

Département de Génie Civil
Faculté de Technologie, Université de Bejaia

Les terrassements

Dr. S Djadouf Arezki

1. Généralités
2. Terminologie (vocabulaires propres au terrassement)
3. Classification des terrains
4. Inclinaison des talus
6. Facteurs déterminants d'un terrassement
7. Cubatures des terrassements

1. Généralités

Le terrain tel qu'il se trouve dans la nature n'est pas souvent apte à recevoir l'emprise d'une opération de construction notamment si celle-ci est d'une grande envergure. Car les ondulations du terrain naturel modelées spontanément par les phénomènes naturels (vent, pluie) ne correspondent pas à la géométrie conçue pour la construction en question. En outre le bon sol sur lequel la construction devrait se tenir stable est loin d'être rencontrée sur la surface du terrain naturel.

De ce fait, la modification du terrain naturel pour l'adopter à la construction s'avère nécessaire même inévitable.

Les terrassements sont des travaux qui consistent à modifier un terrain et permettent d'y réaliser des fondations. Ils sont réalisés par l'exécution de déblais et de remblais.

2. Terminologie (vocabulaires propres au terrassement)

- **Terrassement** : on entend par terrassement les travaux qui consistent à creuser le sol ; à transporter les terres extraites puis à les évacuer ou à les utiliser. On procède généralement par *déblais* ou *remblais*

- **Déblai** : Ensemble des terres retirées du sol. Elles sont soit réutilisées sur le terrain sous forme de remblais, soit retirées du chantier et *mises en décharge* vers un *dépôt*.

Déblai : c'est le nom qui désigne les terres provenant de l'excavation.

- **Remblai** : est l'opération opposée au déblai. Elle consiste à apporter des terres en vue de combler un vide dans le sol.

Remblai : est le nom qui désigne les terres à apporter pour l'opération de remblaiement.

- **Décharge** : c'est la mise des terres extraites en *dépôt* après *chargement* dans des camions.
- **Dépôt** : Lorsque le cube des déblais excède celui des remblais, le surplus des terres est évacué et l'on dit qu'il est mis en dépôt.
- **Charge** : c'est la mise des déblais sur les engins de *transport*. Elle peut être effectuée :

Avec reprise : les déblais tout d'abord jetés sur les bords de l'excavation puis reprise ; soit immédiatement, soit plus tard pour être chargés sur les engins de transport.

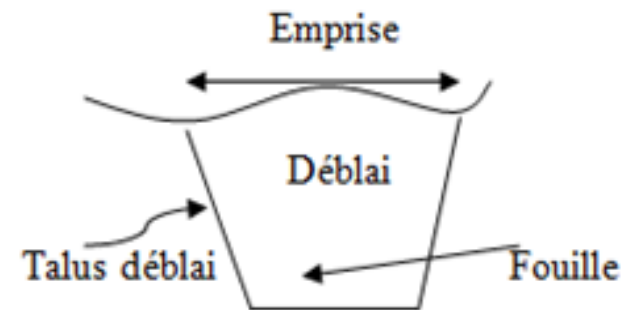
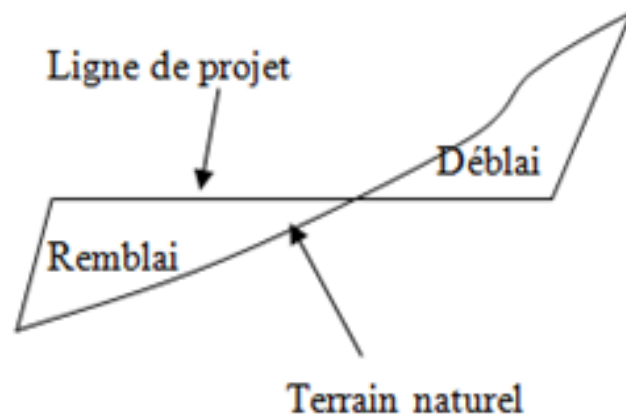
Sans reprise : les déblais étant directement expédiés de la fouille sur l'engin de transport.

