

Chapitre I : La description d'un profil de sol et méthodes d'échantillonnage et prélèvement sur terrain

Introduction

Le sol est un milieu complexe, qui a de multiples fonctions et qui peut être observé de multiples façons, en fonction des objectifs qu'on lui donne.

L'observation du sol se mène comme une enquête policière : l'observateur recherche le maximum d'indices pour répondre à la question qu'il se pose. Plus les indices sont concordants, plus la réponse est précise. La recherche se fait sur le terrain, avec l'agriculteur, en laboratoire et avec l'aide de la bibliographie.

Un sol en «bonne santé» permet de faire des économies d'intrants (travail du sol [fuel, matériel, temps de travail], engrais, phytosanitaires, irrigation, drainage, . .). Il permet d'obtenir de belles récoltes en quantité et en qualité. Un sol qui fonctionne bien c'est un sol qui a une bonne activité biologique, avec un comportement favorable à notre environnement (diminution de l'érosion, du ruissellement et des inondations ; qualité des eaux ; dégradation des phytosanitaires ; épuration des déchets et rétentions des nitrates et engrais, . .).

Le sol est essentiel pour le bon fonctionnement agronomique des écosystèmes. Il est un des piliers de l'agriculture durable.

L'analyse de sol est couramment pratiquée en vue de connaître les potentialités d'exploitation durable du sol de façon à économiser et gérer les pertes par érosion et de protéger l'environnement:

-)] **sur des sols agricoles**, on s'intéresse aux nutriments NPK, au pH, à la structure du sol, à sa granulométrie, ses capacités de rétention de l'eau et éventuellement aux ETM (éléments traces métalliques), etc.;
-)] **sur les sols pollués** ou suspectés d'être pollués, pour l'évaluation environnementale et la caractérisation d'une pollution, par des laboratoires spécialisés, on recherche par exemple des traces d'hydrocarbures, dioxines, furanes, PCB, métaux lourds, radionucléides, biocides, etc.
-)] **sur des sols divers**, pour disposer d'un référentiel (éventuellement pédogéologique).

I.1. Domaines d'application des analyses des sols

La partie des méthodes analytiques des sols (physico-chimiques et biologiques) dont le but n'a été que d'aider l'agriculture, elle s'est développée peu à peu et a pleinement évolué des techniques et le progrès scientifique. Les domaines d'application de la pédologie sont très variés :

- Agriculture ;
- Géotechnique ;
- Hydrologie etc...

Ces applications ne seront efficaces que si des études approfondies du sol sont réalisées au préalable. La pédologie est une discipline qui intègre divers aspects relevant des sciences :

- ✓ Physique (sol= matériau meuble, triphasique : liquide, gaz, solide) ;
- ✓ Chimique (sol = siège des réactions chimiques) ;
- ✓ Biologiques (sol= milieu vivant : botanique, zoologie, microbiologie) ;
- ✓ Géologiques (minéralogie, géographie) ;
- ✓ Agricoles (sol= support et pourvoyeur de la plante, capital de production).

Les résultats de ces applications ne seront probants que si le sol est étudié de tous ses points de vue. Les études de sol qui constituent le domaine de la pédologie générale permettent de :

- ❖ Inventorier les propriétés et les comportements du sol = description des sols ;
- ❖ Connaître l'origine et le développement du sol= genèse des sols ;
- ❖ Classer les sols selon les critères pédogénétiques régionaux et fonctionnels = systématique des sols ;
- ❖ Étudier le sol en tant que composante de l'environnement des plantes, des animaux et de l'homme= écologie des sols = écopédologie.

Ces connaissances acquises nous permettent de tirer des conclusions quant à :

- **L'aptitude des sols**, qui est la capacité par laquelle un sol est apte à produire une culture bien déterminée tout en tenant compte que la réaction de la plante vis à vis de son biotope ;
- **La capacité des sols**, qui se veut d'étudier ce à quoi un sol est capable de produire en se basant sur les données pédologiques, topographiques, climatiques sans pour autant être spécifique ;
- **La vocation des sols**, qui tient compte également des facteurs socio- économiques.

I.2. Observation des sols (voir figure 1)

L'observation du sol se mène comme une enquête policière : l'observateur recherche le maximum d'indices pour répondre à la question qu'il se pose. Plus les indices sont concordants, plus la réponse est précise. La recherche se fait sur le terrain, avec l'agriculteur, en laboratoire et avec l'aide de la bibliographie.

Le sol s'observe en décrivant son profil, à l'aide d'un sondage à la tarière ou en creusant une fosse.

La fosse est un complément très utile au sondage à la tarière. Elle permet d'observer de plus nombreuses caractéristiques du sol : structure, enracinement, activité biologique, éléments grossiers, porosité, roche-mère, circulation de l'eau.... .

