

Tpsd'Agronomie1**Tpsd'Agro1 (sol et eau)****Tp1:Matériel utilisé en pédologie (pour caractériser un sol)****Introduction:**

Le sol est un des compartiments essentiels de l'écosystème, agissant comme contrôleur et révélateur de nombreux processus écologiques par ces caractères physiques, chimiques et biologiques, à court et à long terme.

Pour les agronomes et les agriculteurs, le sol est la couche superficielle de la terre, avec une épaisseur de 30cm, qui est couramment travaillée par les instruments aratoires et qui est la base de toute installation de cultures pour subvenir aux besoins alimentaires de l'homme.

Pour arriver à de bons rendements qualitativement et quantitativement, l'agronome doit caractériser et connaître les propriétés (physiques, chimiques et biologiques) de son sol, que ce soit sur terrain ou au laboratoire et ceci nécessite un matériel bien spécialisé.

Dans ce premier travail pratique, nous allons mettre l'accent sur le principale matériel utilisé lors de la caractérisation d'un sol (sur terrain et au laboratoire)

Matériel utilisé sur terrain

La vraie caractérisation d'un sol doit passer par **trois** étapes initiales:

*Étape de **bureau** (c'est une sorte de collecte des données sur le sol à étudier, situation géographique en se référant à des cartes, données climatiques, géomorphologiques, hydrogéologique...),

*Étape de **terrain** (appelée de point de vue pédologique prospection et description du sol)

*Étape de **laboratoire** (dans laquelle on effectue des analyses physiques, chimiques et biologiques de l'échantillon prélevé du terrain).

La **prospection et description** d'un sol **nécessite** l'utilisation de beaucoup de matériel, dont on peut citer:

Le GPS(Global Positioning System):

En Français (**system de localisation mondial**), c'est un système de géolocalisation fonctionnant au niveau mondial par satellites. On l'utilise pour déterminer le positionnement exact (avec les coordonnées X Y Z) du sol à décrire, à prélever et à analyser.

Ruban métrique: comme son nom l'indique, c'est un ruban gradué en centimètre, destiné à indiquer exactement la profondeur en centimètres de chaque un des horizons du profil à caractériser (par exemple : H1 (0 à 17cm), H2 (17 à 39cm)...))

Tarière: outil de l'agronome et plus précisément du pédologue et cartographe, permettant de percer le sol pour prélever des échantillons de terre, présentant à l'une de ses extrémités un taillant hélicoïdal ou cylindrique. Il existe plusieurs types de tarières; manuelles ou mécaniques de formes différentes aussi.

Couteau de pédologue: c'est un couteau spécifique des pédologues qui l'utilisent sur terrain lors de la première étape de description des horizons du profil « l'auscultation », lors de la détermination de certains caractères morphologiques (type d'agrégation, structure, dureté et friabilité....)

Tpsd'Agronomie1

Marteau de pédologue: c'est un marteau qu'on utilise aussi sur terrain, il est souvent gradué (les graduations vont nous servir comme le ruban métrique), on l'utilise pour nettoyer la fesse (coté, profil) à décrire et aussi pour enfoncer les cylindres destinés à la détermination de la porosité du sol....

Loupe: qu'on utilise sur terrain pour observer beaucoup plus la porosité du sol et aussi les indices ou signes d'activité biologique au niveau de chaque horizon du profil à caractériser.....

Schart des couleurs: il existe plusieurs schart que les chercheurs utilisent à travers le monde entier pour découvrir ou distinguer le couleur du sol et aussi des taches existantes au niveau de ces sol aussi, mais la plus utilisée es celle de MENSUELL. Elle nous donne trois informations initiales que leur combinaison nous donne la couleur recherchée. Ces informations sont :

***Hue:** la couleur ou la teinte (qu'on la trouve dans chaqu'une des pages de la scharte en haut à droite, sous forme de certaines lettres et aussi chiffres),

***Value:** intensité de la teinte (qu'on trouve au côté gauche de chaqu'une des pages de la Schart, sous forme de chiffres),

***Chroma:** pureté de la teinte (qu'on trouve à la base de chaqu'une des pages de la Schart, sous forme de chiffres aussi).

