de décrire la valeur agricole du pH ;
- d'expliquer la notion de pouvoir-tampon du sol ;
- de décrire comment le pH du sol peut être modifié.

II. QUESTION D'ETUDE

1. Qu'est-ce que la réaction chimique d'un sol ? Le pH d'un sol ?
2. Pourquoi le pH est-il important en agriculture ?
3. Quel facteur détermine la réaction du sol ?
4. Comment classe-t-on les sols cultivés suivant leur pH ?
5. Comment mesure-t-on le pH du sol ?
6. Quelle est la valeur agricole du pH ?
7. Qu'est-ce que le pouvoir-tampon du sol ?
8. Comment peut-on modifier le pH d'un sol ?

III. DISCUSSION

1. Qu'est-ce que la réaction chimique d'un sol ? Le pH d'un sol ?

- La réaction chimique est le degré d'acidité ou d'alcalinité d'un sol.
- Le pH (potentiel d'hydrogène) est une mesure qui permet de déterminer l'acidité ou l'alcalinité d'un sol.
- La valeur du pH de 0 à 14 :
 - pH inférieur à 7 : réaction acide
 - pH égal à 7 : réaction neutre
 - pH supérieur à 7 : réaction alcaline ou basique.

2. Pourquoi le pH est-il important en agriculture ?

Le pH influence ou règle :

- le développement des plantes ;
- l'activité microbienne dans le sol ;
- l'état physique des sols ;
- l'assimilabilité des éléments fertilisants ;
- l'emploi des amendements et des engrais.

3. Quel facteur détermine la réaction du sol ?

La quantité relative des ions d'hydrogène (H^+) adsorbés sur le complexe argilo-humique détermine la réaction du sol.

- Sol acide : il y a sur le complexe plus d'ions H^+ que de cations minéraux (pH inférieur à 7).
- Sol neutre : il y a sur le complexe autant d'ions H^+ que de cations minéraux (pH égal à 7).
- Sol basique ou alcalin : il y a sur le complexe moins d'ions H^+ que de cations minéraux (pH supérieur à 7).

4. Comment classe-t-on les sols cultivés suivant leur pH ?

Pratiquement, dans les sols cultivés, le pH varie entre 4 et 9 :

<u>pH</u>	<u>Sol</u>
4 à 4,5	très fortement acide
4,5 à 5,5	fortement acide
5,5 à 6,5	acide
6,5 à 6,8	légèrement acide
6,8 à 7,2	pratiquement acide
7,2 à 7,5	légèrement alcalin
7,5 à 8,5	alcalin
8,5 à 9	fortement alcalin

5. Comment mesure-t-on le pH du sol ?

a. La méthode colorimétrique : peu précis.

- Au moyen d'un papier ou d'un réactif indicateur coloré dont la couleur varie selon le degré d'acidité.

b. La méthode électrométrique : plus précis.

- Au moyen d'un pH-mètre, appareil mesurant la concentration des ions H^+ dans une solution.

6. Qu'elle est la valeur agricole du pH ?

a. Le développement des plantes :

- En général, les plantes cultivées préfèrent un sol légèrement acide, neutre ou légèrement alcalin (toutes les légumineuses).

- Les graminées peuvent supporter un sol acide.

b. L'activité microbienne des sols :

- La plupart des bactéries utiles du sol exigent un pH neutre ou légèrement alcalin.

- Lorsque le pH descend en-dessous de 6, l'activité des bactéries est fortement réduite.

c. L'état physique des sols :

- Une acidité marquée du sol est généralement l'indice de propriétés physiques désavantageuses (instabilité de la structure).
- Une alcalinité trop élevée est également le signe d'une mauvaise structure.

d. L'assimilabilité des éléments fertilisants :

- Le pH influence considérablement la disponibilité et l'assimilabilité des éléments fertilisants.

e. L'emploi des amendements et des engrais :

- Le pH règle l'emploi de certains engrais ou amendements dû à leur influence sur l'acidité des sols.
- On distingue des engrais acidifiants, alcalinisants et sans action.

7. Qu'est-ce que le pouvoir tampon du sol ?

- C'est la faculté d'un sol de résister aux variations de son pH.
- Le sol le mieux tamponné est le plus riche en colloïdes argilo-humique.
- Un sol peu tamponné (sol sableux), s'il est acide, se neutralisera plus aisément qu'un sol très tamponné (sol argileux).

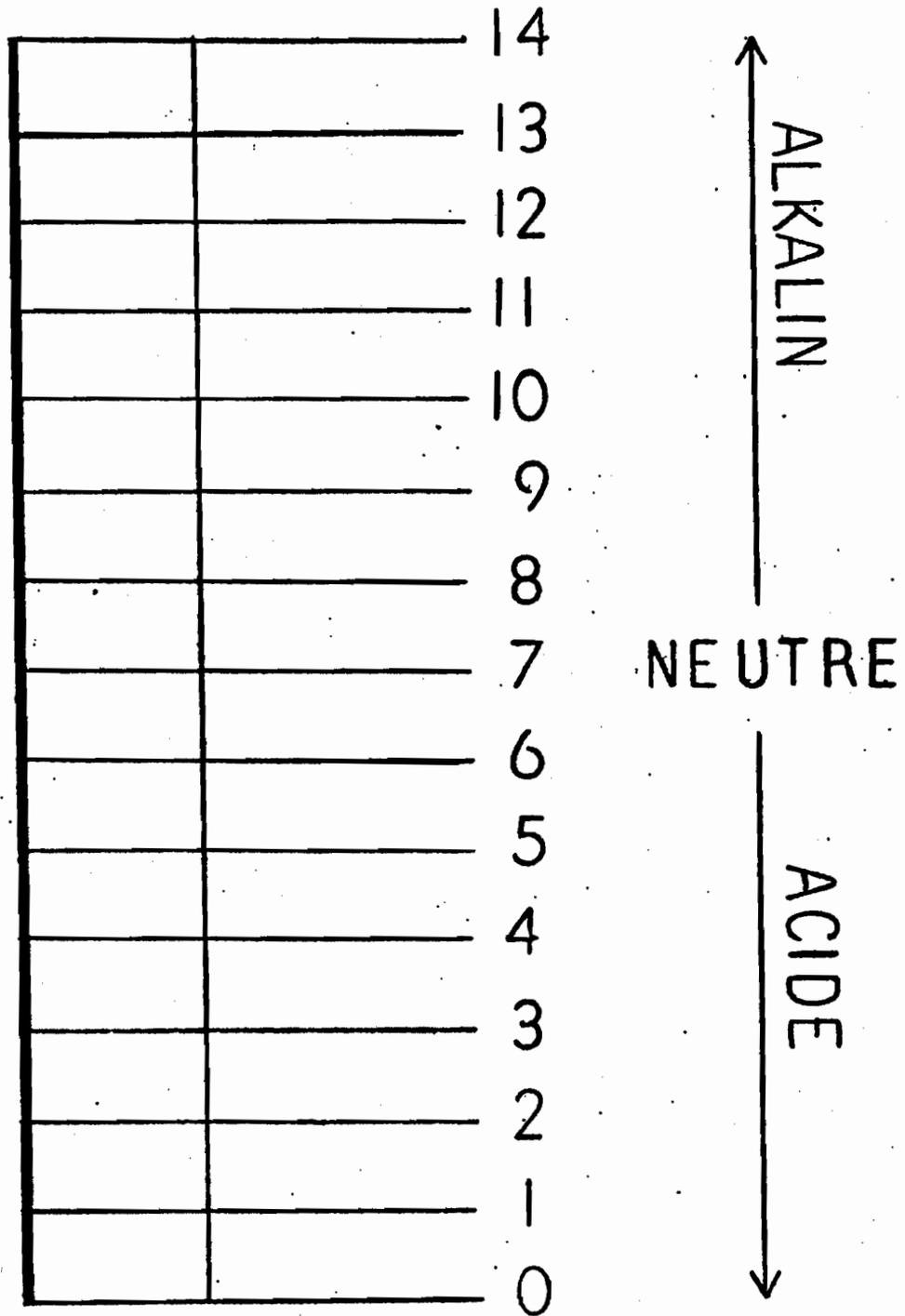
8. Comment peut-on modifier le pH d'un sol ?

- Pour augmenter le pH : apport des amendements ou engrais alcalinisants (particulièrement de chaux).
- Pour abaisser le pH : apport des amendements ou engrais acidifiants.

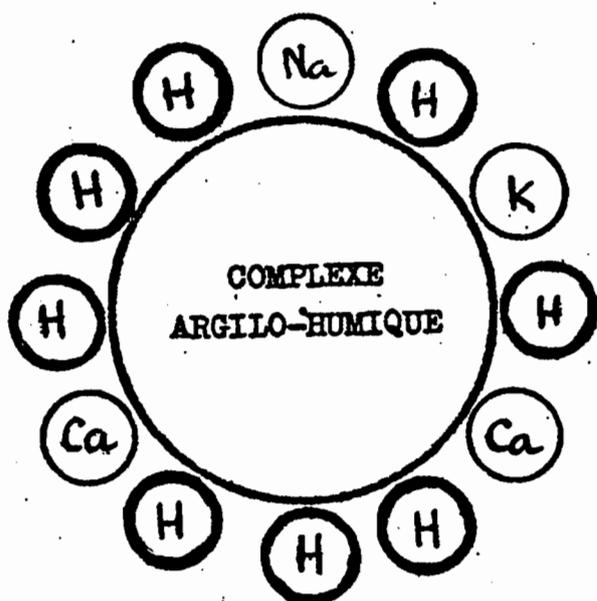
IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Faire pratiquer la mesure du pH au moyen d'un papier indicateur ou des réactifs indicateurs.
2. Planter des jeunes plants de haricots (niébé, haricot bobby etc...) dans les pots contenant de la terre de différents pH pour montrer l'influence du pH sur le développement végétal.

