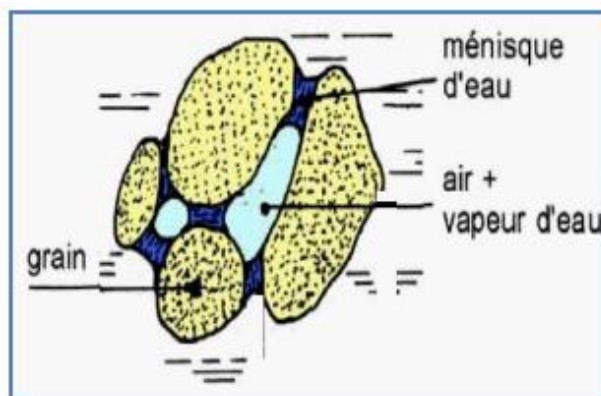


Chapitre 2: Identification et classification des sols

2.1. Caractéristiques physiques

2.1.1. Éléments constitutifs d'un sol

Un sol est un mélange d'éléments solides constituant le squelette solide, d'eau pouvant circuler ou non entre les particules et d'air ou de gaz. Il est donc, en général, constitué de trois phases:

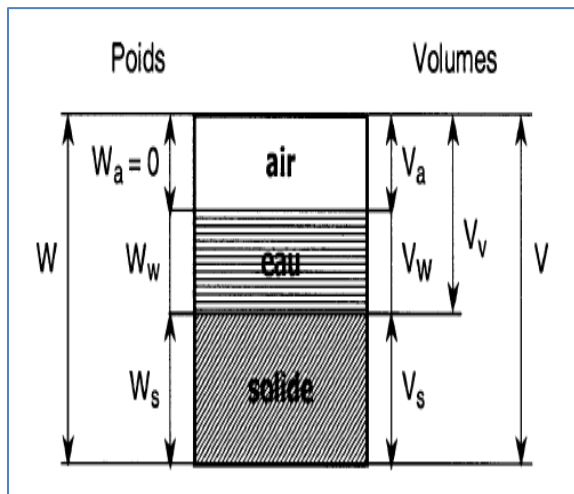


Sol = phase solide + phase liquide + phase gazeuse

Fig. 2.1 : Constituants d'un sol

2. 1. 2. Modèle élémentaire d'un sol

Un sol étant composé de grains solides, d'eau et d'air, on peut rassembler chaque phase en un volume partiel unique de section unit. Les notations suivantes sont utilisées (Fig.2.2):



Notations conventionnelles :

W : poids total du sol

W_s : poids des particules solides

W_w : poids de l'eau

V : volume total (apparent)

V_s : volume des particules solides

V_v : volume des vides entre les particules

V_w : volume de l'eau

V_a : volume de l'air

avec les relations:

$$W = W_s + W_w ; V_v = V_w + V_a$$

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a$$

Fig.2.2 : Représentation conventionnelle d'un volume de sol (Poids et volumes des différentes phases)

On définit en outre les poids volumiques qui, avec les poids et volumes, constituent :

a- Les paramètres dimensionnels (poids volumiques) :

a.1.le poids volumique des particules solides (de la matière constituant les grains solides), noté

$$\gamma_s : \gamma_s = \frac{W_s}{V_s} ; \text{sable et argile} = 26 \text{ à } 27 \text{ kN/m}^3$$

a.2.le poids volumique de l'eau, noté

$$\gamma_w : \gamma_w = \frac{W_w}{V_w} = 9,81 \text{ kN/m}^3 \quad \gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

a.3.le poids volumique du sol (ou poids volumique apparent ou poids volumique humide), noté γ . C'est le rapport du poids total (particules solides et eau) ou volume total du sol.

$$\gamma = \frac{W}{V} ; \text{sable} = 17 \text{ à } 20 \text{ kN/m}^3, \text{ argile} = 16 \text{ à } 22 \text{ kN/m}^3$$

a.4.le poids volumique du sol sec, noté γ_d :

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} ; \text{sable} = 14 \text{ à } 18 \text{ kN/m}^3, \text{ argile} = 10 \text{ à } 20 \text{ kN/m}^3$$

Si le sol est sec : $\gamma = \gamma_d$.

a.5.le poids volumique du sol saturé, noté γ_{sat} : lorsque tous les vides sont remplis d'eau.

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{W}{V} = \frac{W_s + \gamma_w \cdot V_v}{V} ; \text{ sable et argile } = 19 \text{ à } 22 \text{ kN/m}^3$$

a.6.le poids volumique du sol déjaugé, noté γ'

Il est pris en compte lorsque le sol est entièrement immergé. Il tient compte de la présence de l'eau qui remplit tous les vides et de la poussée d'Archimède :

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w ; \text{ sable et argile } = 9 \text{ à } 12 \text{ kN/m}^3$$

On introduit aussi la notion **masse volumique**, notée ρ_i , et plus rarement celle de **densité** par rapport à l'eau, notée D_i :

$$\text{Densité : } D_i = \frac{\gamma_i}{\gamma_w} \Rightarrow \text{densité sèche : } D_d = \frac{\gamma_d}{\gamma_w}$$

b- Les paramètres sans dimensions (paramètres d'état), au nombre de quatre, indiquent dans quelles proportions sont les différentes phases d'un sol. Ils sont très importants et essentiellement variables. On définit:

b.1.la porosité, notée n , qui permet de connaître l'importance des vides c'est-à-dire de savoir si le sol est dans un état lâche ou serré. Elle est définie comme étant le rapport du volume des vides au volume total.

La porosité est toujours inférieure à 1. Elle peut aussi être exprimée en pour-cent.

$$n = \frac{V_v}{V} ; \text{ sable : } n = 0.25 \text{ à } 0.5, \text{ argile : } n = 0,20 \text{ à } 0.80$$

b.2.l'indice des vides, noté e , dont la signification est analogue à celle de la porosité. Il est défini par la relation :

$$e = \frac{V_v}{V_s} ; \text{ sable : } e = 0.5 \text{ à } 1, \text{ argile : } e = 0,3 \text{ à } 1$$

L'indice des vides peut être supérieur à 1 et même atteindre la valeur 13 (cas extrême des argiles de Mexico).

b.3.La teneur en eau, notée w , est définie par le rapport du poids de l'eau au poids des particules solides d'un volume donné de sol. Elle s'exprime en pour-cent. Elle est facilement mesurable en laboratoire.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100 ; \text{ sable: } w = 1 \text{ à } 15\%, \text{ argile : } w = 10 \text{ à } 20\%$$

La teneur en eau peut dépasser 100 % et même atteindre plusieurs centaines de pour-cent.

b.4.Le degré de saturation, noté S_r , indique dans quelle proportion les vides sont remplis par l'eau. Il est défini comme le rapport du volume de l'eau au volume des vides. Il s'exprime en pour-cent.

$$Sr = \frac{V_w}{V_v} \cdot 100$$

Le degré de saturation peut varier de 0% (sol sec) à 100% (sol saturé).

b.5.Densité relative ou indice de densité, noté **Id**, est définie par l'expression :

$$I_d = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

Où :

$e_{\min}$: est l'indice des vides correspondant à l'état le plus compact.

