

Chapitre II - Organisation morphologique des sols

Table des matières

1. Introduction
2. Organisation morphologique des sols
3. Horizons pédologiques
4. Profils pédologiques
5. Couverture pédologique
6. Sol et eau
7. Atmosphère du sol
8. Température du sol
9. Couleur du sol
10. Conclusion

1. Introduction

Le sol est un milieu vivant et complexe. Il n'est pas seulement une surface où poussent les plantes, mais un ensemble organisé de couches et de structures qui interagissent entre elles. Comprendre comment le sol est formé, comment il s'organise et quelles sont ses principales caractéristiques est essentiel pour l'agriculture. Ce chapitre présente les différentes parties du sol : ses horizons, ses profils, sa couverture, ainsi que les éléments qui influencent son fonctionnement comme l'eau, l'air, la température et la couleur.

2. Organisation morphologique des sols

Le sol ne possède pas une seule structure uniforme, mais une diversité de structures imbriquées qui s'organisent de l'échelle microscopique à l'échelle paysagère. On peut distinguer:

- ✓ Les réseaux cristallins des minéraux
- ✓ Les argiles
- ✓ Les agrégats de sols
- ✓ Les mottes de sol
- ✓ Les horizons dont les composantes sont des mottes, des agrégats et des vides inter-agrégats
- ✓ Les paysages, du décimètre à la centaine de kilomètres (structure de couverture pédologique), etc.

La figure en dessous illustre les différents niveaux d'organisation du sol.

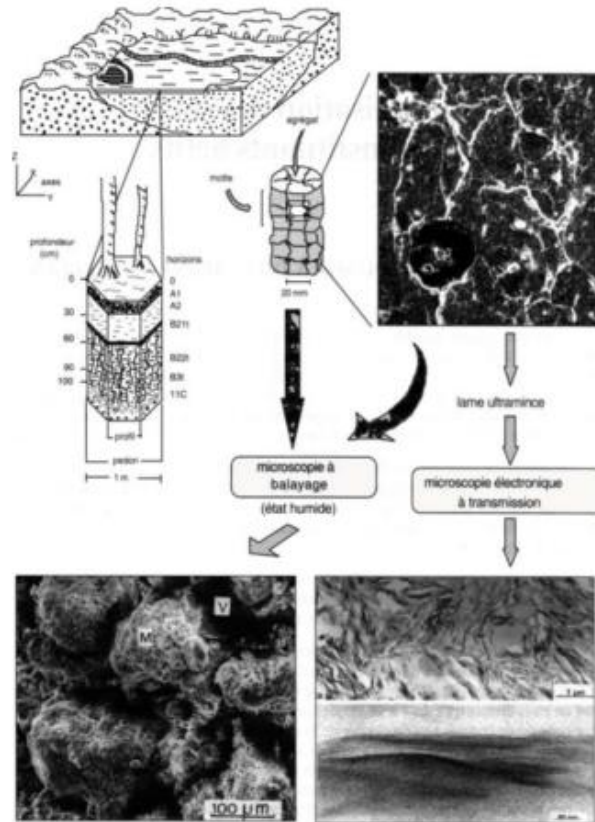


Figure 1: Illustration des différents niveaux d'organisation du sol

2.1 Organisations élémentaires

Le sol est un milieu complexe, constitué de plusieurs phases :

- ✓ **Phase solide** : particules minérales (sable, limon, argile) et matière organique.
- ✓ **Phase liquide** : eau du sol, contenant des éléments dissous.
- ✓ **Phase gazeuse** : atmosphère du sol, composée de gaz issus de l'air externe et de la respiration des organismes.

Ces trois phases interagissent en permanence et conditionnent la fertilité, la structure et la dynamique biologique du sol.

Selon Duchaufour (1997), ces phases interagissent en permanence et déterminent la fertilité et la dynamique biologique. La structure élémentaire du sol repose sur la

texture (proportion relative des fractions granulométriques), la structure (agencement des particules en agrégats), et la porosité (ensemble des vides du sol).

La structure est le mode d'arrangement spatial des particules minérales et organiques d'un sol entre elles. Il résulte de la façon dont sont associés les constituants élémentaires d'un échantillon de terre. Cette association aboutit à des éléments structuraux agencés différemment les uns par rapport aux autres, selon les cas.