ECHELLE DE pH

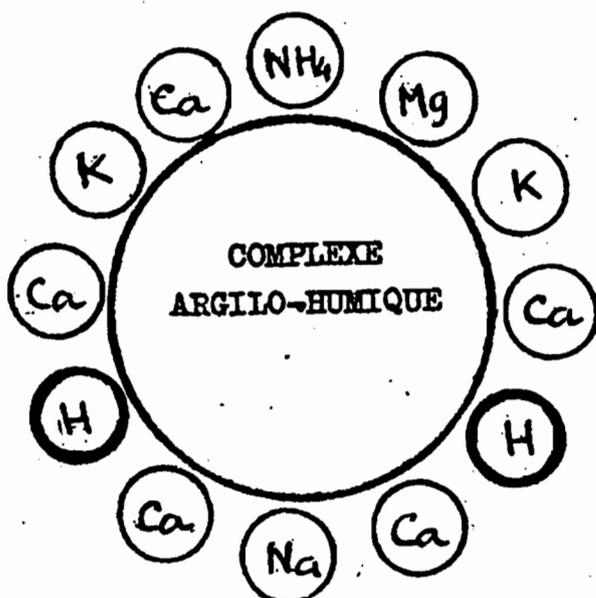


RELATION ENTRE LES IONS H^+ ADSORBES ET LE pH DU SOL



pH FAIBLE: ACIDE

LE COMPLEXE RETIENT PLUS D'IONS HYDROGENE QUE DE CATIONS MINERAUX



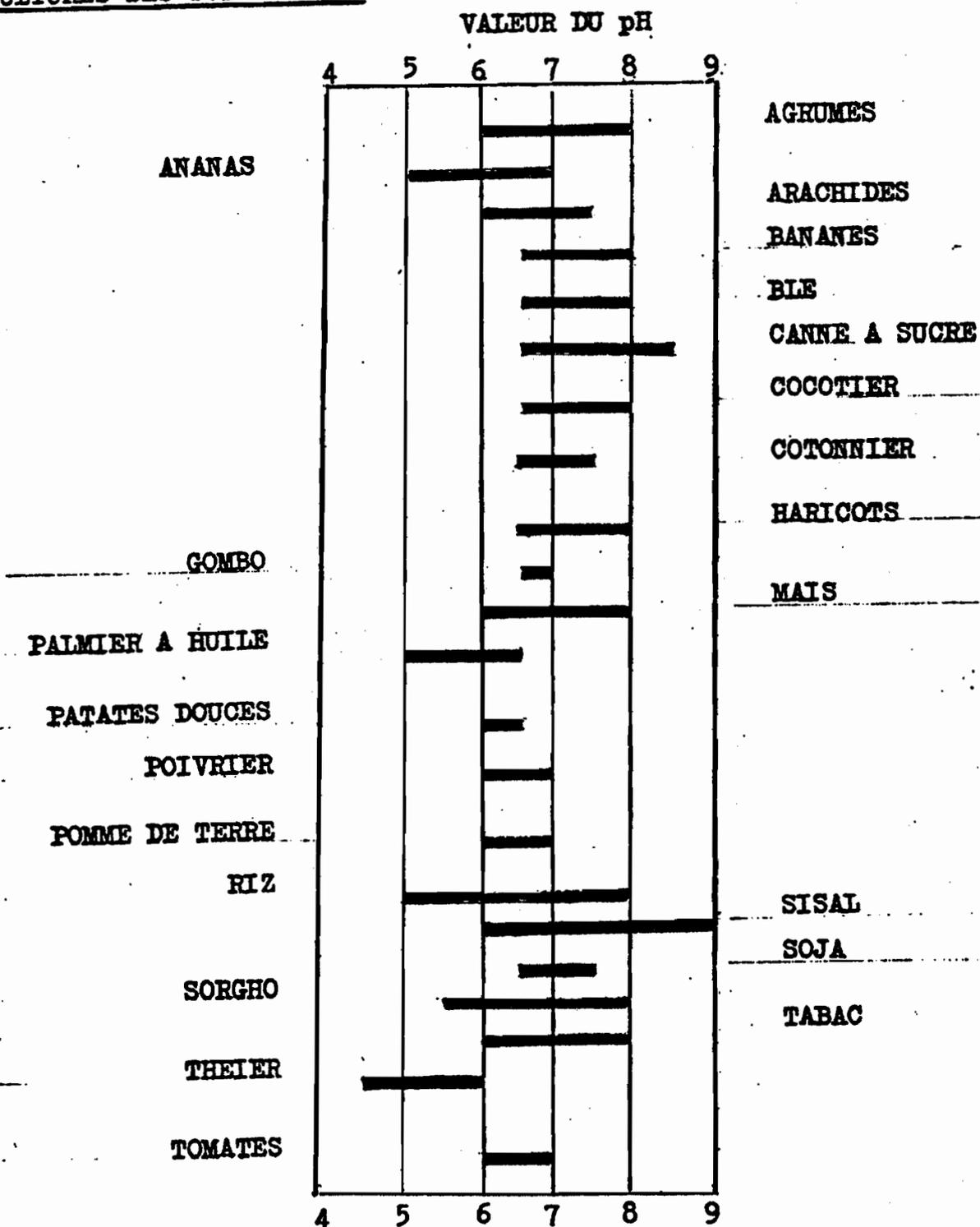
pH ELEVE: ALKALIN

LE COMPLEXE RETIENT PLUS DE CATIONS MINERAUX QUE D'IONS HYDROGENE

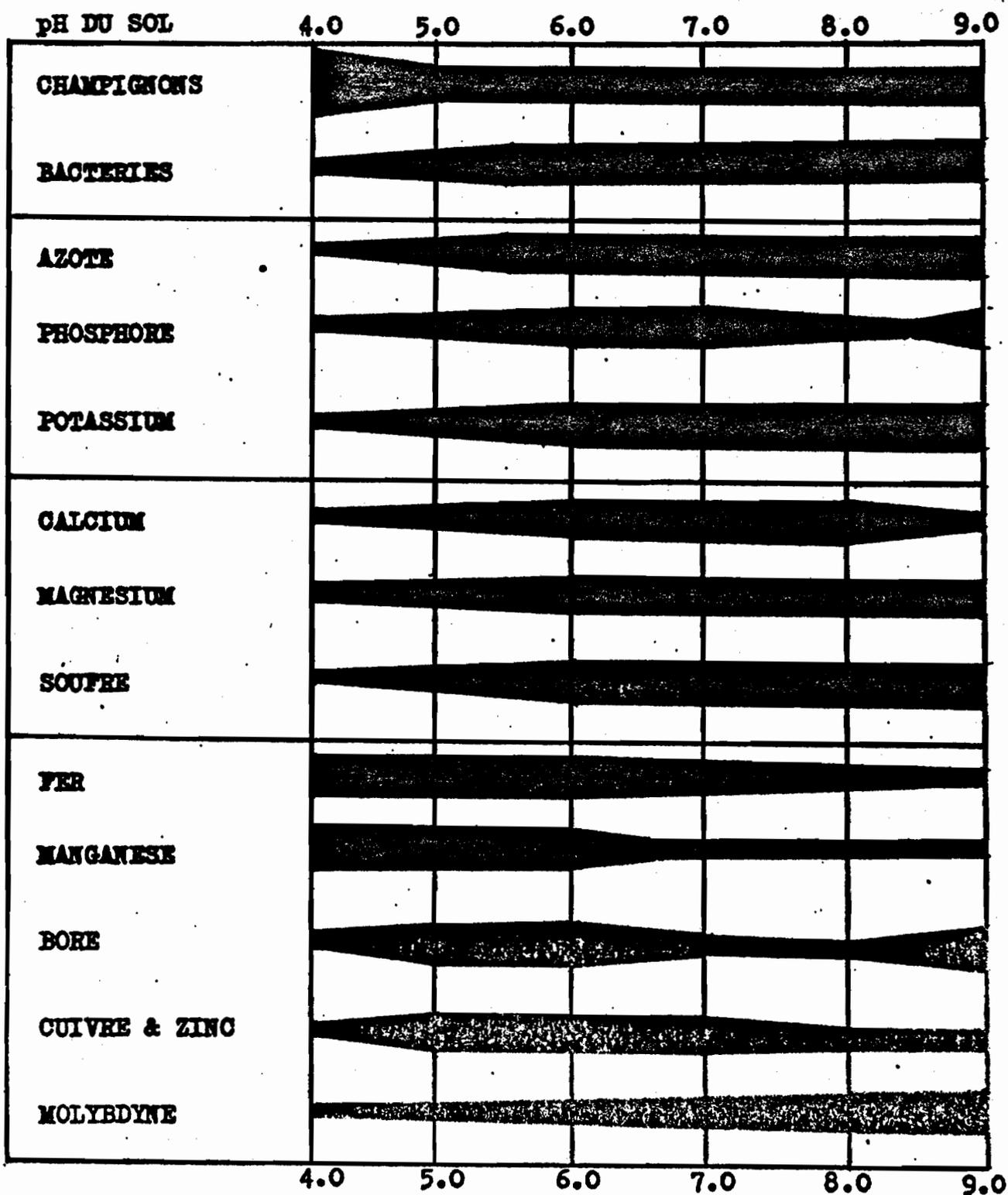
ADAPTATION DES CULTURES AU pH DU SOL

CULTURES DES SOLS ACIDES

CULTURES DES SOLS ALCALINS



**INFLUENCE DU pH SUR
L'ACTIVITE MICROBIENNE ET SUR
LA DISPONIBILITE DES ELEMENTS**



LES ENGRAIS ET AMENDEMENTS

ACIDIFIANTS	ALCALINISANTS	SANS ACTION
- SULFATE D'AMMONIAQUE - CHLORURE D'AMMONIAQUE - NITRATE D'AMMONIAQUE - PHOSPHATE D'AMMONIAQUE - SOUFRE - URÉE	- CHAUX - NITRATE DE CHAUX - NITRATE DE SOUDE - CYANAMIDE - PHOSPHATES NATURELS POURVUS EN CALCIUM	- SELS POTASSIQUES - SUPERPHOSPHATES

UNITE 9

ANALYSE DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de connaître l'objectif de l'analyse du sol ;
- d'utiliser des renseignements contenus dans le bulletin d'analyse du sol ;
- de prélever correctement des échantillons de terres pour les envoyer au laboratoire.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Quel est l'objectif de l'analyse du sol ?
2. Est-ce que les analyses du sol sont complètes ?
3. Quels renseignements peut-on ordinairement trouver dans le bulletin d'analyse du sol ?
4. Quelles améliorations peuvent-êtré déduites du bulletin d'analyse du sol ?
5. Comment peut-on prélever correctement des échantillons de terre qui seront analysés au laboratoire.