$e_{\max}$: est l'indice des vides correspondant à l'état le plus lâche.

e : est l'indice des vides du sol en place.

L'indication de l'indice de densité permet d'avoir une idée sur l'état de compacité d'un sol donné : $I_d = 0$ pour l'état le plus lâche ($e = e_{\max}$) et $I_d = 1$ pour l'état le plus compact ($e = e_{\min}$).

Parmi tous les paramètres définis précédemment, les paramètres sans dimensions sont les plus importants. Ils caractérisent l'état dans lequel se trouve le sol c'est à dire l'état de compacité du squelette ainsi que les quantités d'eau et d'air contenues dans le sol.

2.1.3. Relations entre les paramètres

Tous les paramètres précédemment définis ne sont pas indépendants. Les relations les plus importantes existant entre ces différents paramètres sont données comme suit :

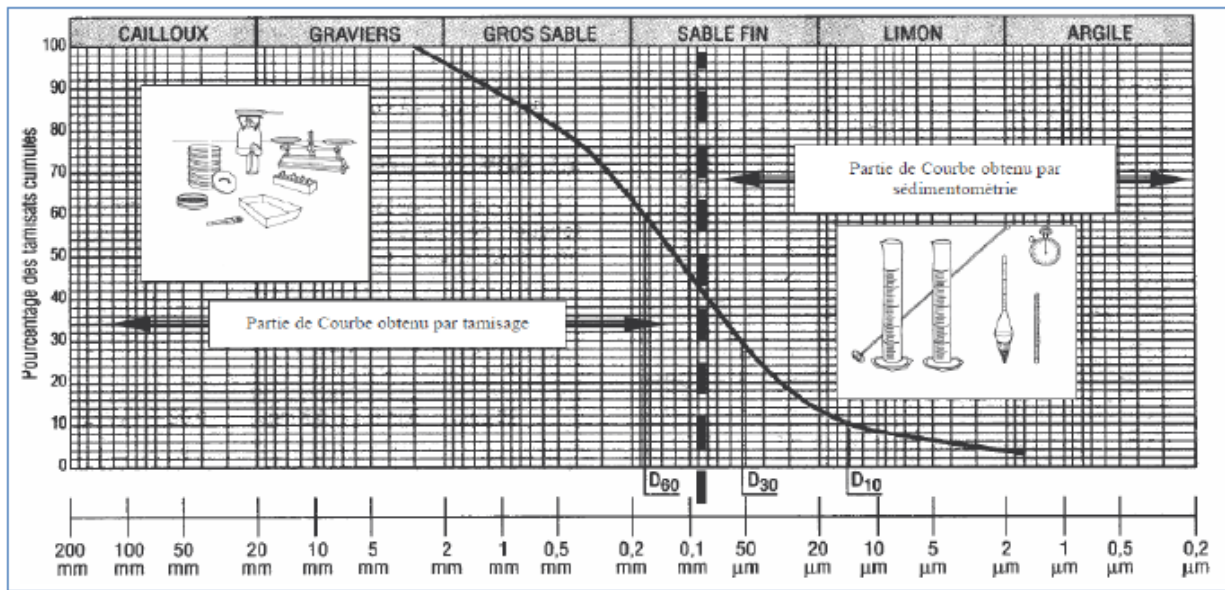
[1] $n = \frac{V_v}{V}$	[5] $e = \frac{V_v}{V_s}$	[9] $w = \frac{W_w}{W_s}$
[2] $n = \frac{e}{1+e}$	[6] $e = \frac{n}{1-n}$	[10] $w = e \cdot Sr \cdot \frac{V_w}{V_s}$
[3] $n = 1 - \frac{V_d}{V_s}$	[7] $e = \frac{V_s}{V_d} - 1$	[11] $w = \frac{V}{V_d} - 1$
[4] $n = \frac{V_s - V_{sat}}{V_s - V_w}$	[8] $e = \frac{V_s - V_{sat}}{V_{sat} - V_w}$	[12] $w = Sr \cdot V_w \left(\frac{1}{V_d} - \frac{1}{V_s} \right)$
[13] $Sr = \frac{V_w}{V_v}$	[14] $Sr = \frac{V_s}{V_w} \cdot \frac{w}{e}$	[15] $Sr = \frac{w}{w_{sat}} \quad (V_d \text{ constant})$
[16] $\gamma = (1 + w)(1 - n) \cdot \gamma_s$	[17] $\gamma = \frac{1+w}{1+e} \cdot \gamma_s$	[18] $\gamma = (1 + w) \gamma_d$
[19] $\gamma = \gamma_d + n \cdot Sr \cdot \gamma_w$	[20] $\gamma = \frac{\gamma_s + e \cdot Sr \cdot \gamma_w}{1+e}$	[21] $\gamma = (1 - n) \cdot \gamma_s + n \cdot Sr \cdot \gamma_w$
[22] $\gamma_d = (1 - n) \gamma_s$	[23] $\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e}$	[24] $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$
[25] $\gamma' = (1 - n)(\gamma_s - \gamma_w)$	[26] $\gamma' = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1+e}$	[27] $\gamma' = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{V_s} \cdot \gamma_d$

2.2 Caractéristiques granulométriques

2.2.1 La granulométrie (répartition granulométrique des particules)

Pour bien décrire un sol, il faut donc connaître sa granulométrie, c'est-à-dire la répartition de ses particules suivant leurs diamètres équivalents. Deux essais de laboratoire permettent d'établir la granulométrie des sols (Fig.2.2.1) :

- l'analyse granulométrique par tamisage ; pour les éléments de diamètre $\varnothing \geq 80\mu\text{m}$.
- l'analyse granulométrique par sédimentation. $\varnothing < 80\mu\text{m}$.



a- L'analyse granulométrique par tamisage

L'essai consiste à faire passer un échantillon représentatif de sol à travers des tamis superposés dont les ouvertures vont en décroissant du haut vers le bas. Les particules les plus grosses restent donc emprisonnées sur les tamis les plus hauts (**refus ou retenu**), tandis que les particules plus fines se dirigent vers les tamis inférieurs (**tamisat ou passant**).