- **Transport** : c'est le déplacement sur engin des terres extraites.
- **Emprunt** : lorsqu'au contraire le cube des déblais est insuffisant vis-à-vis de celui des remblais ; on se procure les terres nécessaires au moyen d'un terrassement supplémentaire que l'on appelle "emprunt". Il est effectué en dehors du tracé.
- **Fouille** : c'est l'extraction des déblais, mais c'est aussi le vide produit dans le sol par les terrassements. On distingue les *rigoles* ; les *puits* et les *tranchées*.
 - *Fouille en pleine masse* : réalisée sur la totalité de l'emprise du bâtiment.
 - *Tranchée* : longue excavation, plus au moins large, destinée à la mise en place de canalisations enterrées...ou la réalisation de fondations pour un mur de clôture.
 - *Rigole* : une petite tranchée est parfois appelée rigole. Tranchée destinée à recevoir les semelles filantes.
- **Nivellement** : action d'aplanir le sol.
- **Décapage des terres** : c'est un terrassement de très faible profondeur (entre 20 à 30cm) sur de grandes surfaces.

Il est évident, avant d'entamer les travaux de terrassement, de procéder au nettoyage du sol naturel, cette tâche consiste à débarrasser le terrain de toute la terre végétale, des détritiques, des matières organiques, des arbres et arbustes qui pourraient s'y trouver, le terrain est mis à nu jusqu'à la couche saine.

N.B : la mise en réserve de la terre végétale est recommandée car elle peut servir ultérieurement pour la conception des espaces verts, aires de jeu.....etc.

- **Talus :** pente ou inclinaison à donner aux parois des terres pour éviter les éboulements. Il dépend de la nature de terrain



Emprise : limitée par l'intersection du talus et du terrain naturel

Terrain naturel : désigne la configuration du terrain avant les travaux de terrassement.

3. Classification des terrains

Du point de vue de facilités offertes pour l'exécution des déblais (extraction), on classe les terrains en deux grandes classes ou catégories : les terrains meubles et les terrains rocheux. Chacune d'elles se subdivise en classes secondaires.

3.1. Les terrains meubles

1. *Terrains légers* : terre végétale sèche, sable sec, graviers fin.
2. *Terrains ordinaires* : terre végétale humide, sable humide, sable argileux compact, gravier fin argileux compact, gros gravier, tourbe.
3. *Terrains lourds* : terres grasses mêlées de pierres, terre argileuse, gros gravier argileux compact, argile, marne, éboulis.
4. *Terrains très lourds* : argile humide, marne compacte, grès tendre, ardoise friable, roches décomposées.

3.2. Les terrains rocheux

1. *Roches tendres* : sables agglutinés, calcaires tendres, craie, ardoise compacte.
2. *Roches demi-dures* : gypse, grès, gneiss.
3. *Roches dures* : calcaires durs, marbres, granit, basalte.
4. *Roches très dures* : granit et gneiss compacts, quartz, grès compacts.

Désignation	Nature	Caractéristique
Terrain ordinaire	Sable, terre et gravier	Terre végétale à ameublir à la pioche. Sable, gravier ; facile à prendre à la pelle.
Terrain semi compacte ou moyen	Pierreux, caillouteux ; argileux	Facilement attaquable à la pioche et au pic. Difficile à prendre à la pelle
Terrain dur	Glaise lourde, argile et mame compacte	Attaquable au marteau pneumatique. Difficilement à la pioche et au pic.
Terrain compacte	Roche calcaire, ancienne maçonnerie	Attaquable au marteau pneumatique, au pic

4. Inclinaison des talus

Les talus qui limitent les terrassements doivent pour tenir en équilibre stable, avoir une certaine inclinaison sur l'horizontal. On définit cette inclinaison, soit par la valeur de l'angle θ du talus avec l'horizontal ; soit par la valeur : $\text{tg } \theta = \text{base/hauteur}$

L'angle d'inclinaison θ doit être inférieur à une certaine limite qui est l'angle du talus naturel du terrain.

