

Chapitre IV : Application de l'avant métré des terrassements et fouilles

Pour construire un ouvrage, quel qu'il soit (tunnel, route, pont, bâtiment, barrage, ...), il est nécessaire de modifier le terrain naturel. Il faut profiler la surface du terrain de telle sorte qu'il soit apte à supporter le poids de l'ouvrage et à en intégrer la forme. L'ensemble de ces opérations s'appelle "le terrassement"

IV.1. Définition et lexique

En référent à OFPPT (2007) et Zatir (2019), Le terrassement de fouilles des ouvrages d'art consiste à creuser dans le sol pour y poser de la maçonnerie telle que fondations, caves, fossés, regards, canalisations, etc. Les déblais ou remblais de toute nature seront évalués en mètres cubes (m^3) à partir des plans.

Terrasser est un travail composite pouvant comprendre :

- De l'extraction de matériaux, au compactage, avec peut-être du décapage de la terre végétale, et de la mise en dépôt des terres.
- Il n'existe pas un seul matériau à terrasser mais plusieurs sortes possibles : Rochers - terre - gravier et sable - limon – argile.

Il est à noter que plusieurs prix pourront être établis suivant les modes de quantification suivant le type de terrassement, de la nature du terrain, des dimensions des fouilles et de l'accessibilité du site.

- **Décapage en surface (décapage de la terre végétale) :** l'épaisseur de la couche à décaper varie de 20 à 30 cm. On quantifie souvent ce décapage en m^2

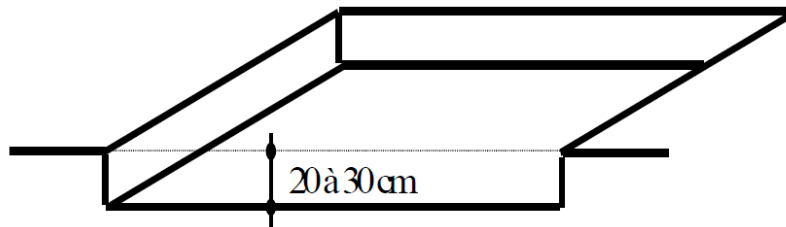


Fig. 4. 1. Décapage en surface

- **Fouilles en rigoles pour fondations :** Elles correspondent aux semelles filantes (fondations sous les murs et les voiles de l'ouvrage) quantifiées au m^3

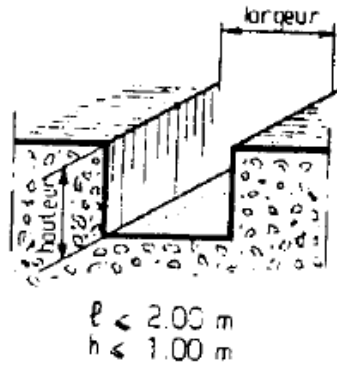


Fig. 4. 2. Fouilles en rigoles

- **Fouilles en trous pour fondations.** Elles correspondent aux semelles isolées (ex : fondations sous les poteaux, sous les murs isolés de petites dimensions).

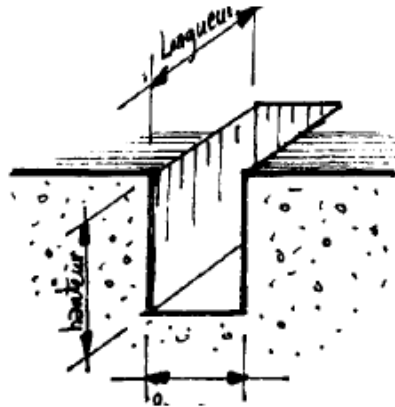


Fig. 4. 3. Fouilles en trous

- **Fouilles en tranchées :** Elles sont réalisées en général pour la pose de canalisations.

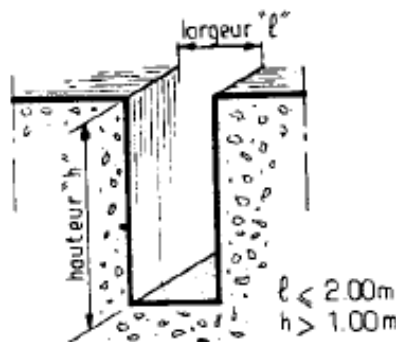


Fig. 4. 4. Fouilles en tranchées

- **Fouilles en puits :** Ces fouilles permettent la réalisation de fondations semi-profondes qui transmettent les charges de l'ouvrage sur un sol approprié. C'est un terrassement de

petite surface et de grande profondeur destiné à recevoir : fondations de poteaux, fosse d'ascenseur,.... Dans ce type de fouille, l'étayage prend le nom de blindage.