III. DISCUSSION

1. Quel est l'objectif de l'analyse du sol ?
 - La détermination des propriétés physiques et chimiques actuelles du sol.
 - La déduction des améliorations pour maintenir ou augmenter la fertilité du sol.

2. Est-ce que les analyses du sol sont complètes ?

- Les analyses du sol ne sont pas toujours complètes à cause des réactions complexes du milieu.
- Pour obtenir des renseignements plus précis, on doit en outre effectuer des analyses foliaires et des essais de fumures directement sur les cultures.

3. Quels renseignements peut-on ordinairement trouver dans le bulletin d'analyse du sol ?

- Granulométrie (Texture)
- Pourcentage des matières organiques
- Acidité (pH)
- Quantité d'éléments nutritifs (N, P, K, Ca...)
- Pouvoir d'échange
- Humidité du sol.

4. Quelles améliorations peuvent être déduites du bulletin d'analyse ?

- Ce sont les améliorations visant les propriétés physiques et chimiques du sol.
- Les améliorations sont apportées par les amendements :
 - Amendements physiques (chaux) visant la texture et l'acidité.
 - Amendements organiques (l'humus) visant la structure, le complexe argilo-humique, le pouvoir d'échange.
 - Amendements chimiques (engrais) visant les quantités des éléments nutritifs solubles, principalement N, P, K.

5. Comment peut-on prélever correctement des échantillons de terre qui seront analysés au laboratoire ?

a. Règles fondamentales :

- L'échantillon prélevé doit être représentatif.

- L'échantillon doit être prélevé en fonction du problème étudié (par exemple : pour l'étude de la fertilité, il faut prélever un échantillon jusqu'à la profondeur labourée).
- Il faut prendre des échantillons composites pour l'étude de la fertilité. Il faut prélever de 10 à 30 endroits différents afin d'obtenir un échantillon composite.
- Il faut prélever l'échantillon à un moment quelconque sauf lorsque le sol est excessivement mouillé.
- Il y a lieu de dessiner une carte représentant la région étudiée et l'emplacement des divers sondages qui constituent chaque échantillon composite.
- Les échantillons doivent être marqués lisiblement, et chacun d'eux doit être accompagné d'une fiche de renseignement, indiquant l'épaisseur sur laquelle l'échantillon a été prélevé, l'état des cultures, les antécédents culturaux, les cultures futures, les fumures pratiquées et d'autres données importantes.
- Les échantillons prélevés doivent être expédiés le plus rapidement possible au laboratoire.

b. Outils pour creuser et prélever :

- Bêches et pelles : Tous les modèles peuvent être utilisés, la préférence allant aux outils rustiques et solides. On évitera des manches trop longs qui présentent une gêne certaine lorsque les trous doivent être profonds de plus d'un mètre. La pelle-bêche portative et pliante de l'Armée peut rendre de bon services lorsque le sol est meuble. Elle est particulièrement utile pour prélever des échantillons.
- Pioches et pics : Ces instruments sont indispensables lorsque le sol est dur et (ou) caillouteux.

- Sondes :

- Les tarières hélicoïdales : Ces instruments, en permettant de forer rapidement le sol, fournit une "carotte" peu perturbée.
- Les sondes tubulaires : Elles ont l'avantage sur les précédentes de ne pas perturber la "carotte", ce qui permet l'observation de la structure. Mais pour un diamètre large, il est difficile de les enfoncer dans le sol.

c. Matériel pour recueillir et transporter des échantillons.

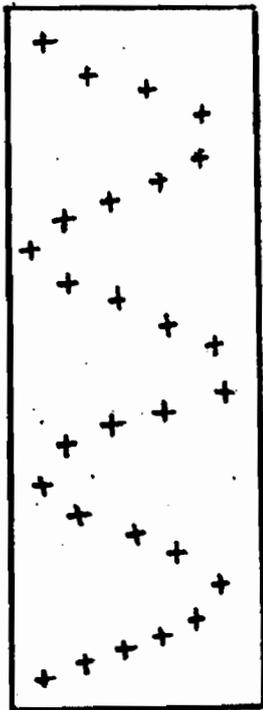
Suivant le but de l'analyse, on emploie un matériel différent :

- Pour des mesures d'humidité : Boîtes hermétiques
- Pour des mesures de porosité : Boîtes en bois ou en carton.
- Pour des analyses chimiques : Sachets en toile ou en jute ; sachets en film plastique de polyéthylène ; boîtes cartonnées et paraffinées.

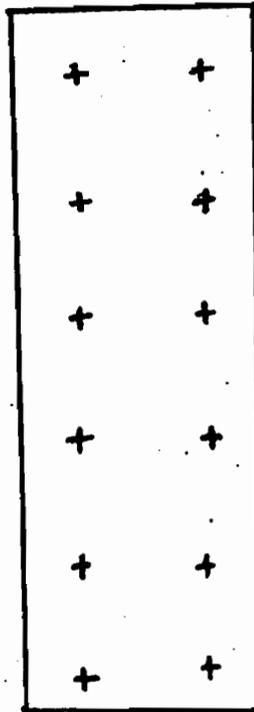
IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Distribuer aux élèves les exemplaires des bulletins d'analyse de différents sols. Discuter les renseignements contenus dans les bulletins et déduire les améliorations nécessaires.
2. En classe, discuter ce qu'on doit faire pour préparer le prélèvement correct des échantillons de terre. Montrer les outils à employer.
3. Sur le champ, démontrer comment on prélève correctement des échantillons de terre. Laisser les élèves pratiquer le prélèvement des échantillons.
4. Sur un plan représentant la parcelle, indiquer les lieux de prélèvement.

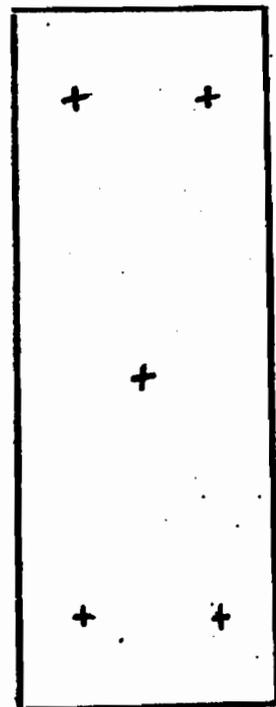
LIEUX DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS DE TERRE SUR UNE PARCELLE EXPERIMENTALE



