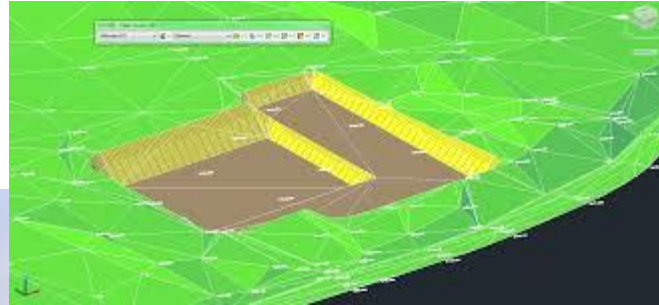




Cours 02: Terrassement





Plan de travail

II.1. Définitions

II.2. Différents types de Fouilles

II.3. Procédés de Terrassement

II.4. Mesures de Sécurité pendant les Terrassements

II.5. Protection des Talus

II.6. Calcul des Cubatures

II.7. Renforcement des Sols



II.1. Définitions

On désigne par terrassement les opérations consistant à creuser, déplacer ou transporter des terres.

Ce sont les travaux destinés à modifier la forme naturelle du terrain. Cette modification est réalisée par l'exécution de déblais et de remblais.

Les terrassement constituent les travaux de préparation pour:

- L'établissement de la plate-forme de réception de la construction;**
- L'exécution des fondations;**
- La mise en place des réseaux enterrés**
- Les construction de déblais et de remblais pour les ouvrages annexes au bâtiment tels que les travaux de voirie.**



**Terrassement :
Grande masse avec talutage**





II.1. Définitions

Le déblai consiste à enlever des terres initialement en place exemple : creuser une fouille afin de réaliser une fondation, une canalisation, etc.

Le remblai C'est rajouter des terres en vue relever le niveau du terrain.

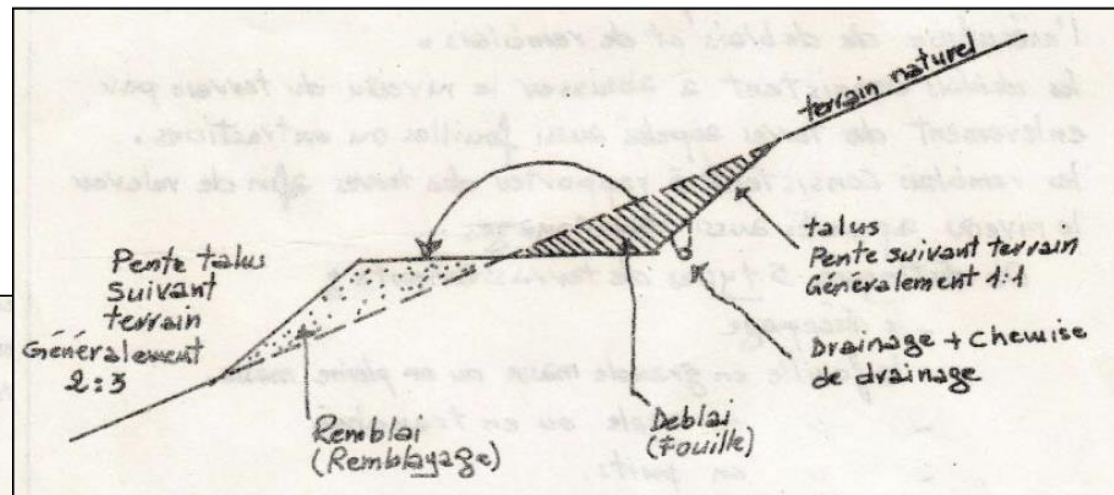
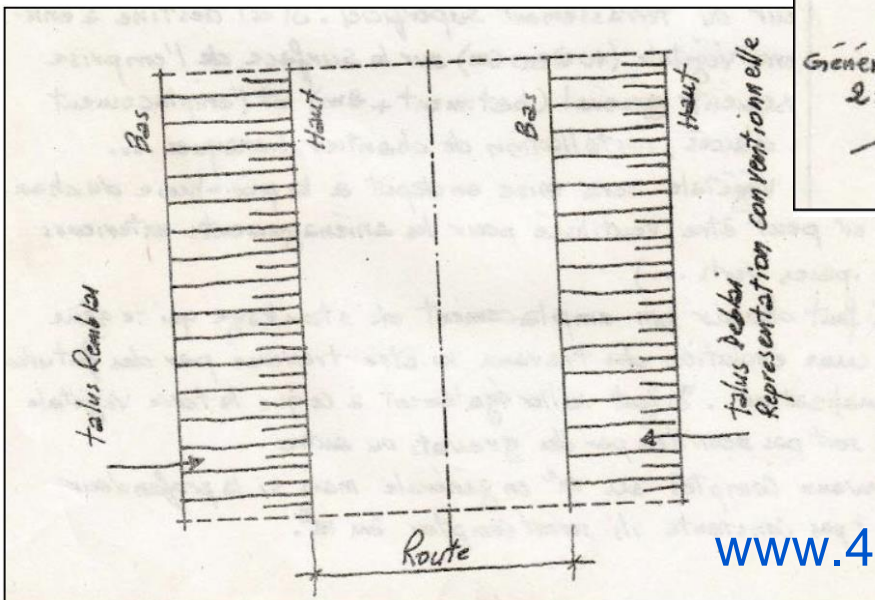
Le Décapage des terres appelé également terrassement en découverte, est un terrassement de très faible profondeur (environ 10 à 30 cm) destiné à enlever la terre végétale.





