

# Organisation morphologique du sol

Dr Habila Safia

- 2-1- Organisation élémentaire
- 2-2- Horizons pédologiques
- 2-3- Profils pédologiques
- 2-4- Couverture pédologique
- 2-5- L'eau du sol
- 2-6- Atmosphère du sol
- 2-7- Température du sol
- 2-8- Couleurs du sol

# Introduction

- Pour reconnaître et comprendre la présence et la diversité des sols dans un paysage donné, leurs caractéristiques, leurs dynamiques, leurs rôles, il faut savoir les décrire ; on dispose pour cela de quatre caractères morphologiques, que l'on peut observer en surface et au niveau des horizons : les couleurs, les agrégats, les vides, les traits pédologiques

## ☐ La morphologie des sols

- Le sol étant un milieu naturel, c'est par sa morphologie qu'il est tout d'abord facilement identifiable. En effet, ce que tout ou chacun voit des sols dans les paysages et qu'il peut interpréter à partir du regard est, principalement, du domaine de la morphologie (on pourrait dire « anatomie »). On distingue :
  - – des couleurs (rouge, blanc, sombre, brun, jaune...) ;
  - – des constituants (argiles, sables, calcaire, sels... matières organiques)

- des structures superficielles (mottes fines ou grossières, tassements, traces de roues de machines agricoles, flaques d'eau dans les champs, fissurations...) ;
- – des morphologies de profondeur, visibles quand il y a des coupes (les couches superposées, leurs couleurs et leurs structures) ;
- – des variations latérales, en surface et en profondeur, en fonction des roches, des reliefs, des végétations, des activités humaines ;
- – des dégradations d'origine humaine : érosions, tassements, salinisation, pollutions... ;
- – des aménagements anthropiques : terrasses, labours, cultures en courbes de niveaux, irrigation, drainage, urbanisation, constructions avec des matériaux issus des sols...
- Tout cela permet d'identifier les sols, leur présence et leur diversité ; tout cela permet de comprendre les sols et leurs rôles.

- L'observation de la morphologie des sols devrait donc être un préalable à toute intervention humaine, la fertilité et les conditions d'utilisation d'un sol étant très largement fonction de ses caractères morphologiques

# ☐ L'organisation du sol

- L'organisation= architecture
- L'organisation du sol = architecture du système sol = (arrangements, assemblages, agencements).

# « Le sol est un milieu structuré

- En pédologie (ou science des sols), les structures, ce sont les arrangements, a toutes échelles d'espace et tous niveaux d'investigation des constituants solides des couvertures pédologiques entre lesquels subsistent des vides (synonymes : organisations, arrangements, assemblages, agencements).



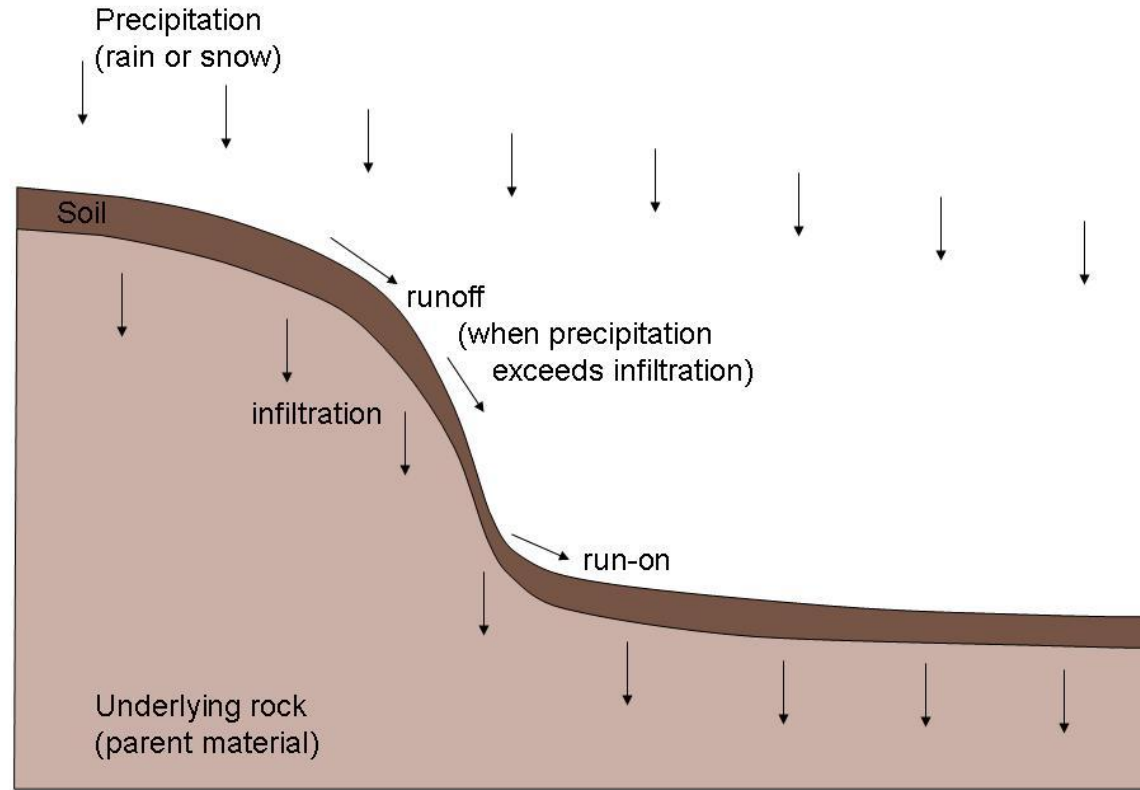
# les différents niveaux d'organisation du sol

- On observe que l'ordre correspondant à un certain niveau d'organisation s'accompagne d'une structuration qui peut prendre des aspects différents, ou concerner différents sites observables à des échelles différentes :
- 1. celle des particules minérales ou organiques (minéraux argileux, oxyhydroxydes, édifices organiques) qui définit le plasma argileux (haute réactivité vis à vis de l'eau) ;
- 2. celle de l'assemblage lacunaire squelette-plasma à géométrie variable observable en lame mince au microscope (analyse micromorphologique) ;

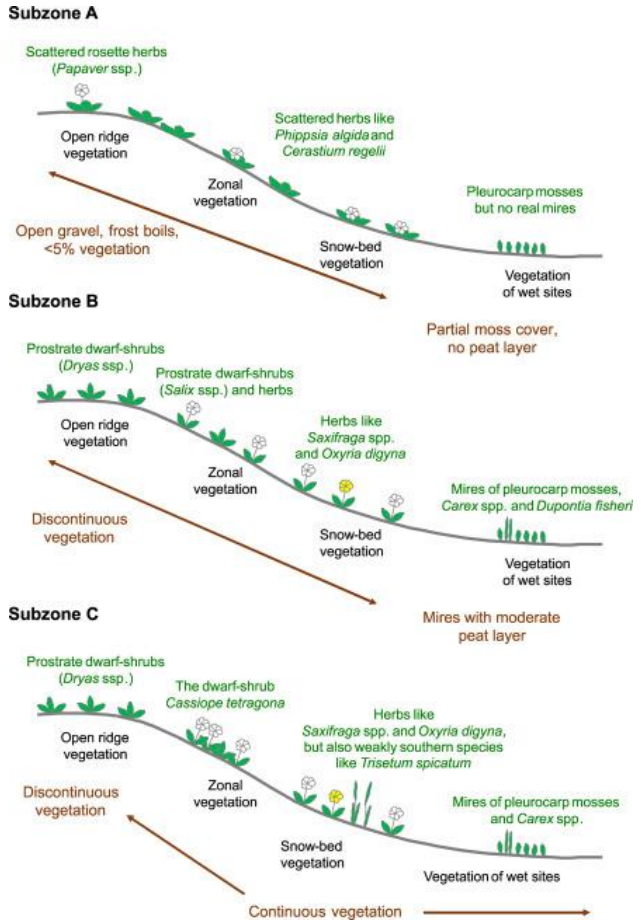
- d'organisations élémentaires. L'arrangement de ces organisations élémentaires (Ruellan, 1993) en unités individualisables, définit ce que le pédologue appelle la structure du sol (particulaire, grumeleuse,.) ;
- 4. celle des assemblages définis comme l'ensemble des relations qui existent entre les organisations élémentaires (Ruellan, 1993) ;
- 5. celle du solum dont l'anisotropie verticale traduit une organisation voire un comportement, ce qui amène l'observateur pédologue à définir différents types de structures ou d'organisations dont la principale est la différenciation en horizons distincts par leur nature physico-chimique, la couleur, l'agencement des pèdes, l'activité biologique ; l'horizon est une subdivision essentielle qui permet de formuler un diagnostic;