Fig. 4. 5. Fouilles en puits

- **Fouilles en pleine masse ou en excavation** : cela englobe des travaux d'envergure aussi bien en surface qu'en hauteur

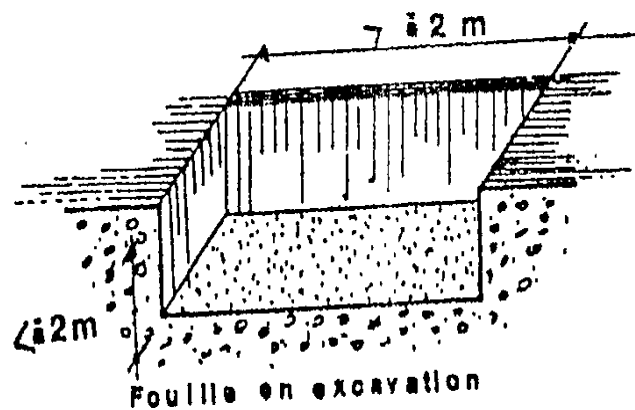


Fig. 4. 6. Fouilles en pleine masse

- **La fouille en galerie**

Elle est exécutée sous terre et nécessite non seulement un étayage des parois, mais encore des plafonds.



Fig. 4. 7. Fouilles en pleine masse

IV.2. Le Blindages des fouilles

La hauteur parfois importante de ces terrassements impose la mise en place d'un blindage. En règle générale, le blindage est requis à partir d'une profondeur de 1.30 m pour les tranchées de largeur inférieure à 1.00 m.

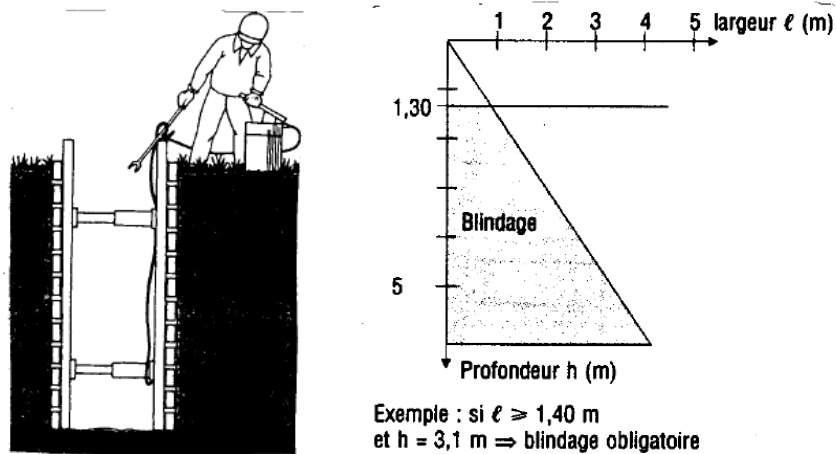


Fig. 4. 8. Fouilles en pleine masse

Tableau IV. 1. Tableau récapitulatif des différents Blindage des fouilles

Type de blindage	Emploi	Observations
Platelage boutoné	Fouille en tranchée provisoire hors nappe	Gêne dans les travaux de terrassement
Tubage	Fouille en puits provisoire présence de nappe admise	
Parois berlinoises	Pleine masse provisoire ou définitif hors nappe ou terrain drainable	Emploi en site urbain ; coffrage de la paroi extérieure ; peu coûteux
Parois moulées	Pleine masse définitif présence de nappe admise	Emploi en site urbain ; s'intègre à la structure du bâtiment ; installation de chantier lourde et relativement coûteuse
Rideaux de palplanches	Pleine masse provisoire présence de nappe ou définitif admise	Nuisance pour les riverains ; récupération aléatoire
Parois clouées	Pleine masse ou provisoire hors nappe	Talutage éventuel ; peu coûteux

IV.3. Terrassement en présence d'eau

La présence d'eau dans les sols, modifie de manière non négligeable ses caractéristiques et les modes de terrassements pour cela il faut :

- Collecter les eaux de ruissellement
- Pomper les venues d'eau (faible) ou drainer

- Dans le cas de nappe phréatique avec présence d'eau permanente il faut procéder à un rabattement de nappe.

