

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE



DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

Master 1 (Aménagement urbain)

Matière: VOIRIES ET RESEAUX DIVERS

CHAPITRE: 1
LES TERRASSEMENTS



1- INTRODUCTION:

Les terrassements sont les opérations consistant à creuser, déplacer ou transporter des terres; destinés à modifier la forme naturelle du terrain soit par l'enlèvement de terre (*terrassement en déblai*), soit par un apport de terre (*terrassement en remblai*) pour :

- ✓ L'établissement de la plate-forme des constructions et des voiries;
- ✓ L'exécution des fondations;
- ✓ La mise en place des réseaux enterrés.

Ces travaux sont exécutés avec des engins mécaniques adaptés.

Les principaux engins de chantier sont:



Chargeuse sur pneus

❖ *La pelle hydraulique* est utiliser pour creuser et déblayer le sol, déplacer des matériaux, niveler un terrain, et extraire des matériaux.



La pelle hydraulique

- ❖ *La tractopelle* combine les fonctions des deux engins (la chargeuse sur pneus et la pelle hydraulique).



La tractopelle

❖ *Le bulldozer* est très utile au nivellement des terrains.



Le bulldozer sur chenilles

❖ *La décapeuse* joue un rôle majeur dans la réalisation des travaux terrassement et d'arasement des sols, et plus particulièrement dans l'extraction de matériaux meubles.



La décapeuse

❖ ***Le compacteur*** permet de lisser le terrain en compressant des couches de matériaux entre elles grâce à l'émission de vibrations.



Le compacteur

❖ *La niveleuse* est utilisée pour niveler les couches de matériaux sur un sol ou sur une chaussée.



La niveleuse



Les travaux de terrassement ***sont précédés d'une étude des sols*** pour connaître la nature du terrain, d'une préparation du terrain avec la délimitation et le nettoyage, ainsi que le piquetage et le marquage des réseaux existants.

Paramètres à prendre en compte lors des travaux de terrassement:

- ✓ Nature du sol;
- ✓ Volume des déblais et remblai;
- ✓ Production des engins de terrassement;
- ✓ Distance de transport de déblai.



Terrassement en déblai



Terrassement en remblai

Les opérations élémentaires de terrassement comportent principalement:

- ✓ la fouille ou l'extraction des déblais;
- ✓ le chargement de ces déblais dans des véhicules de transport;
- ✓ le transport;
- ✓ la reprise ou la mise en remblai ou en dépôt; cette opération peut être accompagnée d'un régalage par couches successives accompagné ou non d'un compactage destiné à reconstituer le sol.

2- CLASSIFICATION DES SOLS:

Les sols rencontrés lors des travaux de terrassement sont très variés. A cet effet, une campagne de sondage est lancée pour déterminer les caractéristiques des différentes couches ainsi que leur épaisseurs.



Dans les opérations de terrassement ;la classification des sols peut se faire en fonction *de la nature des matériaux* et cela se fait par le regroupement des sols ayant une gamme similaire de propriétés (chimiques, physiques et biologiques).

Les sols sont classés selon :

- La nature (sableux, argileux, rocheux) ;
- La consistance et la cohésion (ordinaire, compact, dure) ;
- La présence d'eau (très humide, humide, moyen, sec, très sec) ;
- Le taux de foisonnement.



la classification des terrains peut se faire aussi en fonction du **degré de consistance** et de **dureté**.

Dans ce cas, deux catégories sont répertoriées:

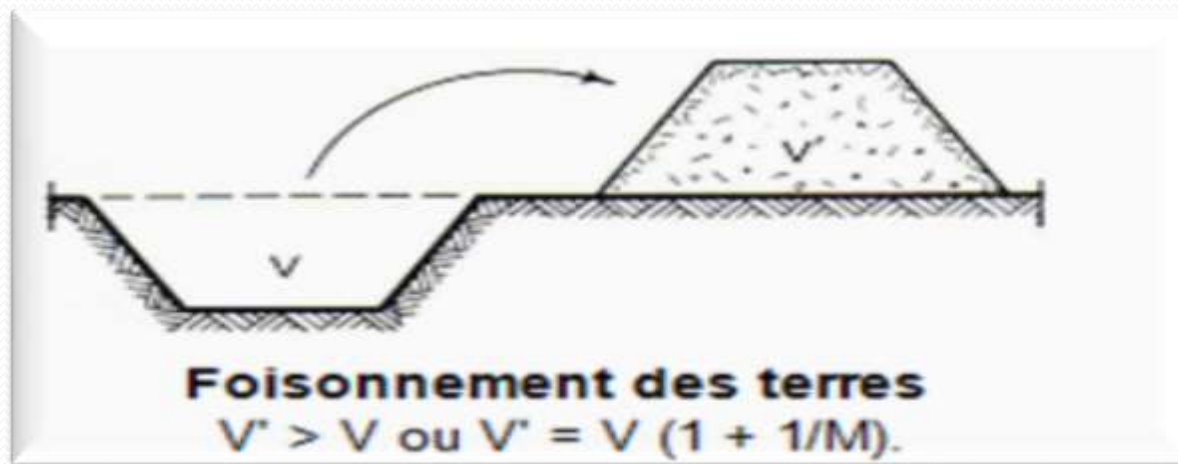
Les terrains meubles ou sols faciles comprenant :

- Les terrains légers (terres végétales, sable...) ;
- Les terrains ordinaires (argiles, terrains caillouteux...) ;
- Les terrains lourds (argiles compactes...) .

Les terrains rocheux ou sols difficiles comprenant :les roches tendres, demi-dures, dures, très dures.

3- LE FOISONNEMENT:

Le foisonnement est *une augmentation du volume des terres* due à l'ameublissement provoqué lors de l'exécution de la fouille. Il s'exprime en pourcentage du volume de matériau en place.