II.1. Définitions

Travaux compter au m^2 en générale mais si la profondeur n'est pas constante ils seront comptés au m^3 .





II.1. Définitions

Les fouilles : Dans le domaine du bâtiment, une fouille est un creusement réalisé dans le sol, en général après décapage de la terre végétale.

Elle fait partie des travaux de terrassement et constitue le point de départ des travaux de fondations.

c'est des terrassements en largeur ou en profondeur qui s'étalent sur une proportion importante du terrain.





II.2. Différents types de Fouilles

- **La fouille en rigole,**
- **La Fouille en tranchée,**
- **La Fouille en pleine masse (excavation),**
- **La Fouille en puits,**
- **La Fouille en galerie,**
- **La Fouille en talutée,**
- **La fouille verticale,**



II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en rigole:

Une fouille en rigole est un creusement effectué dans le sol ne dépassant pas un mètre de profondeur et deux mètres de largeur. Elle est réalisée dans le cadre des travaux de **Terrassement**, qui ont lieu lors de la **construction** des fondations d'un bâtiment.

Source: <https://www.futura-sciences.com/maison/définitions/maison-fouille-rigole-10699/>





II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en tranchée:

Comme leur nom l'indique, les fouilles en tranchées sont des **Tranchées creusées dans le sol**.

Lors de la construction de votre maison d'habitation, elles vont servir à faire passer des canalisations et les raccordements aux différents réseaux.

Techniquement, la fouille en tranchée répond à des caractéristiques précises :

C'est une fouille linéaire. Sa profondeur est supérieure à 1 m et sa largeur n'excède pas 2 m mais dans tous les cas, elle est plus haute que large.

Source: https://www.m-habitat.fr/terrassement-et-fondation/fouilles-et-fondations/les-fouilles-en-tranchees-3234_A





II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en pleine masse (excavation)

C'est le terrassement principal d'une construction. La profondeur est fonction de l'importance de l'ouvrage.

Au niveau du fond de fouille, la distance entre mur et terre sera au minimum de 50cm, pour permettre l'exécution de l'étanchéité, le drainage,....

Les terres excédentaires doivent être immédiatement évacuées et on ne gardera sur le chantier que les terres nécessaires aux différents remblaiements. Les travaux sont comptés au m³.

exécutée sur la totalité de la surface d'emprise d'une construction, par exemple pour encaisser un sous-sol. Dans ce cas, le terrassement est descendu jusqu'au niveau de la sous-face du dallage du dernier sous-sol.



Source: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fouille_\(bâtiment\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fouille_(bâtiment))



II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en puits

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'étaisage prend le nom de blindage.

Théoriquement une fouille en puits est une fouille semi-profonde de forme cylindrique ou carrée. Cylindrique, elle fait environ 1 m de diamètre. Carrée, elle fait au minimum 0.80 m de large. La fouille en puit est généralement busée ou cerclée puis remplie de gros béton c'est-à-dire d'un béton grossier contenant des gros granulats.