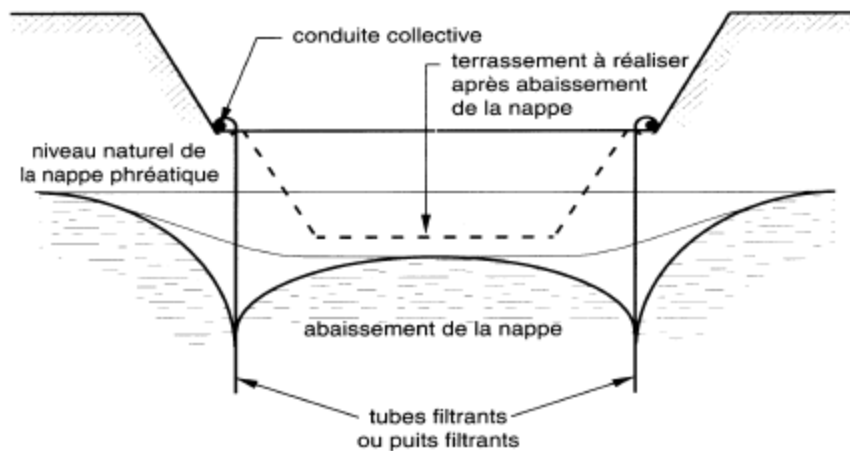


Fig. 4. 9. Rabattement de nappe par pompage

IV.4. Notions de déblais et remblais.

- Le déblai consiste à enlever des terres
- Le remblai à apporter des terres

Déblais et remblais représentent également, en termes de métier, les terres extraites ou accumulées d'un terrassement.

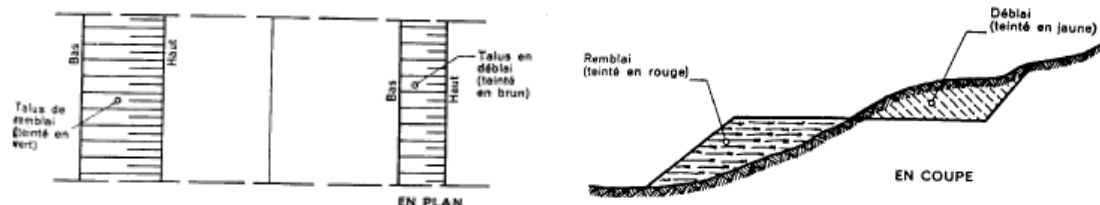


Fig. 4. 10. Déblais et remblais.

IV.5. Calcul des terrassements.

IV.5.1. Évaluation des quantités d'ouvrages élémentaires

Les quantités des travaux de terrassement sont, généralement exprimées en volume (mètre cube –m³) :

$$V = L * l * h$$

où, L est la longueur ; l – la largeur ; h – la hauteur.

1. Fouilles :

$$Q = V = L * l * h$$

L – longueur totale des fouilles ; **l** – largeur moyenne des fouilles ; **h** – hauteur moyenne des fouilles

2. Déblais et remblais

$$Q = V = \sum v_i = \sum L_i * l_i * h_i$$

L_i – longueur moyenne des déblais/remblais

l_i – largeur moyenne des déblais/remblais ;

h_i – hauteur moyenne des déblais/remblais.

IV.5.2. Profil en long.

• Principe :

Le profil en long représente, superposées, la section du sol et celle de la plate-forme de la voie de communication sur un plan vertical passant par l'axe du tracé développée ensuite sur un plan. Pour les bâtiments, il s'agit d'une coupe des fondations et fouilles à l'axe longitudinale de ceux-ci.

Pour les travaux routiers (généralement de longueurs importantes) afin de rendre le profil en long plus commode et plus significatif, on déforme systématiquement les lignes figuratives de la surface du sol et de la plate-forme, situées dans la surface sécante par le choix d'une échelle plus grande pour les hauteurs que pour les longueurs.

• C'est un graphique :

Les abscisses sont à l'échelle des longueurs, les distances comptées horizontalement suivant l'axe à l'origine du tracé.

Les ordonnées sont à l'échelle des hauteurs, les altitudes comptées par rapport à un plan horizontal de référence (plan de comparaison)

Longueurs et côtes de niveau en mètre (2 décimales) Orientation de la gauche vers la droite.

Le plan horizontal de référence est toujours choisi à une côte ronde d'altitude (multiple de 5 ou 10 m)

Cette côte doit être inférieure à la côte du point le plus bas du sol ou du projet.

