

Ch-2-Les Terrassements.

1. INTRODUCTION.

Les terrassements constituent les travaux de préparation de l'infrastructure des ouvrages de génie civil. Ils permettent d'établir la plateforme des niveaux inférieurs d'une construction ainsi que les accès à ces niveaux .D'une manière générale dans une opération de construction constituent un lot très important et peuvent dans quelques cas engager des moyens très importants même si la construction projetée reste modeste .

2. Définitions –Terminologie.

2.1. Définition d'un terrassement.

D'une façon générale, tout mouvement de terres (remblai ou déblai) constitue un terrassement.

Creuser une fouille, une rigole ou plus généralement modifier le relief du sol représente en soi des terrassements.

2.2. Opérations diverses.

- Un terrassement par **déblai** consiste à enlever des terres initialement en place ;
- Un terrassement par **remblai** consiste à mettre en place, en général par apport ou dépôt , des terres préalablement prélevées .

Remarque : L'art du terrassement consiste à chaque fois que c'est possible à assurer un **équilibre** entre **déblais** et **remblais**.

- les terrassements généraux sont souvent des travaux intéressant des cubes de terres très importants , et ne nécessitent pas d'une manière générale des procédés spéciaux (préparation des zones d'implantation d'usines , de zones industrielles , de zones d'habitations, etc.) ;
- les travaux de terrassement sont généralement précédés par des opérations d'implantation et de piquetage destinés à matérialiser les mouvements de terres en fonction des nivellements définitifs à obtenir.

2.3. Ouvrages annexes.

Les opérations de terrassement visent également à l'exécution :

- de la préparation des fondations superficielles ou profondes.
- d'ouvrages annexes aux bâtiments tels que tous les ouvrages de voirie (routes d'accès aires de stationnement et aires diverses ...)

- d'ouvrages d'infrastructure des réseaux enterrés (canalisations diverses, galeries, regards etc.)

2.4. Opérations élémentaires de terrassements.

1. La fouille : Opération consistant en l'extraction de déblais
2. la charge : Mise en charge des déblais dans des véhicules de transport
3. Le transport
4. La mise en décharge : sur un site de stockage (mise en dépôt) en vue d'une utilisation future en vers la décharge publique (mise en remblai).

La charge (opération N° 2) peut comporter ou non une reprise suivant le type des engins de terrassement utilisés et la distance de transport.

La décharge (opération N°4) peut être suivie d'un réglage par couches successives accompagné (ou non) d'un compactage destiné à reconstituer un sol cohérent pouvant éventuellement être utilisé comme plateforme ou même un sol de fondation (sol reconstitué).

2.5. Sujétions et considérations diverses.

Les opérations de terrassement s'effectuent souvent dans des conditions difficiles qui nécessitent des précautions particulières :

- ✚ Terrassements en mauvais terrains (peu consistants, bouillants instables..)
- ✚ Terrassements profonds nécessitant des opérations d'étalement de blindage...
- ✚ Terrassements en zone urbaine à proximité de constructions existantes nécessitant également des précautions.
- ✚ Terrassements en présence d'eau (présence d'une nappe phréatique)

En conclusion, les travaux de terrassement nécessitent des études approfondies en vue du contrôle du prix de revient de ces derniers ainsi que le choix du matériel et les méthodes de réalisation appropriés à leur réalisation.

3. Les fouilles.

Selon la forme géométrique de la fouille, cette dernière sera classée soit en :

- Fouille en rigole lorsque la double condition suivante est réalisée :

$$l \leq 2m \quad ; \quad \text{Avec } l = \text{longueur et } h = \text{profondeur}$$

$$h \leq 1m$$

➤ Fouille en tranchée :