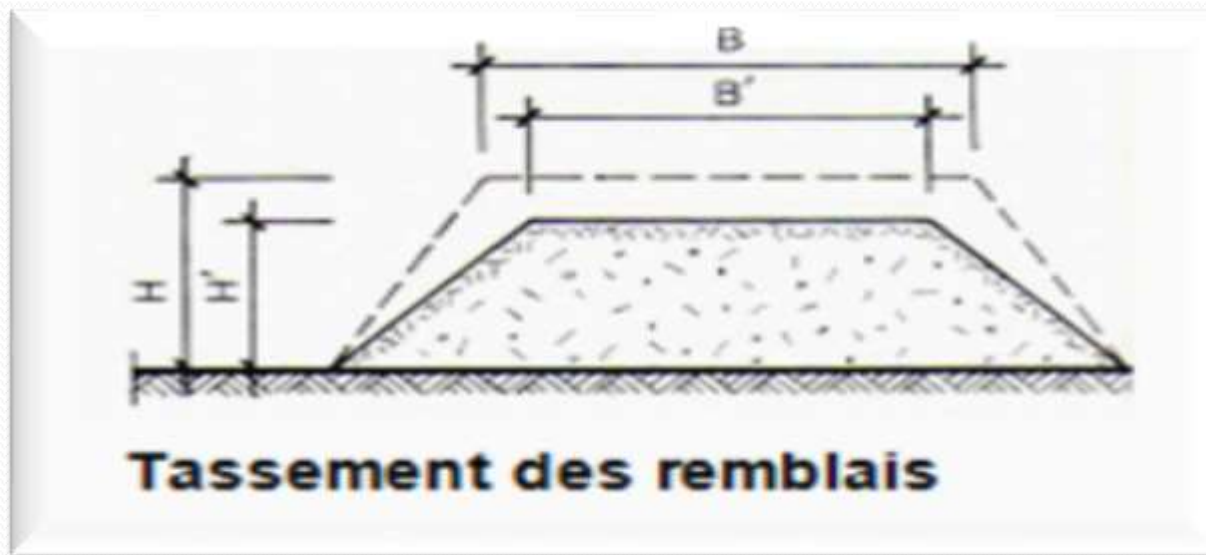


La connaissance du foisonnement est nécessaire pour:

- ✓ Déterminer la capacité des véhicules de transport des déblais;
- ✓ Effectuer la mise en dépôt dans les décharges publiques à partir d'un cube mesuré en place;
- ✓ Calculer les dimensions initiales à donner à un remblai afin qu'il atteigne, après tassement, les côtes exigées.

4- LE TASSEMENT:

Les remblais se tassent dans le temps sous l'effet de leurs poids, des intempéries et des charges extérieures. Il peut être uniforme ou différentiel selon la nature du sol en place.



5-PROCEDES DE TERRASSEMENT:

On fonction de l'importance des travaux et des caractéristiques du sol, les terrassements peuvent s'effectuer manuellement, mécaniquement ou à l'explosif.

5-1 EXECUTION MANUELLE:

Le terrassement exécuté manuellement ne peut s'appliquer qu'au creusement des rigoles ou d'excavation superficielles en terrain meuble.

Lors de ces travaux ,le terrassier utilisera la pioche ou le pic pour ameublir et la pelle pour dégager le sol à enlever.



Terrassement manuel

5-2 EXECUTION MECANIQUE:

Ce procédé est utilisé lorsque de grandes masses de terres sont mises en mouvement.



Terrassement mécanique

5-3 EXECUTION A L'EXPLOSIF:

Lorsque les procédés manuels et mécanique s'avèrent inopérants (terrains rocheux durs), on fait recours à l'explosifs.



Terrassement à l'explosif

6- TYPES DE TERRASSEMENTS :

6- 1 LES TERRASSEMENTS EN GRANDE MASSE:

Sont exécutés sur la totalité de l'emprise au sol de la construction.



Terrassement en grande masse

6- 2 LES FOUILLES :

Les fouilles correspondent à des travaux de terrassement de profondeur plus en plus au grande. Elle peuvent avoir plusieurs forme.

Fouille



6- 2- 1 TYPES DE FOUILLES :

A- Le décapage:

Est une fouille de faible profondeur son épaisseur **varie de 20 cm à 30 cm**;son but est d'enlever les terres végétales.

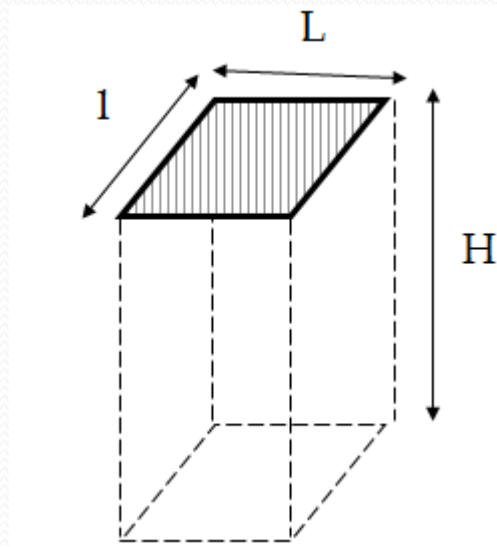


Le décapage de la terre végétale

B- Les fouilles en puits:

Ce sont des fouilles qui se caractérisent par leur profondeurs qui excèdent leurs longueurs et largeurs. Ces fouilles permettent la réalisation de fondations semi-profondes.

$$H > L + l$$



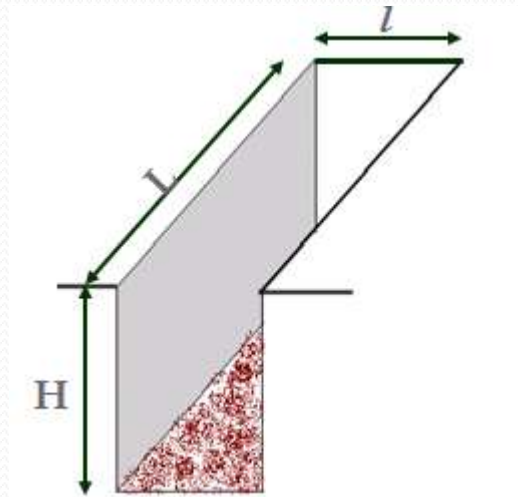
Fouilles en puits

C- Les fouilles en tranchées:

Fouilles se caractérisant par leur longueurs qui dépassent largement les deux autres dimensions. Elles correspondent aux semelles filantes (fondations sous les murs et les voiles de l'ouvrage , canalisations d'assainissement ou d'alimentation en eau).

$$H > 1 \text{ m}$$

$$l \leq 2 \text{ m}$$



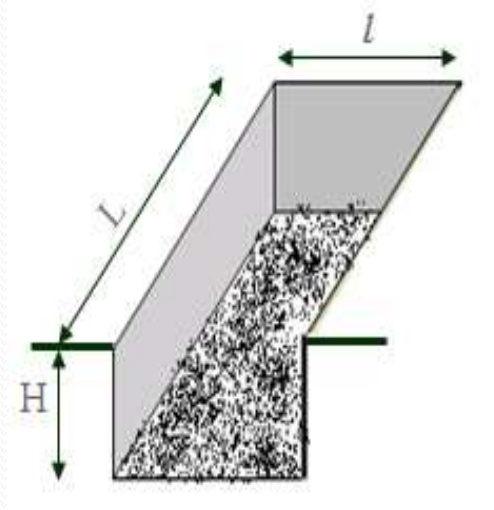
Les fouilles en tranchées

D- Les fouilles en rigoles:

Ce sont des fouilles en longueur mais peu profondes. Elles sont destinées à recevoir les fondations superficielles et les canalisations à faibles profondeurs (réseau d'éclairage public ou de télécommunication) .

$$H \leq 1 \text{ m}$$

$$l \leq 2 \text{ m}$$



Les fouilles en rigole

E- Les forages:

Ce sont des fouilles cylindriques de faible diamètre (0,10 m à 0,50m) par rapport à leurs profondeur qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètre. Elle sont utilisés pour les fondations ponctuelles des bâtiments (fondations par pieux ou micropieux).



Le forage

F- Les fouilles en galerie:

Les fouilles en galerie sont exécutées sous le sol. Elles nécessitent la pose d'étaieiment et de blindage parallèlement à l'avancement des travaux.



Les fouilles en galerie

6- 2- 2 BLINDAGE DES FOUILLES :

Si la fouille est profonde et étroite, les parois de la fouille doivent être blindées.

En règle générale, le blindage est **requis** à partir d'une profondeur de **1,30 m** pour les tranchées de largeur inférieure à **1 m**.

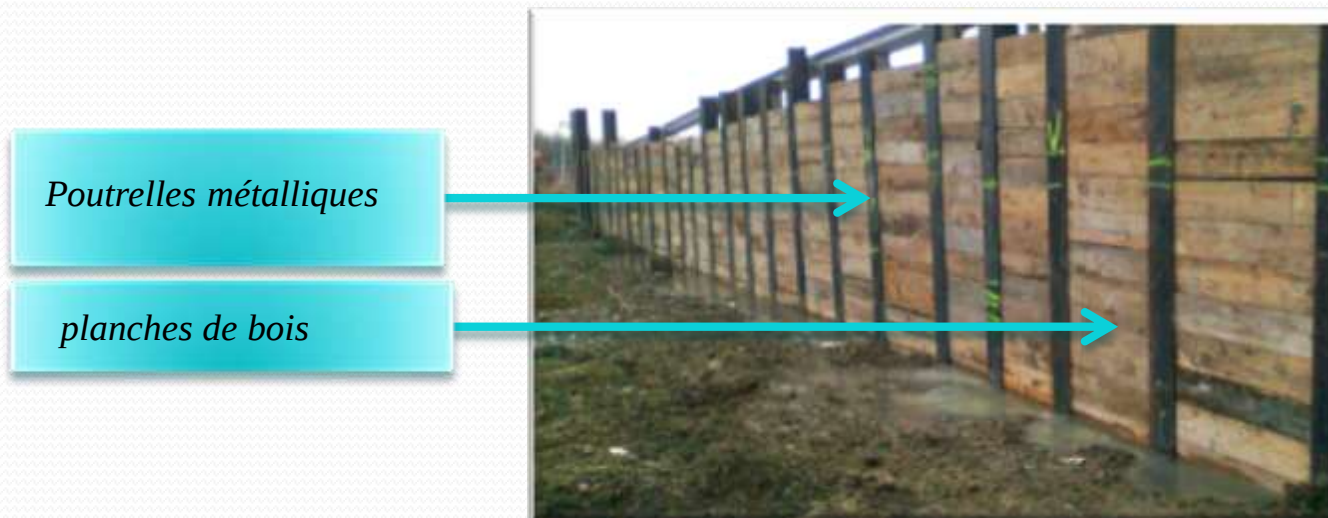


Blindage des fouilles

Parmi les techniques de blindage:

✓ **Parois berlinoises:**

La paroi berlinoise est un type de soutènement, provisoire ou définitif, réalisée par battage des poutrelles métalliques et la mise en place du blindage constitué de planches de bois (madriers horizontaux entre les profilés).



Parois berlinoises

✓ Parois moulées:

Une paroi moulée est un mur en béton armé coulé dans le sol. Le principe est de creuser une tranchée, constamment tenue pleine de boue bentonitique durant l'excavation, maintenue à l'aide de tirants.



Parois moulées

✓ Rideaux de palplanches:

Les rideaux de palplanches sont constitués de palplanches métalliques en général, emboîtées les unes dans les autres et battues dans le sol, pour former un écran vertical, le plus souvent rectiligne, servant de soutènement à un massif de sol.