Exemple de cartouche :

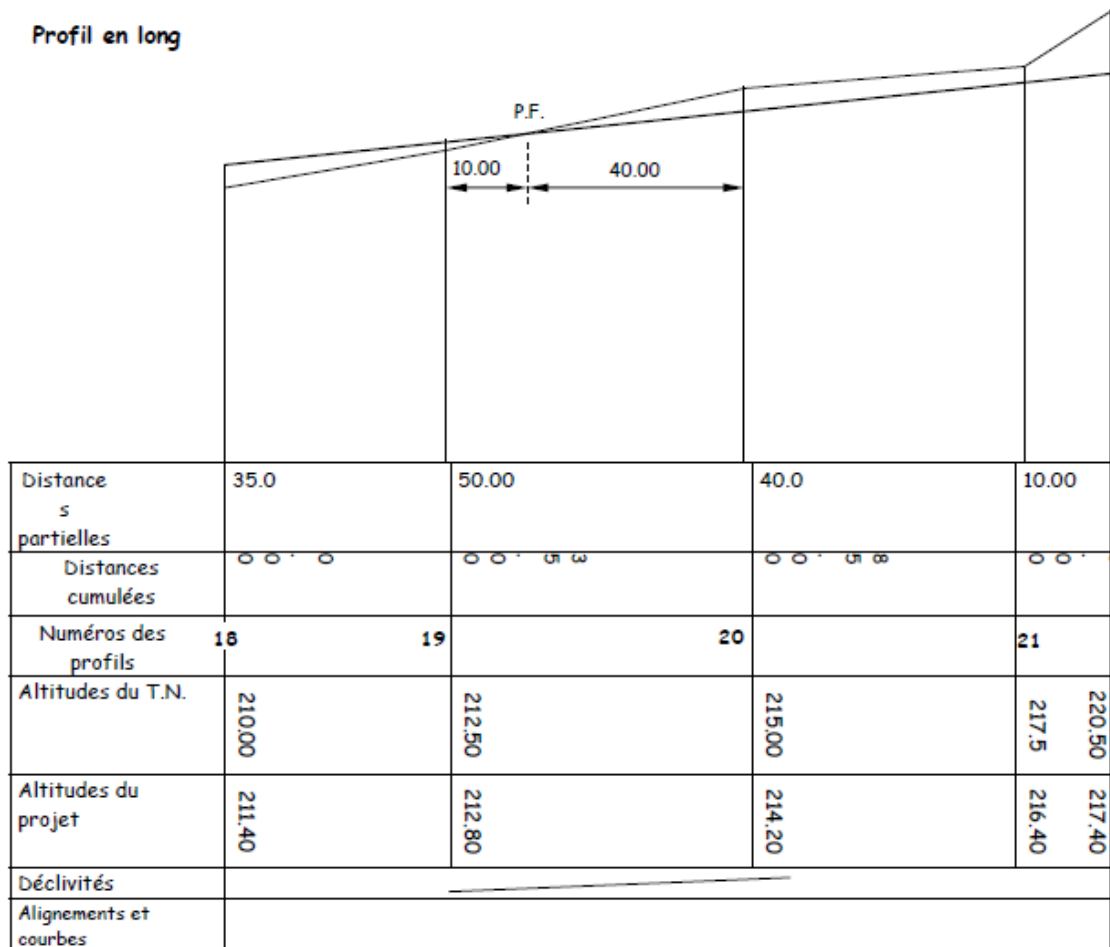


Fig. 4. 11. Profil en long

IV.5.3. Profil en travers.

Ce sont des sections transversales du sol et de ses aménagements par des plans verticaux perpendiculaires à l'axe de la voie ou du bâtiment.

Ces sections ne sont pas déformées, les échelles des longueurs et des hauteurs sont ici toujours les mêmes.