$$1^{\text{er}} \text{ cas : } l \leq 2m \quad \text{avec} \quad h > 1m$$

$$2^{\text{ème}} \text{ cas : } l > 2m \quad \text{avec} \quad h > \frac{1}{2}$$

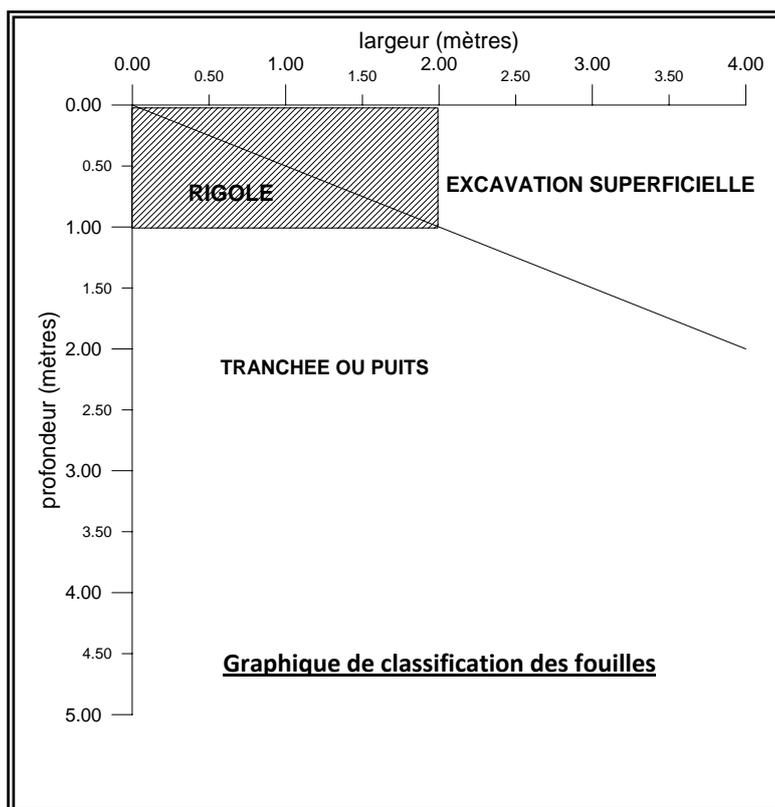
Ces fouilles sont utilisées pour construire les égouts, pour effectuer les reprises en sous œuvre ou pour réaliser des fondations profondes.

➤ Fouilles en puits ou (trous) : on les appelle ainsi lorsque $h > 1m$ et que la longueur L est du même ordre que la largeur l

➤ Excavation superficielle .Une fouille et dite excavation superficielle lorsque sa largeur l et sa profondeur h satisfont aux conditions :

$$l \geq 2m \quad \text{et} \quad h \leq \frac{1}{2}$$

NOTA : La profondeur h est dans tous les cas mesurée à partir du niveau sol naturel livré après terrassements généraux.



4. Classification des terrains selon le degré de consistance et de dureté.

Dans la nature, nous pouvons trouver différents types de sols .Plus précisément, du point de vue de l'opération 'terrassements' nous classons les sols selon le degré de consistance ou de dureté.

Dans ce cas précis deux grandes catégories existent :

1. les terrains meubles ou encore sols faciles :

- les terrains légers (terres végétales , sables lâches, remblais de formation récente gravois
- les terrains ordinaires (sols argileux , sols pierreux ou caillouteux , tufs ...)
- les terrains lourds (argiles compactes, glaises, sables fortement consolidés)
- les terrains très lourds (roches et rochers)

Tous ces terrains ne nécessitent, en général que des moyens mécaniques d'extraction.

2. les terrains rocheux ou terrains difficiles.

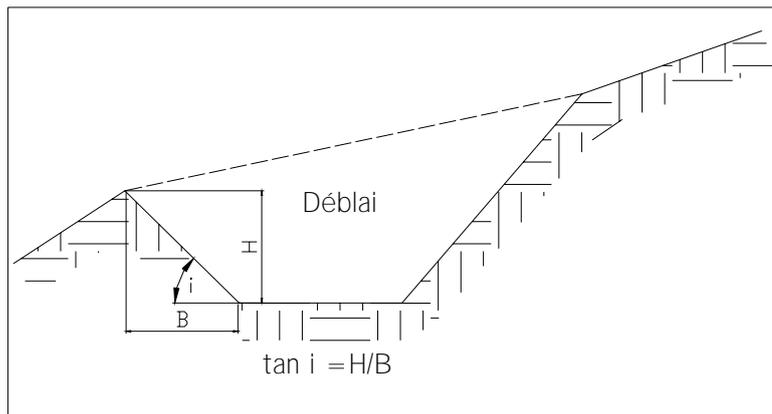
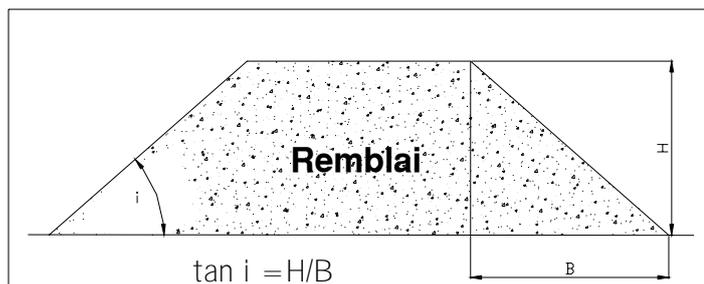
- Les roches tendres
- Les roches demi dures
- Les roches dures
- Les roches très dures.

Ces terrains nécessitent dans la plupart des cas l'emploi de moyens spéciaux tels que les explosifs ou encore l'emploi de gros engins tels que le brise roche ou le marteau piqueur encore si la fouille reste modeste.