Les rideaux de palplanches

✓ Parois clouées :

La paroi clouée est un type de soutènement léger, sous forme d'une paroi en béton projeté, armée d'un treillis, et ancrée dans le sol par des clous de 4m à 6m disposés sub-horizontalement régulièrement réparties selon la hauteur du talus.



Les parois clouées

6- 3 LES TERRASSEMENTS EN PRESENCE D'EAU:

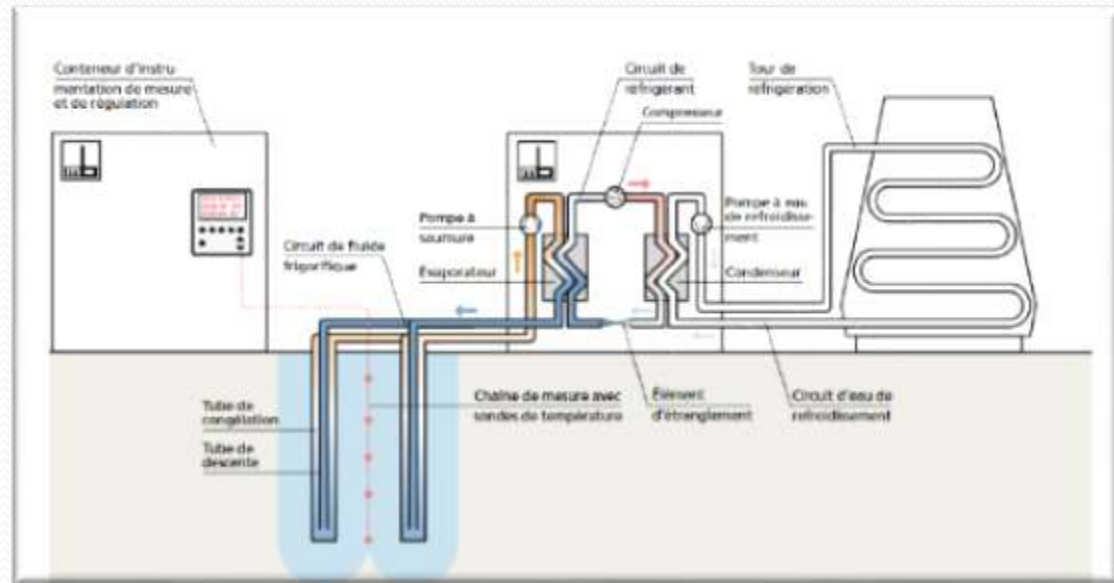
La présence d'eau dans les sols modifie les modes de terrassements. Pour permettre l'exécution des terrassements dans un terrain saturé d'eau, plusieurs techniques peuvent être envisagées :

- ✓ ***L'utilisation des palplanches*** : le principe consiste à créer une enceinte étanche constituée par un rideau de palplanches enfoncées dans le sol jusqu'à une couche imperméable de manière à éviter les remontées d'eau.



L'utilisation des palplanches

- ✓ **La congélation des couches saturées d'eau** par la circulation d'une saumure* à une température de (-25°C) à (-30°C) dans des tuyaux enfoncés dans le terrain; cette technique est très délicate.

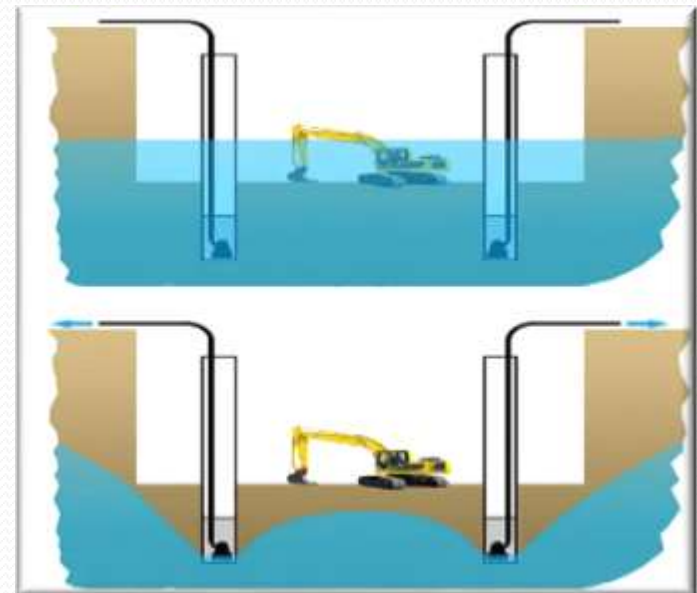


Principe de congélation à la saumure

*La congélation à la saumure: est une technique de géotechnique où une solution saline (saumure) refroidie circule dans des tubes pour geler l'eau présente dans le sol, le rendant temporairement étanche et solide

- ✓ Dans le cas de nappe phréatique avec présence d'eau permanente il faut procéder à **un rabattement de nappe**. Cette technique consiste à mettre en place un dispositif de pompage temporaire permettant d'abaisser le niveau de la nappe. Les travaux peuvent ainsi se dérouler dans des conditions optimales.

Une fois la construction terminée, la nappe phréatique reprend son niveau normal après l'arrêt du dispositif de pompage.



Rabattement de la nappe

6- 4 LES TERRASSEMENTS EN LIMITE DE PROPRIETE:

En limite de propriété, le terrassement impose de prendre des précautions afin de ne pas causer de dommage aux ouvrages voisins.

- ✓ En bordure de voirie, les solutions les plus courantes sont les parois moulées et les parois berlinoises.
- ✓ Au voisinage d'un bâtiment; il peut être nécessaire de procéder à son étaielement.
- ✓ Lorsque la profondeur à atteindre est peu importante, une banquette et un talutage suffisent à garantir le maintien de l'ouvrage.