Exemple de profil en travers :

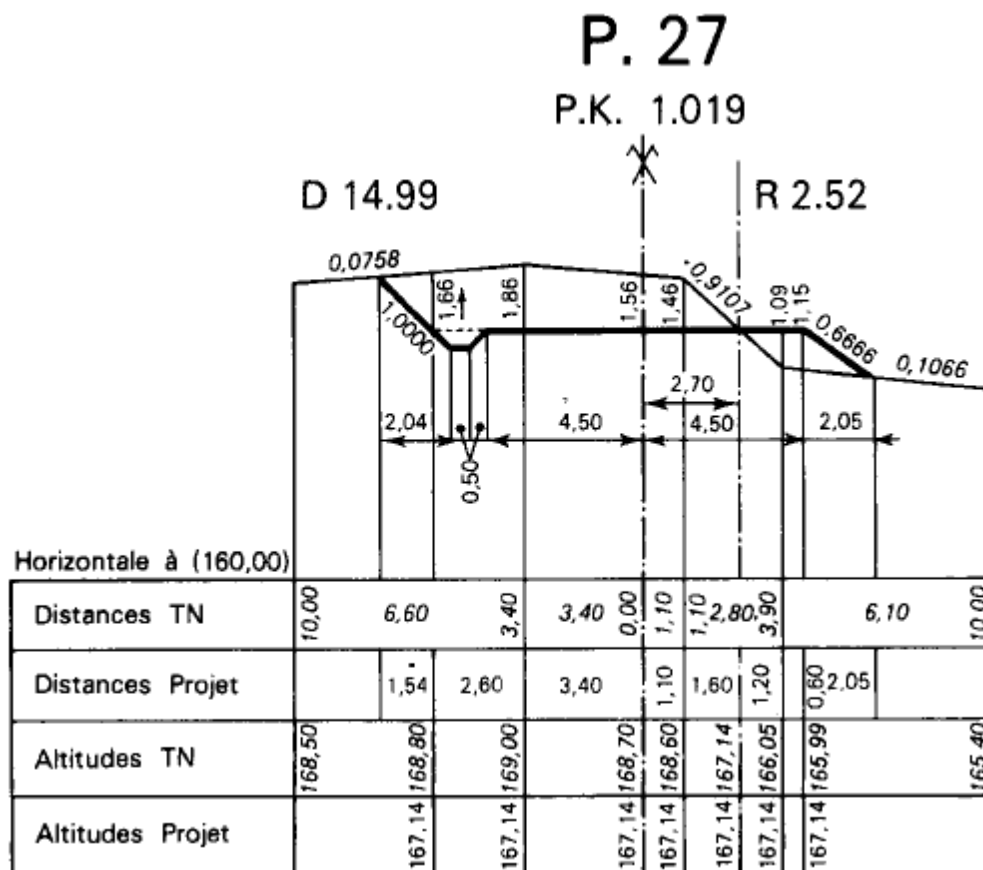


Fig. 4. 12. Profil en travers

IV.6. Calcul des cubatures.

La cubature des terrassements est l'évaluation du volume des terres à enlever ou à mettre en remblai pour l'exécution du projet.

Dans un projet de terrassement, le profil du projet à réaliser est en général bien défini, en plan et en altitude.

Cette évaluation se fait de l'origine du projet vers l'extrémité, ce qui amène depuis un profil en travers quelconque à dénommer le profil précédent « profil arrière » et le suivant « profil avant »

Il existe 4 méthodes de calcul des cubatures :

- La méthode par le calcul des volumes élémentaires,
- La méthode des aires moyennes,
- La méthode des profils.
- Méthode des Quadrillages où méthode des plans côtés.

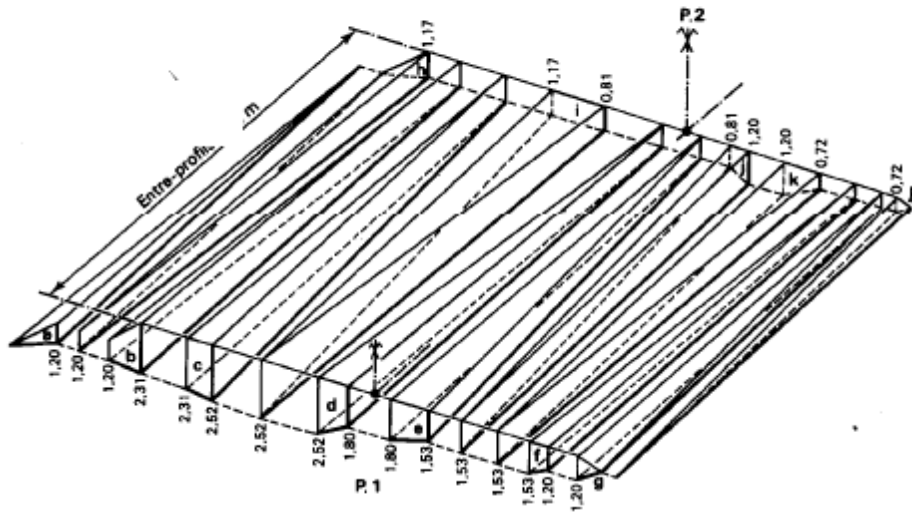


Fig. 4. 13. Calcul des cubatures par la méthode des volumes élémentaires

Cet exemple montre combien l'obtention d'un volume mathématique nécessite des calculs longs et compliqués.