Multi-paramètres: comme son nom l'indique, il s'agit d'une grande boîte fermée et qui contient un matériel destiné à mesurer plusieurs paramètres tels que le pH, la conductivité électrique, le taux d'oxygène dissout....

Cylindres en acier: qu'on utilise sur terrain dans un objectif finale de déduire la porosité totale d'un échantillon du sol.

Balance de terrain: de petite taille, rechargeable, qu'on utilise sur terrain pour faciliter le fait d'analyser le pH ou la CE ou n'importe quelle analyse qu'on peut réaliser sur terrain.....

Béchers éprouvette et pissettes en plastique: pour faciliter aussi les analyses réalisables sur terrain

Sachets en plastique et étiquettes: les sachets en plastique ou aussi en papier (c'est mieux) dans lesquels on doit mettre les échantillons des sols prélevés et destinés à analyser au laboratoire. Ces échantillons des sols doivent être étiquetés pour éviter qu'on les confonde.

Matériel de laboratoire:

Il existe beaucoup qu'on peut citer:

Broyeur: pour broyer le sol à analyser et se débarrasser des mottes solides

Tamis (à expliquer surplace)

Bain de sable (à expliquer surplace)

Balances (normales et de précision, à expliquer surplace)

Ph mètre (à expliquer surplace)

Conductimètre (à expliquer surplace)

Tpsd'Agronomie1

Agitateurs (à expliquer surplace)

Plaques chauffantes (à expliquer surplace)

Centrifugeuse (à expliquer surplace)

Distillateur (à expliquer surplace)

Etuve (à expliquer surplace)

Calcinerez de Bernard (à expliquer surplace)

Pipette de Robinson (à expliquer surplace)

Agitateur de mouvement de va et viens (à expliquer surplace)

Appareil de kjeldahl (à expliquer surplace)

Thermomètre (à expliquer surplace)

Et il y on a d'autres.....

Tpsd'Agronomie1

Tp2:Détermination de pH du sol

2-1) Définition:

LepHestlelogarithmenégatifdelaconcentrationd'ionH⁺libred'uneresolution:

$$pH = -\log [H^+] \text{ à } pH 7 \text{ on a } 10^{-7} \text{ ions gramme de } H^+$$

On peut mesurer deux types d'acidité du sol: l'acidité actuelle (réelle), et l'acidité potentielle

***L'acidité actuelle (pH_{eau}) :** c'est la quantité (concentration) d'ions H⁺ libre d'une suspension sol/eau de 1/ 2.5 ou 1/ 5. Les ions H⁺ libre de la suspension sont en équilibre avec les ions H⁺ fixés sur le complexe d'échange, les mesures se font à l'aide du pH mètre.

***L'acidité potentielle ou (pH KCl) :** c'est la quantité (concentration) d'ions H⁺ libre d'une suspension sol/KCl N de 1/ 2.5 ou 1/ 5. Elle tend à mesurer la masse des ions H⁺ échangeables.

2-2) Mode opératoire:

pH eau suspension sol/eau 1/2,5:

Pesez 10 g de sol broyé tamisé au tamis de 2mm (terre fine),

Mettez dans un Becher de 100 ml.

Ajoutez 25 ml d'eau distillée.

Agitez énergiquement pendant 5mn à l'aide de l'agitateur magnétique.

Etalonnez le pH mètre.

Effectuez la mesure et lisez le pH après stabilisation (du pH mètre).

pH KCl suspension sol/KCl 1/2,5:

Après avoir mesurer le pH dans l'eau distillée, ajouter 3.728g deKCl cristallisé broyé et fin.

Agiter 2 à 3 minutes à l'agitateur magnétique.