6- 5 LES TERRASSEMENTS D'UN TERRAIN EN PENTE:

Pour la construction d'un bâtiment sur terrain en pente, il y a quatre solutions envisageables:

✓ **Se surélever du sol** : la première solution consiste à percher *la construction sur des pilotis* . Le principal avantage de cette solution est qu'elle a *peu d'impact* sur l'environnement. D'autre part, elle offre *une vue en hauteur*, plutôt appréciable dans le cadre d'un projet immobilier.

Cependant, cette solution compte aussi des inconvénients. Une construction sur pilotis *limite le nombre d'accès* : le bâtiment ne sera accessible que par un côté. D'autre part la construction, en hauteur, est *plus sujette au vent*.



- ✓ **Accompagner la pente** : cette solution consiste à créer **un terrassement en cascade** avec une **succession de niveaux ou de semi-niveaux**, creusés, selon le degré d'inclinaison de la pente. Il est possible d'accéder au bâtiment par **plusieurs côtés**. Cette construction touche également **peu l'environnement**.



- ✓ **S'encastrer dans le sol** : cette solution consiste à *enterrer la moitié du bâtiment dans le sol*. Cette solution offre plusieurs avantages : *peu visible*, elle *impacte peu l'environnement*, *l'exposition au vent est nulle*. Mais elle présente aussi des inconvénients tels que:
 - Une *faible accessibilité au bâtiment et au terrain*;
 - Un travail plus *important de déblai et de remblai*;
 - Une ouverture sur l'extérieur *plus faible*.



- ✓ **Déplacer le terrain** : Il s'agit de supprimer la pente et de créer un terrassement sur un nouveau terrain plat. Cette dernière solution est peu utilisée puisque l'impact sur la nature et le paysage est ici considérable.



7- TALUS ET MURS DE SOUTÈNEMENT:

7-1 TALUS:

Pour assurer la bonne tenue des terres en remblais et des tranchées, il convient de donner aux talus qui limitent ces terrassements une pente convenable.

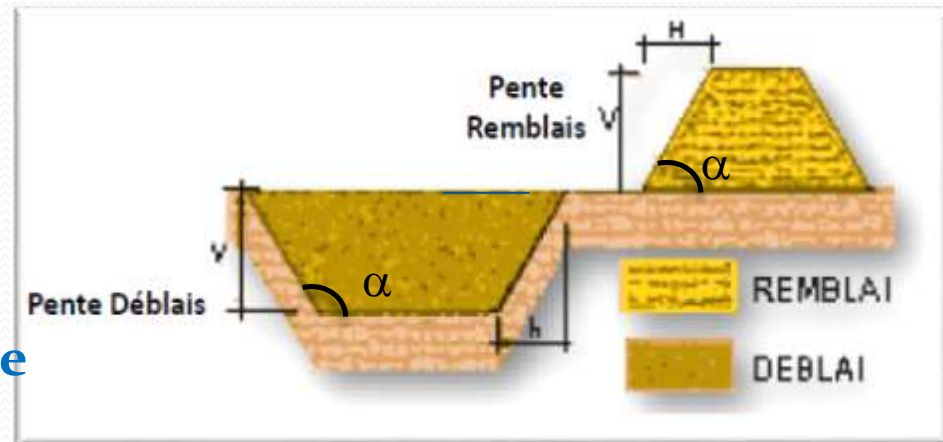
Cette pente peut se définir soit par:

➤ **La tangente de l'angle (pente)**

$$\text{La pente} = \tan(\alpha) = V/H$$

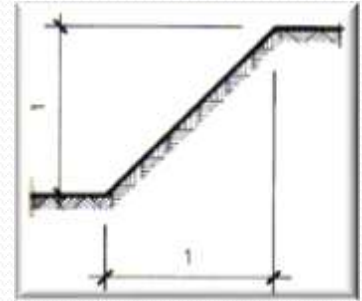
➤ **La cotangente de l'angle (inclinaison)**

$$\text{L'inclinaison} = \cotg(\alpha) = H/V$$

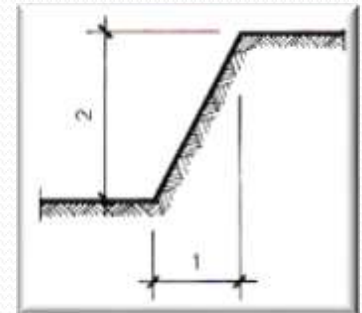


Nature de terrain	Angle et pente de Talus	
	Angle (°)	Pente (H/V)
Roche compact	80° à 90 °	1/5
Terre argileuse	45 °	1/1
Gravier et sable	35°	3/2
Limon argileux	30°	2/1

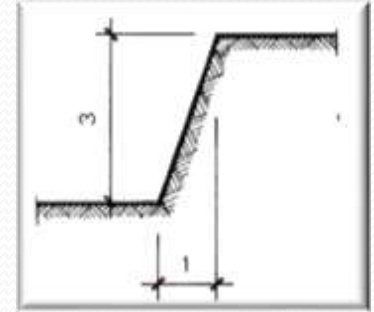
➤ Talus 1/1 dans les terrains ébouleux (peu stables).



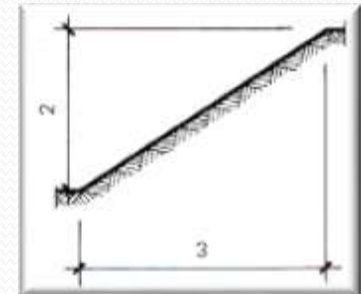
➤ Talus 2/1 dans les terrains tendre résistants (stables).



- Talus 3/1 dans les terrains très compacts (très stables).



