

## **Chapitre 1: L'organisation morphologique des sols**

En étudiant la morphologie des sols, on distingue plusieurs échelles partant des constituants élémentaires (S, L, A), à la formation des agrégats, des grumeaux, des horizons, des profils, couvertures pédologiques...

### **2-1- Les organisations élémentaires:**

Il s'agit des constituants granulométriques (**texturaux**) et leurs éventuelle organisation (**structure**)

#### **2-1-1-La texture :**

Avant de parler des méthodes de détermination de la texture minérale d'un sol sur terrain ainsi qu'au laboratoire, on doit donner quelques définitions de cette texture:

\*La texture définie la répartition granulométrique des particules minérales élémentaires d'un sol en fonction de leur tailles.

\*Elle reflète la proportion des différentes particules des sols à l'état primaire. Les unités texturales sont le sable, le limon et l'argile. L'analyse granulométrique permet de fractionner le sol en différentes unités et classes texturales (sols à textures sableuse, argileuse, limoneuse, sablo-limoneuse, limono-argileuse, sablo-limono- argileuse.....).

\*La granulométrie; représente la composition (détermination) en pourcent (%) des éléments constitutifs du sol prise par classe de tailles.

\*C'est la détermination en pourcentages des constituants minéraux composants la terre fine.

\*La texture reflète la part respective des constituants triés selon leurs tailles.

#### **\*\*Les méthodes de détermination de la texture du sol:**

Il existe plusieurs méthodes de détermination de la texture des sols ; de terrain (test de toucher) et de laboratoire (analyse granulométrique).

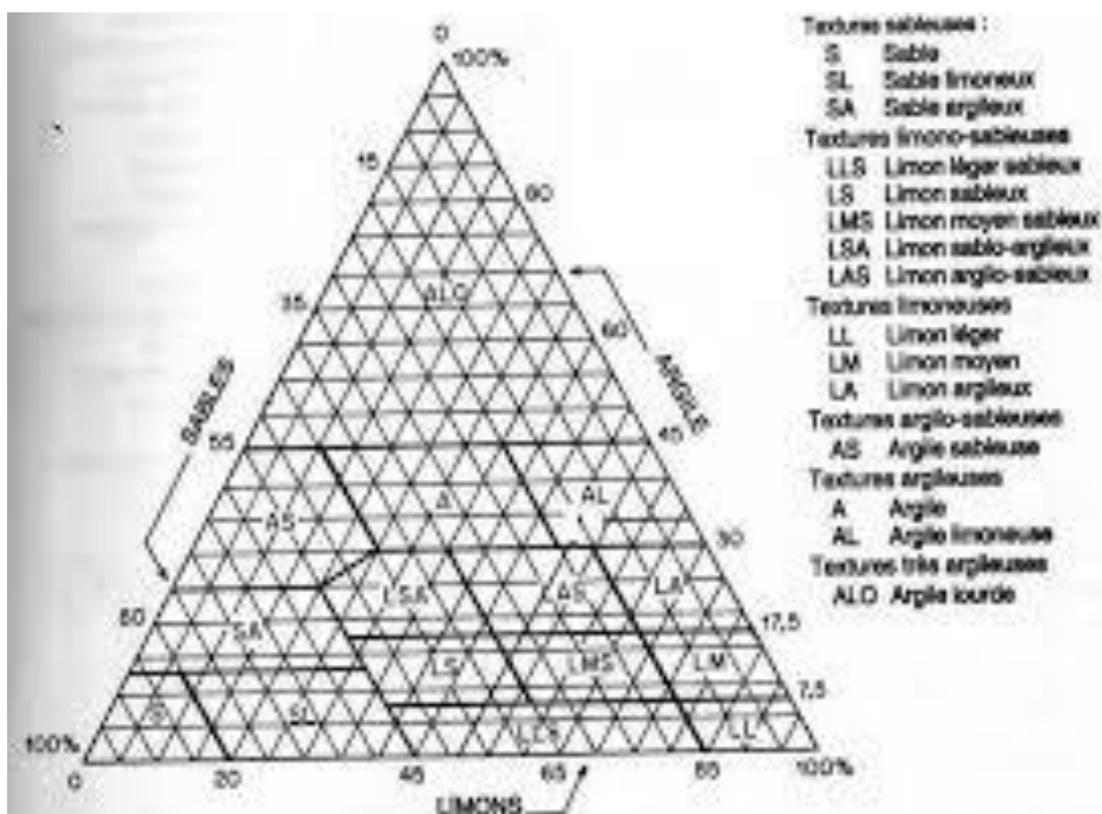
**-Méthodes de terrain :** on a plusieurs méthodes, elles sont faciles, non précises; ce sont ceux effectués sur terrain (au toucher, expliqué en détails au cours (voir tableau1 et explication présentée à la séance du cours)