Elle est caractérisée par :

La forme des agencements et leur taille, l'importance des vides et des pleins c'est-à-dire la porosité, la résistance des liaisons qui unissent les constituants élémentaires entre eux ainsi que les éléments structuraux

Le sol peut avoir plusieurs types de structures (figure 2), c'est-à-dire différentes façons dont ses particules s'organisent :

- ✧ **Structure grumeleuse** : formée par de petits agrégats, fréquente dans les sols riches en matière organique (prairies, couverts végétaux).
- ✧ **Structure prismatique ou polyédrique** : présente surtout dans les sols argileux, où les particules s'assemblent en formes géométriques.
- ✧ **Structure apédique** : sols sans agrégats, les particules restent séparées.
- ✧ **Structure particulaire** : composée de grains sans cohésion, comme le sable ou les graviers.
- ✧ **Structure massive** : très compacte, sans agrégats visibles ; le sol paraît « fondu » et ne se fragmente qu'en cas de choc.

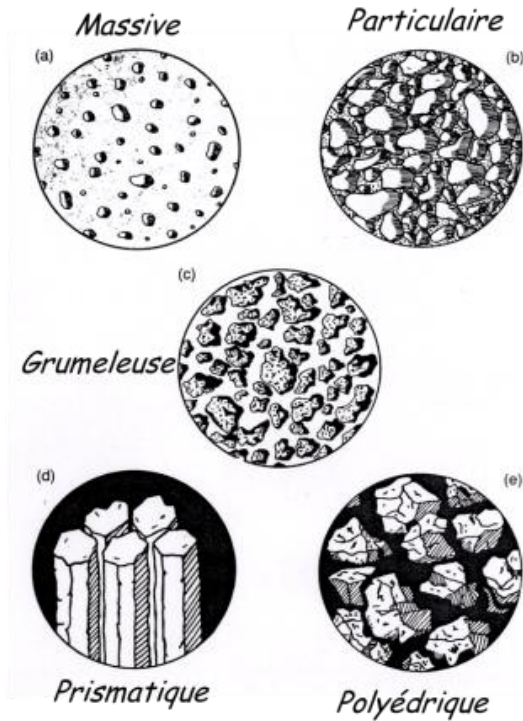


Figure 2: Différentes structures de sol (Gobat et al., 1998)

2.2. La porosité du sol

Par définition, la porosité du sol correspond à la fraction du volume total du sol qui n'est pas occupée par les particules solides, mais par des espaces vides appelés pores, pouvant contenir de l'air et/ou de l'eau. Les pores du sol jouent un rôle fondamental : les macropores assurent la circulation de l'air et de l'eau, tandis que les micropores retiennent l'eau et les nutriments.

Elle est souvent exprimée en pourcentage :

$$\text{Porosité (\%)} = \frac{V_{\text{vides}}}{V_{\text{total}}} \times 100$$

Tout comme pour la structure du sol, on ne parle pas d'une seule porosité, mais plutôt de multiples porosités imbriquées les unes dans les autres. C'est la raison pour laquelle on peut voir la porosité à diverses échelles, voir la figure en dessous.

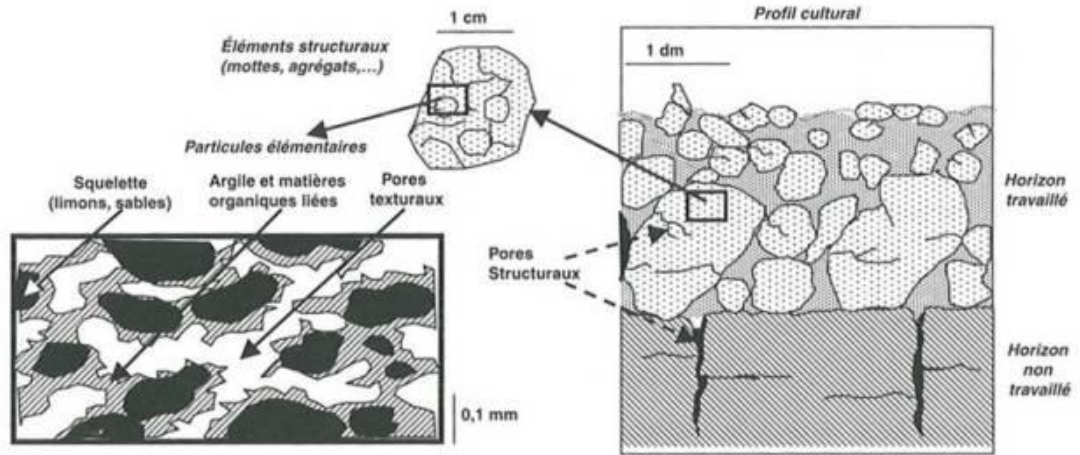


Figure 3: Observation de la porosité à différentes échelles (Girard et al., 2005)

3. Horizons pédologiques

3.1. Définition générale

Un horizon pédologique (figure 4) est une couche horizontale du sol, différenciée par sa composition, sa couleur, sa texture, sa structure et son activité biologique. Les horizons majeurs sont désignés par des lettres majuscules.