I.3. L'histoire du sol, sa pédogenèse

La pédogénèse explique les divers processus de formation des sols. Les sols se forment en fonction du climat, de la roche-mère, de la topographie, des organismes vivants (dont l'homme) et du temps. Il est donc essentiel d'essayer de préciser ces divers facteurs :

Le climat : il y a 4 climats très différents en Algérie. Méditerranéen, montagnard, semi-aride et aride.

La roche-mère : observer les éléments grossiers (cailloux), les affleurements environnants, la roche apparaissant en profondeur, la carte géologique et la carte des sols.

La topographie : situer le sol dans le paysage, crête, bas de pente, versant, vallée, plateau, . et préciser la pente (%).

La végétation : prairie, cultures, rotation, forêt.

L'histoire ancienne : depuis plus de 1 000 ans : les labours, l'érosion aratoire, la profondeur du plus vieux labour (couleur), les colluvionnements anthropiques (qui sont confirmés par la présence de morceaux de briques à 50 ou 100 cm de profondeur), . .

L'histoire culturelle récente : le dernier labour, le travail du sol, la culture, le précédent.

I.4. Les caractéristiques du sol et de son fonctionnement

Elles sont décrites pour chaque couche homogène, dénommée horizon, du profil du sol. Les principales sont :

La texture : On distingue :

- Les éléments grossiers (diamètre des particules > 2 mm) : cailloux, pierres, . .
- La terre fine (diamètre < 2 mm) : sable, limon, argile.
- ✓ Pour donner **le nom de la classe texturale** de la terre fine, on parle par exemple de sols argileux, limono-argileux, argilo-caillouteux, limoneux, limono-sableux ou limono-sablo-argileux. Le premier nom correspond à la classe texturale dominante : un sol limono-argileux contient plus de limons que d'argiles.
- ✓ Pour une évaluation empirique (au doigté) lorsque le sol est plastique (humide à frais):
 - **Les sables** ($> 0,050$ mm, > 50 μ m)
 - A l'état humide (humecter la terre), le toucher est rugueux grossier (pour les sables grossiers) ou fin (pour les sables fins).
 - Aucune rugosité entre les doigts : moins de 15 % de sable.
 - Forte rugosité, grains de sable visibles à l'œil nu, effritement rapide de l'échantillon entre les doigts : plus de 50 % de sable.
 - **Les limons** (entre 2 et 50 μ m)
 - Toucher doux, soyeux, comme du talc.
 - **Les argiles** (inférieures à 2 μ m [0,002 mm])
 - Toucher collant.
 - Plus de 17-20 % d'argile : il est possible de faire un boudin.
 - Plus de 30 % d'argile : il est possible de faire un anneau avec le boudin. La terre colle fortement aux doigts. Le sol forme une plaquette, souvent brillante, à la surface de l'un des doigts sur lequel il colle.

Les éléments grossiers : (supérieurs à 2 mm) : pourcentage de ces éléments, type de roche, dimension (cm), forme (angulaire ou arrondie).

Le calcaire total et actif : Test de terrain avec HCl : acide chlorhydrique du commerce à 30% environ (acide concentré), et dilué au 1/3.

A l'aide d'une pissette, déposer des gouttes d'acide dilué sur une motte de terre, et observer la réaction (dégagement du gaz CO₂ en bulles).

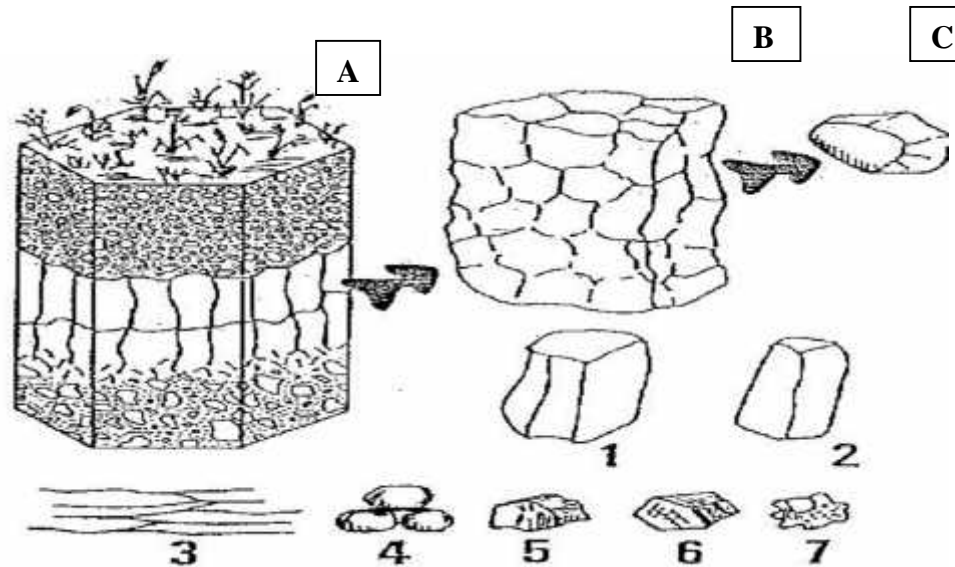
La couleur du sol :