- 6. celle de la distribution des sols dans le paysage : exemples chaînes de sols (catena), toposéquences, unités de fonctionnement des sols, modèles d'organisation spatiale... qui sont autant de concepts ou de modèles significatifs de modes de distribution et de modes de fonctionnement.

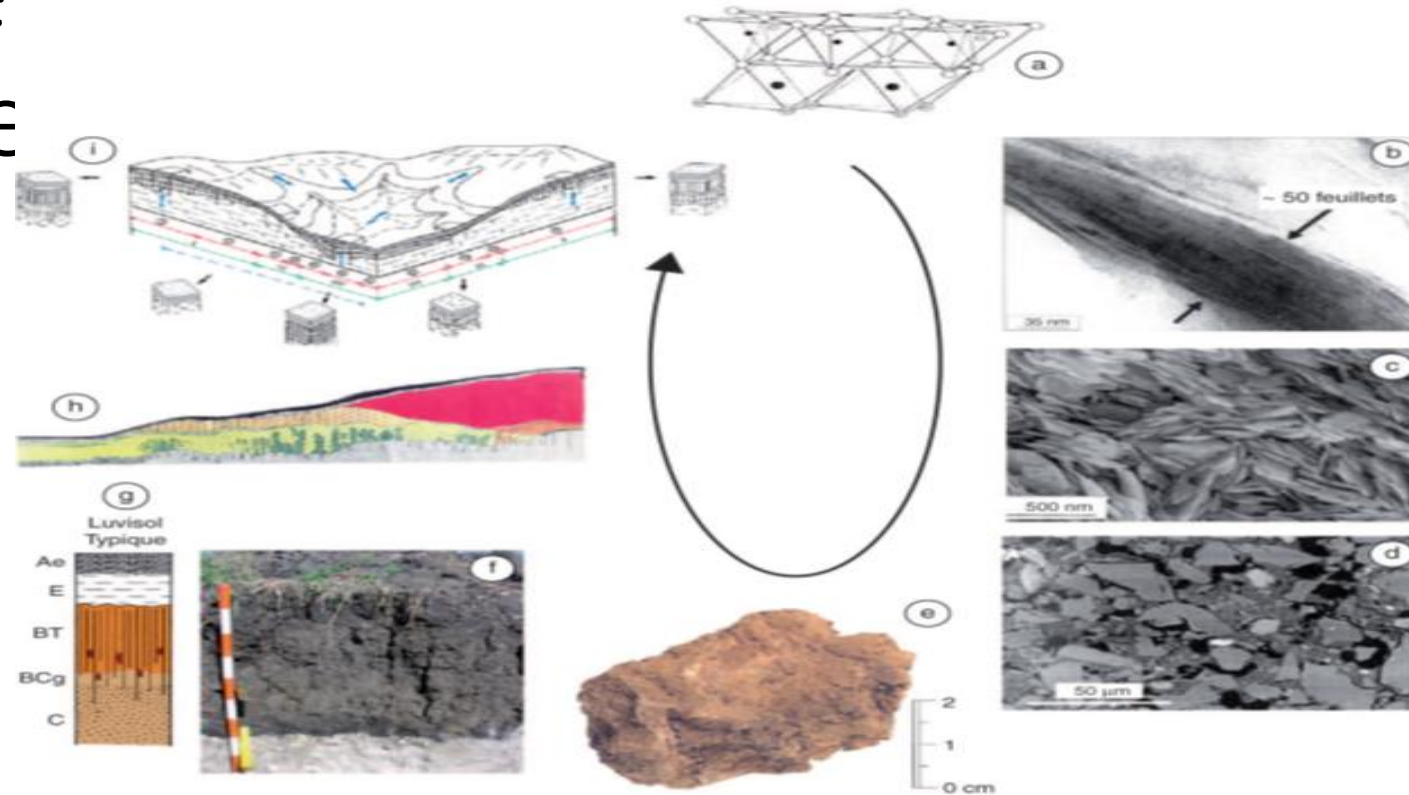
# Catena



# toposéquences



# Les différents niveaux d'échelle d'organisation ou de pe



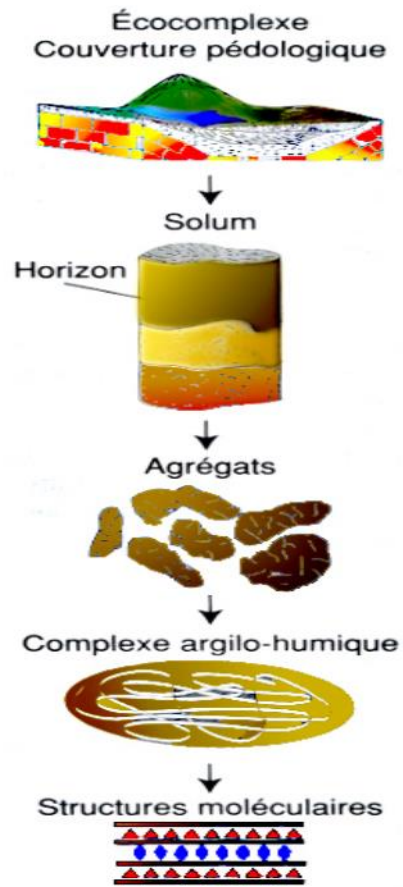


Figure 2 : L'organisation spatiale

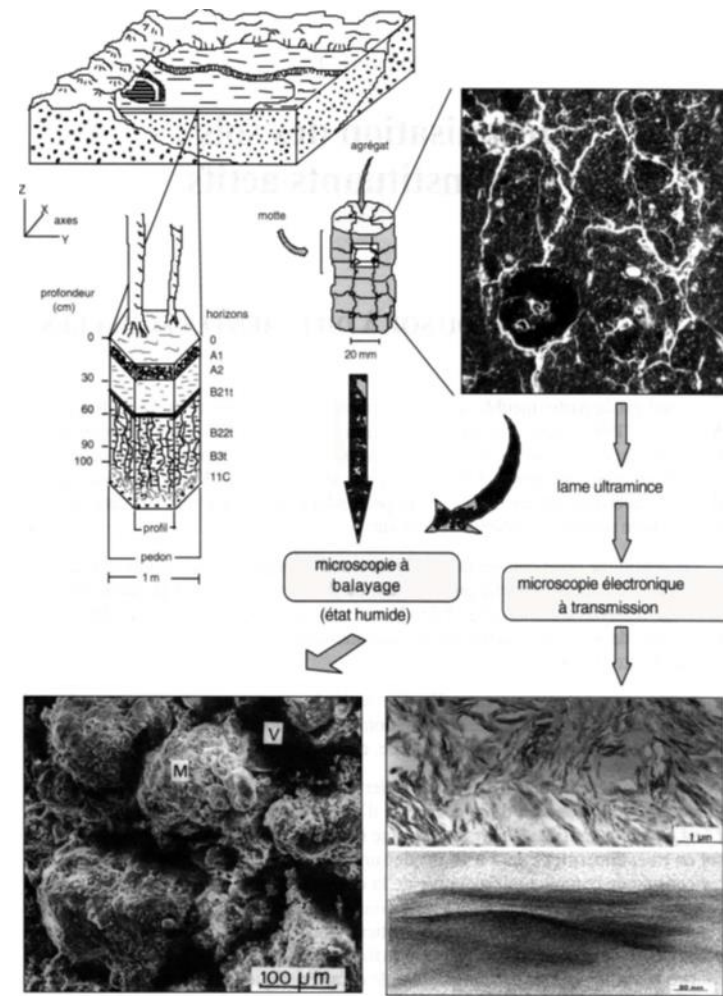


Figure 3 : Les différents niveaux d'échelle d'organisation ou de perception d'après Michel Robert, 1996

# L'organisation morphologique des sols

## -1 Les organisations élémentaires

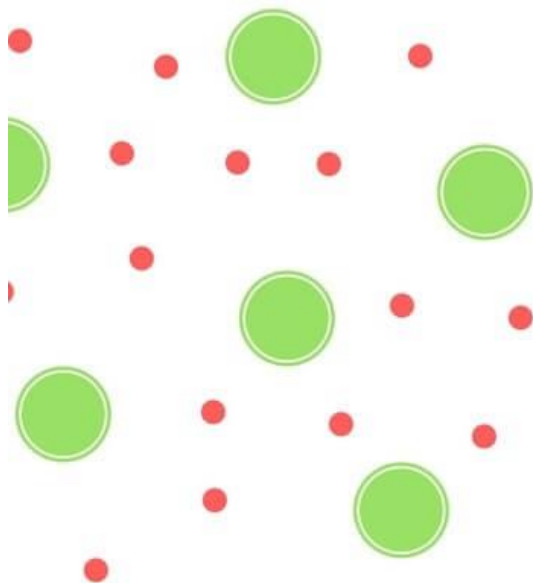
- . Le terme "organisations élémentaires" est utilisé en science de la terre pour exprimer l'arrangement spatial, fonctionnel et génétique des constituants du sol. Les organisations élémentaires sont de trois types : les agrégats, les vides, et les traits pédologiques.



# Les agrégats

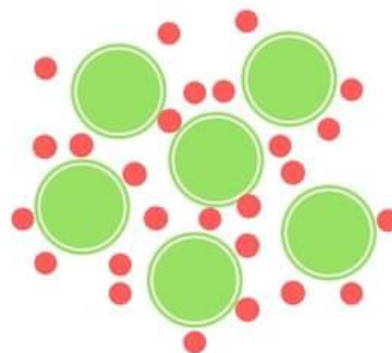
- Les agrégats résultent de l'assemblage des particules élémentaires entre elles et de la fissuration des ensembles agrégés
- Aussi appelés "assemblages élémentaires", les agrégats de sol sont constitués des particules minérales de sol, de ciments (organiques, oxydes et hydroxydes ..) et de vides intra-agrégats.
- Ils sont visibles à l'œil nu (diamètre de l'ordre du mm).
  - Les agrégats définissent la structure du sol

- Trois mécanismes sont à l'origine de la formation des agrégats :
  - > la floculation des constituants, principalement des argiles ;