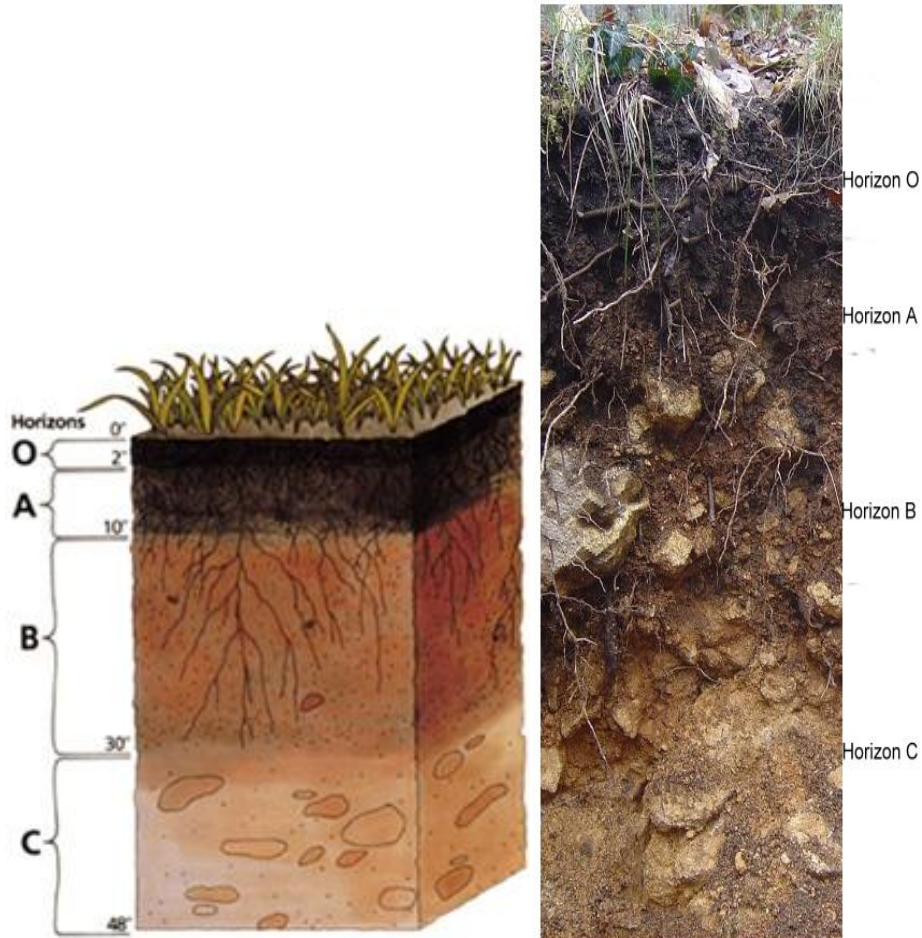


Figure 4 : Profil pédologiques démontrant les différents horizons d u sol.

3.2. Horizon O (organique ou humifère)

Situé en surface, constitué de débris végétaux plus ou moins décomposés.

Les facteurs de variation : activité biologique (organismes détritivores, saprophages, coprophages, nécrophages), conditions climatiques, présence d'inhibiteurs (métaux lourds, substances toxiques)

Sous-horizons :

OL (litière) : débris végétaux reconnaissables.

OLn : feuilles récentes intactes

OLv : feuilles vieilles, partiellement décomposées.

OF (fragmentation) : débris non reconnaissables, en cours de transformation.

OH (humifié) : matière totalement décomposée, sans structure végétale visible.

3.3. Horizon A (organo-minéral ou couche arable)

Cet horizon est un mélange de matière organique transformée et d'éléments minéraux. C'est la couche la plus fertile, directement exploitée par les racines et les cultures.