Faire la lecture du pH après stabilisation de l'appareil.

2-3) Interprétation :

Le pH eau:

| | | | | | |
|----------------|---------------|----------------|---------------------|------------|------------------|
| PH eau | <5.5 | 5.5–6 | 6-7 | 7-8 | >8 |
| Interprétation | Forte acidité | Acidité légère | Très légère acidité | alcalinité | Forte alcalinité |

La différence entre le pH eau et le pHKCl est d'autant plus élevée que le sol est désaturé :

| | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------|------------------------|
| pHeau–pH _{KCl} | <0.5 | 0.5----- 1 | >1 |
| Interprétation | Sol faiblement dé saturé | Sol désaturé | Sol fortement désaturé |

Tpsd'Agronomie1**Tp3:Dosage du calcaire total (parcalcimètre de Bernard)****3-1-Introduction et notions de base sur le calcaire dans un sol**

Le calcaire ou carbonate de calcium, ou aussi dite la calcite (CaCO_3) est l'un des constituants essentiels des sols qui se classant souvent après les fractions granulométriques (argile- limons- sables).

De point de vue pédologique, il est considéré comme l'un des minéraux secondaires avec les argiles, les oxy-hydroxydes, les sulfates et les chlorures (expliqué en détails au cours).

C'est dans les régions subarides et arides que les accumulations calcaires prennent des proportions considérables au sein du profil pédologique et résultent soit de l'altération de la roche mère, des eaux de ruissellement ou des eaux de la nappe phréatique.

Ces accumulations se présentent sous trois formes:

a-accumulation diffuse

b-accumulation discontinue

c-accumulation continue

La présence de calcaire dans un sol peut induire une série de modifications au niveau des propriétés physiques (structure et stabilité structurale, capacité de rétention en eau, profondeur utile.....), chimiques (source importante Ca^{2+} intervenant dans la saturation et la floculation du complexe absorbant.....), biologiques (Ca^{2+} Libéré participe à la nutrition minérale des plantes, stimule la microflore....).

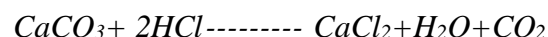
Mais quand le calcaire se trouve dans le sol à la fois en quantité trop forte, les conséquences pour les plantes peuvent être fondamentales. On procède généralement aux dosages du :

1- **Calcaire total** par **Méthode volumétrique ou gazométrique** (a l'aide du calcimètre de Bernard)

2- **Calcaire fin**

3-2-Principe de détermination du calcaire total

Le calcaire **total** (CaCO_3) contenu dans un échantillon de sol est déterminé par **gazométrie** à partir de la réaction chimique :



On utilisant le calcimètre BERNARD. L'appareil est, constitué d'une colonne graduée contenant une solution colorée et reliée à une ampoule mobile dans laquelle la surface de la solution colorée se trouve au contact de l'air ; la colonne graduée set, d'autre part, reliée à un erlenmeyer à embout(HCl) au fond auquel on introduit l'échantillon à analyser.

Le gaz carbonique dégagé comprime le liquide coloré et selon le principe des vases communicants et par ajustage des deux niveaux (ampoule-colonne), on lit le volume déplacé correspondant au volume de CO_2 dégagé. Ainsi la quantité de CaCO_3 est proportionnelle au volume de CO_2 dégagé lu sur la colonne graduée.

3-3-Réactifs: HCl (1/2C), eau distillée saturée en NaCl (300g/l), calcaire pur et sec (CaCO_3 en poudre)

Tpsd'Agronomie1**3-4-Mode opératoire:**

Avant de doser le calcaire existant dans l'échantillon du sol, on procède d'abord à l'étalonnage du calcimètre en faisant réagir une quantité connue de CaCO_3 avec HCl .