  - > la cimentation des constituants, due à la présence de matière organique, de minéraux argileux, de fer, de calcaire, de silice ; l'activité biologique joue également un rôle important de cimentation des constituants entre eux ;
  - > la fissuration des domaines floculés ou cimentés ; cette fissuration se fait à chaque fois que le sol se dessèche un peu ; elle est d'autant plus développée que le sol est plus argileux et que les argiles du sol sont de type plus gonflant



### ÉTAT DISPERSÉ

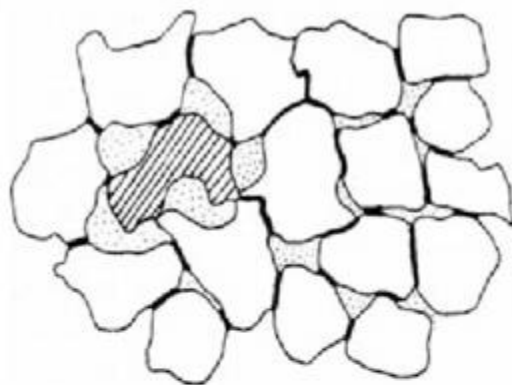
= le nuage de charges est lâche autour des micelles d'argiles



### ÉTAT FLOCLÉ

= les échanges de charges se stabilisent, les micelles d'argiles flocculent

**Faible teneur en eau**



Court temps de cure

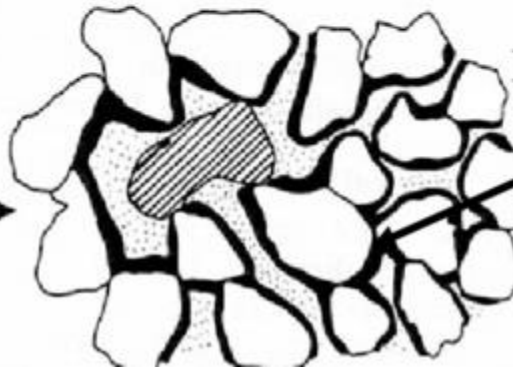
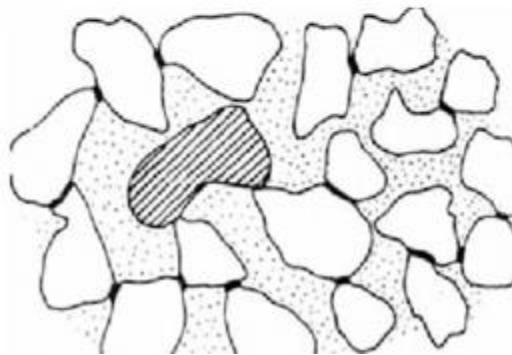


Long temps de cure

Ca(OH)<sub>2</sub>

Particule de sol

**Forte teneur en eau**



Produits de cimentation

- La structure du sol
- La structure du sol fait référence au mode d'assemblage des particules du sol (sable, limon et argile), lesquelles se regroupent sous forme de grumeaux ou d'agrégats. Les agrégats du sol sont liés entre eux par les constituants de l'argile, de la matière organique et les exsudats racinaires. L'état de la structure du sol a un effet important sur l'établissement des cultures, leur croissance et leur rendement.

- La structure du sol évolue sous l'effet de plusieurs types de processus, que l'on
- peut classer en trois groupes (figure 4) :
- ☐ les processus abiotiques, comme la fissuration sous l'effet des alternances gel-dégel ou humectation-dessiccation ;
- ☐ les processus biotiques, découlant des micro-organismes, des lombriciens ou des racines sur l'agrégation et la porosité ;
- ☐ les processus liés à l'activité agricole, qui sont la fragmentation par le travail du sol et le tassement par les engins agricoles.