CORRECT



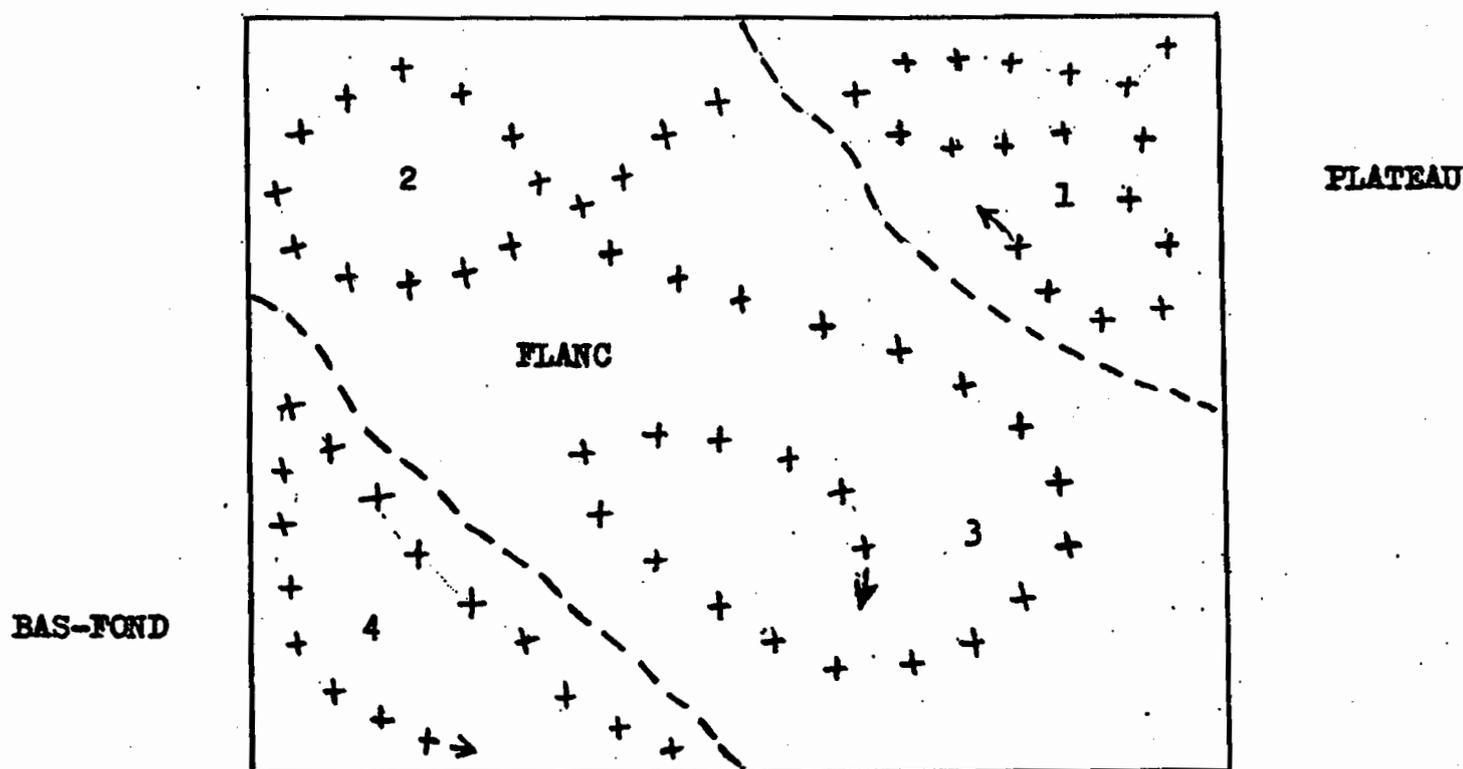
INCORRECT



INCORRECT

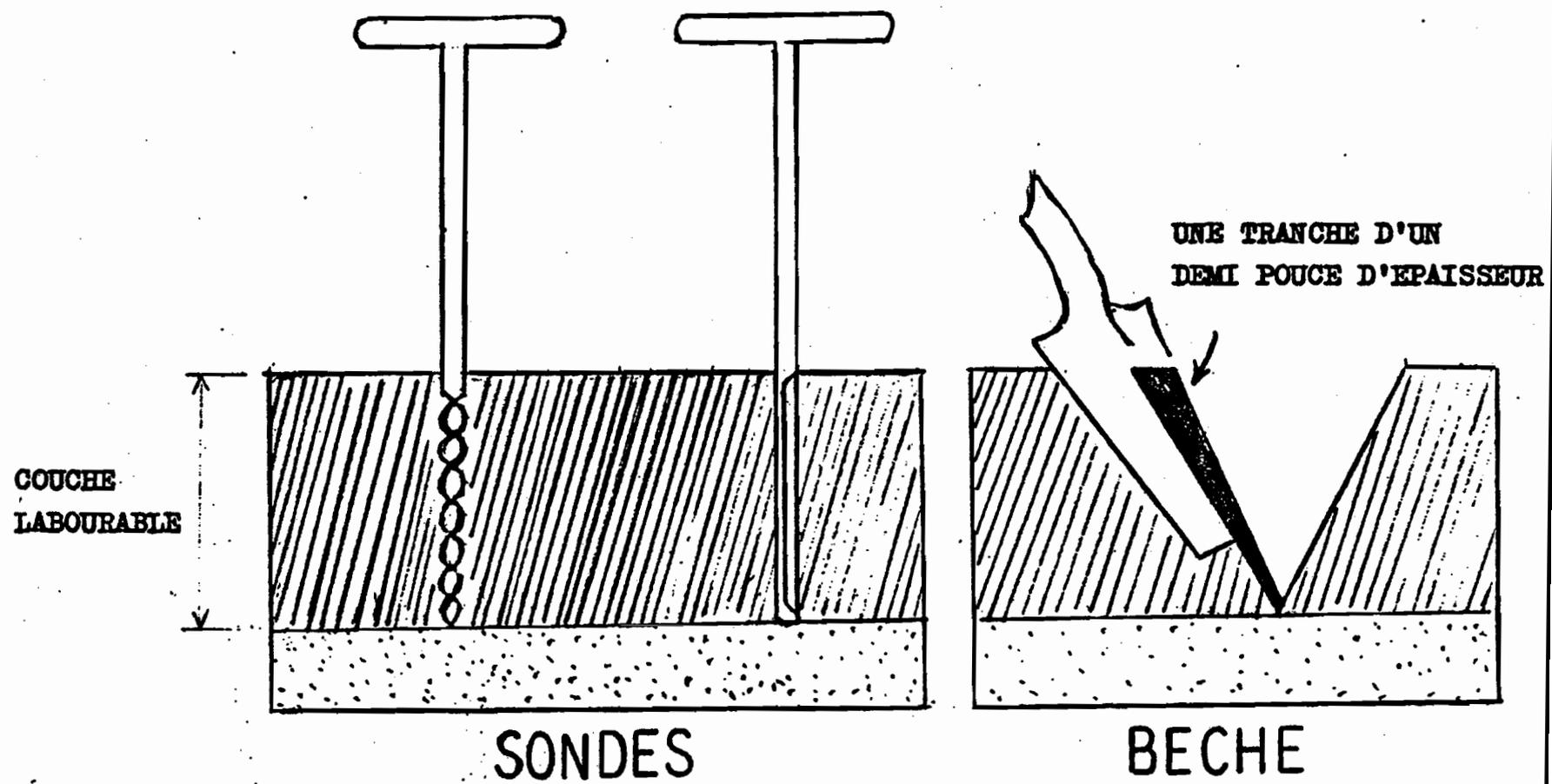
+ : LIEUX DE PRELEVEMENT

LIEUX DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS DE TERRE SUR UN CHAMP SELON SA TOPOGRAPHIE.



- * QUATRE ECHANTILLONS COMPOSITES SONT OBTENUS POUR LE CHAMP ENTIER
- * CHACUN EST LE MELANGE DE 10 A 30 ECHANTILLONS PRELEVES
- + = LIEUX DE PRELEVEMENT

PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS DE TERRE



RESULTATS ANALYTIQUES

<u>Profil n° 1</u>		Profondeur cm				
		0 à 15	15 à 60	60 à 100	100 à 140	
PF	Humidité à PF 2,5	%	29,81	31,93	34,95	46,37
	- - - 3,0	%	21,09	25,61	28,69	39,28
	- - - 4,2	%	11,33	18,30	20,18	25,68
Eau	Eau utile	%	9,76	7,31	8,51	13,60
Granulométrie	Argile	%	39,2	56,2	56,6	48,9
	Limon	%	14,8	13,1	10,3	6,9
	Sable très fin	%	19,1	15,6	11,0	8,4
	Sable fin	%	25,9	13,5	17,7	22,7
	Sable grossier	%	0,9	1,6	4,4	13,7
	Classe granulométrique					
Matière Organique	Matière organique	%	1,59	0,74	0,74	0,81
	Carbone	%	0,92	0,43	0,43	0,47
	Azote	%	0,97	0,64	0,51	0,50
	Rapport C/N		9	7	8	9
P ₂ O ₅	Phosphore total	ppm	217	209	183	119
Complexe absorbant	Ca m.e. pour 100 g		3,69	6,55	7,15	9,10
	Mg - - -		2,52	4,82	5,28	6,15
	K - - -		0,31	0,28	0,19	0,19
	Na - - -		0,09	0,15	0,17	0,25
	S - - -		6,61	11,80	12,79	15,69
	C.E.C.- - -		12,72	17,51	19,36	17,91
	$V = \frac{S \times 100}{C.E.C.}$		52	57	66	91
pH	pH eau		4,60	5,00	5,60	6,40
	pH KCl		3,40	3,70	3,70	4,70

UNITE 10

L'ACTIVITE MICROBIENNE DES SOLS

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- d'apprécier l'importance du rôle que les microbes jouent dans les transformations de l'azote dans le sol ;
- de décrire comment la matière organique est décomposée et transformée en azote minéral ;
- de connaître les conditions favorables à la nitrification et de décrire les pratiques culturales favorisant ces conditions ;
- d'expliquer pourquoi l'enfouissement de la matière organique peut aboutir à une diminution temporaire des réserves en azote et comment on doit faire pour éviter ce problème ;
- de décrire le processus de dénitrification ;
- de décrire le processus de fixation de l'azote atmosphérique par des microbes ;
- de décrire le cycle de l'azote dans la nature en faisant un schéma ;
- de décrire le bilan de l'azote dans le sol.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Pourquoi le sol est-il un milieu vivant ?
2. Les microbes du sol se classent en deux catégories : microbes aérobies et microbes anaérobies. Quelles sont leurs caractéristiques ?
3. Pourquoi l'activité microbienne est-elle importante en agriculture ?

4. Comment la transformation de la matière organique du sol se fait-elle sous l'action microbienne ?
5. Quelles sont les conditions favorables à la nitrification ? Quelles pratiques culturales favorisent ces conditions ?
6. Lorsqu'on enfouit de la matière organique dans le sol, on peut observer une réaction inverse de la nitrification se marquant par une diminution temporaire des réserves en azote. Pourquoi ce phénomène se fait-il et qu'est-ce qu'on doit faire pour éviter ce problème ?
7. Qu'est-ce que la dénitrification ?
8. Comment l'azote atmosphérique est-il fixé par des microbes dans le sol ?
9. Décrire le cycle de l'azote dans la nature.
10. Quel est le bilan de l'azote dans le sol ?

III. DISCUSSION

1. Pourquoi le sol est-il un milieu vivant ?

- Dans le sol vit une quantité innombrable de microbes en plus d'autres organismes vivants.
- La population microbienne du sol est énorme, de l'ordre de 50 à 200 millions de germes par gramme de terre.
- On estime qu'il se forme annuellement, à l'hectare, 500 à 1000 kg de corps microbiens dans la couche superficielle du sol.