3.4. Horizon E (éluvial)

C'est l'horizon appauvri par **lessivage** (perte d'argile, fer). cet appauvrissement est engendré à deux types de processus, à savoir:

- ✓ **L'Éluviation** : appauvrissement d'un horizon supérieur par transport de matière.
- ✓ **L'Illuviation** : accumulation de substances dans un horizon inférieur.

NB: Il existe plusieurs types de transport, selon la nature des éléments transportés : Lessivage (particules solides), lixiviation (éléments dissous), illuviation (dépôt de particules en suspension).

3.5. Horizon B (illuvial ou sous-sol)

Cet horizon correspond à la zone d'accumulation : argile, fer, matière organique, carbonate de calcium. Au niveau de cet horizon, notons qu'il y a un enrichissement apparent dû à l'appauvrissement de l'horizon E sus-jacent.

3.6. Horizon C (altération)

Il correspond à la Roche-mère altérée, caractères originels visibles (structure, minéraux). Types d'altération possibles:

- ✓ Mécanique : cryoclastie, thermoclastie, haloclastie, hydroclastie.

- ✓ Chimique : hydratation/déshydratation, hydrolyse, oxydo-réduction, carbonatation, dissolution karstique.
- ✓ Biologique : action des plantes, animaux, micro-organismes.

3.7. Horizon R (roche-mère)

C'est la Roche non altérée, située à la base du profil. Elle est qualifiée de roche-mère si elle est bien à l'origine du sol ; sinon, le sol résulte d'un apport de matériaux.

4. Profils pédologiques

Le profil pédologique est la succession verticale des horizons, depuis la surface jusqu'à la roche-mère. Il permet d'apprécier la couleur, la texture, la structure, l'activité biologique, la consistance, et les contraintes au développement racinaire.

5. Couverture pédologique

La couverture pédologique désigne l'ensemble des sols recouvrant la surface terrestre. Elle est en évolution permanente, formée à partir de la roche-mère et de la matière organique. Son étude nécessite des sondages et des analyses en laboratoire.

6. Sol et eau

L'eau du sol comprend plusieurs formes (figure 5) : eau chimique, hygroscopique, membranaire, capillaire et gravitationnelle. Elle transporte les nutriments vers les racines.

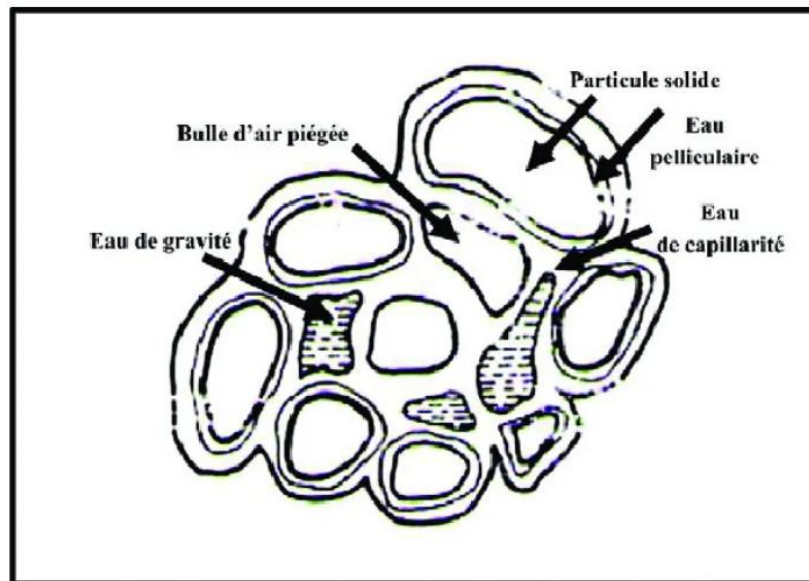


Figure 5: Représentation simplifiée des différents types d'eau dans un agrégé de sol (Skhiri, 2019)

La disponibilité dépend de la texture, de la matière organique et des forces en jeu : pesanteur, attraction, succion.

La réserve utile (RU) est l'eau absorbable par les racines. Le point de ressuyage marque la limite de disponibilité, tandis que le point de flétrissement indique une eau trop fortement retenue.

Les mouvements de l'eau incluent la percolation et la diffusion capillaire. Une bonne gestion de l'eau repose sur le suivi de l'humidité, l'irrigation adaptée et la conservation de l'eau.

7. Atmosphère du sol

La phase gazeuse du sol contient de l'azote, de l'oxygène, du dioxyde de carbone et du méthane. Elle est influencée par la respiration des racines et des micro-organismes.