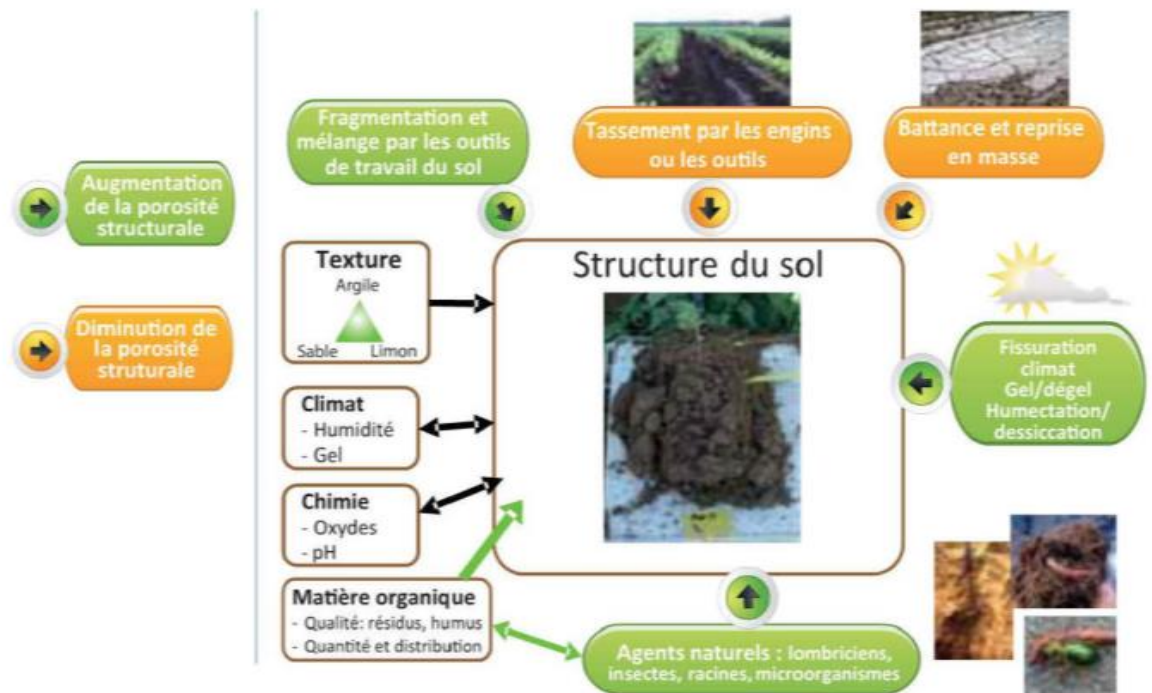


Figure 4 : Schéma des facteurs abiotiques, biotiques et agricoles influençant la dynamique de la structure du sol (H.Meiss et H.Boizard).

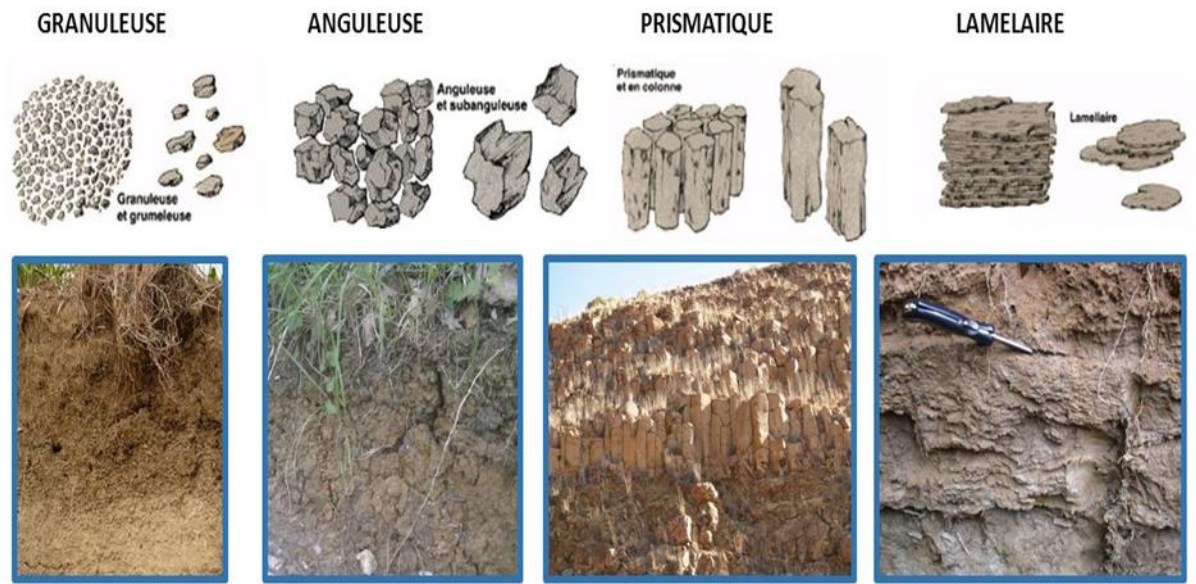


Figure 5 : Exemple de structure



- Dans un sol bien structuré, les particules de sable et de limon sont liées en agrégats (petites mottes) par l'argile, l'humus et le calcium. Les grands espaces vides entre les agrégats (macropores) permettent à l'eau et à l'air de circuler et aux racines de s'enfoncer dans le sol. Les petits espaces vides (micropores) retiennent quant à eux l'eau dont les plantes ont besoin. Cette structure « idéale » est appelée structure grumeleuse.