**Tableau 1: Test de toucher d'après A Fleury et B Fournier**

	Résultat	Conséquence sur la texture
<b>Toucher de la terre sèche</b>	Soyeux ou talqueux	Abondance de limon fin
	Savonneux	Abondance de limon grossier
	Rugueux	Sable grossier
<b>Réalisation d'un boudin de terre humide</b>	Possible	A > 10%
	Impossible	A < 10%
<b>Réalisation d'un anneau avec le boudin de terre</b>	Fissuration avec une ½ formation de l'anneau	L > A A < 30%
	Fissuration avec ¾ de formation	L < A A < 30%
	Anneau réalisable	A > 30%

\*On peut aussi la déterminer le test de toucher d'après MUTSCHER

**-Méthodes de laboratoire :** par l'analyse granulométrique, la détermination des pourcentages des fractions (Sable, limon et argile), arrivant à la fin à l'utilisation du triangle textural (il existe aussi plusieurs types de triangles qu'on cite celui de GEPPA (**figure 2**) et JAMAGNE (**figure 1**), celui dernier est le plus utilisé).



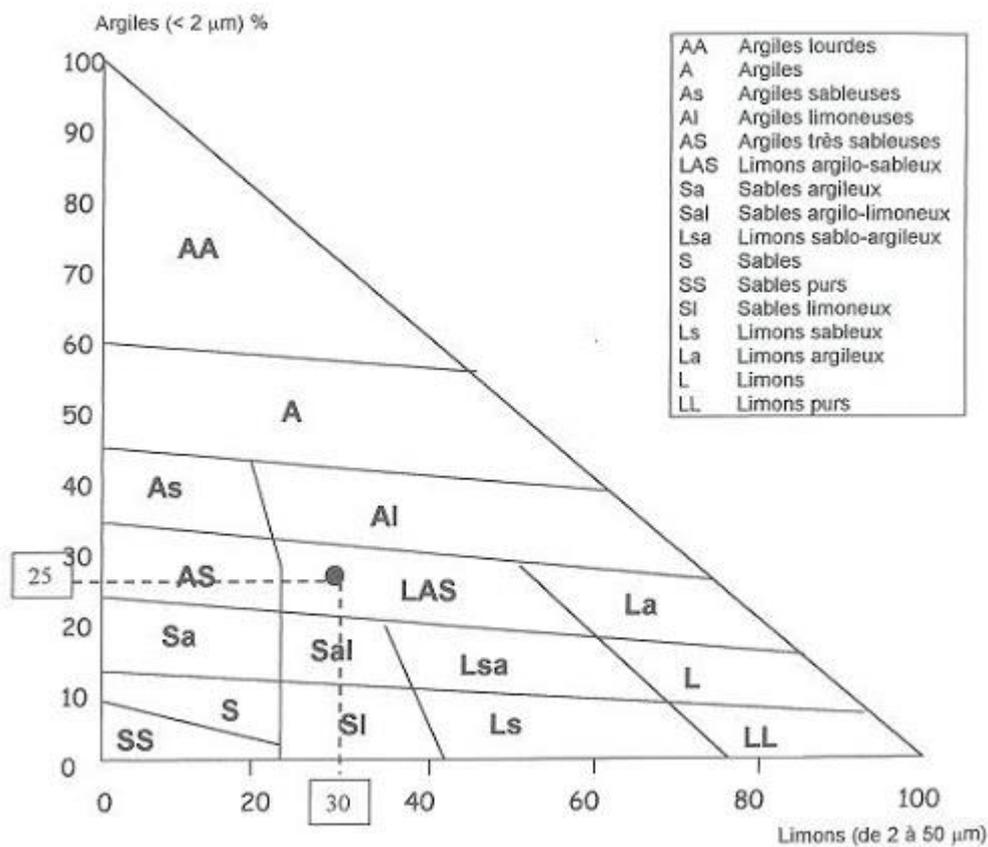
**Figure 1 : Triangle texturale de Jamagne et positionnement des résultats et classes texturales**

L'utilisation exacte du triangle textural nous aide à découvrir la classe texturale de notre sol.