L'angle du talus naturel dépend essentiellement de la nature du terrain et de son degré de consistance.

Lors de l'exécution des remblais, on admet le rapport 3/2 entre la base et la hauteur et pour les déblais le rapport est de 1/1.

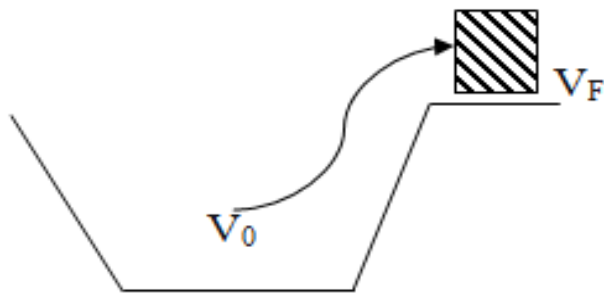
Remblai : $\text{tg } \theta = \text{base/hauteur} = 3/2$

Déblai : $\text{tg } \theta = \text{base/hauteur} = 1/1$

5. Foisonnement et tassement

Deux phénomènes d'ordre physique sont attachés à l'exécution des travaux de terrassement : l'un est le "foisonnement" des terres remaniées, l'autre est le "tassement" des terres mises en place. Le creusement du sol et la manutention des terres détruisent l'imbrication initiale des particules du terrain et diminuent la compacité de celui-ci. C'est pourquoi l'on constate toujours que le volume V_1 des terres extraites d'une fouille et mis en remblai, est supérieur au volume V de la fouille elle-même. Ce phénomène est appelé *foisonnement*.

Le *foisonnement* est l'augmentation du volume des terres provoquée par leur déplacement lors des travaux de terrassement. La terre extraite des fouilles perd sa cohésion initiale et se fragmente en petits morceaux indépendants qui occupent un volume apparent supérieur au volume de la terre en place.



$$F_F = V_F / V_0 \Rightarrow V_F = F_F V_0$$

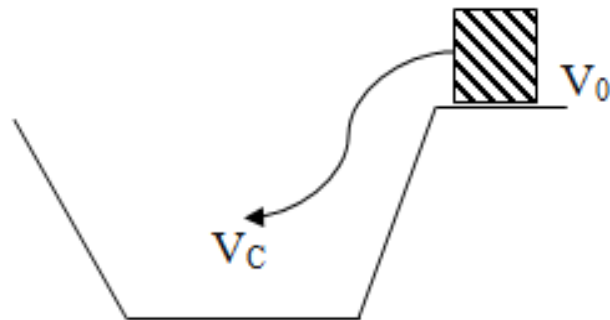
F_F : coefficient de foisonnement

V_0 : volume initial

V_F : volume foisonné

Le *tassement* est la propriété que possède le sol de diminuer de volume par l'action des phénomènes naturels dans le temps ou par compactage direct à l'aide des engins mécaniques appropriés.

Le tassement ultérieur des sols fraîchement remués et remis en place, fait diminuer leur volume de 15 % à 20 % environ et d'une manière générale, les remblais se tassent naturellement à long terme sous l'effet de leurs poids, des intempéries (eau, pluie) et des charges extérieures (circulation des véhicules).



$$F_C = V_C / V_0 \Rightarrow V_C = F_C V_0$$

F_C : coefficient de compacité

V_0 : volume initial

V_C : volume compacté

6. Facteurs déterminants d'un terrassement

- ✓ Le plan topographique : doit être de bonne qualité en précisant clairement la végétation du terrain, les bâtiments ; les puits ; les réseaux existants etc....
- ✓ La nature et l'état du sol : prend en compte les caractéristiques physiques et mécaniques des terrains.
- ✓ Les conditions météorologiques
- ✓ La conception du plan de masse
- ✓ Le planning d'exécution des bâtiments
- ✓ Le coût

7. Cubature des terrasses

C'est l'évaluation des volumes des terres, soit à apporter ou à enlever pour réaliser un projet.