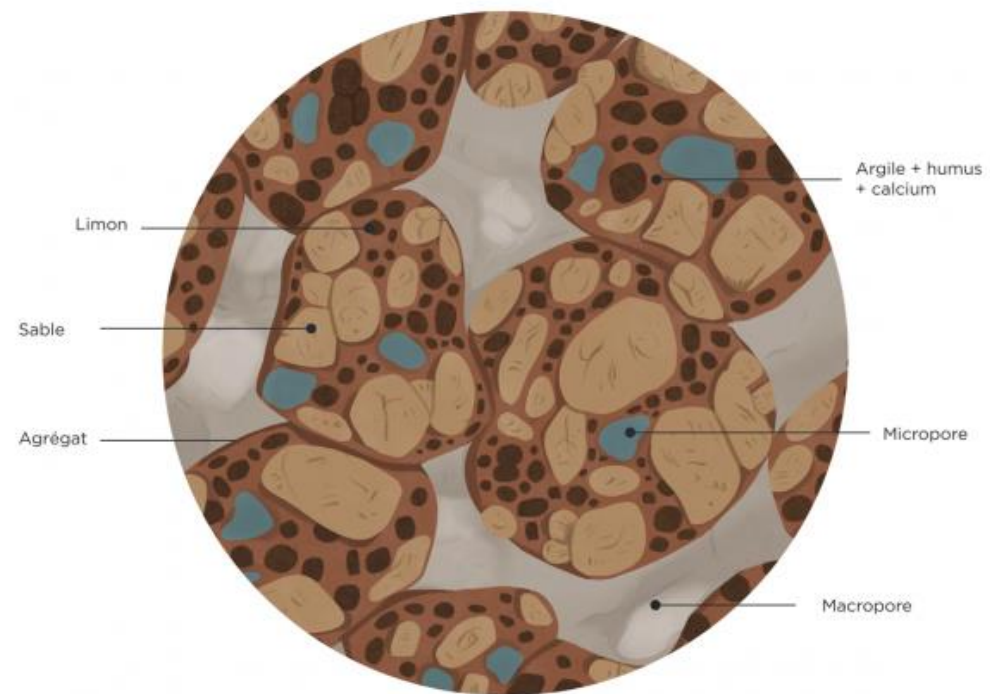



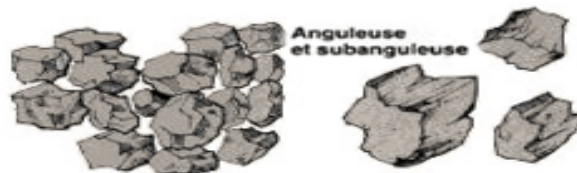




Schéma de structure du sol

- Les structures fragmentaires

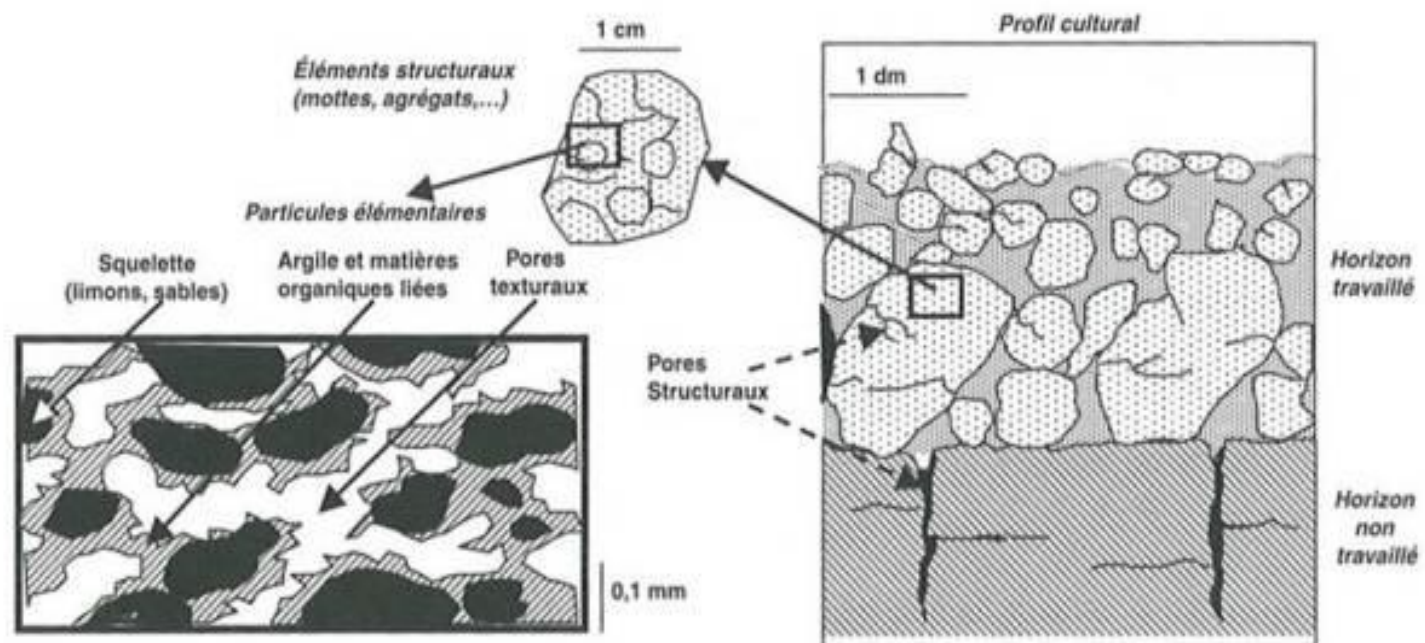
- Il existe trois types d'agrégats: arrondis, anguleux, feuilletés. Au sein d'un même horizon, leur morphologie varie verticalement et horizontalement. Chaque type d'agrégat a des significations précises en terme de constituants, de genèse, de fonctionnement, de fertilité. Par exemple:
  - - les structures fragmentaires arrondies offrent aux racines, un milieu accueillant (poreux, friable), les gaz et l'eau y circulent facilement, la vie végétale et animale se développent bien.
  - - les structures fragmentaires anguleuses indiquent la présence d'argile, l'absence d'activité biologique, la faible teneur en matière organique,
  - - les structures fragmentaires feuilletées confirment la présence importante d'argile, le manque de porosité, un sol inexploitable par les racines, riche en  $\text{Ca}^{2+}$  et / ou  $\text{Mg}^{2+}$ .
- Dans une structure continue, il n'y a pas d'agrégats, comme dans le sable.

**Tableau 1 : Les principales structures rencontrées en pédologie**

Structure fragmentaire		
Arrondie	Anguleuse	En feuillets
 <p><b>granuleuse :</b> agrégats arrondis, poreux caractéristique des horizons superficiels et organiques, facilite les échanges d'eau et d'air</p>	 <p><b>prismatique :</b> Agrégats prismatiques de grande taille surfaces sommairement planes verticales, séparées par des arêtes moyennement marquées. structure fréquente dans les horizons d'accumulation d'argile.</p>	 <p><b>lamellaire :</b> structure très orientée horizontalement Les agrégats sont sous forme de couches horizontales assez continuées</p>
 <p><b>polyédrique subanguleuse :</b> Les agrégats ont des surfaces planes séparées par des arêtes assez vives. Les agrégats ont des surfaces planes séparées par des arêtes assez vives. souvent dans des horizons argileux. La taille des agrégats est variable</p>		
Structure continue		
particulaire	massive	
 <p><b>particulaire :</b> coexistence de grains sans relation entre eux. la texture est très sableuse, avec peu de matière organique, assez fragile mais perméable aux fluides du sol.</p>	 <p><b>massive cohérente :</b> assemblage de grains soudés en une masse continue peu favorable aux transferts d'eau et d'air.</p>	

# Porosité du sol

- Les volumes occupés par l'air, par l'eau, par la matière vivante : ce sont les vides, autrement dit la porosité de l'horizon. On appelle porosité d'un matériau pédologique le volume non occupé par les constituants solides. C'est le volume occupé par les constituants liquides et gazeux ; ce sont aussi les voies des transferts solides, liquides et gazeux, ainsi que de l'activité biologique. La porosité totale d'un volume de sol varie, selon les horizons, de 20% (horizon très peu poreux, très compact) à 80 % (horizon très poreux, très léger).



# Classification de porosité

- Les vides se reconnaissent, se décrivent et se nomment d'après leur morphologie, leur origine, leur taille.
- D'après leur morphologie et leur origine, on distingue deux types de porosités :
- ☐ ☐ Les porosités texturales; elle résulte de l'assemblage des particules solides élémentaires (argile, limon et sable) qui ménagent entre elles un volume poral.
- ☐ Les porosités structurales; elle résulte de facteurs externes au matériau sol. Elle inclut par exemple les fissures inter et intra-agrégats, les galeries de vers de terre, le passage des racines etc.

- D'après la taille des vides, on distingue deux types de porosités :
- ☐ la macroporosité : l'eau peut y circuler par gravité ; c'est dans la macroporosité que l'eau circule rapidement après chaque pluie ; mais, dans un sol sain, cette macroporosité doit, après un drainage rapide, rester disponible pour la circulation de l'atmosphère ; la macroporosité est, principalement, d'origine structurale ; la porosité texturale d'un matériau sableux est également de l'ordre de la macroporosité ;
- ☐ la microporosité : l'eau y circule par capillarité ; c'est dans la microporosité qu'est retenue l'essentiel de l'eau que les plantes consomment au fur et à mesure de leurs besoins ; quand la microporosité est trop faible, par exemple dans les sols sableux, les sols s'assèchent très vite et les plantes flétrissent ; la microporosité peut avoir toutes les origines possibles.