Lorsque les masses retenues sur chaque tamis deviennent constantes, le tamisage est terminé et tous les refus sont pesés. La masse de chaque refus est ensuite comparée à la masse totale de l'échantillon, ce qui permet de calculer les pourcentages de refus cumulatif et de passant.

Les résultats sont portés sur un graphique semi-logarithmique ou ils construisent une courbe granulométrique.

Cette courbe, utilisée pour les classifications des sols, représente les pourcentages de tamisats cumulés en fonction de l'ouverture des tamis.

On appelle:

- **tamisat**, la masse de matériau passant à travers un tamis donné
- **refus** la masse de matériau retenue par ce tamis.

- La somme des tamisats et des refus cumulés donne toujours la masse total du matériau testé.
- Pour les sols très fins pour lesquels le tamisage n'est pas possible, la granulométrie est déterminée par **sédimentométrie**.

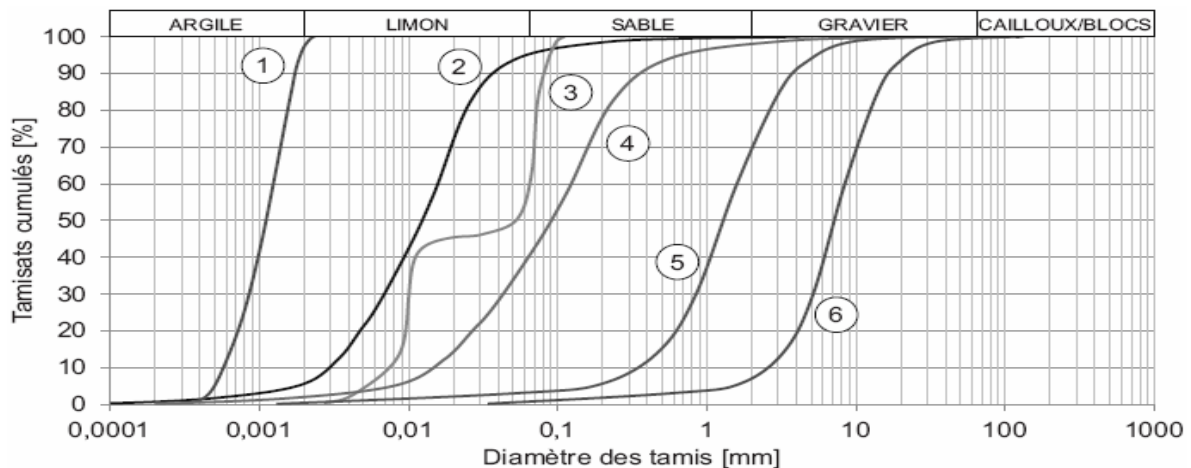


FIGURE 1.2 Courbes granulométriques de six sols différents

2.2.2 L'interprétation des courbes granulométriques

A première vue, une courbe granulométrique permet d'identifier les types de sols qui composent l'échantillon analysé. Si on examinant une courbe granulométrique, d'un échantillon constitué de gravier, de sable, de silt et d'argile, on trouve les proportions respectives de chaque type de sol exprimées en pourcentages.

Quand on connaît ces proportions, il devient possible d'attribuer au sol une appellation de la manière indiquée au tableau 2.1.

Tab.2.1 : Appellation des sols selon la proportion des types de sols.

Proportion des types de sols	Terminologie	Exemples
> 35%	Nom	Gravier, sable, silt, etc.
20% à 35%	Adjectif	Graveleux, sableux, etc.
10% à 20%	Un peu	Un peu de silt, de sable, etc.
< 10%	Des traces	Avec des traces d'argiles, de silt, etc.

- La granulométrie d'un sol peut être caractérisée par le coefficient d'uniformité (coefficient de Hazen), et le coefficient de courbure:

a- **coefficient d'uniformité** : permet d'exprimer l'étalement de la courbe granulométrique :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Où:

D60 = diamètre effectif des particules qui correspond à 60% du passant.

D10 = diamètre effectif des particules qui correspond à 10% du passant.

Selon la valeur du coefficient d'uniformité, on reconnait cinq classes de granulométrie (Tab.2.2):

Tab.2.2 : Classes de granulométrie de sols.

coefficient d'uniformité	classes de granulométrie
$C_u \leq 2$	granulométrie très serrée.
$2 < C_u \leq 5$	granulométrie serrée.
$5 < C_u \leq 20$	granulométrie semi-étalée.
$20 < C_u \leq 200$	granulométrie étalée.
$200 < C_u$	granulométrie très étalée.