- **La couleur plus foncée** est généralement due à la matière organique.
- **Les couleurs plus blanches** sont souvent associées au calcaire.
- Le **brun** correspond à la brunification des sols qui est la pédogenèse commune sous les climats tempérés (formation d'hydroxyde de fer).
- La couleur **rouge** est due à l'oxydation du fer. Elle peut aussi être héritée de la roche-mère.

L'hydromorphie : les signes de l'excès d'eau s'observent par des taches d'oxydation rouille et de réduction gris-verdâtre, par des concrétions noires ferro-manganiques. L'hydromorphie est-elle actuelle ou ancienne ?

La profondeur du sol : suivant l'enracinement, la compacité ou la porosité.

La structure : c'est l'architecture du sol. Elle dépend surtout du fonctionnement du sol.

**Différentes échelles de structuration du sol :**

Structuration du profil de sol **A** ; élément de la sur-structure **B** ; élément de la structure **C**

Types d'éléments structuraux

1. prismatique
2. colonnaire
3. en plaquettes (feuilletée)
4. grenu
5. polyédrique subangulaire
6. polyédrique angulaire
7. grumeleux.

La compacité : estimation de la résistance à la pénétration dans le sol d'une racine ou d'un couteau par exemple.

La porosité : ce sont les volumes de vide dans le sol : galeries de vers de terre, galeries racinaires et autres pores.

La faune du sol : vers de terre, carabes, mille pattes, .

L'enracinement : profondeur, densité, accidents (racines velues sur sol creux, ..).

La matière organique : couleur plus ou moins foncée du sol, vitesse de décomposition des résidus de récolte (3 mois ou 2 ans par exemple), mode d'enfouissement par le labour.

Les limites entre les couches de sol : (horizons) les limites diffuses sont favorables. Les limites nettes sont défavorables (semelles, fond de labour, . .), car elles freinent les échanges verticaux.

Les états de surface sont aussi décrits : ornières (abondance %, profondeur), croûtes de battance (abondance %, épaisseur [mm], présence de couches sédimentaires, porosité de la croûte), porosité en surface (nombre de pores par unité de surface), turricules de vers, résidus de récolte en surface (dimension et abondance %). Les signes d'érosion hydrique : griffes, rigoles, ravines, atterrissements, dépôts (dimensions et abondance en % de la surface).

I.5. Les différentes analyses à effectuer

Les analyses de laboratoires permettent de préciser et de compléter de nombreux points. Le choix des analyses se diversifie pour les agriculteurs, agronomes, écologistes ou environnementalistes selon le but de leurs études :

a) Analyses physiques du sol : ceux sont les analyses qui puissent nous rendre compte sur la texture (granulométrie), la structure, les différents états d'eaux et de l'air dans le sol et leurs circulations.

b) Analyses physico-chimiques : Ceux sont les analyses qui nous rendent compte sur l'état chimique du sol tel que le pH, la conductivité électrique, le taux de CaCO_3 total et actif, le taux de Carbone et matière organique, le taux d'Azote, et tous les éléments qui peuvent exister dans le sol en leurs différentes formes.

c) Analyses biologiques : L'analyse de biomasse microbienne se traduit par la mesure du carbone microbien. Elle permet ainsi d'appréhender l'effet d'un changement de pratique agricole sur l'activité biologique du sol (apport organique, travail du sol...). Par le fractionnement de la matière organique ou la minéralisation du carbone.

Les analyses biologiques touchent également la faune au-delà des microorganismes. Elles sont supposées de rendre compte sur leur dénombrement ainsi que leur systématique.

I.6. Méthodes d'échantillonnage

L'échantillonnage est l'ensemble du processus ayant pour objet la réalisation d'échantillons représentatifs d'un milieu initial (sols, eaux de surfaces ou eaux souterraines, déchets).

Avant de procéder à l'échantillonnage,

- Il faut néanmoins limiter la parcelle à échantillonner par cartographie au moyen des cartes pédologiques, géologiques, topographiques, de végétation.....
- Faire un plan précis du lieu de prélèvement et garnir la fiche de renseignements ; les conserver précieusement (ou utiliser un GPS). Une fiche de renseignements est disponible.