5. Remarques et considérations diverses.

5.1. Pente des talus, remblais ou déblais.

Les conditions de stabilité des talus , nécessaires pour une bonne conservation des fouilles tant en déblai qu'en remblai , définissent l'angle i du talus pris avec l'horizontale et déterminé par sa tangente ou sa cotangente comme indiqué sur la figure .

Cas d'un déblaiCas d'un remblai

En définissant l'angle ϕ comme étant **l'angle de talus naturel** ou encore l'angle que prend le sol lorsqu'il est tout simplement déversé : la condition de stabilité impose que l'on ait dans tous les cas $i < \phi$.

Notons que l'angle de talus naturel dépend de :

- ✦ La nature du sol (cohérent ou non)
- ✦ De la teneur en humidité (sol sec ou non)

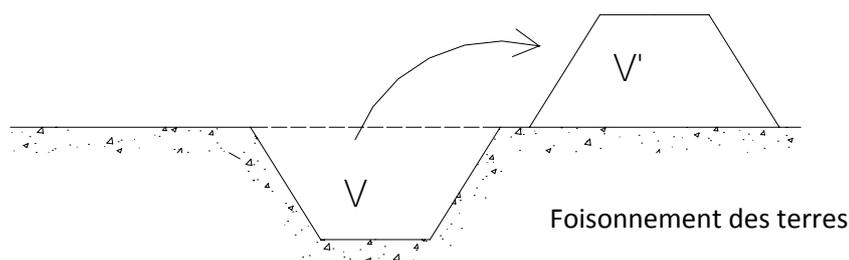
A titre indicatif, nous donnons sur le tableau suivant l'angle de talus naturel de quelques types de sols :

Nature terrain	sec	immergé
Rocher sain	90°	90°
Rocher fissuré	80°	80°
Terre végétale	45°	40°
Terre argileuse	40°	20°
Gravier gros sable	35°	30°
Sable fin	30°	20°

5.2. Foisonnement des terres.

D'une manière générale, lorsqu'on procède à un terrassement le volume des terres prélevées est toujours supérieur au volume des fouilles exécutées. Ce phénomène est plus connu sous le nom foisonnement des terres.

Ainsi comme le montre le figure suivante le volume des terres déchargées V' est supérieur au volume de la fouille. On dit que le terrain a foisonné.



$V' > V$ ou $V' = V \left(1 + \frac{1}{M} \right)$ le coefficient $\frac{1}{M}$ est appelé indice de foisonnement .

D'un autre coté le remblai V' va à son tour subir une modification au bout de laquelle son volume deviendra $V'' < V'$. Ceci du fait que ce remblai aura tassé ou affaissé suite à son propre poids.

Nous distinguons alors plusieurs coefficients ou indices :

1. Le coefficient ou indice de foisonnement noté F_i
2. le coefficient de foisonnement final ou persistant noté F_p
3. le coefficient de tassement des déblais noté T

Le tableau suivant consigne quelques valeurs de ces coefficients pour différents type de sols.

Nature terrain	F_i	F_p	T
Terre végétale ,sable	10 à 15 %	1 à 1.5 %	8 à 12 %
Graviers	15 à 20 %	1.5 à 2 %	12 à 15 %

Terre argileuse	25 à 30 %	4 à 6 %	17 à 19 %
Argiles, marnes	30 à 40 %	6 à 8 %	19 à 25 %
Argiles , marnes très compactes	40 à 65 %	8 à 15 %	23 à 30 %
Eboulis roche tendre	30 à 40 %	8 à 15 %	17 à 18 %
Rocher compact	40 à 65 %	25 à 40 %	10 à 15 %

La connaissance du foisonnement est nécessaire pour es travaux de terrassements afin de :

- ✦ déterminer la capacité des véhicules de transport des déblais
- ✦ effectuer la mise en dépôt dans les décharges publiques à partir d'un cube mesuré sur place.
- ✦ les dimensions initiales à donner aux remblais afin qu'ils atteignent après tassement les cotes exigées.

5.2. Profondeur maximale d'une fouille sans blindage.

Le creusement d'une fouille sans blindage n'est pas toujours possible. Surtout si sa profondeur dépasse une certaine hauteur critique au-delà de laquelle les parois de cette dernière s'effondreraient.

D'une manière générale la profondeur critique est déterminée par la formule suivante :

$$H_{\text{critique}} = \frac{(\pi + 2) \cdot C}{\gamma}$$

Avec C la cohésion : paramètre propre au sol concerné et donné par le rapport du sol γ poids volumique du sol concerné .

à titre d'exemple prenons le cas d'une argile pour laquelle $C=2\text{t/m}^2$ et $\gamma=2 \text{ t/m}^3$ alors :

$$H_{\text{critique}} = 5.14 \text{ m.}$$

Par contre si on avait à faire à un sable argileux pour lequel $C=0.7\text{t/m}^2$ et $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$ alors :

$$H_{\text{critique}} = 2.00 \text{ m.}$$