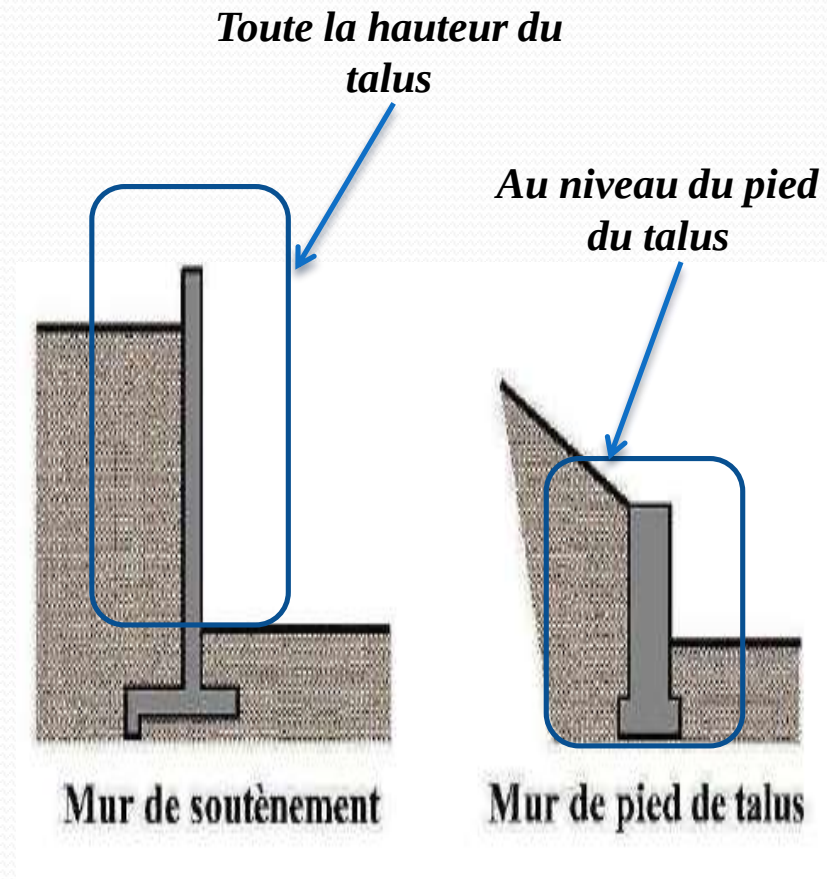
- Talus 2/3 dans les mauvais terrains



7-2 MURS DE SOUTÈNEMENT:

Dans le cas où l'emprise du talus est **considérable**, il est indispensable **de prévoir un ouvrage additionnel** ayant pour but :

- soit de soutenir les terres **par un mur de soutènement** ;
- soit de diminuer la hauteur du talus par la réalisation **d'un mur de pied de talus**;



7-2-1 TYPES DE MURS DE SOUTÈNEMENT:

On classe les murs de soutènement en deux grandes catégories :

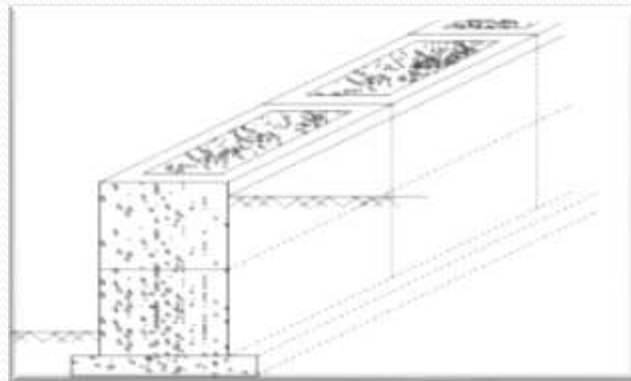
- ✓ Les murs gravitaires ou murs-poids ;
- ✓ Les murs-voiles.

7-2-1-1 MURS GRAVITAIRES OU MURS POIDS:

Ce sont des ouvrages résistants par leur poids propre à la majeure partie de la poussée des terres. Ces murs sont massifs et réalisés *en béton non armé* ou *en maçonnerie épaisse de pierres ou de briques*. Leur parement arrière peut présenter éventuellement des redans.

A-Mur à caissons :

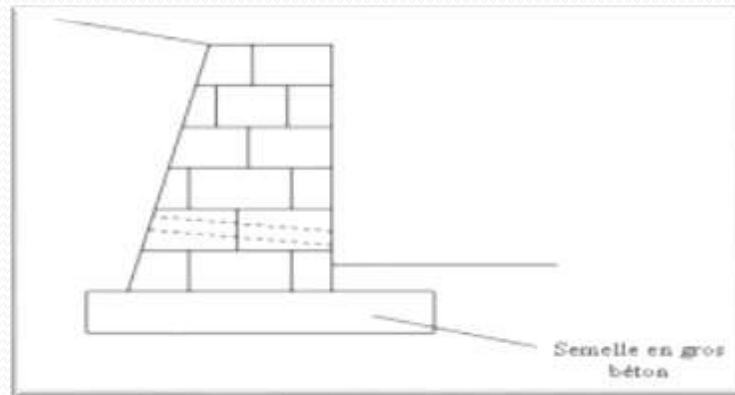
Le mur à caissons est le plus résistant. Il est constitué *d'un ensemble de boîtes alignées, superposées*. Chaque boîte ou caisson *est remplie de sol, de pierres ou d'un autre matériau de poids volumique élevé*. La stabilité du mur est assurée par la largeur des caissons et le poids du matériau de remplissage.



Le mur à caissons

B-Mur gravitaire en maçonnerie:

C'est un mur constitué de pierres, de moellons ou de briques jointoyés.