# Importance de la porosité

- • rétention d'eau
- • influence sur le drainage
- • échange gazeux
- • pénétration et développement de racines

# Les traits pédologiques

- Caractère morphologique qui permet, sur le terrain, de poursuivre la description des horizons d'un sol et d'en interpréter la genèse et le fonctionnement, concerne des organisations qui résultent de mouvements et de transferts au sein des sols

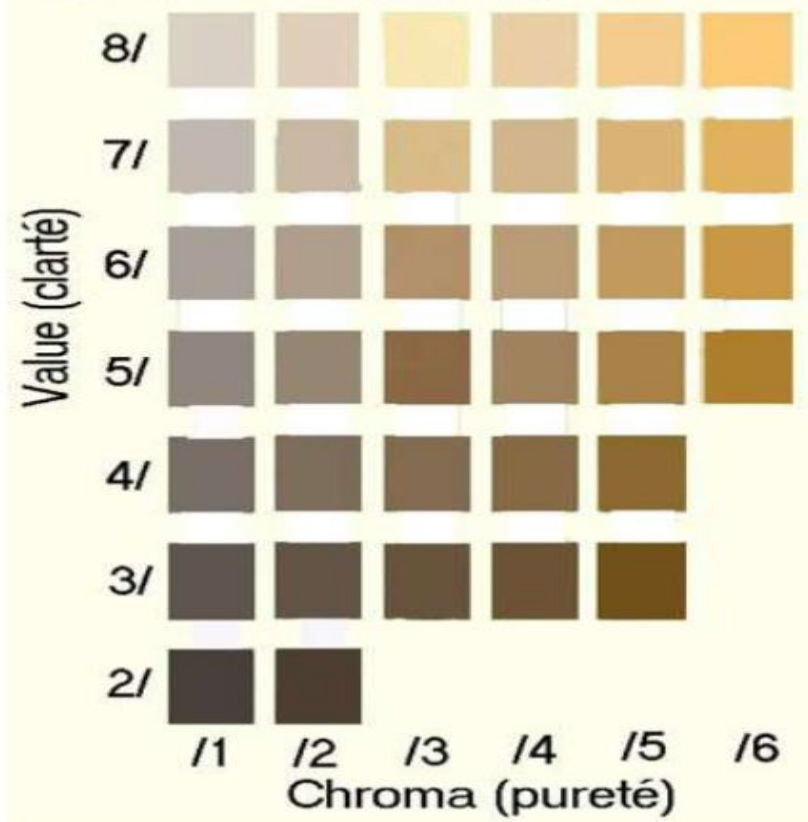
- Au sein des sols, les migrations de matières sont permanentes : cela concerne principalement les particules les plus fines et les éléments solubles. Ces matières dissoutes ou mises en suspension sont transportées via la porosité, puis déposées. Ces migrations peuvent être verticales, vers le haut ou vers le bas, ou latérales vers l'aval. Les lieux de départ (horizons lessivés) voient souvent leur porosité augmenter ; alors que dans les lieux d'arrivée se forment des figures d'accumulation : revêtements et nodules

- pédologiques. La faune joue aussi un rôle de transporteur: parmi les spécimens les plus célèbres, citons les vers de terre, les fourmis, les termites. Ils laissent des traces, appelées pédotubules.
- Ces mouvements et transferts aboutissent à la création de traits pédologiques : revêtements, nodules, bandes, pédotubules :

## Les couleurs pédologiques

- C'est l'indice le plus immédiatement visible des variations de composition du sol. C'est d'abord un reflet de la teneur en matière organique : le sol est d'autant plus foncé qu'il est plus riche en humus.
- Mais la couleur traduit aussi l'état du fer dans le sol : un sol rouge possède des oxydes de fer peu hydratés amorphes, un sol jaune contient des oxydes de fer hydratés, mieux cristallisés. Malheureusement il n'y a pas de relations quantitatives entre la couleur et ce qu'elle révèle, par exemple il faut peu de fer pour colorer un sable et dans certains sols (vertisols) des quantités faibles de matière organique peuvent donner une coloration noire. La couleur du sol est déterminée par référence avec un code de couleurs., Les pédologues utilisent pratiquement tous le code Munsell

Munsell Soil Color Chart



## ☐ Les constituants qui colorent les sols

- la matière organique colore en sombre (noir, marron, gris foncé...);
- -le calcaire et les sels solubles colorent en blanc;
- -le fer ferreux (fer réduit dont la présence est due à un excès d'eau) colore en gris ou bleu;
- -le fer ferrique (oxydé) sous forme d'oxyhydroxyde (goethite) colore en brun ou en jaune : la goethite est la conséquence d'un régime hydrique assez peu contrasté (le sol est souvent humide mais sans excès, alternant avec des phases de sécheresse ni fréquentes ni excessives);
- -le fer ferrique sous forme d'oxyde (hématite) colore en rouge : l'hématite est la conséquence d'un régime hydrique contrasté, avec alternance fréquente d'une humidité forte mais aérée et d'une sécheresse accentuée.

## ☐ Les mécanismes qui colorent les sols

- les activités biologiques : elles accumulent de la matière organique, les couleurs s'assombrissent
- -les migrations et accumulations de calcaire et de sels : les horizons d'accumulation blanchissent
- -les migrations et accumulations d'argile (et du fer qui l'accompagne) : les horizons appauvris s'éclaircissent - les horizons d'accumulation brunissent ou rougissent.