2. Les microbes du sol se classent en deux catégories : Microbes aérobies et microbes anaérobies. Quelles sont leurs caractéristiques ?

a. Microbes aérobies :

- Ils ont besoin d'oxygène pour vivre ;
- Ils sont généralement bienfaisants à l'agriculture.

b. Microbes anaérobies :

- Ils peuvent vivre sans oxygène et se développent dès que le sol a perdu suffisamment d'oxygène.
- Ils sont plutôt néfastes à l'agriculture.

3. Pourquoi l'activité microbienne est-elle importante en agriculture ?

- Sous l'action des microbes utiles, la matière organique du sol est transformée en azote minéral, forme absorbable par la plante.
- Certains microbes peuvent fixer directement l'azote atmosphérique pour synthétiser l'azote organique, qui sera éventuellement transformé en azote minéral.

4. Comment la transformation de la matière organique du sol se fait-elle sous l'action microbienne ?

a. Humification : La transformation de la matière organique en humus.

- La matière organique est décomposée sous l'action de nombreux micro-organismes (champignons, levures, bactéries).
- Ces microbes humificateurs transforment la matière organique en produits de plus en plus simplifiés :
 - Il y a d'abord formation d'humus jeune, à évolution rapide, qui, à son tour, donne l'humus stable.
 - L'humification est un processus assez rapide.

b. Nitrification : La transformation de l'azote organique en azote minéral qui suit l'humification.

- Ammonisation (Action des ferments ammoniacaux) : Cette transformation de l'azote organique en azote ammoniacal (NH_4) et en sels ammoniacaux est due à l'activité des

moisissures et surtout des bactéries aérobies qui se plaisent dans un milieu neutre ou alcalin.

- Nitrosation (Action des ferments nitreux) : C'est la transformation de l'azote ammoniacal en azote nitreux (acide nitreux et nitrites) sous l'action des bactéries aérobies (nitrosomonas).
- Nitratisation (Action des ferments nitriques) : C'est la transformation des nitrites en nitrates sous l'action des bactéries aérobies (nitrobacters).

5. Quelles sont les conditions favorables à la nitrification ?
Quelles pratiques culturales sont entraînées de ces condtions ?

5.1. Quelles sont les conditions favorables à la nitrification ?

- Stock de matière organique dans le sol (naturelle ou amenée) ;
- Microbes de la nitrification ;
- Présence de base pour former les nitrates ;
- Aération et humidité suffisantes ;
- Milieu neutre.

5.2. Quelles pratiques culturales favorisent ces conditions ?

- Enfouissement de la jachère, d'engrais vert, fumier ;
- Apport de fumier de ferme qui contient des ferments nitrificateurs ;
- Pratiques des travaux du sol favorisant l'aération.

6. Lorsqu'on enfouit de la matière organique dans le sol, on peut observer une réaction inverse de la nitrification, se marquant par une diminution temporaire des réserves en azote. Pourquoi ce phénomène se fait-il et qu'est-ce qu'on doit faire pour éviter ce problème ?

6.1. Pourquoi l'enfouissement de la matière organique peut aboutir à une diminution temporaire des réserves en azote ?

- Pour minéraliser l'azote de la matière organique, les microbes ont besoin de se multiplier.

- Cette multiplication entraîne une mobilisation d'une quantité importante d'azote dans leur organisme vivant.
- Cet azote ne sera libéré que par la mort et la diminution du nombre des microbes qui surviendra dès que le stock de matières organiques à minéraliser, s'amointrira.

6.2. Qu'est-ce qu'on doit faire pour éviter ce problème ?

- Il ne faut pas enfouir dans le sol directement avant une culture des quantités de matières organiques peu décomposables (Exemple : paille) car les microbes vont mobiliser tout l'azote libre du sol pour leur consommation et les plantes cultivées souffriront d'une déficience d'azote.
- Par manque de temps, il conviendra de distribuer une dose d'engrais azoté suffisante pour assurer le développement initial de la culture.

7. Qu'est-ce que la dénitrification ?

- C'est l'opération inverse de la nitrification.
- Les nitrates sont décomposés par des microbes dénitrificateurs et donnent de l'azote gazeux qui se perd dans l'atmosphère.
- Les microbes dénitrificateurs sont anaérobies, les sols lourds et humides leurs sont favorables.
- La dénitrification peut être évitée par tous les travaux favorisant l'aération et la perméabilité du sol.

8. Comment l'azote atmosphérique est-il fixé par des microbes dans le sol ?

a. Fixation par les bactéries des légumineuses :

- La bactérie Bacillus Radicicola ou Rhizobium qui se fixe dans les nodosités des racines des légumineuses peut

fixer l'azote de l'air et en approvisionne la légumineuse ; celle-ci fournit à la bactérie le carbone dont elle a besoin. On dit que la bactérie vit en symbiose (en association) avec la légumineuse.

- On réalise parfois l'inoculation des semences de légumineuses avec une culture de Bacillus Radicicola pour faciliter l'apparition des nodosités sur les racines.
- L'azote organique des nodosités n'est libéré que lorsque les nodules meurent et sont repris dans le cycle de la minéralisation.
- Il est toujours intéressant, lorsque la culture est rentable, d'introduire une légumineuse dans les rotations.

b. La fixation par les bactéries isolées Azotobacters :

- Les azotobacters qui se rencontrent en grand nombre dans les sols bien ameublés, convenablement pourvus en matières organiques et en acide phosphorique, peuvent fixer l'azote atmosphérique.
- L'azote fixé dans leurs corps est soumis à la nitrification après leur mort.
- Leur activité est maximum en milieu alcalin.

9. Décrire le cycle de l'azote dans la nature.

- L'azote minéral est transformé par les plantes en azote organique végétal.
- L'azote organique végétal est ensuite transformé par les animaux en azote organique animal.
- Les cadavres et les déjections des animaux et les déchets végétaux restituent au sol de l'azote organique.
- L'azote organique, décomposé par les microbes dans les phénomènes d'humification et de nitrification, redevient peu à peu azote minéral.

- La fixation de l'azote atmosphérique et la dénitrification font aussi partie du cycle de l'azote.
- L'air reçoit de l'ammoniac à l'état gazeux en provenance de la terre et des mers, gaz qui est restitué au sol par les pluies d'orage.

10. Quel est le bilan de l'azote dans le sol ?

a. Les pertes :

- par entraînement sous forme soluble avec les eaux ;
- par évaporation ammoniacale ;
- par dénitrification ;
- par exportation des récoltes.

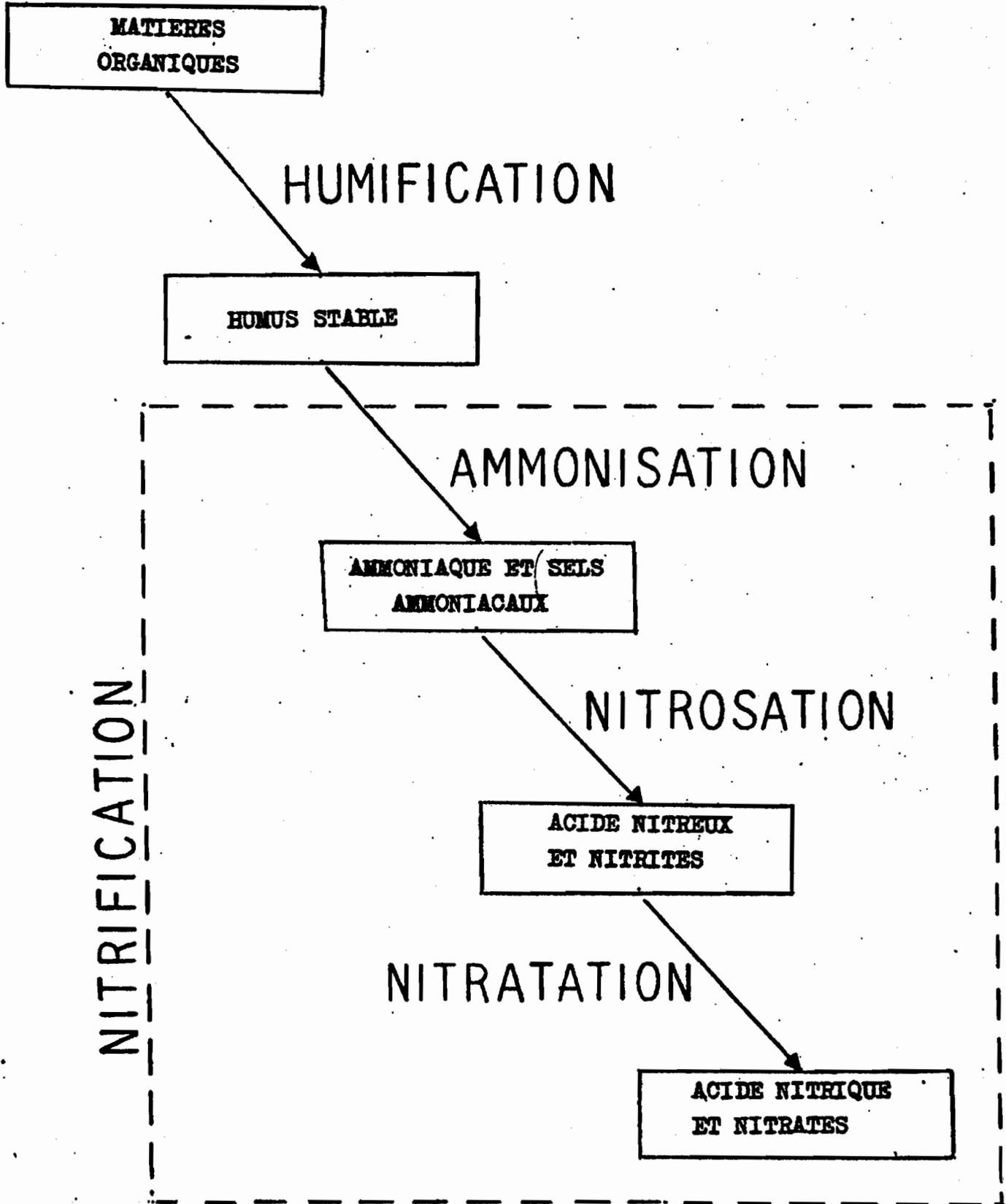
b. Les gains :

- fixations microbiennes de l'azote atmosphérique ;
- apport d'engrais azotés aux cultures ;
- apport par les eaux de pluie.