Cette évaluation est nécessaire pour :

- Estimer les dépenses dues aux terrassements
- Prévoir les mouvements des terres en évaluant les quantités des terres à excaver et à remblayer de façon à envisager le type et le nombre des engins de terrassements.

Dans les projets de terrassement on distingue :

Dans les projets de terrassement on distingue :

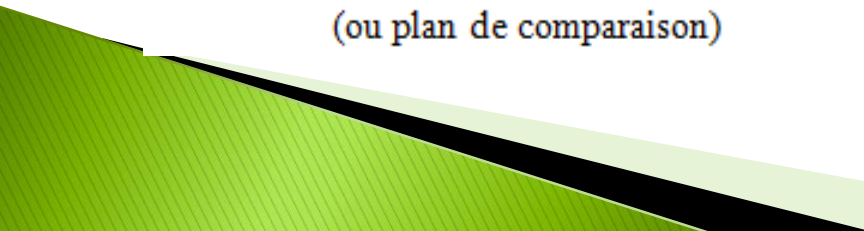
- ✓ Projets linéaires, où l'on évalue le volume des terrassements par le calcul *des profils en long et en travers* (route, chemin de fer etc....) et dans lesquels la largeur est négligeable par rapport à la longueur.
- ✓ Projets étendus : où la largeur n'est pas négligeable devant la longueur (aérodrome, parking, terrain de sport etc....)

7.1. Projets linéaires

On doit avoir :

- 1) Un tracé en plan : le projet linéaire est présenté sous forme de plan topo-métrique.
- 2) Des profils en long : une coupe longitudinale du terrain suivant le plan vertical passant par l'axe du tracé. Les côtes sont prises sur les courbes de niveaux ou le terrain.

Sur le profil en long, on note

- Une ligne représentant le terrain naturel (TN)
 - Les points représentatifs du projet et du TN sont représentés par leur abscisse comptée à partir de l'origine du profil et par l'altitude définie par rapport à un plan de référence (ou plan de comparaison)
- 

3) Des profils en travers : une coupe transversale menée selon des plans verticaux perpendiculaires à l'axe du projet.

Sur le plan en travers, on note :

- Altitudes du terrain naturel et du projet
- Distances partielles et cumulées.

4) Transport des terres :

- d'un profil à un autre
- D'un ou plusieurs lieux d'emprunt à des profils (déblai < remblai)
- D'un profil vers un dépôt (déblai > remblai)

Remarque 1

Les profils en long et les profils en travers constituent les supports fondamentaux pour la cubature des projets linéaires, de ce fait la fidélité des informations qu'ils fournissent contribue efficacement à la crédibilité des résultats obtenus (volume des terres).

Remarque 2

Pour le calcul de la cote du projet CP, on a :

- Cas où la surface est carrée ou rectangulaire : la cote projet

$$CP = H_{\min} + H/2 \quad \text{ou} \quad CP = H_{\max} - H/2$$

Sachant que $H = H_{\max} - H_{\min}$.

H_{\max} : l'altitude du sommet le plus haut de la plate forme considérée.

H_{\min} : l'altitude du sommet le plus bas de la plate forme considérée.

- Cas où le terrain est accidenté : Si le terrain est accidenté, les courbes de niveau sont trop serrées, on peut avoir plusieurs courbes de niveau traversant la plate forme, dans ce cas la CP est fixée de la manière suivante :

$$CP = (H_{\max} + H_{\min})/2$$

Remarque 3

Les CP calculées par les méthodes citées ci-dessus sont purement théorique, elles sont prises sous réserve, car ces méthodes de calcul ne prennent en considération que l'équilibre déblai – remblai, donc, il est recommandé de vérifier les côtes formées si elles conviennent à la réalité du projet, surtout si le terrain naturel présente une morphologie très accidentée.