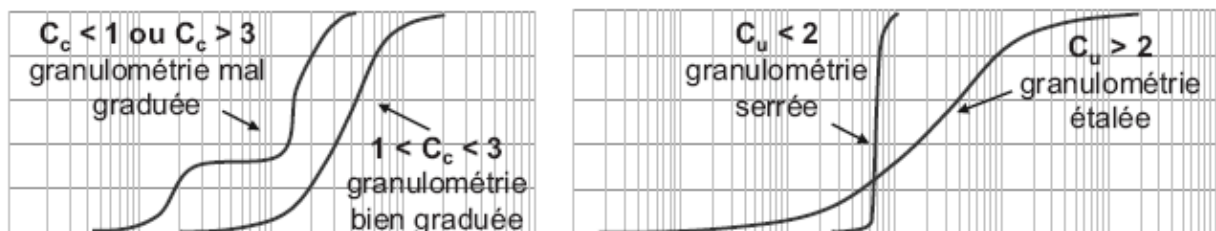
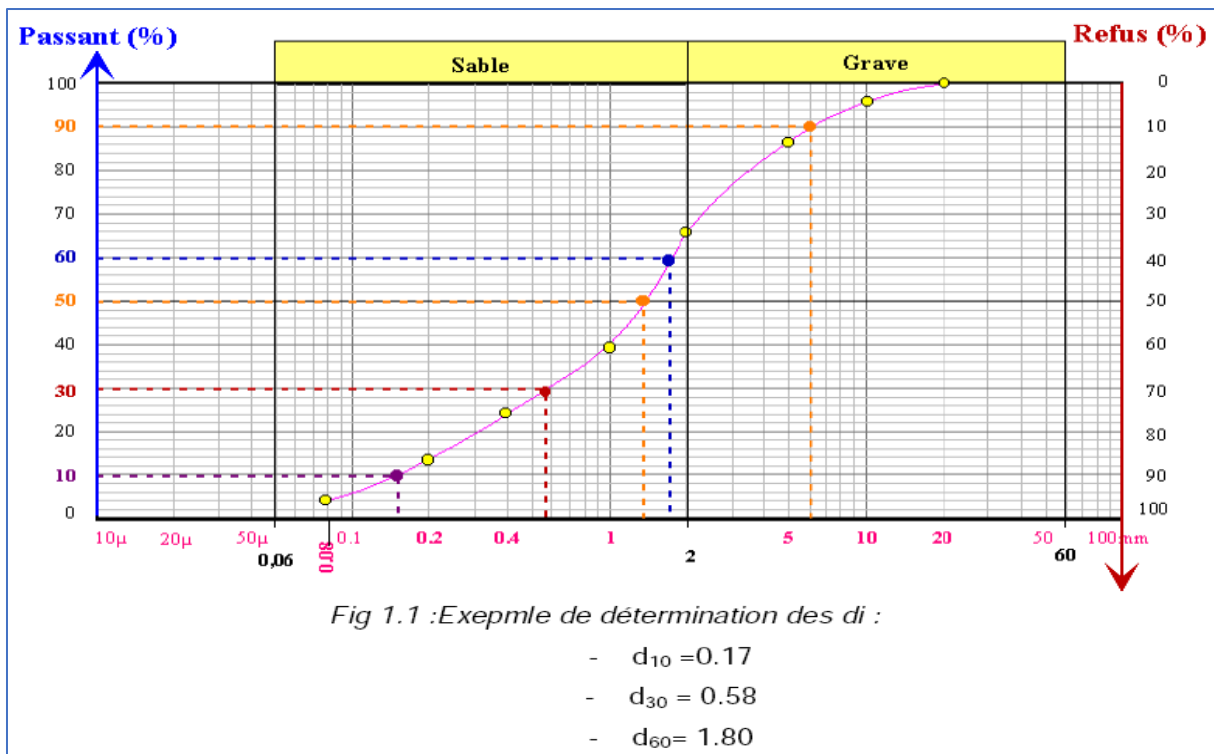
b- coefficient de courbure : permet de décrire la forme de la courbe granulométrique :

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Où :

D30 = diamètre effectif des particules qui correspond à 30% du passant.

- Lorsque certaines conditions sur C_u et C_c sont satisfaites ($1 \leq C_c \leq 3$), le sol est dit bien gradué c'est à dire que sa granulométrie est bien étalée, sans prédominance d'une fraction particulière.
- Quand sa granulométrie est discontinue ($1 > C_c > 3$), avec prédominance d'une fraction particulière, il est dit mal gradué.
- Les sols bien gradués constituent des dépôts naturellement denses avec une capacité portante élevée. Ils peuvent être aisément compactés en remblais et forment des pentes stables.



2.2.1 L'analyse granulométrique par sédimentation

Afin d'estimer la distribution granulométrique des particules de silt et d'argile, on procède à une analyse granulométrique par sédimentation.

La méthode consiste à mesurer le temps de sédimentation dans une colonne d'eau, c'est-à-dire la vitesse de chute des particules. À partir de la loi de Stokes, on détermine la taille des grains :

$$v = \frac{9.8 D^2 (D_{rs} - D_{rl})}{3 \eta} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{3 v \eta}{9.8 (D_{rs} - D_{rl})}}$$

Où :

D = diamètre de la sphère (mm) ;

v = vitesse de chute de la sphère (cm/min)

D_{rs} = densité relative de la sphère ;

D_{rl} = densité relative du liquide ;

η = viscosité dynamique du liquide (Pa.s). |

2.3 Consistance des sols fins (limites d'Atterberg)

2.3.1 Définition

- La consistance que l'on peut définir comme un état de fermeté, est liée aux forces de cohésion entre les particules et ne concerne donc que les sols cohérents. Elle a une influence sur la résistance aux déformations.

« $w \nearrow \Rightarrow e \nearrow \Rightarrow$ particules éloignées $\Rightarrow$ consistance mole $\Rightarrow$ sol déformera facilement »

- Les limites d'ATTERBERG sont déterminées uniquement pour les éléments fins d'un sol (fraction passant au tamis de 0,4 mm), car ce sont les seuls éléments sur lesquels l'eau agit en modifiant la consistance du sol. L'essai consiste donc à faire varier la teneur en eau de cette fraction de sol et en observer sa consistance. On distingue quatre états de consistance (Fig.2.3):

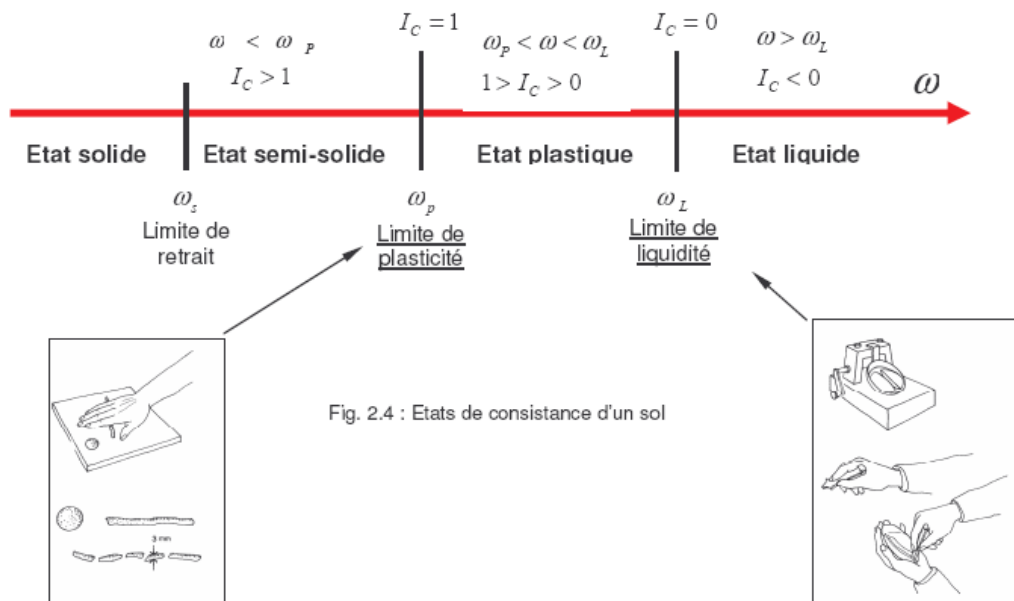


Fig. 2.4 : Etats de consistance d'un sol

a- L'état solide : Lorsque le sol est à l'état solide, ses particules sont en contact les unes avec les autres, et les films d'eau adsorbée sont très minces et se touchent : il n'y a pas d'eau libre entre les particules. L'assèchement du sol ne produit aucun retrait. Le sol manifeste une très