II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en Galerie

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





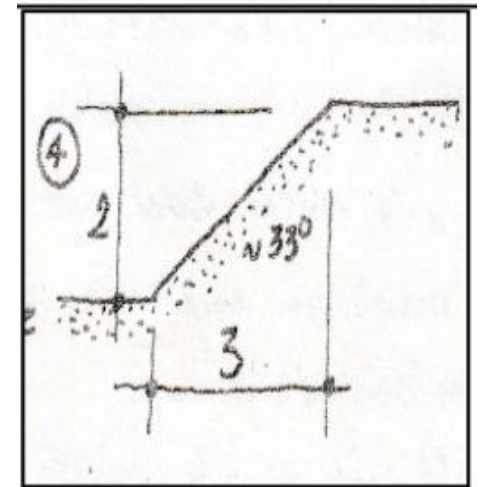
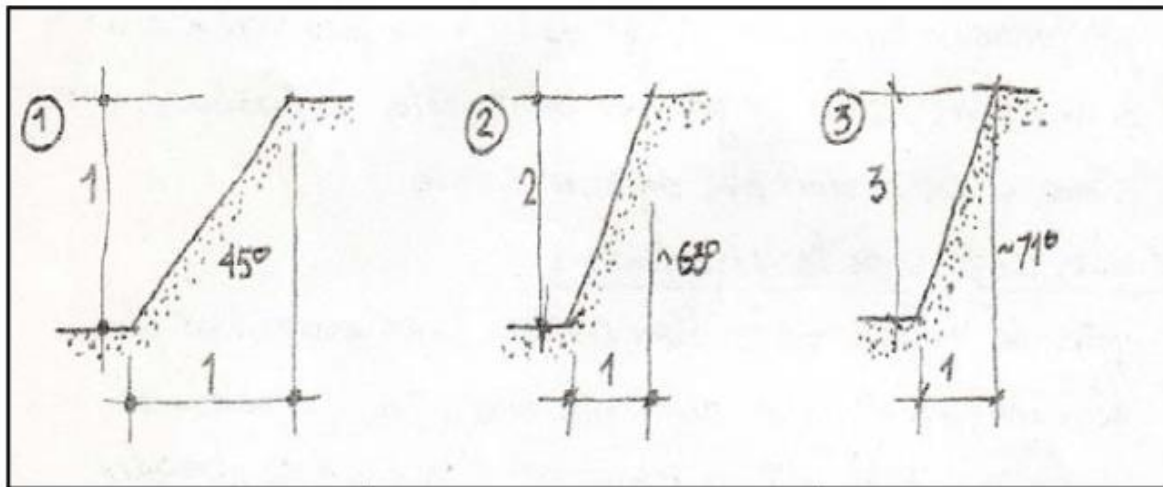
II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en Talutée

Le talutage empêche l'éboulement d'une tranchée en éliminant la poussée des terres.

Le talutage, et spécialement le talutage en gradins, exige une importante emprise au sol.

Les talus sont caractérisés par leur angle d'inclinaison (pentes de talus) qui sont fonction de la nature du sol (caractéristiques physique du sol) .



Pentes maximales de talus

(1) : terrain ébouleux

(2) : terrain tendre résistant.

(3) : terrain très compact

1 : 1

2 : 1

3 : 1



II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille en Talutée



Talutage en déblais (Talus Autoroute)