3-4-1-Etalonnage de l'appareil ou essai témoin:

- introduire 0,3 g de CaCO_3 pur et sec au fond de l'erenmeyer et mouiller par quelques gouttes d'eau distillée,
- mettre 5ml d' HCl 1/2N à l'intérieur de l'embout,
- boucher hermétiquement l'erenmeyer et ajuster la position de l'ampoule mobile jusqu'à ce que le niveau du liquide coloré soit au niveau O dans la colonne graduée,
- vider l'acide chlorhydrique sur le calcaire pur et sec en inclinant légèrement l'erenmeyer,
- agiter pour favoriser la réaction,
- suivre la course du liquide coloré dans la colonne graduée en abaissant l'ampoule,
- ajuster les deux niveaux (ampoule-colonne),
- à la fin de l'effervescence, noter le volume de CO_2 dégagé en $\text{ml} = V$

3-4-2- Dosage du CaCO_3 dans l'échantillon de sol :

- Remplacer le CaCO_3 pur et sec par 1, 2,5 ou 10 g de sol (la prise d'essai P set variable suivant la richesse de l'échantillon en CaCO_3 et on la détermine de telle sorte que le volume de CO_2 qui s'en dégage, se rapproche du volume obtenu dans l'essai témoin),
- Puis opérer de la même façon que pour le témoin,
- A la fin du bouillonnement, abaisser l'ampoule mobile pour ajuster deux niveaux du liquide coloré dans celle-ci et dans la colonne graduée,
- Noter le volume de CO_2 dégagé en $\text{ml} = v$

3-5-Calculs et résultats :

La teneur en CaCO_3 d'un sol est exprimée généralement en % ;

Sachant que V est le volume de CO_2 dégagé par 0,3 g de CaCO_3

est le volume de CO_2 dégagé par une prise d'essai P

La quantité de CaCO_3 contenue dans cette prise d'essai de sol sera donc:

$0,3 \cdot v / V$; soit $0,3 \cdot v / V \cdot P$ dans 1g de sol

Donc dans 100 g de sol: $\% \text{CaCO}_3 = 0,3 \cdot v / V \cdot P \cdot 100$

3-6-Interprétation:

Calcaire total : selon GEPPE (travaux de commission : données analytiques et interprétations agronomiques) **in Baize (1988)**

| | |
|--|-------------------------------------|
| < 1 % Horizon non calcaire | 1 -5% horizon peu calcaire |
| 5-25% horizon modérément calcaire | 25-50% horizon fortement calcaire |
| 50-80% horizon très fortement calcaire | >80% horizon excessivement calcaire |

Bibliographie:

Baize, D(1988), guide des analyses courantes en pédologie. ed INRR Paris ,172p.

Tpsd'Agronomie1

Tp4: Dosage de la matière organique (Walkely et Black)

4-1- Introduction:

Les composés humiques peuvent être définis comme des substances de néoformation apparaissant au cours de la composition de diverses **matières organiques** qui arrivent au sol: feuilles, débris de bois, plantes herbacées et cadavres animaux, Ets

Tous ces apport sont pour charpente des liaisons carbonées et la connaissance de la teneur en carbone d'un sol renseigne sur son niveau de fertilité.

La matière organique fraiche qui évolue en humus confie au sol des propriétés très appréciables. Elle influence pour une large part toutes ses propriétés physiques (structure, porosité, teneur en eau, température) chimiques (acidité, capacité d'échange, potentiel d'oxydoréduction, éléments nutritifs) et biologiques (microflore et microfaune).

Toutes ces considérations montrent l'intérêt de la connaissance du taux de matière organique dans le sol. Cependant, le dosage de la matière organique des sols soulève de nombreux problème liés d'une part à la complexité des substances en cause et d'autre part à la présence éventuelle d'éléments perturbateurs tels que les carbonates, les minéraux argileux, les composés inorganiques réducteurs.....