Comme dans le cas de la figure 2, le positionnement s'effectue comme le montre la flèche de chaque élément (argile, sable et limon), et les graduations des pourcentages (5% pour chacune) des résultats trouvés (dans le cas des argiles et comme le montre la figure 2, on trouve 0% en bas et 100% en haut) (dans le cas du limon on commence par 0% à gauche arrivant à 100% à droite de la figure) (pour les sable 0% est en haut et 100% en bas). Tout en suivant les sens mentionnés par la flèche de chacun d'eux.

**Exemples de détermination de la texture des sols selon le triangle texturale de Jamagne**

- \*Un sol qui présente les pourcentages 35% d'argile, 30 limon et 35% du sable présente une texture Argileuse (A).
- \*Un sol qui présente les pourcentages 55% d'argile, 10% limon et 35% du sable présente une texture très argileuse (ALO argile lourds).
- \*Un sol qui présente les pourcentages 5% d'argile, 10% limon et 85% du sable présente une texture sableuse (S).



**Figure 2 : Triangle texturale de GEEPA et positionnement des résultats et classes texturales**

De point de vue pédologique, la texture est la propriété physique (dite aussi physico-chimique) de base des sols car elle guide toutes les autres propriétés physiques, chimiques et biologiques.

### 2-1-2-La structure:

A l'œil nu ou au laboratoire la masse des sols n'est pas continue mais elle est parcourue par un réseau des continuités plus ou moins visible qui la partage en fragments de forme propre, **chaqu'un d'eux est un élément structurale (agrégat)**.

La structure donc est un état qui peut évoluer dans le temps, on peut dire aussi que c'est l'organisation (mode d'assemblage) des particules élémentaires du sol par le biais des liants ou ciments organiques et minéraux à un temps donné (ou sous des conditions bien déterminées). L'élément de base de la structuration du sol est l'agrégat.

C'est une caractéristique essentielle du sol qui exprime son mode de fonctionnement et qui détermine fortement ses qualités agronomiques.

On distingue généralement selon la nomenclature française trois types de structures:

**1\*Structure particulaire ou élémentaire**, dans lesquelles les constituants solides sont entassés sans aucune liaison.

**\*\*Les structures particulières sont défavorables par leurs manques de colloïdes et ces sols sont sensibles à l'érosion \*\***



**Figure 3: Exemple d'un sol à structure particulaire**

**2\*Structure massive, continue ou compacte**, toute la couche du sol ou la face d'un profil (ou d'un horizon) forme un bloc unique

**\*\*Les structures continues sont nuisibles**, par leurs manques de perméabilité à l'eau et à l'air, le sol est asphyxiant, et défavorable à l'activité biologique des animaux, des microbes et des végétaux, par leur grande résistance à la pénétration des racines par leur difficulté de travail, tant en période humide qu'en période sèche\*\*



**Figure 4: Exemples d'un sol à structure massive**

**3\*Structure fragmentaire**, dans laquelle les constituants, assemblés en agrégats, sont groupés en éléments structuraux plus ou moins gros, l'aspect allongé, anguleux ou plus ou moins sphérique, offrant plus ou moins de facilité à la circulation de l'air et de l'eau.

C'est la structure dominante des sols agricoles. Elle peut être de type ; polyédrique et prismatique, grenue, grumeleuse.

**\*\*\*La structure grumeleuse; parmi les structures fragmentaires est à rechercher\*\*\***



**Figure 5: Exemples des sols à structure massive**

## 2-2- Le profil du sol:

C'est une coupe verticale du sol allant de la surface jusqu'à une profondeur bien déterminée.