L'échantillonnage peut être :

Aléatoire : Choisir sur terrain des endroits d'échantillonnage absolument d'une façon aléatoire.

Systématique : Faire une grille sur la carte de la parcelle à échantillonner, les points des maillons seront les points de prélèvement du sol quel qu'il soit leur endroit.

Subjectif ou mixte : Choisir les endroits d'échantillonnage d'une façon rationnelle.

Dans la parcelle il faut délimiter les zones :

- de même culture dans un même état végétatif,
- de même précédent cultural,
- caractérisées par un relief homogène,
- caractérisées par un sol homogène du point de vue couleur, structure, texture, profondeur, éléments grossiers et humidité.

Repérer une zone de sol homogène (ne pas mélanger des sols différents).

Pour caractériser une parcelle,

- on choisit la zone homogène la plus importante en surface ; ou à égalité de surface, la moins fertile a priori.
- Éliminer les endroits anormaux : bordures de champs, anciennes haies, anciens tas de fumier, anciens chemins...

I.7. Méthodes de prélèvement

Le but du prélèvement d'échantillons du sol est de fournir un petit volume de sol à des fins d'analyse qui est représentatif du volume entier du sol dans la zone portant à intérêt. Il y a plusieurs façons d'atteindre ce but.

Pour qu'un échantillon représente bien la zone portant à intérêt, il doit être composé de plusieurs sous-échantillons. Ceux-ci doivent couvrir la profondeur du sol où se feraient normalement des travaux du sol. Pour la plupart des éléments nutritifs et des autres paramètres réglementés, cette profondeur est d'environ de 15 à 30cm centimètres. Cette profondeur est appropriée même lorsqu'il n'y a aucun travail du sol puisqu'elle représente la partie du sol où se trouvent la plupart des racines et où se produit surtout l'absorption des éléments nutritifs. L'exception à cette règle concerne les échantillons de nitrates dans le sol qui sont prélevés à une profondeur supérieur à 30 cm, pour inclure les nitrates qui ont pu être lessivés du sol de surface jusqu'à la partie inférieure de la zone radicale.

Pour prélever les sous-échantillons à la bonne profondeur, le dispositif le plus simple à utiliser est un tube d'échantillonnage ou une tarière que l'on insère dans le sol à la profondeur appropriée, puis que l'on retire avec l'échantillon prélevé. Une pelle ou une bêche peut être utilisée à la place du tube ou de la tarière mais ceci demande plus d'effort et il est plus difficile de garder les sous-échantillons de la même grosseur.

Le mode de prélèvement des sous-échantillons doit permettre de fournir un échantillon représentatif de toute la zone. Ceci signifie que :

- ❖ un nombre suffisant de sous-échantillons doivent être prélevés;
- ❖ les sous-échantillons doivent être prélevés de façon à ne pas introduire de biais dans l'échantillon représentatif;
- ❖ la zone échantillonnée doit être raisonnablement uniforme;
- ❖ la zone échantillonnée ne doit pas être trop vaste.

I.8. Méthodes de Conservation et transport

Selon l'objectif de l'étude, le paramètre à analyser et la méthode d'analyse, la conservation et le transport peuvent être très différents.

Généralement, quand on veut faire des analyses courantes physico-chimiques de pH, CE, MO, CaCO₃ total ou actif, CEC, certains métaux lourds et la plus part des éléments chimiques du sol, le prélèvement puis le transport se fait à température ambiante (< 25°C) et à l'abri de la lumière directe du soleil dans des sacs en plastiques étiquetés et numérotés.

Pour d'autres analyses, le sol doit être prélevé et transporter dans un milieu gardant l'humidité initiale et une température très faibles. On utilise alors une glacière ou un moyen adéquat. Ces analyses sont souvent ceux des différentes formes d'azote ou biologiques de biomasse microbiennes.

D'autres analyses physiques exigent un maintien initial de la structure du sol. Le prélèvement se fait dans des boîtes ou cylindres métalliques dont le volume est connu. Le transport dans ce cas-là, se fait d'une façon très délicate à ne pas perturber les échantillons.

I.9. Préparation du sol pour les différentes analyses

Le séchage : Avant la majorité des analyses physico-chimiques, le sol doit être séché à des températures ambiantes. Ceci est effectué dans le but d'éliminer le poids de la phase liquide du sol. Les échantillons devront être pesés à plusieurs reprises.

Le tamisage : Le sol doit être généralement broyé à l'aide d'un mortier et tamiser avec un tamis à 2mm pour les différentes analyses physico-chimiques du sol. Cependant il y'a des analyses qui exigent un tamisage beaucoup plus fin on peut aller jusqu'à 0,3 mm.



Profil du sol

Fosses pour observation du sol

Limites des différents horizons

Figure 1 : Observation du sol