IV.6.1. Méthode des aires moyennes.

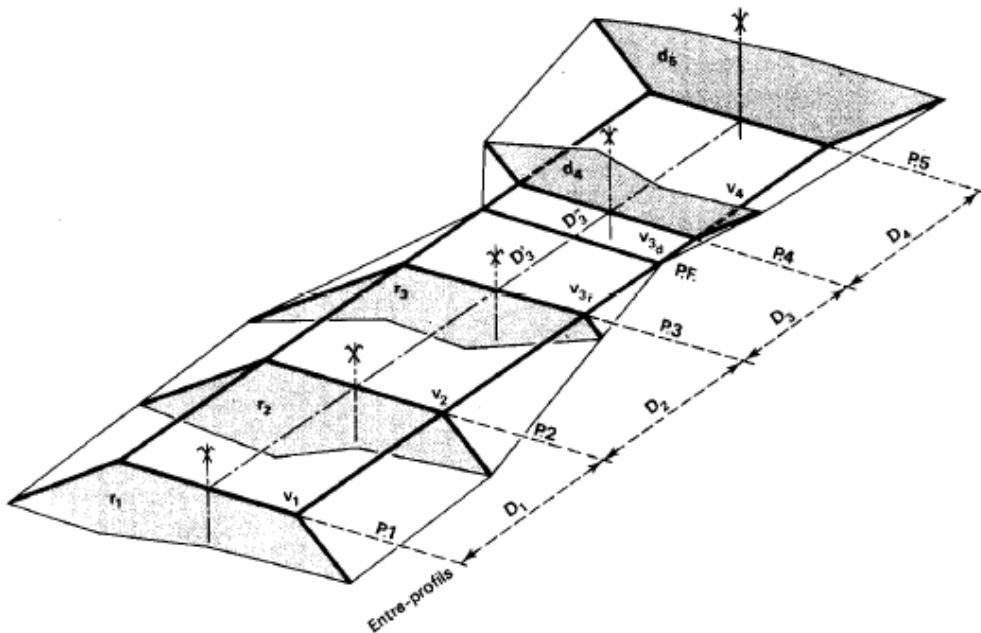


Fig. 4. 14. Calcul des cubatures par la méthode des aires moyennes

On utilise la formule des 3 niveaux et on obtient :

$$V_1 = \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot D_1$$

Le volume entre 2 profils consécutifs est donc égal au produit de la moyenne des aires de ceux-ci par la longueur de l'entre profil.

- **Généralisation.**

Pour une suite de profils, on généralise la formule ci-dessus.

Entre le profil P3 remblai et le profil P4 déblai, il existe une ligne de passage que l'on appellera profil fictif (P.F.) de superficie nulle.

Après avoir calculé la distance horizontale D'3 entre le profil P3 et le Profil Fictif (voir formulaire profils) appliquer la méthode de la moyenne des aires en considérant qu'au niveau du P.F. se trouve un profil de superficie nulle.

✓ entre P3 et P.F., le remblai vaut :
$$V_{3r} = D'_3 \frac{r_3 + 0}{2} = D'_3 \frac{r_3}{2}$$

✓ de même entre P.F. et P4, le volume de déblai vaut :
$$V_{3d} = D''_3 \frac{0 + D_4}{2} = D''_3 \frac{D_4}{2}$$

Ainsi, la méthode s'applique sans interruption à tout un projet, sous réserve de faire intervenir les distances partielles à la ligne de passage (P.F.) quand on passe d'un profil en remblai à un profil en déblai ou inversement

IV.6.2. Méthode des quadrillages où méthode des plans cotés

Etant donné un projet qui s'étend sur une surface rectangulaire. La méthode dite " quadrillage où des plans cotés " consiste à matérialiser au préalable sur le terrain un à l'aide de piquets, généralement des mailles carrées ou rectangulaires (on divise le terrain en surfaces élémentaires égales entre elles), dont les dimensions seront choisies suivant la précision qu'on veut obtenir dans le calcul des cubes et suivant les ondulations prononcées dans le terrain.