grande résistance au cisaillement et, sous l'effet d'une charge, les déformations sont faibles avant qu'il ait rupture. En génie civil, on parle de sol ayant un comportement fragile, similaire à celui de la brique.

b- L'état semi-solide : Un sol à l'état semi-solide, a une faible teneur en eau, et les liens de cohésion entre ses particules sont très forts. Les films d'eau adsorbée, quoique encore minces, séparent légèrement les particules, de telle sorte qu'un assèchement du sol causerait un retrait. Il s'ensuit que les déformations du sol provoquées par des charges sont toujours accompagnées de fissures.

c- L'état plastique : Lorsque le sol est à l'état plastique, sa teneur en eau est plus grande et ses particules sont plus éloignées les unes des autres. Les films d'eau adsorbée sont beaucoup plus épais, mais ils se touchent encore ; la cohésion du sol est plus faible qu'à l'état semi-solide. Sous de petites charges, le sol se déforme sans fissures. Sa consistance varie de celle du beurre mou à celle du massif ferme : c'est un sol qu'on peut façonner à la main.

d- L'état liquide : Lorsque le sol est à l'état plastique, sa teneur en eau est si élevé qu'il n'existe pratiquement plus aucune cohésion entre les particules, qui sont entourées de leur film d'eau adsorbée et isolées les unes des autres par l'eau libre. Le sol peut alors se comporter comme un liquide visqueux d'une consistance variant de celle de la soupe aux pois à celle du beurre mou.

état liquide (*pas de capacité portante*) **état plastique** (*fortes déformations- déformations plastiques*)
état solide (avec retrait) (*déformations élastiques*) **état solide (sans retrait)** (*pas de changement de volume avec la baisse de w*)

2.3.2. Détermination des paramètres des limites d'Atterberg

Les teneurs en eau qui délimitent les quatre états de consistance sont appelées limites de consistance ou limites d'Atterberg. Ces limites, qui s'expriment en pourcentages, sont les suivantes :

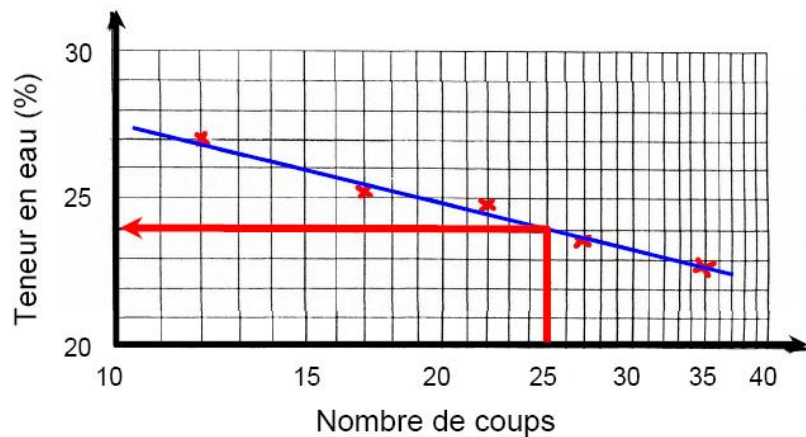
a) La limite de liquidité (wl) :

est la teneur en eau qui sépare l'état liquide de l'état plastique. Elle peut atteindre 1000% dans le cas de certaines argiles, mais dans la plupart des cas elle ne dépasse pas 100%. Les limites de plasticité et de liquidité servent à identifier et à classer les sols à grains fins. Quant à la limite de retrait, elle sert à l'étude de certains sols dont le volume varie fortement à cause des changements de la teneur en eau. C'est surtout dans les régions arides, où se trouvent des dépôts de la montmorillonite (problème de retrait-gonflement).

L'essai est réalisé par la méthode de Casagrande

La valeur de la limite de liquidité représente la teneur en eau pour laquelle une entaille est refermée sur 10mm après 25 chocs

$$w_L = w \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121}$$



b) Limite de plasticité w_p

Teneur en eau correspondant à une limite arbitraire entre les états plastique et semi-solide de la consistance d'un sol.

➤ cylindre de 3mm de diamètre se brisant en tronçons de 10 à 20mm

La limite de plasticité (w_p) : on la définit comme la teneur en eau d'un sol qui a perdu sa plasticité et se fissure en se déformant lorsqu'il est soumis à de faibles charges. Cette limite sépare l'état plastique de l'état semi-solide. Elle varie de 0% à 100%, mais elle demeure généralement inférieure à 40%.

c) La limite de retrait (w_s) :

est la teneur en eau maximale que le sol peut avoir sans changer de volume. Cette limite sépare l'état solide de l'état semi-solide.

d) Indice de plasticité I_p

L'indice de plasticité (I_p), qui s'exprime en pourcentage, correspond à la différence entre la limite de liquidité et la limite de plasticité : $I_p = w_L - w_p$. Il permet de déterminer une zone dans laquelle on considérera que ce sol est à l'état plastique.