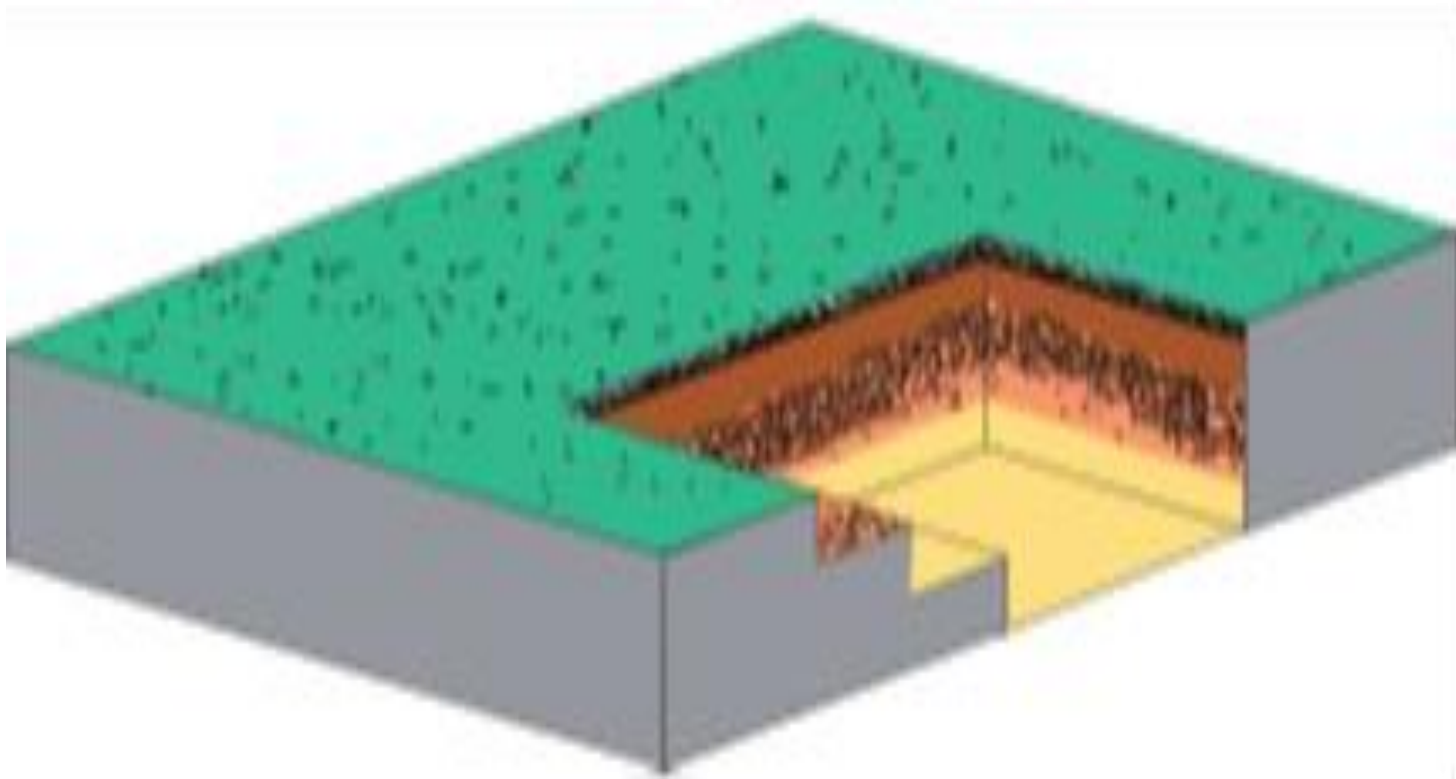
## ☐ les régimes hydriques

- les horizons très bien drainés, recevant beaucoup d'eau mais s'asséchant vite et souvent, sont facilement rouges
- -les horizons drainant moyennement bien sont bruns ou jaunes
- -les horizons drainant mal sont gris ou tachetés (de gris, de rouille, de jaune, de noir).

# 1-2 Les horizons

- Le sol, à savoir la couverture pédologique, depuis la roche (roche-mère) jusqu'à la surface, est constitué de couches qui se superposent verticalement et se succèdent latéralement : ce sont les horizons pédologiques. La formation des horizons et de leurs caractères (morphologiques, minéralogiques, physiques, chimiques, biologiques...) est le résultat des mécanismes physico-chimiques et biologiques qui transforment les roches en sol : il y a altération des minéraux, migrations verticales et latérales des constituants issus des altérations, structuration des matériaux résiduels et accumulés

# Fosse creusée dans une couverture pédologique



- Horizon de référence (horizon diagnostique):
- Horizon d'interprétation présentant un ensemble de propriétés quantitativement définies. Sauf exception, les horizons sont symbolisés par une lettre majuscule reflétant leur caractère essentiel. Ils peuvent être subdivisés en sous-horizons par une deuxième, voire une troisième lettre, majuscule ou minuscule, ou par un chiffre, qui signalent des propriétés plus subtiles. La séquence verticale des horizons de référence définit des solums-modèles, les références

- Principaux types d'horizons pédologiques
- Les horizons pédologiques se superposent verticalement depuis la roche jusqu'à la surface et se succèdent latéralement le long des pentes. Chacun de ces types d'horizons est le résultat de processus pédogénétiques bien identifiés et se reconnaît sur le terrain grâce à sa morphologie spécifique. En général, deux grands types d'horizons se superposent : les horizons organiques et les horizons minéraux. Des horizons organo-minéraux font la transition il en existe le plus souvent cinq :

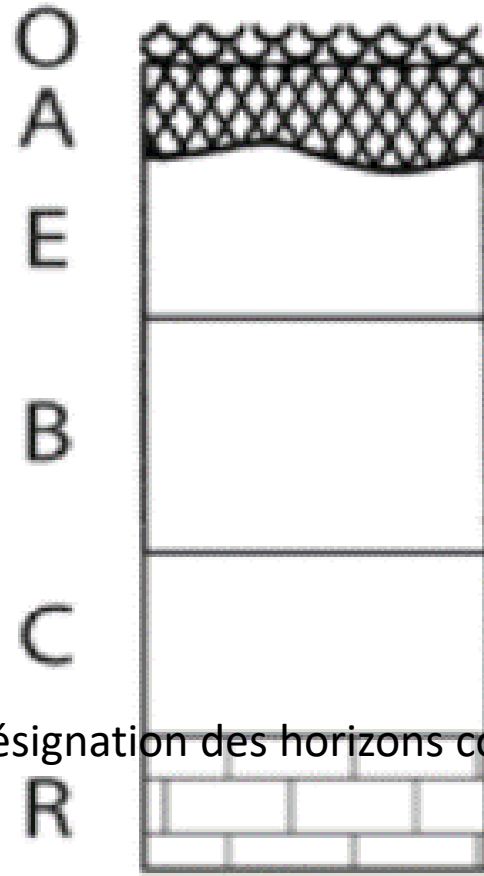


Figure 7 : Désignation des horizons constitutifs d'un sol

- O : horizon organique, constitué par la litière
- A : horizon organo-minéral ; matières organiques transformées associées et/ou liées aux minéraux issus de l'altération.
- E : horizon lessivé = éluvial = appauvri en particules fines argileuses ; éluviale (ayant perdu de la matière). Présent seulement si processus d'éluviation. (Lessivage si transfert de particules, lixiviation si transfert en solution).
- B : horizon d'accumulation = illuvial : Horizon essentiellement minéral provenant de l'altération de la roche ou de l'altération avec éventuellement accumulations illuviales.
- B : horizon d'accumulation

- d'argile = Bt
- d'hydroxydes = Bo, Bfe, Bal...
- de matières organiques = Bh
- de produits amorphes = Bp
- de silice = Bsi
- de calcaire = Bca
- de gypse = Bcs
- de sels solubles = Bsa



- S : horizon d'altération à structures pédologiques
- Sk : horizon d'altération à structures pédologiques fortement appauvri en silice, riche en kaolinite, très épais (plusieurs mètres) ; il est caractéristique des sols ferrallitiques
- C : horizon d'altération à structures lithologiques Horizon de transition entre B et la roche. Partiellement altéré; au sein des horizons C il peut y avoir des accumulations : Ct, Co, Ch, Csi, Cca, Ccs, Csa
- R : Roche-mère dure, Roche saine, non altérée.
- M : Roche-mère meuble
- Ap : horizon modifié, voire généré, par l'activité humaine ; dans tous les sols cultivés, Ap remplace A
- G : Gley = hydromorphie permanente
- g : Pseudogley = hydromorphie temporaire (horizons Ag, Eg, Btg, Sg, Cg...)

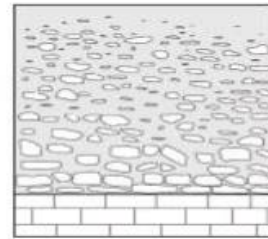
## Cinq types de superpositions des horizons

- Les sols peu différenciés : la succession des horizons est de type : A - R ou A - C - R
- Les sols moyennement différenciés : la succession des horizons est de type : A - S - R ou A - S - C - R
- Les sols moyennement différenciés ferrallitiques : la succession des horizons est de type : A - Sk - C - R ou A - Sk - Bo - C - R
- Sk étant un horizon d'altération à structure pédologique au sein duquel le minéral argileux pratiquement unique est la kaolinite. Sk peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur.
- Les sols très différenciés lessivés : la succession des horizons est de type : A - E - Bt - C - R ou A - E - Bt - S - C - R ou A - E - Bt - Sk - C - R ou A - E - Bt - Sk - Bo - C - R
- Les horizons Bt ou/et C peuvent être absents.
- Les sols très différenciés podzoliques : la succession des horizons est de type : A - E - Bh - Bp - C - R
- Entre Bp et C on peut trouver un E, et/ou un Bt, et/ou un S, et/ou un Sk, et/ou un Bo.
- Dans tous les cas : R peut être M

- Les principales étapes de différenciation des horizons :
  - quatre types de mécanismes:
    - [?] des mécanismes d'altération des roches et de leurs constituants ;
    - [?] des mécanismes biologiques et d'accumulation de matières organiques ;
    - [?] des mécanismes de libération, de migration puis d'accumulation des constituants résultant des mécanismes d'altération et d'évolution des matières organiques ;
    - [?] des mécanismes d'arrangement et d'agrégation des constituants issus de l'altération puis mis en place par les migrations.