Si le terrain est accentué on pourra prendre des carrés ou rectangles de 20 m, 10m ou même 5m.

Pour un terrain non accentué on peut prendre des mailles de 50m. Le plus souvent on opère avec des côtés de 20m. On procède ensuite au nivellement des sommets du quadrillage et on admet que la surface du sol est plane à l'intérieur de chaque maille ainsi obtenue.

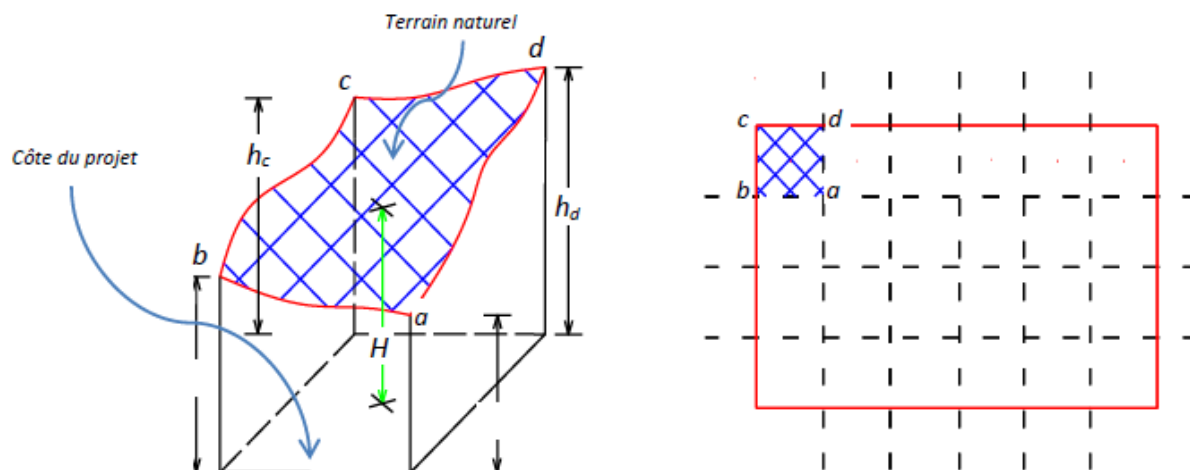


Fig. 4. 15. Calcul des cubatures par la méthode des méthodes des quadrillages

Chacune des mailles formées par ce quadrillage représente la vue en plan dans la hauteur est égale à la moyenne des différences de niveau entre le terrain naturel et le projet

$$H = (h_a + h_b + h_c + h_d) / 4$$

Avec : - H : hauteur du prisme.

- h_a ; h_b ; h_c ; h_d : la différence des côtes de nivellement entre le terrain naturel et le projet.

Remarque :

Cette différence est positive dans le cas d'un déblai, mais elle est négative dans le cas d'un remblai. Le volume de chaque prisme est :

$$V = \text{surface de la maille} \times H$$

Et par la suite, le cube total des déblais (ou de remblais) sera égal à la somme des volumes de chaque prisme.

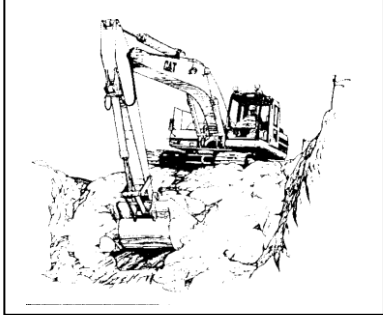
Si l'on ne désire qu'une approximation du cube de déblais, on peut employer la méthode approchée suivante :

$$V = S \times \frac{\sum \text{Altitudes des piquets}}{\text{Nombre des piquets}} - \text{Côte du point de terrassement (côte du projet)}$$

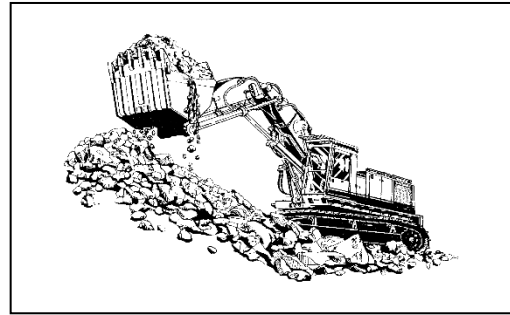
IV.7. Les engins de terrassement

IV.7.1. Les engins d'excavation

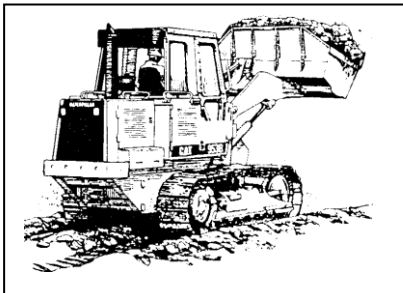
Ils permettent l'extraction des terres et leur chargement en vue du transport. Les principaux engins sont :



Pelle hydraulique équipée en rétro.