7.1.1. Méthodes de calcul des surfaces en travers

- a) **Méthodes exactes** : il faut déterminer pour chaque profil en travers les côtes en coordonnées de chacun de ses points.

a.1. Méthode des lignes enveloppes

$$S = 1/2 \sum Z_i (x_{i+1} - x_{i-1})$$

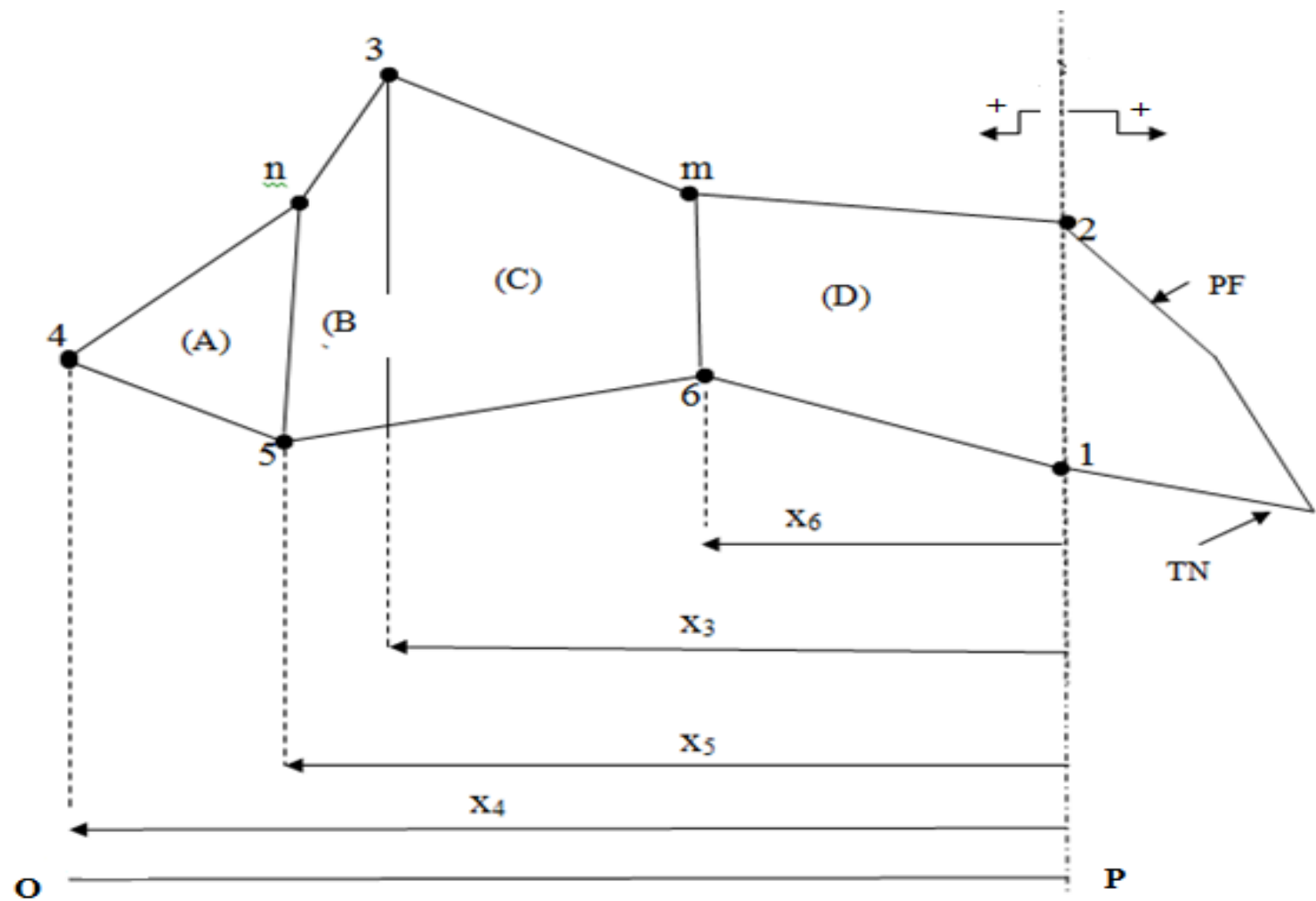
Pour l'exemple donné ci-après

$S = 1/2 [Z_1(x_2 - x_6) + Z_2(x_3 - x_1) + Z_3(x_4 - x_2) + Z_4(x_5 - x_3) + Z_5(x_6 - x_4) + Z_6(x_1 - x_5)]$ (voir la figure ci-après)

a.2. Méthode des surfaces élémentaires

On a deux façons :