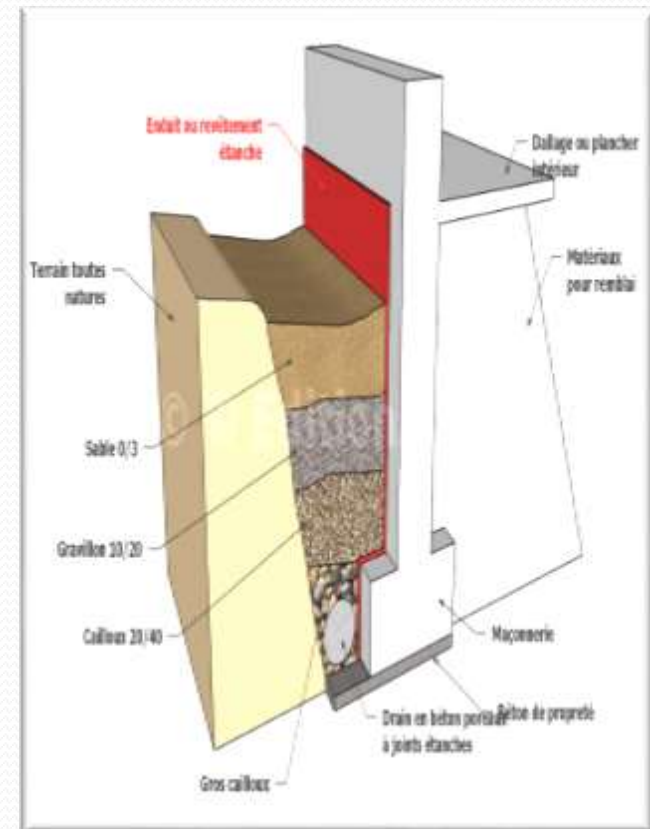
Mur gravitaire en maçonnerie

7-2-1-2 MURS- VOILES:

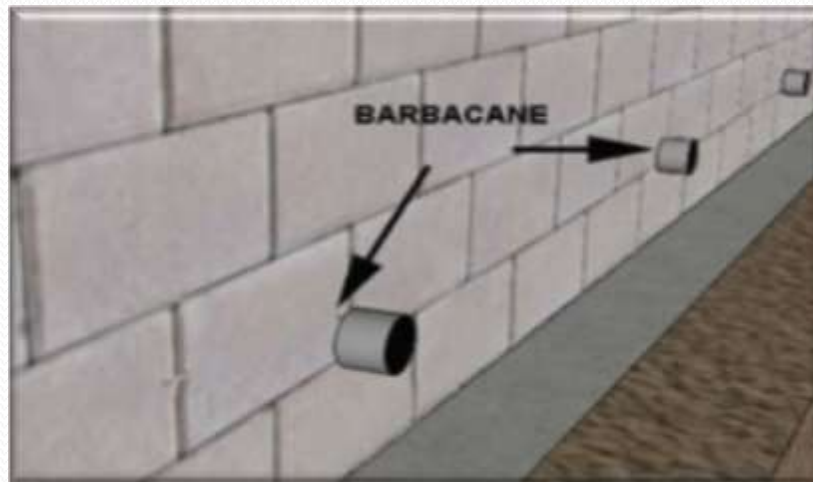
Ce sont des ouvrages utilisant comme élément de stabilisation le poids des terres leur semelle de fondation.

Afin de faire face aux problèmes du tassement, du glissement et du déversement des murs de soutènement, il y a lieu de prendre en considération certaines dispositions ;

- Drainer d'une manière efficace les terrains en amont du mur de soutènement ;
- Installer en partie basse du mur de soutènement un drain horizontal (*buse ou tuyau perforé*) connecté à un exutoire visitable ;



- Mettre en place des barbacanes au niveau de la paroi qui permettent l'écoulement des eaux maintenues a vers l'extérieur ;



7- 3 LES MURS DE SOUTÈNEMENTS PAYSAGES ET PREFABRIQUES:

Ce type de murs assure la fonction de soutènement et de parement décoratif.

✓ **Mur-voile préfabriqué**

Offre une alternative de haute technologie aux modes constructifs traditionnels.

Entièrement adaptable et rapide à mettre en œuvre.

Le mur en « L » est composé d'une semelle dont les dimensions sont proportionnelles à la hauteur du voile. Cette dernière peut varier de 0,45m à 2 m. Quant à l'épaisseur du mur-voile, elle peut être de l'ordre de 10cm à 15cm selon les efforts à reprendre.



✓ Mur par blocs préfabriqués assemblés

Ce type de mur est constitué de blocs préfabriqués.



✓ Mur végétalisé par blocs préfabriqués

Sont constitués par des blocs en béton creux végétalisables.



✓ Soutènement par gabions

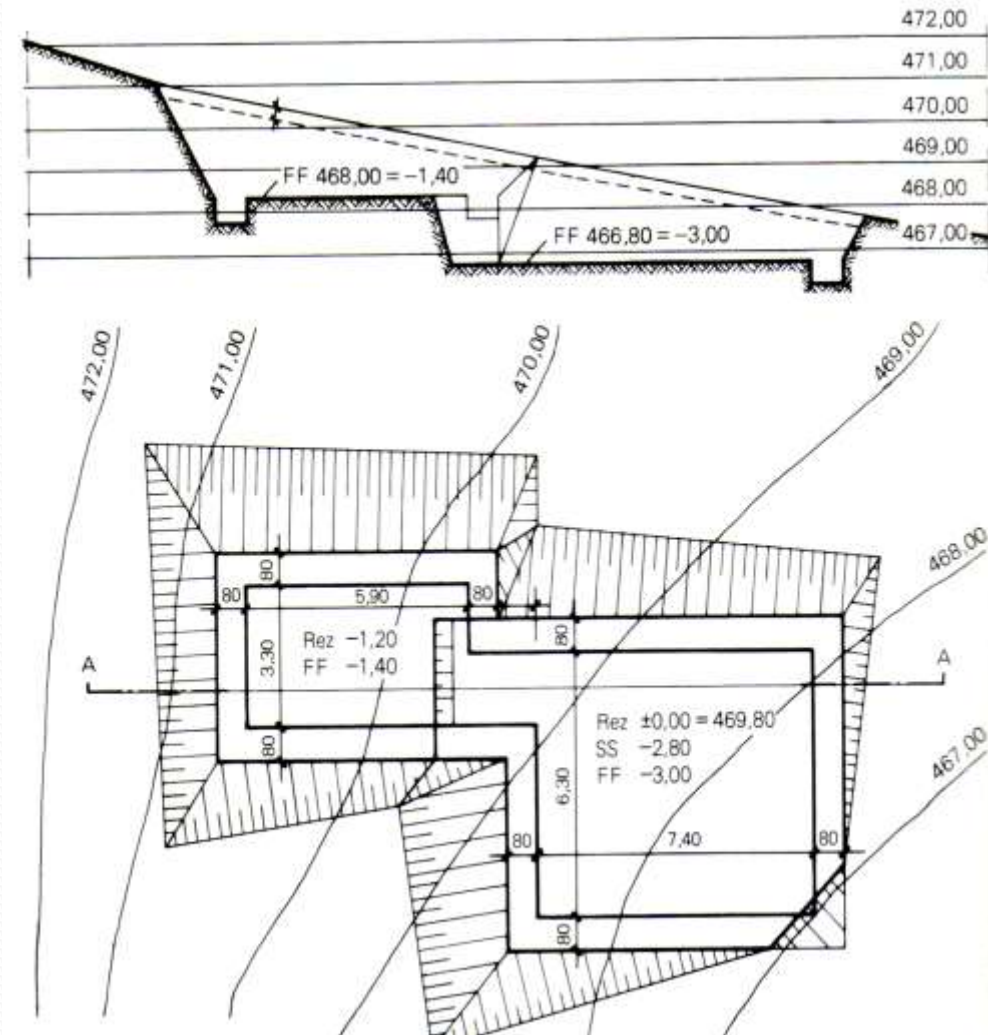
Les gabions représentent des structures modulaires en forme de parallélépipède fabriquées en grillage métallique galvanisé contenant des pierres.