Pelle hydraulique équipée en butée.



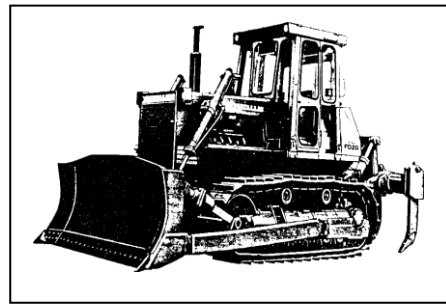
Chargeur à chenilles.



Chargeur à roues.



Chargeuse pelleuse (tracto-pelle).

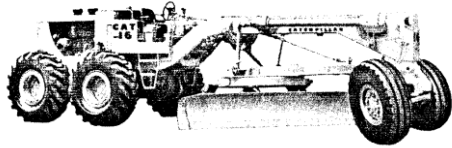


Scarificateur.

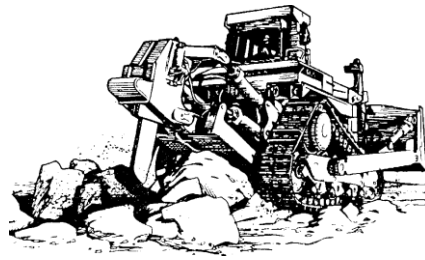
Fig. 4. 16. Les engins d'excavation.

IV.7.2. Les engins de nivellement.

Ils assurent la mise en forme des terres. Les principaux engins sont les suivants :



Ripper niveleuse



Bouteur (bulldozer)



Décapeuse.

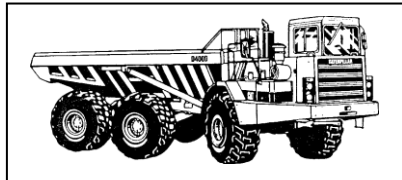
Fig. 4. 17. Les engins de nivellement

IV.7.3. Les engins de transport.

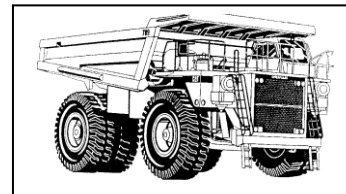
Ils assurent le transport des terres foisonnées du lieu d'excavation ou de reprise vers le site de dépôt. Les principaux engins sont :



Camions au gabarit routier



Tombereau articulé

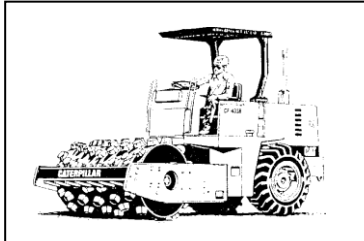


Tombereau rigide

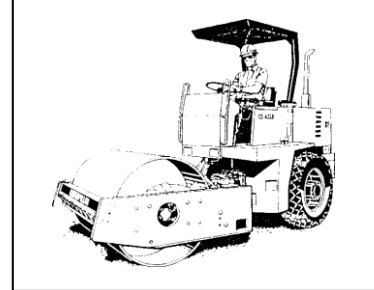
Fig. 4. 18. Les engins de transport

IV.7.4. Les engins de compactage.

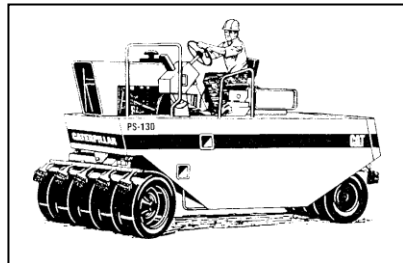
Ils permettent le compactage des terres pour permettre la reconstitution du sol. Les principaux engins sont :



Compacteur à pieds dameurs vibreur



Compacteur mono-cylindre



Compacteur à pneus.

Fig. 4. 19. Les engins de compactage