1. $S = S(A) + S(B) + S(C) + S(D)$ nécessite donc de calculer les deux cotés n et m
2. $S = S_{op234} - S_{op1654}$ (voir la figure ci-après)



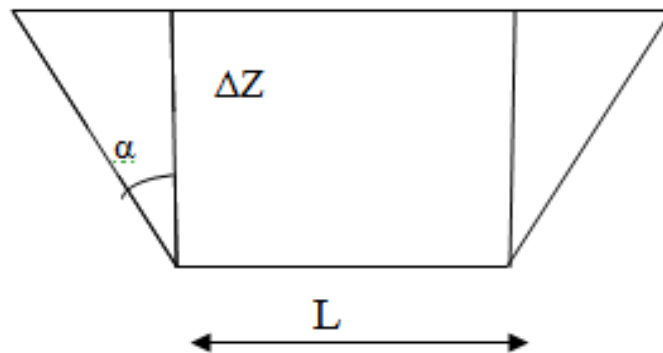
b) Méthodes approchées

On admet que la plate forme et le terrain naturel sont sensiblement parallèles sur tout le profil

$$S = \Delta Z.L + P. \Delta Z^2$$

L : longueur de la plate forme

P (pente du talus) = $\text{tg}\alpha$



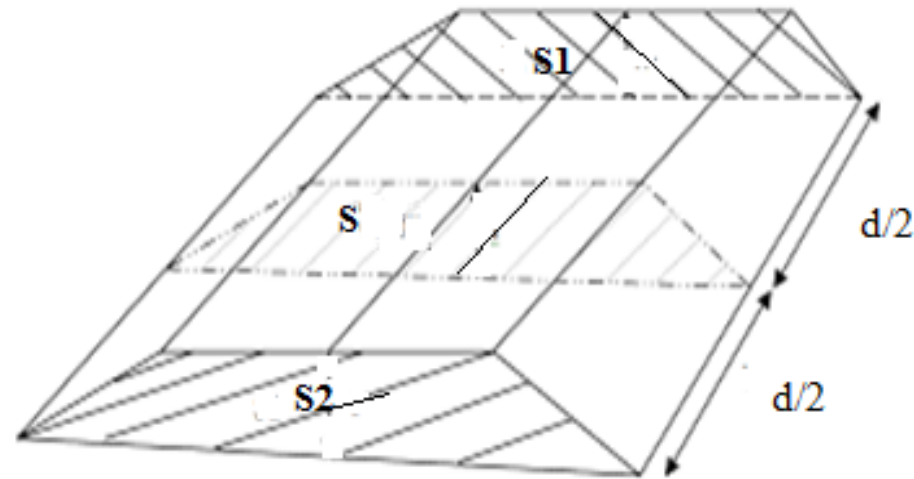
7.1.2. Calcul des volumes

- Méthode de l'aire médiane

Pour le tronçon de la figure suivante, le volume des terrassements en déblai est donné par la relation : $V = S \cdot d$

- **Méthode de la moyenne des aires**

$$V = d/2 (S_1 + S_2)$$



S : surface de l'aire médiane

S_1 et S_2 : surfaces latéraux

d : distance entre les deux profils de surfaces (S_1) et (S_2)

7.2. Projets étendus

Pour les projets étendus ; on définit un quadrillage en plan sur la surface à terrasser. Chaque carreau définit dans l'espace ; un prisme dont la face inférieure et la face supérieure sont le TN et la LP.

Le volume de chaque prisme est donné par la relation : $V = S * h$ avec $S = a * a$

$a = 5\text{m}$ Terrains très accidentés (ondulations très prononcées)

$a = 10 \text{ à } 20\text{m}$... Autres (moins prononcées)