$I_p = w_L - w_p$ étendue du domaine de plasticité

$w_p < \text{teneur en eau des sols en place} < w_L$

Indice de plasticité I_p	Etat- du sol
0 - 5	Non plastique
5 - 15	Peu plastique
15 – 40	Plastique
> 40	Très plastique

Tableau 2.6 Classification de l'argilité d'un sol selon l'indice de plasticité I_p

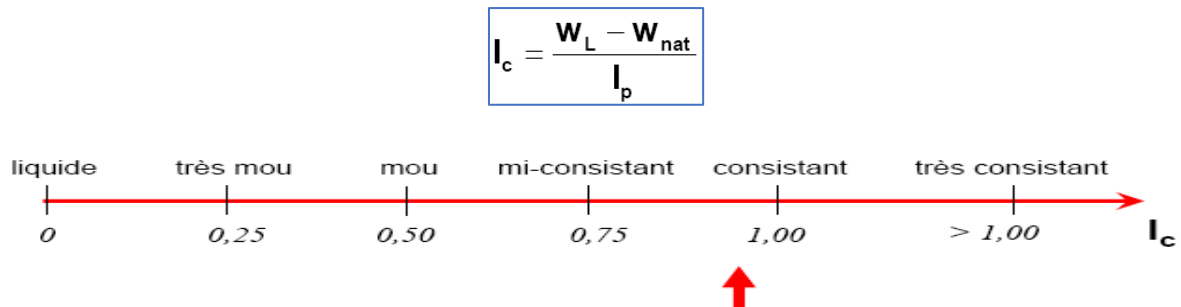
Nature	w _L (%)	w _P (%)	I _P (%)
Limon	24	17	7
Argile limoneuse peu plastique	40	24	16
Argiles plastiques	114	29	85
Argile de Mexico	500	125	375
Bentonite	710	54	656

e) L'indice de liquidité (IL)

Permet de savoir rapidement si un sol est à l'état liquide, plastique, semi-solide ou solide. Pour établir cet indice, on compare la teneur en eau naturelle (in situ) (w) d'un sol à ses limites de plasticité et de liquidité : $IL =$

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} = \frac{w - w_p}{I_p}$$

f) Indice de consistance I_c



g) Activité (L'activité des argiles)

L'activité d'une argile (A) est égale au rapport entre son indice de plasticité et la fraction d'argile présente dans un sol donné :

$$A_c = \frac{I_p}{\text{teneur en argile}}$$

$$\frac{\text{poids} < 2 \mu\text{m}}{\text{poids total sec} (< 0,4 \text{ mm})}$$

Les observations démontrent que l'activité d'une argile est constante et que chaque type d'argile a une activité qui lui est propre.

H) classification selon Le diagramme de plasticité

En 1932, Casagrande proposa un diagramme de plasticité (Fig.2.5) permettant d'identifier les sols à grains fins à partir des limites d'Atterberg. Le diagramme est divisé en deux zones par la ligne A, chaque zone étant elle-même subdivisée en trois régions, selon la plasticité des sols.

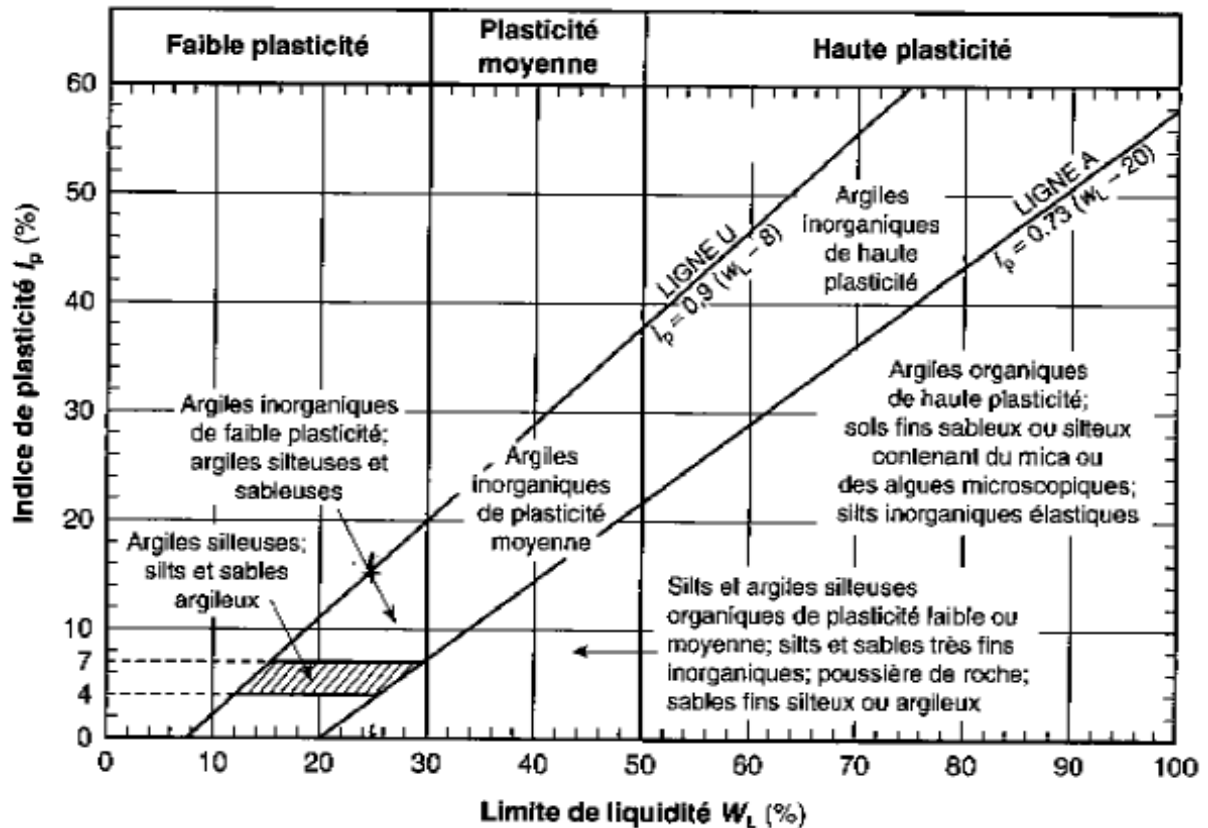


Fig.2.5 : Diagramme de plasticité (d'après Casagrande 1948).