### 2-2-1- Le profil pédologique

C'est une coupe verticale allant de la surface jusqu'à la roche mère. Il s'attache aux caractères du sol, sa genèse, ces propriétés physiques, chimiques et biologiques et même sa richesse en éléments chimique et en matière organique (expliqué en détails au cours et voir **figures 6**).

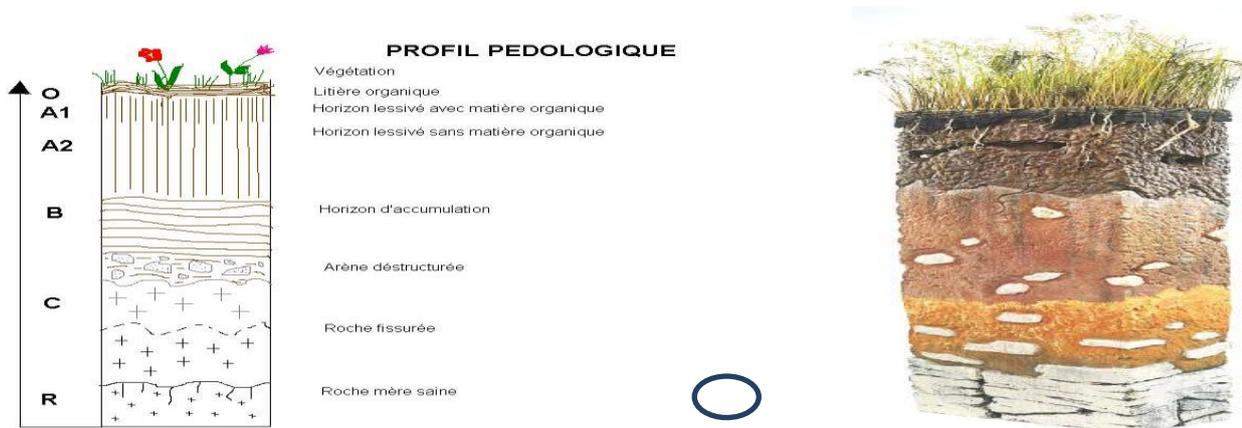


Figure 6 : profils pédologiques

### 2-2-2- Le profil cultural

Qui est destiné à observer les propriétés du sol et les conséquences de pratiques culturales sur la richesse et la fertilité du sol. Ainsi que les conditions de développement des plantes ;

Dans ce cas, la profondeur peut être limitée à l'arrêt du système racinaire et l'arrivée des engins de travail du sol (**figure 7**)



Figure 7 : profils culturales

### 2-3- L'horizon du sol:

Il s'agit des couches parallèles à la surface du sol, d'épaisseurs variables et de caractères variables l'un de l'autre tirés par observation directe (**caractères morphologiques** expliqués à la séance du cours: profondeur, zone de transition, taches, humidité, couleur, texture, structure, porosité, présence ou absence des sels, enracinement, activité biologique.....).

Les pédologues à travers le monde entier désignent les différents horizons par des lettres majuscules A, B, C, R. Avec des significations qui peuvent varier légèrement d'un pays à l'autre.

En se basant sur la terminologie française, on peut citer quelques exemples:

**\*A :**

C'est un horizon majeur qui occupe la partie supérieure de l'ensemble du profil horizon. Il peut présenter un des caractères suivants ou les deux à la fois :

-Présence de matière organique (avec des pourcentages élevés à très élevés), c'est le cas de **A<sub>0</sub>** et **A<sub>00</sub>**. Dans certains cas ces horizons peuvent manquer.

- Appauvrissement en constituants tels que argile, fer, Alumine,..... etc, c'est le cas de **A<sub>1</sub>**, **A<sub>2</sub>** et **A<sub>3</sub>**

**A<sub>1</sub>** : horizon présentant en général moins de 30% de matière organique bien mélangée à la partie minérale, et de couleur généralement sombre.

**A<sub>2</sub>** : horizon de couleur plus claire celle de l'horizon sus-jacent; il est appauvri en fer, en argile, en aluminium avec concentration corrélative de minéraux résistants. C'est un horizon d'éluviation par lessivage de matériaux en solution ou suspension. Les éléments se déplacent généralement à l'état dissous ou dispersés vers l'horizon B et / ou hors du profil.