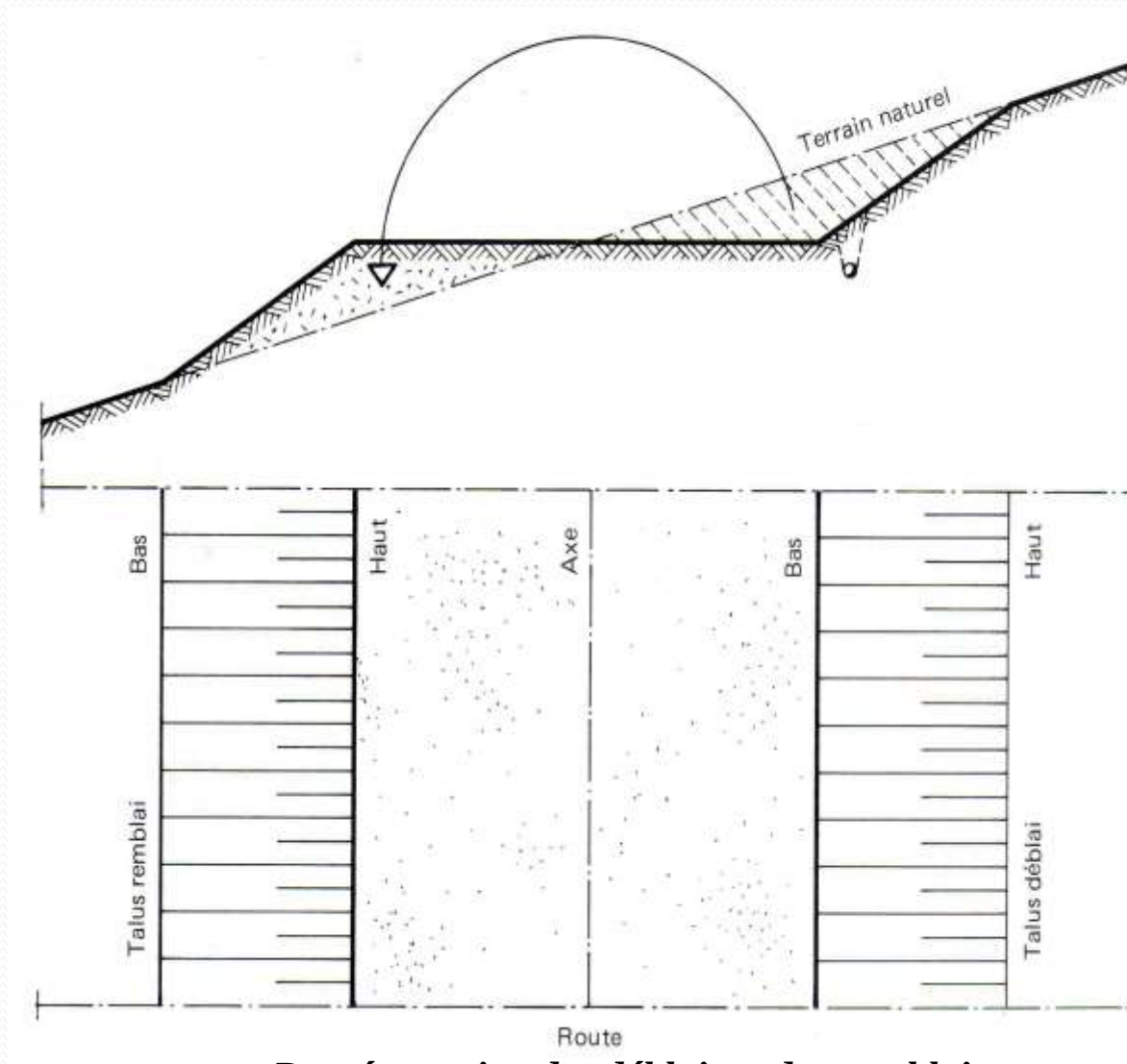


8- LE PLAN DE TERRASSEMENT:

C'est un plan en travers sur lequel est montré la plate forme du projet à réaliser et les différents talus en déblai et en remblai.

Ce plan est dessiné après avoir déterminé les profils nécessaires (coupes qui passent par la plateforme et qui montrent le terrain) en fonction de l'angle de talus naturel du sol.





Représentation des déblais et des remblais