Un déficit en oxygène entraîne une respiration anaérobie, production d'éthanol, dénitrification, et gleification. L'amélioration de l'aération passe par le drainage, le

travail du sol, la gestion de la porosité, l'utilisation de plantes à enracinement profond, et l'apport de matière organique.

Solution proposées:

- ✓ Drainage (drains, fossés, buttes).
- ✓ Travail du sol (labour, mais effet temporaire).
- ✓ Gestion de la macroporosité (éviter tassement, battance).
- ✓ Plantes à enracinement profond (luzerne, tournesol).
- ✓ Matière organique et biologie du sol (vers de terre créant des galeries).
- ✓ Éviter le travail en conditions humides (risque de semelles de labour)

8. Température du sol

La température du sol influence la germination, l'activité microbienne, l'absorption des nutriments et le développement racinaire. Elle dépend du **rayonnement solaire**, de la **chaleur interne**, de la **matière organique**, de l'**humidité**, de la **couleur du sol**, de l'**exposition** et de l'**inclinaison**.

Des techniques comme le paillage, les serres, le labour, l'irrigation et l'enrichissement en matière organique permettent de réguler la température du sol.

9. Couleur du sol

9.1. Définition

La couleur du sol est un indicateur visuel majeur en pédologie. Elle reflète la composition minérale, la teneur en matière organique et les processus pédogénétiques. Elle est décrite à l'aide du **code Munsell Soil**, qui permet une classification standardisée (Duchaufour, 1997) (figure 6).

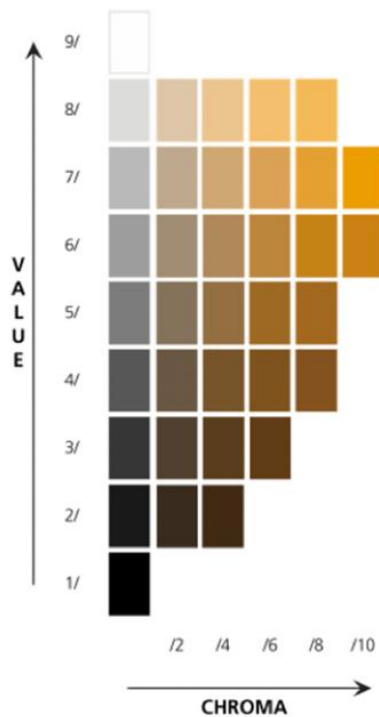


Figure 6: Code Munsell Soil Color Chart

9.2. Facteurs influençant la couleur

- ✓ **Matière organique** : confère des teintes sombres (brun, noir). Plus la teneur en humus est élevée, plus le sol est foncé.
- ✓ **Oxydes de fer** : responsables des couleurs rouges, jaunes et brunes. L'hématite donne des teintes rouges, la goethite des jaunes.
- ✓ **Hydratation et réduction** : en conditions hydromorphes, le fer réduit (Fe^{2+}) donne des teintes gris-bleutées (gleïfication).
- ✓ **Carbonates et sels** : apportent des teintes claires (blanc, gris).
- ✓ **Minéraux primaires** : quartz (blanc), feldspaths (rosés), micas (bruns).

9.3. Signification pédologique

Un sol sombre indique une forte activité biologique et une bonne fertilité.

Les teintes rouges ou jaunes traduisent une bonne aération et une forte présence de fer oxydé. Les couleurs gris-bleutées signalent une saturation en eau et des conditions réductrices. Les horizons clairs (E) traduisent un appauvrissement par lessivage.

9.4. Exemples concrets

1. Les sols ferrallitiques tropicaux présentent des couleurs rouges intenses dues à l'accumulation d'oxydes de fer.

2. Les sols hydromorphes des plaines alluviales (Mitidja, Guelma en Algérie) montrent des teintes gris-bleutées caractéristiques de la gleification.

3. Les sols riches en humus des prairies ont une couleur noire, indicatrice d'une forte teneur en matière organique.

10. Conclusion

L'étude de la morphologie du sol permet de mieux comprendre son rôle dans la croissance des plantes et la production agricole. Chaque horizon, chaque structure et chaque propriété (eau, air, température, couleur) influence directement la fertilité et la santé des cultures. En connaissant ces éléments, l'agronome peut mieux gérer les sols, améliorer leur qualité et assurer de bons rendements.