**A<sub>3</sub>** : horizon de transition entre A et B, mais il est plus proche de A que de B. Si l'horizon de transition ne peut être valablement attribué à l'un ou à l'autre, on écrira AB.

**\*B :**

C'est un horizon majeur situé au-dessous de A et caractérisé par des teneurs en argile, en fer, en humus, plus élevées qu'en A ou C. Cet enrichissement peut être dû, soit à des transformations sur place des minéraux préexistants, soit à des apports illuviaux, alors. On désigne ; cet horizon par B.

Si la variation de teneur est très faible et que la différenciation avec A ou C ne porte que sur la consistance, la structure ou la couleur, on désignera cet horizon par (B).

Une lettre minuscule, placée après B, précisera la nature de l'enrichissement ou de la différenciation tels que Bh qui désigne l'enrichissement en matière organique, Bt riche en argile.

L'horizon peut être divisé en B1 Horizon de transition avec A, mais plus proche de B que de A, B2 constituant la partie essentielle de B, correspondant soit à l'accumulation principale, soit au développement maximum de la différenciation et B3 Horizon de transition avec C, mais plus proche de B que de C.

**\*C :**

Horizon minéral, autre que la roche brute, placé sous B (ou sous A, s'il y a pas de B).

**\*R :** roche brute sous-jacente.



**Figure 8: Exemple des horizons d'un sol**

Si on concentre sur la figure, on remarque notre profil se compose d'au moins de 4 horizon :

\*Le premier est organique (riche en matière organique)

\*Le deuxième est organo-minérale **A** avec une couleur brunâtre (brun foncé qui tend vers le noir)

\*Une zone de transition (et on a expliqué largement pendant la séance du cours la signification de la zone de transition)

\*Un troisième horizon, horizon **B** ou d'accumulation et apparemment c'est un horizon d'accumulation de MO de couleur noire

\*Un 4<sup>ém</sup> horizon jaunâtre

\*La roche mère qui n'apparaît pas très clairement

#### **2-4- Couverture pédologique:**

Terme utilisé souvent pour désigner une surface constituée d'un ensemble de profils (expliqué au cours) (**figure 9**).

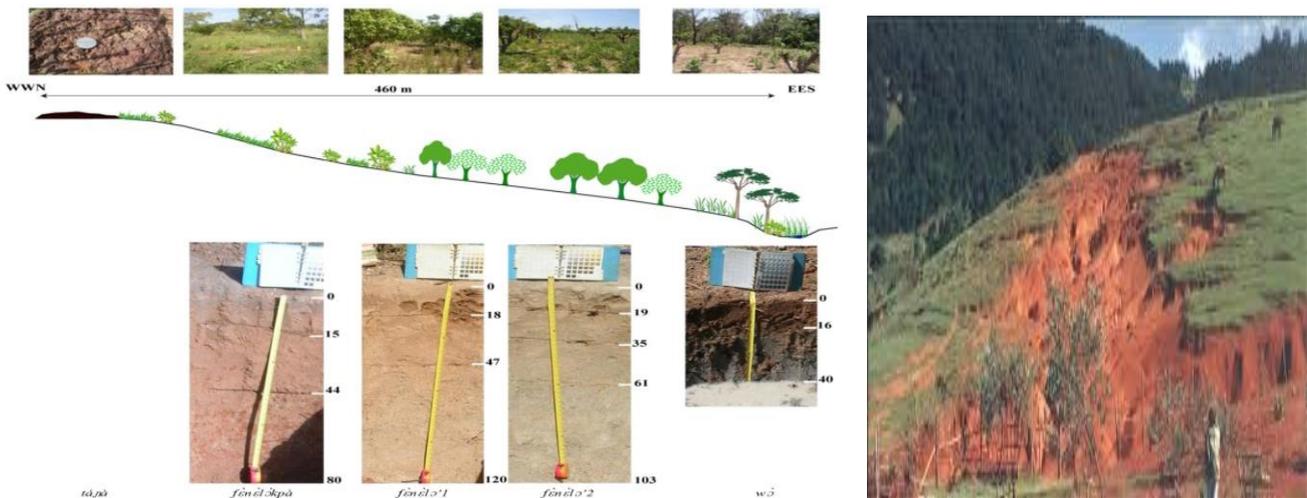
D'après certains chercheurs, c'est ce qu'on appelle habituellement "les sols" en pédologie et se sont des objets naturels, continus et tridimensionnels.