- L'horizon est le produit de l'évolution du sol donc de la formation du sol qui passe par trois phases.
- Les trois phases de la formation du sol d'après (Soltnert, 2005):
  - ☐ Altération des roches
  - ☐ Intégration des matières organiques
  - ☐ Transferts de matières

1<sup>re</sup> étape: altération de la roche mère



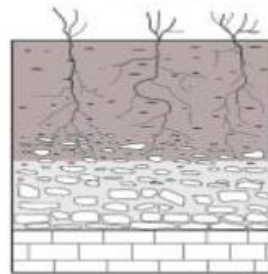
Altération chimique

- dissolution
- hydratation
- hydrolyse

Désagrégation physique

- eau
- gel
- chaud - froid

2<sup>e</sup> étape: enrichissement en matières organiques



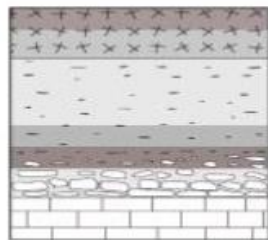
Colonisation par la végétation

- chutes de litière
- dégagement de CO<sub>2</sub>
- sécrétions racinaires

Formation du complexe argilo-humique

Altération de la roche

3<sup>e</sup> étape: transferts de matières et formation d'horizons bien différenciés (exemple d'un PODZOSOL MEUBLE à horizon BT)



Horizon organique (OL, OF, OH)

Horizon organo-minéral (A)

Horizon éluvial (E)

Horizon enrichi en fer (BPs)

Horizon enrichi en argile (BT)

Roche altérée (C)

Roche-mère en place (R)

# Les profils pédologiques

- Solum, tranche verticale du sol ou, mieux de la couverture pédologique, observable dans une fosse ou une tranchée. On le décrit par un profil, séquence verticale et ordonnée de l'ensemble des informations concernant le solum (AFES,2009).
- Un profil de sol, est une coupe de sol, « profil= pédon ».
- Ainsi, à l'échelle d'un profil vertical de sol, on peut reconnaître et interpréter trois types d'unités morphologiques dynamiques :
  - – des organisations élémentaires (agrégats, vides, revêtements...)
  - – des horizons ;
  - – des limites et transitions qui associent ou séparent les organisations élémentaires entre elles et les horizons entre eux.

C

Le profil montre quatre zones de couleur très différentes :

- une zone très humifère et de couleur foncée en surface
- une zone blanche correspondant à un horizon appauvri en matière organique et en argile (zon éluvial)
- une zone peu épaisse et de couleur très foncée traduisant une accumulation de subst. humiques
- une zone de couleur brun-ocre colorée par des oxydes de fer

Podzol (Forêt de Marly-photographie de M. Jamagne, INRA, Orléans, France).



# 1-4 La couverture pédologique

- Partie superficielle de la lithosphère, transformée par les actions physiques, chimiques et biologiques en structure organisée complexe, tridimensionnelle et évolutive, qui porte la végétation (Lozet et Mathieu, 2002).
- 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. Les couvertures pédologiques sont en perpétuelles évolutions, ce qui leur confère une dimension supplémentaire : la durée.
- C'est pourquoi leur étude doit se fonder sur trois séries de données :
  - --des données de constitution ;
  - --des données structurales (i.e. d'organisation) ;
  - --des données relatives aux dynamiques (fonctionnement, évolution

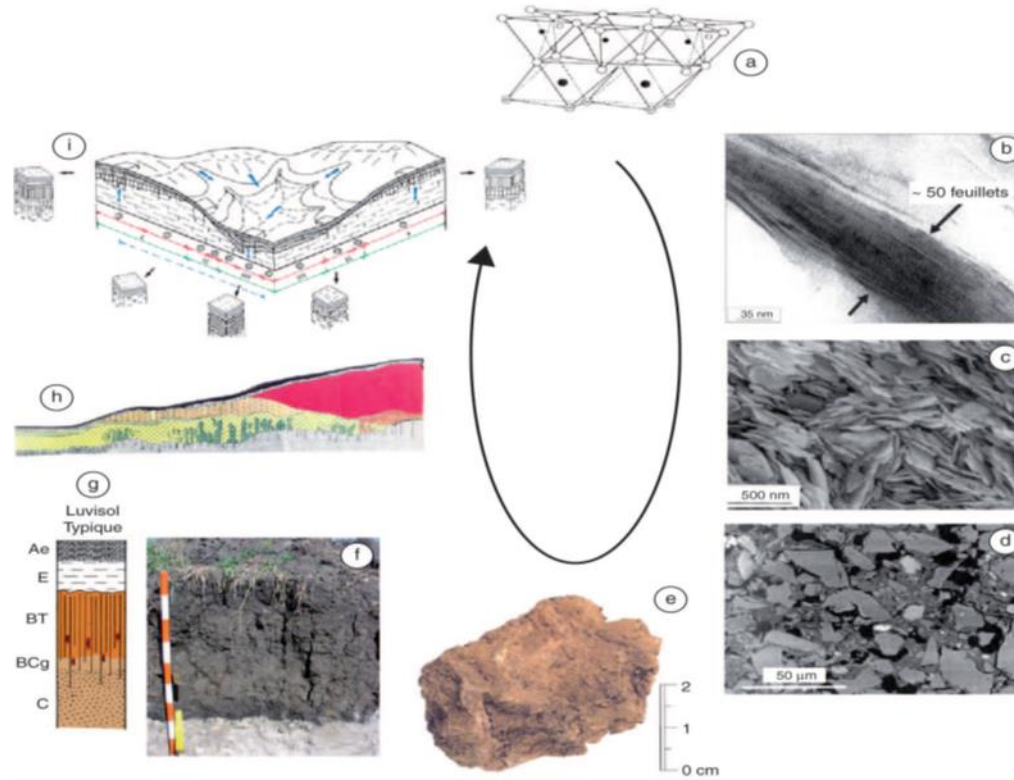


Figure 10 : Les structures emboîtées des couvertures pédologiques

- a. Représentation modélisée de la structure atomique théorique des feuillets des phyllosilicates (ici de la kaolinite) – Echelle nanométrique.
- b. Feuillet de phyllosilicate vu en coupe en ultramicroscopie (image en microscopie électronique à transmission).
- c. Aspect d'un échantillon de sol vu au microscope électronique à balayage.
- d. Assemblage plasma/grains de squelette dans un horizon limono-argileux de Beauce vu sur une lame mince au microscope électronique à balayage (électrons rétrodiffusés ; Chenu et Bruand, 1998).
- e. Un agrégat vu à l'œil nu – Echelle centimétrique.

- f. Un solum vu dans une fosse – Echelle décimétrique.
- g. Modélisation d'un solum sous la forme conceptuelle d'une séquence verticale d'horizons de référence.
- h. Représentation modélisée bidimensionnelle d'une « séquence de sols » en Bretagne (foret de Fougères ; Curmi, 1993) - Echelle hectométrique.
- i. Représentation tridimensionnelle de l'organisation d'une couverture pédologiques en région loessique après modélisation en horizons (Picardie ; Jamagne, 2011). Echelle kilométrique

- 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.
- On peut distinguer plusieurs niveaux d'organisation dans une couverture pédologique (figure x). Les niveaux les plus fins (organisations élémentaires, assemblages) sont observables à l'aide de divers outils d'appréhension, depuis le microscope électronique jusqu'à l'œil nu. Aux niveaux plus élevés, on distingue :
  - --les horizons, qui résultent de la subdivision d'une couverture pédologique en volumes considérés comme homogènes;