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Montrer aux élèves les échantillons de la matière organique en différents stades de décomposition.
2. Faire observer les nodosités présentes sur les racines des légumineuses.

TRANSFORMATION DE LA MATIERE ORGANIQUE



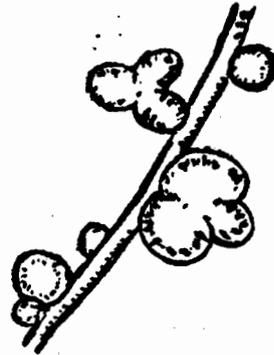
NODOSITES SUR LES RACINES DES LEGUMINEUSES



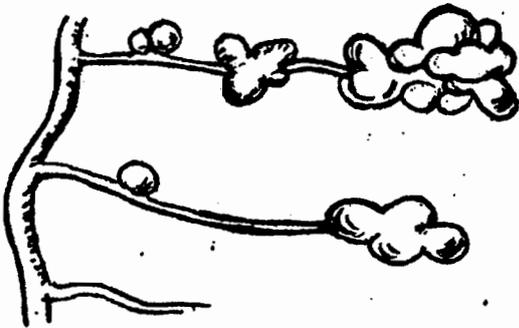
ARACHIDE



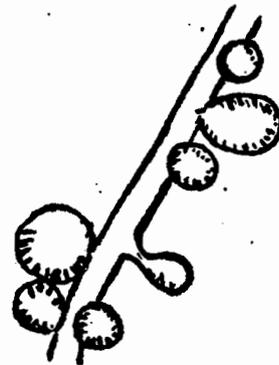
SOJA



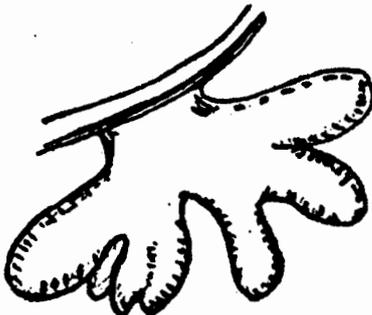
HARICOT



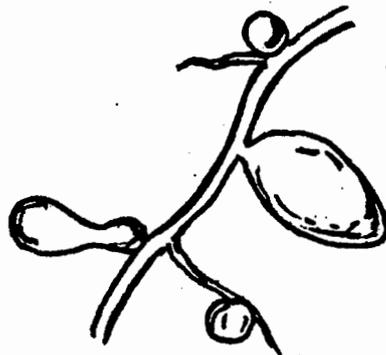
LUPIN



LUZERNE

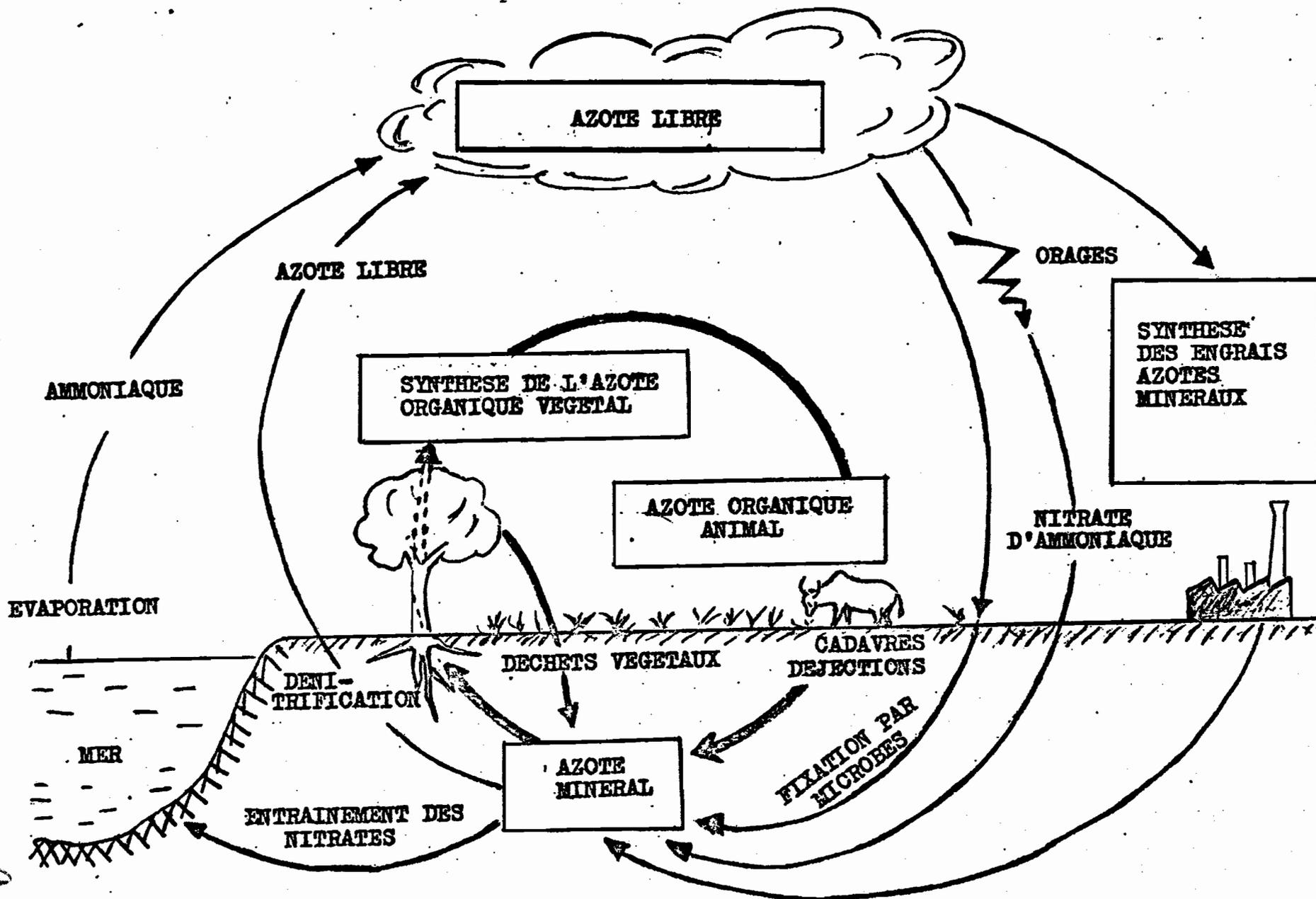


POIS



POIS D'ANGOLE

CYCLE DE L'AZOTE



109

UNITE 11

SOLS DU MALI

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de décrire les caractéristiques des divers sols agricoles du Mali ;
- d'identifier les classes des sols qui se trouvent au centre et au voisinage.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Quelles sont les douze classes des sols en Afrique Occidentale ?
2. Quelles sont les classes de sols importantes pour l'agriculture au Mali ?
3. Quelles sont les caractéristiques des sols peu évolués ?
4. Quelles sont les caractéristiques des sols à sesquioxydes de fer ?
5. Quelles sont les caractéristiques des sols hydromorphes ?
6. Quelles sont les caractéristiques des vertisols ?

III. DISCUSSION

1. Quelles sont les douze classes des sols en Afrique Occidentale ?
 - 1) Sols minéraux bruts
 - 2) Sols peu évolués
 - 3) Vertisols
 - 4) Andosols
 - 5) Sols calcimagnésiques
 - 6) Sols isohumiques
 - 7) Sols brunifiés

- 8) Sols podzolisés
- 9) Sols à sesquioxydes de fer
- 10) Sols ferrallitiques
- 11) Sols hydromorphes
- 12) Sols sodiques ou halomorphes.

2. Quelles sont les classes de sols importantes pour l'agriculture au Mali ?

- Sols peu évolués
- Sols à sesquioxydes de fer
- Sols hydromorphes
- Vertisols.

3. Quelles sont les caractéristiques des sols peu évolués ?

- Le profil est de type AC avec des traces de matières organiques au moins dans les 20 cm supérieurs.
- La partie minérale n'a pas subi d'altération sensible, par contre, elle a pu être désagrégée et fragmentée par des phénomènes physiques.
- Ces sols se rencontrent dans des régions où l'érosion est forte ou dans les endroits où les dépôts sont fréquents par les cours d'eau.
- Ils sont peu productifs par leur faible profondeur utile.
- Ils sont généralement utilisés sous mil pennisetum et le fonio. D'autres cultures donnent de très faibles récoltes.

4. Quelles sont les caractéristiques des sols à sesquioxydes de fer?

- Ces sols ferrugineux tropicaux se rencontrent essentiellement dans les régions à climat tropical caractérisé par deux saisons. Une saison sèche de 6 à 8 mois et une pluvieuse longue de 4 à 6 mois (zones soudanienne et sahélienne).
- La précipitation des oxydes de fer donne une couleur rouge ou ocre très remarquable.

- Les sols sont souvent lessivés et riches en concrétions ferrugineuses.

4.1. Sols ferrugineux tropicaux non lessivés :

- Profil de type ABC.
- Ils sont ocres généralement avec un horizon A₂ passant progressivement à un B plus foncé.
- Sols de texture sableuse, légèrement acides.
- Convenant généralement à la culture du mil pennisetum et de l'arachide.