2.4. Classification géotechnique des sols

2.4.1 Principe des classifications des sols

Les systèmes de classification des sols sont nés du besoin des ingénieurs civils de disposer de renseignements suffisamment fiables sur le comportement des sols pour pouvoir prendre des décisions rapides et efficaces, surtout dans les domaines de construction routière et des infrastructures des pistes d'atterrissage ou des barrages

Cependant, un système de classification ne peut remplacer ni la reconnaissance géotechnique sur le site ni les essais de mesure des propriétés mécaniques du sol, sur place ou en laboratoire

Il existe de par le monde de nombreuses classifications. On décrira ici l'une de ces classifications, dite « classification des laboratoires des ponts et chaussées » ou « classification LPC », qui n'est autre que la classification USCS (Unified Soil Classification System), adaptée aux seuils granulométriques utilisés en France (1965), puis la classification LPC modifiée pour mieux décrire les sols contenant des matières organiques (1974/1980). La classification des sols pour les terrassements routiers, qui est utilisée en France pour les études de terrassements et est souvent utilisée dans les rapports d'études géotechniques de tracés, sera ensuite présentée

Nous présentons ci-après trois types de classifications très couramment utilisées :

2.4.2 Classification triangulaire

l'abaque triangulaire de Taylor, qui utilise seulement la granulométrie, et qui permet de baptiser un sol (argile, limon, sable, limon argilosableux...)

Les systèmes de classification triangulaire prennent la forme de triangles dont les côtés portent des échelles représentant les proportions de sable, de silt et d'argile mesurées sur un échantillon de sol. La classification triangulaire reconnaît ainsi l'importance de la matrice argileuse dans le comportement des sols

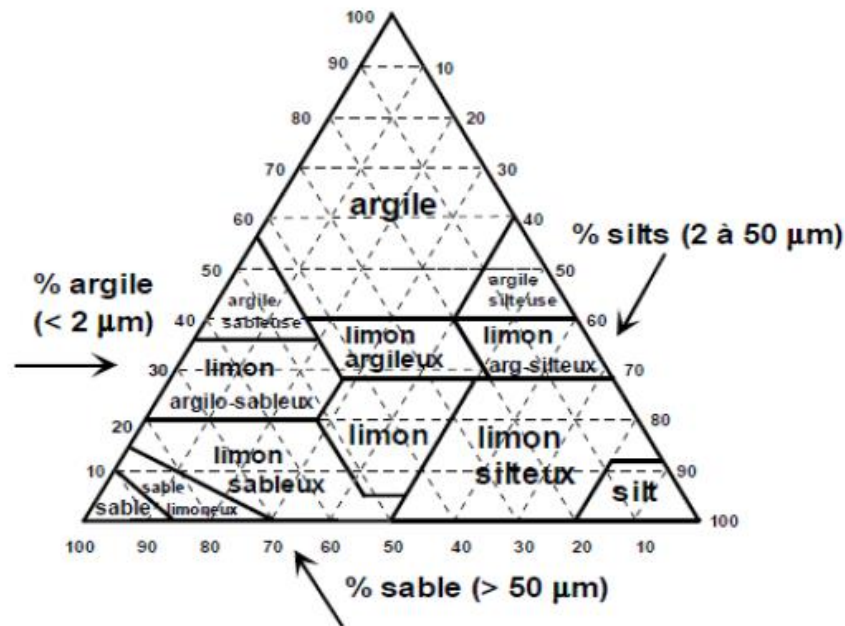


Fig.1 : Classification triangulaire des sols fins (contenant moins de 30% d'éléments de diamètre supérieur à 2 mm)

2.4.3 Classification (LPC/USCS) des sols

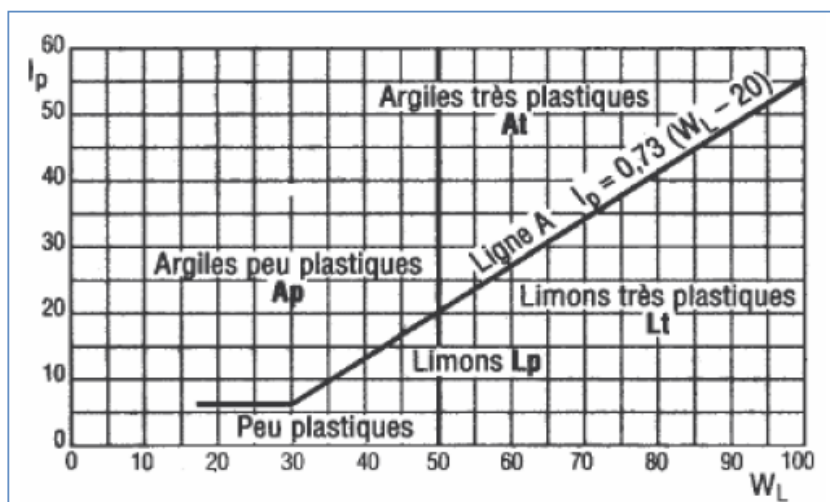
La classification LPC (1965) utilise les résultats d'essais classiques d'identification des sols

- a- Les groupes de sols :** Le système de classification LPC débouche sur 15 sols types, affectés chacun d'un symbole à deux lettres, prises dans les trois ensembles suivants :

Tab.1 : Les groupes de sols.

Éléments du sol	Granularité du sol	Plasticité du sol
G : Grave. Le gravier est la fraction principale S : Sable. Le sable est la fraction principale L : Limon ou limoneux A : Argile ou argileux T : Tourbe O : Organique. Le sol contient des matières organiques	b : Bien gradué m : Mal gradué	t : Très plastique p : Peu plastique

b- La procédure de classification : La figure 2 donne la classification des sols fins et le tableau 2 la classification des sols grenus.



Tab.2. : Classification des sols grenus (plus de 50 % d'éléments $> 0,08$ mm)

Définitions			Symbole LPC (USCS)	Conditions	Appellations
Graves	Plus de 50% des éléments $> 0,08$ mm ont un diamètre > 2 mm	moins de 5% d'éléments $< 0,08$ mm	Gb (GW)	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ et $1 < C_c = (D_{30})^2/D_{10}D_{60} < 3$	Grave propre bien graduée
			Gm (GP)	Une des conditions de Gb n'est pas satisfaite	Grave propre mal graduée
		plus de 12% d'éléments $< 0,08$ mm	GL (GM)	Limites d'Atterberg au-dessous de la ligne A	Grave limoneuse
			GA (GC)	Limites d'Atterberg au-dessus de la ligne A	Grave Argileuse
Sable	Plus de 50% des éléments $> 0,08$ mm	moins de 5% d'éléments	Sb (SW)	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ et $1 < C_c = (D_{30})^2/D_{10}D_{60} < 3$	Sable propre bien gradué

	0,08 mm ont un diamètre < 2mm	< 0,08 mm	Sm (SP)	Une des conditions de Sb n'est pas satisfaite	Sable propre mal gradué
		plus de 12% d'éléments < 0,08 mm	SL (SM)	Limites d'Atterberg au-dessous de la ligne A	Sable limoneux
			SA (SC)	Limites d'Atterberg au-dessus de la ligne A	Grave Argileux
Lorsque la teneur en particules fines (< 0,08 mm) est comprise entre 5% et 12% on utilise un double symbole. Par exemple : Sb-SL					

2.4.5 la classification GTR

Cette classification est la seule présentant un réel intérêt pratique et utilisée dans les travaux de terrassement. Son utilisation est détaillée dans le Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme ; C'est pour cette raison qu'elle est désignée par classification GTR.