Les couvertures pédologiques sont formées de constituants minéraux et organiques, présents à l'état solide, liquide ou gazeux. Ces constituants sont organisés entre eux, formant ainsi des "structures" spécifiques du milieu pédologique, ils sont en perpétuelles évolutions, ce qui leur confère une dimension supplémentaire.

Les couvertures pédologiques sont le plus souvent continues, mais il arrive qu'elles soient très réduites, voire absentes. En outre, elles sont fréquemment modifiées par des activités humaines, sur des profondeurs variables et de façon plus ou moins apparente. Ce sont des continuums hétérogènes, mais les variations que l'on y observe d'un point à un autre ne sont pas aléatoires car les couvertures pédologiques sont elles-mêmes structurées.

On peut distinguer plusieurs niveaux d'organisation dans une couverture pédologique. Passant des niveaux les plus fins (organisations élémentaires (éléments texturaux) et assemblages (structuration de ces constituants élémentaires en agrégats) aux horizons, aux profils.

La dimension habituelle de cette organisation (couverture pédologique) est hectométrique ou kilométrique, ou plus.



**Figure 9: Couvertures pédologiques**

## 2-5- Le sol et l'eau

Nous allons l'expliquer à la deuxième partie de la matière (**l'eau dans le sol**)

## 2-6-L'atmosphère du sol:

La phase solide du sol doit être en équilibre avec la phase liquide, la phase gazeuse constitue l'air du sol. Sa composition est assez différente de celle atmosphérique, avec laquelle il existe de nombreux échanges.

Les constituants gazeux ou atmosphériques du sol, encore appelés atmosphère du sol se trouvent dans les cavités ou pores du sol. Ils proviennent de l'air extérieur (tels que diazote  $N_2$  et dioxygène  $O_2$ ), de la vie des organismes et leur respiration et aussi de la décomposition de la MO (tels que dioxyde de carbone  $CO_2$ , dihydrogène  $H_2$  et méthane  $NH_4...$ ).

La quantité d'air contenu dans le sol dépend de sa (sol) texture, structure, porosité, humidité.....

L'air du sol a une composition moins stable que l'air atmosphérique.

L'air des sols à bonne structure se renouvelle très rapidement par le phénomène de diffusion.

La teneur en CO<sub>2</sub> de l'air du sol est notamment plus élevée (0,5 à 5%) contre 0,035 % dans l'atmosphère.

En contrepartie, la teneur en oxygène est parfois plus basse, mais nécessaire à la respiration des organismes vivants dans le sol (racines, champignons, verre de terre etc....).

L'air du sol, est indispensable à la vie de la faune et flore, et à l'activité racinaire.....

### **2-7- La température du sol:**

La température du sol va être influencée par deux types d'échanges thermiques :

1) Par le réchauffement du à la chaleur dégagée par le centre de la terre. Cette énergie est variable suivant les points du globe, mais en un point donné, elle peut être considérée comme constante dans le temps

2) Par les échanges thermiques avec l'extérieur (convection due au vent, flux radiatifs avec le ciel, ...). Ces apports étant variables en fonction du climat et de la saison.

Ainsi, l'alternance des jours et des nuits, ou la succession d'une journée ensoleillée avec une journée nuageuse, aura un impact mesurable sur la température de la partie superficielle du sol. Mais n'aura pas d'incidence mesurable sur les parties plus profondes du sol, qui mettant plus longtemps à se réchauffer, ne réagissent qu'à des variations longues de températures.

Le réchauffement ou refroidissement du sol provoqué par les changements de saisons se réalise avec un décalage dans le temps et une baisse d'amplitude avec l'accroissement de la profondeur.

Le rayonnement solaire est la source principale de la chaleur du sol.

La température du sol dépend de l'inclinaison de terrain, la rugosité du relief, de la composition minéralogique, de la couleur, de l'humidité de sol et que ce sol est couvert ou non et aussi de la nature de cette couverture.

La température du sol conditionne les activités microbienne et racinaire.