4.2. Sols ferrugineux tropicaux lessivés.

Ce groupe est le plus répandu au Mali. Dans ces sols généralement, on rencontre sous un horizon lessivé une couche enrichie en argile et en sesquioxyde.

4.2.1. Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux :

- Au-dessous de l'horizon lessivé, le sol est de texture limono-argileuse à argileuse.
- Outre le mil pennisetum et l'arachide, ces sols conviennent à presque toutes les autres cultures.

4.2.2. Sols ferrugineux tropicaux lessivés à tâches et concrétions.

- Il y a précipitation du fer sous forme de tâches seules ou de tâches et concrétions.

4.2.3. Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés :

- A une certaine profondeur de la surface du profil, il y a un horizon d'induration qui peut être une carapace ferrugineuse ou une cuirasse.
- Cet horizon induré est difficilement pénétrable par les racines.

- L'emploi dans l'agriculture est fonction de la profondeur de l'horizon d'induration.

4.2.4. Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes à pseudogley :

- Ces sols sont soumis à un engorgement temporaire par les eaux de pluies.
- On observe une migration du fer libre et du manganèse vers la profondeur qui aboutit à la formation de nodules ou concrétions ferromagnésifères de teinte noirâtre entourée d'un halo grisâtre ou blanchâtre.
- L'horizon d'accumulation est plus clair mais pas décoloré.
- Très bon sol de culture, profond et bien drainé, nécessite un rapport d'engrais pour parer aux déficiences chimiques.

5. Quelles sont les caractéristiques des sols hydromorphes ?

Ce sont les sols marqués par un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de l'ensemble du profil. Ils sont caractérisés par la formation d'un gley par remontée en saison sèche des sels ferreux et la formation d'un pseudogley par lessivage localisé des sels ferreux en saison pluvieuse.

On considère seulement la sous classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères.

5.1. Sols hydromorphes minéraux à gley :

- Sols à nappe phréatique permanente à faibles oscillations et présentant à moins de 1,50 m un horizon de gley.
- Dans cet horizon de teintes dominantes grisâtres, verdâtres ou bleuâtres, il peut y avoir accumulation ou non du fer à l'état ferreux.

- Ce sont les sols des rizières, des plaines de NOPTI et des Bas-Fonds en général.

5.2. Sols hydromorphes minéraux à pseudogley :

- Sols dans lesquels l'hydromorphe est temporaire et partielle.
- L'horizon de pseudogley est caractérisé par l'alternance des tâches ou bandes grisâtres, et ocres ou de rouille.
- Ces sols sont généralement utilisés pour la culture du riz de Bas-Fonds.

5.3. Sols hydromorphes minéraux à amphigley :

- Sols caractérisés par un horizon de pseudogley superposé à un horizon de gley profond dû à une nappe phréatique permanente.

6. Quelles sont les caractéristiques des vertisols ?

- Ce sont des sols argileux, noirs à structure grossière, prismatique à polyédrique sur au moins la plus grande partie de leur profil.
- Ces sols sont très gonflants à l'eau et se fendillent à sec.
- Il y a souvent dans leur profil des concrétions ou nodules calcaires.
- Leur pH est basique
- Ils sont riches en magnésium et calcaire
- Leur perméabilité est faible
- Ils sont difficiles à travailler
- Leurs réserves en bases échangeables et phosphore assimilable sont généralement très fortes.
- Les vertisols sont de très bons sols à coton, maïs et sorgho.

- Ils occupent une grande partie des superficies du Delta Central Nigérien (Office du Niger).

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Sur une carte des sols de l'Afrique, montrer la répartition des différentes classes des sols.
2. Sur une carte des sols du Mali, montrer la répartition des différentes classes des sols. Discuter l'utilisation des sols pour des cultures différentes en employant aussi une carte de productions agricoles du Mali.
3. Faire observer les caractéristiques des classes de sols en employant les spécimens, les photos ou les diapositives des profils du sol.
4. Faire une excursion pour étudier les classes des sols au centre et au voisinage.

LES SOLS D'AFRIQUE OCCIDENTALE

- I SOLS MINERAUX BRUTS
 - II SOLS PEU EVOLUES
 - III VERTISOLS
 - IV ANDOSOLS
 - V SOLS CALCIMAGNESIQUES
 - VI SOLS ISOHUMIQUES
 - VII SOLS BRUNIFIES
 - VIII SOLS PODZOLISES
 - IX SOLS A SESQUIOXYDES DE FER
 - X SOLS FERRALLITIQUES
 - XI SOLS HYDROMORPHES
 - XII SOLS SODIQUES
- 116

UNITE 12

PROTECTION DU SOL

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- d'apprécier l'importance de la protection du sol ;
- d'identifier les causes de la dégradation des sols ;
- de décrire les techniques culturales, forestières et sylvopastorales de protéger les sols.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Pourquoi faut-il protéger les sols ?
2. Quelles sont les causes de la dégradation des sols ?
3. Que peut-on faire pour protéger les sols ?

III. DISCUSSION

1. Pourquoi faut-il protéger les sols ?

Sous les actions de facteurs différents, le sol se dégrade, perd sa fertilité et devient inutilisable pour les exploitations agricoles.

- Dans les régions de colline ou de montagne, l'érosion emporte la terre et forme des crevasses en mettant les roches à nu.
- En savane, les terres s'appauvrissent à cause des facteurs naturels et humains.
- Au Sahel, c'est l'avancée du désert.
- En région de forêt, les défrichements pour les cultures exposent les sols aux pluies violentes. Les sols de forêt perdent ainsi leur fertilité.

- Eventuellement, les sols érodés et mal protégés ne sont plus capables de porter de végétation. Ils se dénudent et deviennent désertiques.

Le problème de la dégradation des sols devient de plus en plus grave. Il faut qu'on protège les sols comme des biens précieux.

2. Quelles sont les causes de la dégradation des sols ?

La dégradation des sols peut être le résultat de l'érosion due soit à la pluie (érosion pluviale), soit aux vents (érosion éolienne).

L'érosion est provoquée par les facteurs suivants :

- a. Facteurs naturels : Ce sont des facteurs climatiques comme la pluie, le vent...
- b. Facteurs humains :
 - Feux de brousse
 - Défrichement et déboisement
 - Cultures abusives.
- c. Facteurs animaux :
 - Piétinement
 - Surpâturage.

3. Que peut-on faire pour protéger les sols ?

- a. Techniques culturales visant à la sauvegarde et l'amélioration de la fertilité des sols.
 - Etablissement des cultures suivant les courbes de niveau en terrain en pente.
 - Cultiver à plat sur sols fragiles.
 - Amendements du sol (chaux et amendements organiques, engrais verts...).
 - Couverture du sol : paillage, plantes de couverture, jachère.

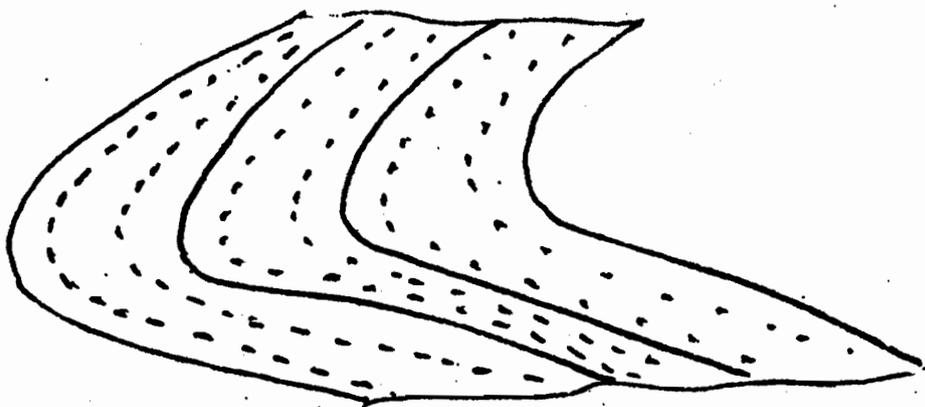
- Rideaux brise-vents (acacia, eucalyptus, filao, tamarinier...).
 - Assolement et rotation
 - Engrais chimiques
 - Bonnes techniques de drainage et d'irrigation.
- b. Techniques forestières : visant à la protection de la forêt non seulement pour elle-même, mais encore pour le rôle qu'elle joue dans le voisinage lointain ou immédiat.
- Lutte contre le ruissellement qui déclenche l'érosion sur les pentes : barrages ; boisement des pentes ; établissement de drains régularisateurs.
 - Lutte contre l'érosion éolienne par la fixation du sol (dunes).
 - Lutte contre les feux sauvages.
 - Protection des sols arides contre le déboisement.
 - Reboisement des régions déboisées.
- c. Techniques sylvo-pastorales : concernant les sites de pâturages, qui doivent être exploités au mieux tout en conservant leur valeur pour l'avenir.
- Eviter la surcharge en saison sèche. Celle-ci entraîne le piétinement, l'épuisement des souches herbacées, la dénudation du sol, la destruction des arbres de savane dont les pasteurs donnent le feuillage au bétail démuné.
 - Eviter les feux de brousse et les limiter s'ils surviennent en établissant des coupe-feux.
 - Multiplier les points d'eau.
 - Ne pas surexploiter les arbres fourragers.