Cette classification, définit des classes de sols corrélées avec l'aptitude au compactage des matériaux en fonction des conditions de chantiers et leur comportement mécanique ultérieur. Elle tient compte des mêmes caractéristiques de base que la classification LPC/USCS, mais elle est beaucoup plus précise pour les particules argileuses, qui ont une grande influence sur la conduite des terrassements, et tient compte de l'altérabilité des matériaux au cours du temps.

Les principes généraux de cette classification sont présentés sur la figure 2.8.

La classification détaillée est décrite dans un guide technique du LCPC et du SETRA et dans la norme NF P 11-300.

On distingue 3 familles :

- les **SOLS** de classe : **A, B, C et D**
- les **MATÉRIAUX ROCHEUX** de classe : **R**
- les **SOLS ORGANIQUES** et **SOUS PRODUITS INDUSTRIELS** de classe : **F**

Les 4 classes de sols (famille 1) :

- **Classe A** : sols fins
- **Classe B** : sols sableux et graveleux avec fines
- **Classe C** : sols comportant des fines et des gros éléments
- **Classe D** : sols insensibles à l'eau

b. Identification des sols (famille 1)

Les paramètres retenus pour l'identification des sols sont :

- ***les paramètres de nature, dont les caractéristiques sont :***

- ✓ granularité
- ✓ argilosité

- ***les paramètres de comportement mécanique, dont les caractéristiques sont :***

- ✓ résistance à la fragmentation
- ✓ résistance à l'usure
- ✓ friabilité

- ***les paramètres d'état hydrique :***

- ✓ état hydrique

Chaque caractéristique sera déterminée à l'aide des essais de laboratoire...

Les principes généraux de cette classification sont présentés sur la figure 3.

La classification détaillée est décrite dans un guide technique du LCPC et du SETRA et dans la norme NF P 11-300.

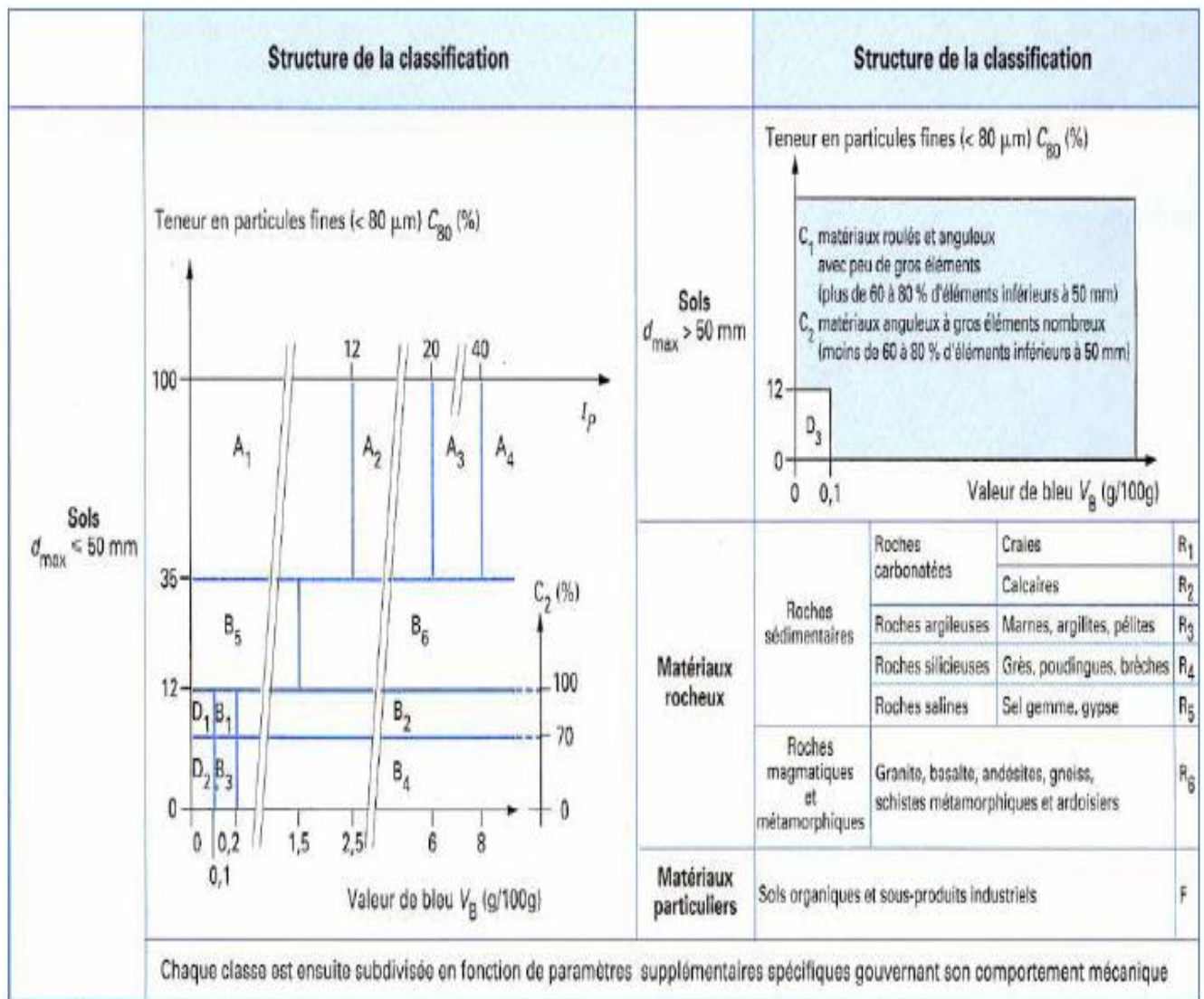


Fig.3 : Structure générale de la classification GTR pour les terrassements routiers