Les sols les plus froids sont ceux engorgés d'eau et les sols les plus chauds sont les sols perméables.

### **2-8- La couleur des sols (voir exemples de la figure 10):**

C'est l'indice le plus immédiatement visible des variations des compositions du sol. Déterminée pour les pédologues par l'utilisation d'une schart de couleur, souvent celle de Munsell (c'est un code de référence qui se compose d'une dizaine de planches de couleurs différentes allant du rouge vif au gris chaque pastille de couleur présente sur les planches est disposée selon un espace en trois dimensions donnant 3indication de base : Hue , Value ett Chroma) dont la manière d'utilisation a été présenté au tp 1 (matériel utilisé sur terrain et au laboratoire en pédologie (expliqué au premier Tp):

**Hue** (teinte de base), symbolisée par un chiffre et une ou deux lettre (s). Dans l'exemple cidessous la teinte de base est 10YR (Y pour Yellow et R pour Red)

**Value** (clarté de la teinte, notée de 2 à 8)

**Chroma** (intensité de la teinte variant de 0 à 8).

**\*\*\*La clarté est inversement proportionnelle à la quantité de MO et la teinte est proportionnelle à la teneur en fer\*\*\***

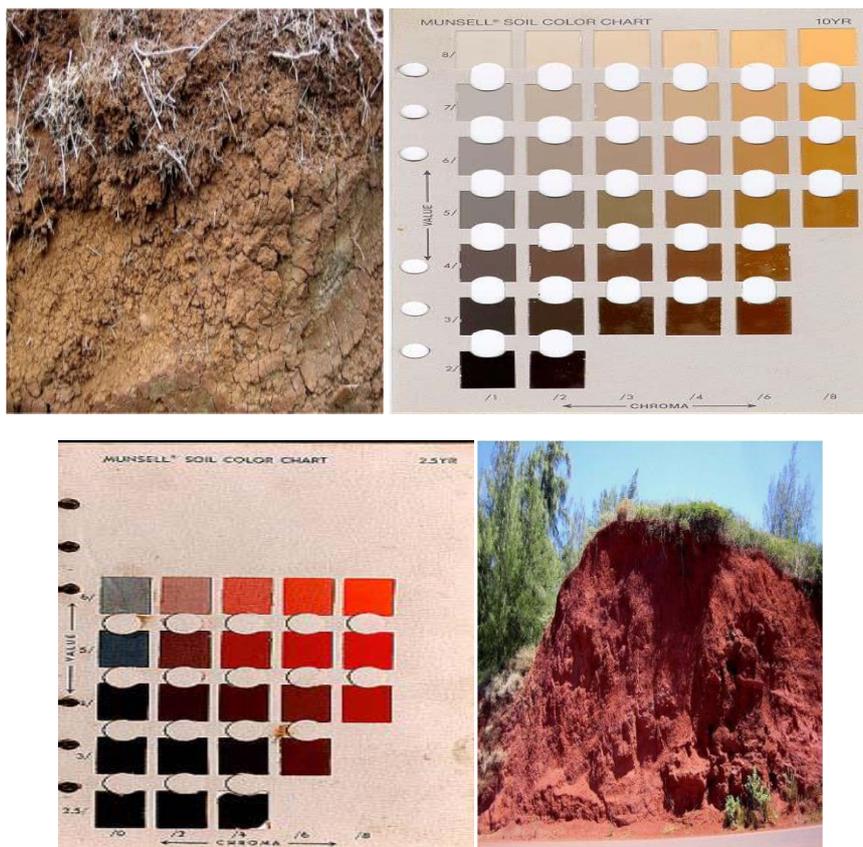
La présence de certains constituants dans le sol représente les reflets comme suit :

Un horizon présentant d'autant plus de couleur foncée : présence de MO

Un horizon présentant une couleur blanche : présence ou abondance des sels (calcaire, gypse, sels solubles tels que le NaCl...).

Un horizon présentant une coloration rouge, un indice de présence du Fer oxydé (phénomène d'oxydation)

Un horizon présentant une couleur grise verdâtre, signe de réduction



**Figure 10: Exemples des couleurs des sols et pages de couleurs de la schart de Munsell (qui convient)**