Il existe différentes méthodes de détermination du taux de matière organique dans le sol. Les plus couramment utilisées sont :

- ✓ directement par calcination à basse température (Méthode par incinération (JACKSON 1958).
- ✓ par le truchement du dosage du carbone organique dont les résultats sont transformés en valeurs de matière organique grâce à un coefficient déterminé sur base de la teneur en carbone des matières organiques édaphiques(méthode de ANNE 1945 , méthode de Walkley et Black).

4-2-Principe:

La méthode de Walkley et Black consiste à oxyder à froid le carbone de la matière organique contenu dans un échantillon de sol en présence d'un oxydant puissant : le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$), en milieu sulfurique.

L'excès de bichromate de potassium est titré par le sulfate de fer et d'ammonium: $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$.

On admet ainsi que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. Le taux de matière organique pet être déduit du résultat obtenu sachant que le carbone représente 58% de la matière organique.

Ce sont des réactions d'oxydoréduction qui sont mises en jeu, il y a:

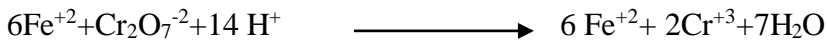
- ✓ Libération d'oxygène
 $2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 8H_2O + 3O_2$
- ✓ Oxydation du carbone:
 $3C + 3O_2 \rightarrow 3CO_2$
- ✓ Enfin dosage de l'excès d'oxydant $K_2Cr_2O_7$ qui fait passer le fer du sel de MOHR de l'état bivalent (réduit) à l'état trivalent (oxydé)
- ✓ $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e$

Tpsd'Agronomie1

Le carbone organique est oxydé par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique.



L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sulfate de fer, en présence de Barium diphénylamine sulfonate dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.



4-3-Réactifs

- Bichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 1N:49.04 g/l.
- Sulfate de fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) : dissoudre 278g dans 400ml d'eau distillée, ajouté 80ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4), laisser à refroidir et mener le volume à 1000ml avec l'eau distillée.
- Acide sulfurique concentré (H_2SO_4)
- Acide ortho-phosphorique concentré (H_3PO_4)
- Barium diphénylamine sulfonate : dissoudre 0.5g dans 20 ml d'eau distillée et ajouter 100ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4)

4-4) Mode opératoire:

- Peser suivant la richesse estimée du sol en MO (plus la terre est riche en MO, plus la prise d'essai sera faible)
- Introduire la prise d'essai dans un bécher de 300 -500 ml
- Ajouter 10ml de la solution de bichromate à 1N
- Agiter légèrement pour disperser le sol dans la solution
- puis ajouter très rapidement 20ml d'acide sulfurique concentré dans la suspension
- Agiter immédiatement le bécher jusqu'à ce que le sol et les réactifs soient bien mélangés et ensuite rigoureusement pendant une minute au total
- Laisser reposer le bécher pendant 30 minutes
- Ajouter 200 ml d'eau distillée + 10ml d'acide ortho-phosphorique
- Ajouter 3 gouttes de diphénylamine
- Titrer avec une solution de sulfate de fer jusqu'au changement de couleur (jusqu'à l'apparition d'une couleur verte)
- Le témoin se fait à blanc (sans sol)

4-5-Calcul:

$$\text{C}\% = \frac{(n' - n) \times 0.3}{P} \times 100$$

Tpsd'Agronomie1

n': volume de titration pour le témoin

n: volume de titration de l'échantillon sol

P: poids de sol

Déduire la valeur ou le pourcentage de MO de l'échantillon en appliquant la formule:

$$\text{MO}\% = \text{C}\% * 1,72$$

4-6-Interprétation:**Normes d'interprétation: Selon l'I.T.A 1977**

| | | |
|------|--------|-------------|
| <1 | —————> | très pauvre |
| 1 à2 | —————> | pauvre |
| 2 à4 | —————> | moyen |
| >4 | —————> | riche |

Bibliographie:

Institut de technologie agricole, 1977 – Laboratoire du sol.Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. 3 Ed. I.T.A. Mostaganem. 105p.