www.4geniecivil.com

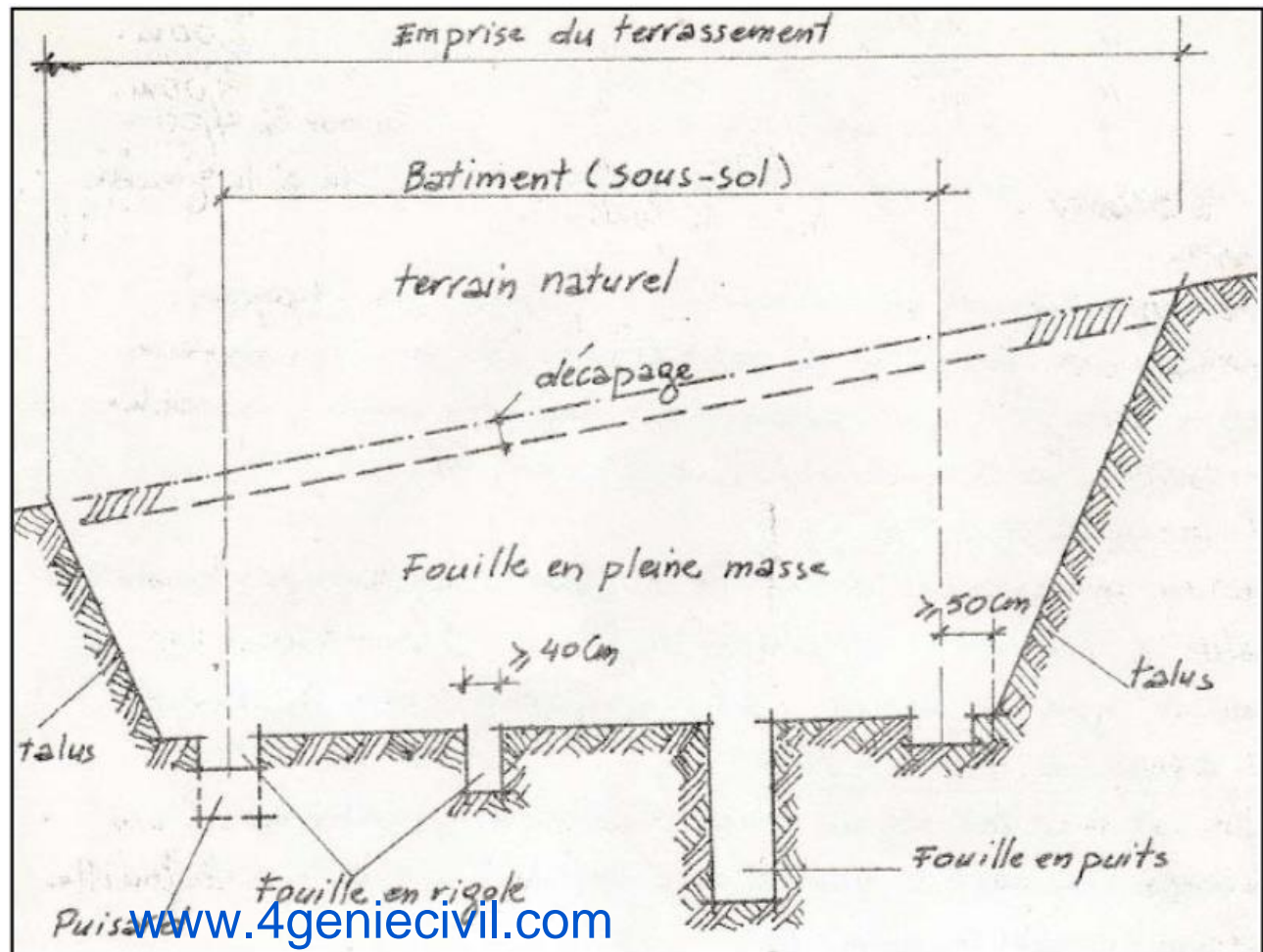




II.2. Différents types de Fouilles

➤ La fouille verticale

Cette possibilité est retenue dans le cas où la surface du terrain est très exigüe, elle limite le volume des déblais mais rend le blindage des parois obligatoire afin d'éviter qu'elles ne s'effondrent et d'éviter de porter atteintes à la stabilité des constructions mitoyennes (travaux fréquents en tissu urbain).





II.3. Procédés de terrassement

On n'exécute plus à la main (pelle et pioche) que les terrassements de petite importance. Dès qu'il s'agit de quelques dizaines de mètres cubes et quelquefois moins, on a avantage à déplacer un engin mécanique, en adaptant la puissance de cet engin au volume à déblayer.

Pour les terrassements petits et moyens, on aura recours à une pelle mécanique montée sur chenille, dont le godet peut travailler en raclant de bas en haut en s'éloignant de la cabine (terrassement en retro, ou en fouille). La cabine pivote sur elle-même, et la benne déverse les déblais dans un camion, chargé du transport.

Pour des terrassements plus importants, on utilise des engins qui réalisent à la fois le déblai, le transport, et la mise en remblai. On rencontre dans cette catégorie d'engins le bulldozer ou boteur, composé essentiellement d'une lame pouvant s'abaisser plus ou moins, et qui est poussée par un puissant sur la lame abaissée, on réalise du déblai ; en continuant d'avancer en maintenant la lame au niveau du sol, on transporte le déblai ; enfin en soulevant la lame, la terre se dépose en remblai, qui est tassé par le passage des chenilles.