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

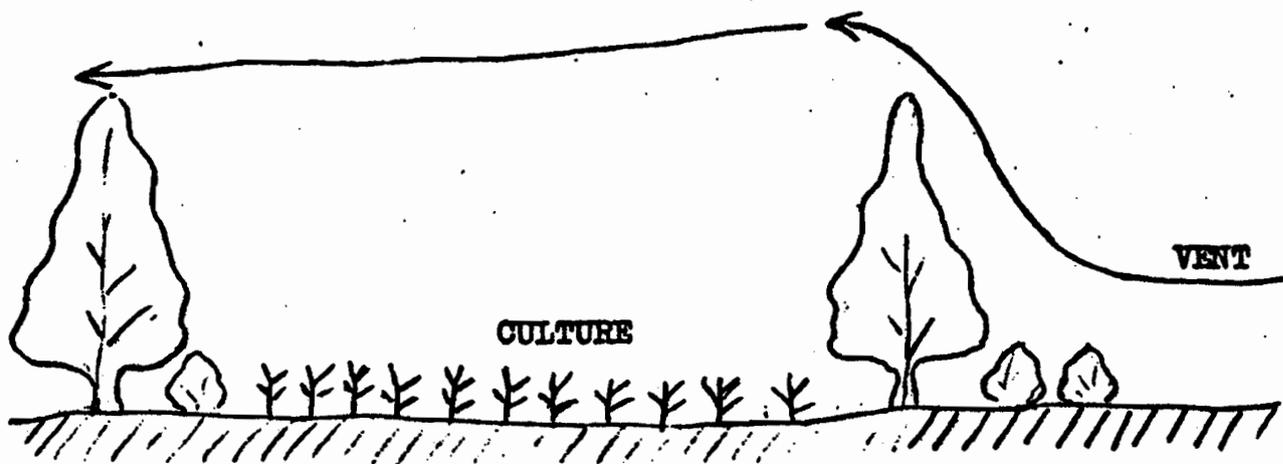
1. Faire observer sur le champ l'érosion éolienne et l'érosion pluviale. Noter leurs actions sur la dégradation du sol.

2. Montrer aux élèves comment on établit un rideau brise-vent. Identifier des plantes qu'on peut utiliser pour le brise-vent.
3. Montrer aux élèves comment on peut tracer des courbes de niveau sur le terrain. Laisser les élèves pratiquer la technique.
4. Faire une excursion pour observer l'effet destructeur du déboisement sur les sols de forêt.

TECHNIQUES CULTURALES DE PROTECTION DES SOLS



1. CULTURES SUIVANT LES COURBES DE NIVEAU

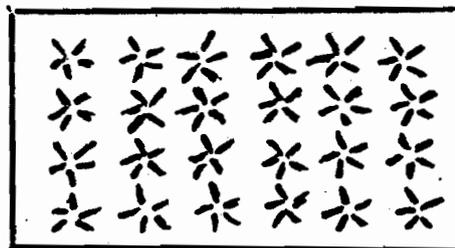


2. BRISE-VENT

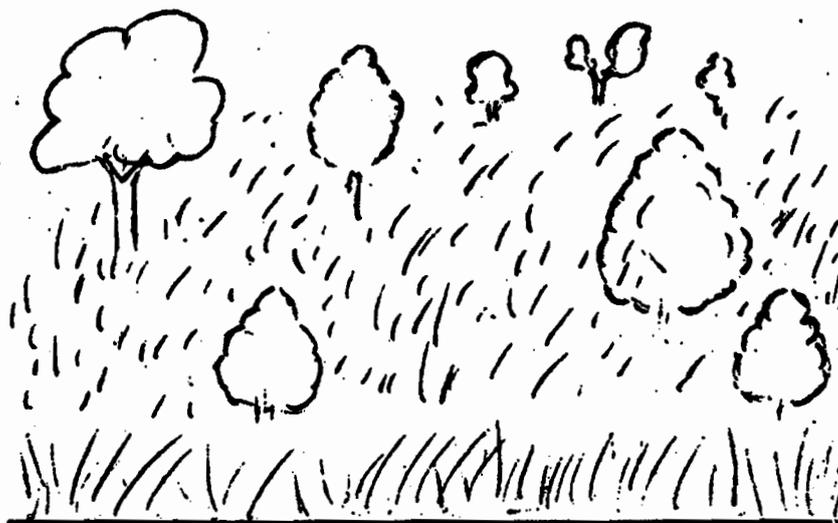
TECHNIQUES CULTURALES DE PROTECTION DES SOLS



3. PAILLAGE



PLANTES DE
COUVERTURE

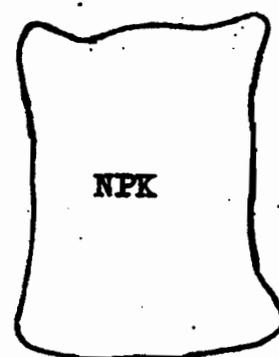


4. JACHERE

TECHNIQUES CULTURALES DE PROTECTION DES SOLS

MIL	ARACHIDE
MAIS	COTON

5. ASSOLEMENT



6. AMENDEMENTS ET ENGRAIS

UNITE 13

FERTILITE ET VOCATION DES SOLS

I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- d'expliquer la notion de fertilité du sol ;
- de distinguer les différents états de fertilité des sols ;
- de décrire les conditions de fertilité des sols ;
- de classer les sols par leur vocation.

II. QUESTIONS D'ETUDE

1. Est-ce que l'expression "fertilité du sol" ne s'applique qu'aux éléments nutritifs des plantes qui sont présents dans le sol ?
2. Distinguer les différents états de fertilité des sols.
3. Quelles sont les conditions de fertilité des sols ?
4. Qu'est-ce que la vocation agricole d'un sol ?
5. Comment les sols sont-ils classés par vocation ?

III. DISCUSSION

1. Est-ce que l'expression "fertilité du sol" ne s'applique qu'aux éléments nutritifs des plantes qui sont présents dans le sol ?
 - Cette définition est trop étroite. La fertilité du sol est un facteur beaucoup plus vaste que cela.
 - La fertilité embrasse non seulement la composition chimique et les ressources en éléments nutritifs mais aussi la disposition et les caractéristiques physiques des particules de sol, la teneur en humidité, la teneur en matières organiques et les organismes qui vivent dans le sol.
 - Les engrais ne sont que l'un des facteurs du succès dans la culture du sol et leur efficacité peut être réduite à néant,

si l'on néglige de régulariser le régime des eaux, de corriger l'acidité, de modifier la structure du sol et de veiller à son aération ou d'influencer favorablement les microbes utiles du sol.

2. Distinguer les différents états de fertilité des sols

- a. La fertilité naturelle d'une terre vierge : C'est la fertilité qu'a déterminé l'équilibre, aucune dégradation du milieu n'ayant été ressentie.

Les éléments provenant de la décomposition des matières organiques végétales enrichissent la couche humifère qui, à son tour, cède les constituants minéraux à la plante. Ainsi, se crée un équilibre.

- b. La fertilité acquise d'une terre :

C'est la fertilité qui est obtenue grâce à différentes techniques culturales (labour, fumures etc...). Elle est donc en partie, le fait de l'homme cultivateur.

- c. La fertilité actuelle d'une terre :

C'est la fertilité qui existe au moment considéré, qu'elle soit naturelle ou acquise.

- d. La fertilité potentielle d'une terre :

C'est la fertilité qui s'exprime en possibilité lorsque l'on peut réunir les meilleures conditions de cultures et de climat. Il est possible de la déterminer en laboratoire.

3. Quelles sont les conditions de fertilité des sols ?

- a. Conditions physiques :

- Celles-ci relèvent des propriétés physiques.
- Le sol doit :
 - Être perméable à l'eau et à l'air

- être pénétrable par les racines
- avoir une bonne capacité de rétention en eau.
- Améliorer les propriétés physiques s'avère difficile et onéreux. C'est pourquoi, il est toujours plus rentable d'améliorer encore un sol qui est en assez bonnes conditions physiques plutôt qu'un sol médiocrement doté à ce sujet.
- L'apport de l'humus est toujours nécessaire.

b. Conditions chimiques :

- Celles-ci relèvent des propriétés chimiques qui conditionnent la nutrition des plantes.
- Les facteurs intéressants sont :
 - la quantité d'éléments chimiques solubles
 - le pouvoir adsorbant
 - le pouvoir d'échange
 - l'acidité du sol.
- On peut améliorer les conditions chimiques par les engrais et des amendements organiques ou calcaires.

c. Conditions biologiques :

- Les sols doivent être riches en micro-organismes, spécialement humificateurs et nitrificateurs.
- On peut favoriser la vie microbienne par :
 - l'aération du sol (travaux du sol)
 - les amendements organiques et calcaires
 - la jachère
 - la fumure minérale
 - l'irrigation et le drainage adéquats.

4. Qu'est-ce que la vocation agricole d'un sol ?

- C'est son aptitude à porter telle végétation ou à produire telle culture en fonction de ses propriétés physiques,

chimiques ou biologiques. Elle est en rapport direct avec la fertilité.

- Le drainage du sol importe pour une part dans le choix des cultures :

- soit que les cultures soient exigeantes en eau avec un bon drainage (cultures maraîchères) ;
- soit que les cultures ne supportent pas de saturation du sol (maïs, tabac, mil) ;
- soit que les cultures supportent un excédent d'eau (riz).

5. Comment les sols sont-ils classés par vocation ?

<u>Classe</u>	<u>Valeur Agricole</u>	<u>Drainage</u>	<u>Utilisation Agricole</u>
Classe 1	Supérieure	Facile	Toutes les cultures, sauf le riz
Classe 2	Bonne	Moyen	Cultures maraîchères
Classe 3	Passable	Moyen	Coton, Riz
Classe 4	Pauvre ou passable	Difficile	Rizculture
Classe 5	Très pauvre	Impossible	Inutilisable pour toutes les cultures

IV. ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Sur le plan de l'exploitation, établir la classe des sols de chaque parcelle en mentionnant la valeur agricole.
2. Procéder de même pour les terres d'un village proche de l'établissement, terres situées dans un rayon de 0,500 km ou de 1 km autour de ce village.

FACTEURS DE FERTILITE DU SOL