II.3. Procédés de terrassement

II.3.1 Exécution mécanique

Pour les terrassements d'une certaine importance, il est plus économique d'utiliser des engins mécaniques. Le rendement de ces machines est variable, car il dépend de plusieurs facteurs : puissance et capacité de la machine, type de fouille, terrain rencontré,... Ainsi le débit varie entre 20 et 400m³ à l'heure d'excavation.

Les principales machines employées pour ces travaux sont :

II.3.1.a La pelle mécanique ou hydraulique

Cette machine offre une grande variété d'emploi et peut être équipée de 4 manières différentes, chacune correspondant à un type de travail particulier.



II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.a.1 En Rétro caveuse

Pour sols tendres à durs, utilisé pour les travaux où le niveau de la fouille se trouve en contre-bas de l'assise de la machine, particulièrement intéressant pour la réalisation de fouilles en rigoles destinées à la pose de canalisations, utilisé également pour le remblaiement de ces fouilles et pour la manutention et pose des conduites de gros diamètre.



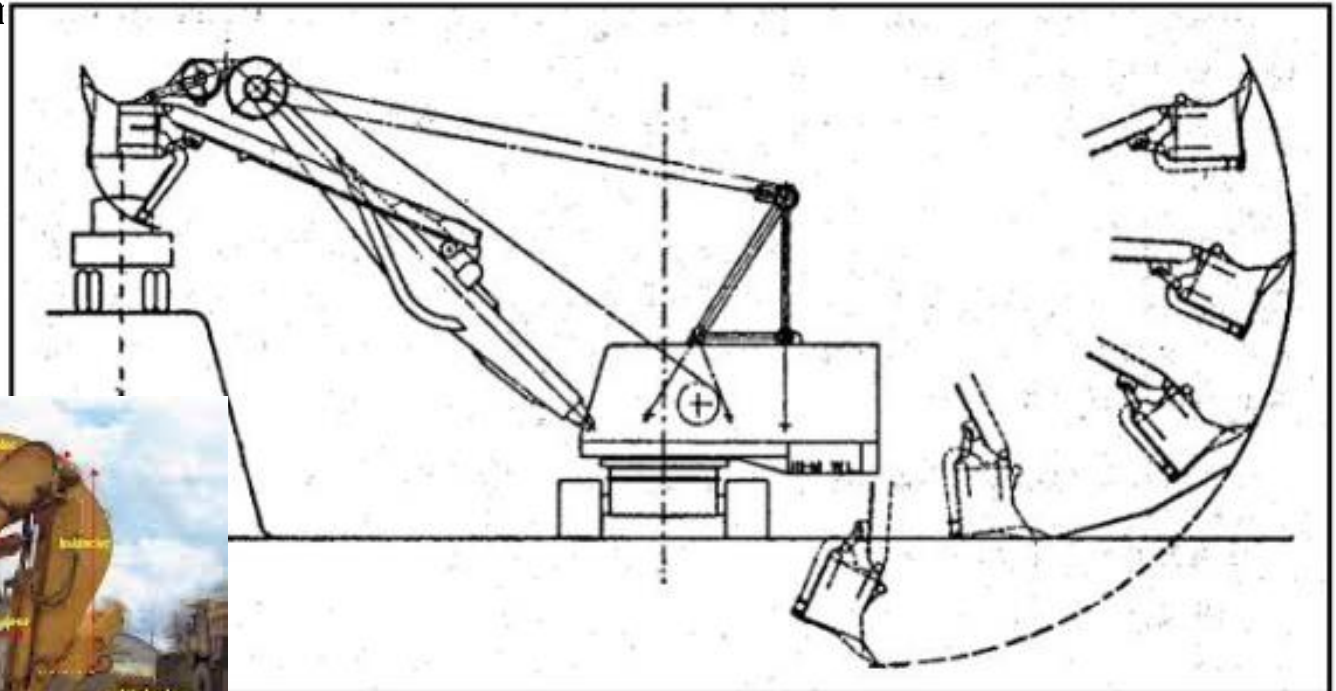
Pelle hydraulique en rétro caveuse



II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.a.2 En Butée

Pour sols tendres à semi-compacts, utilisé pour les travaux où le front d'attaque est situé au dessus de l'assise de la machine.

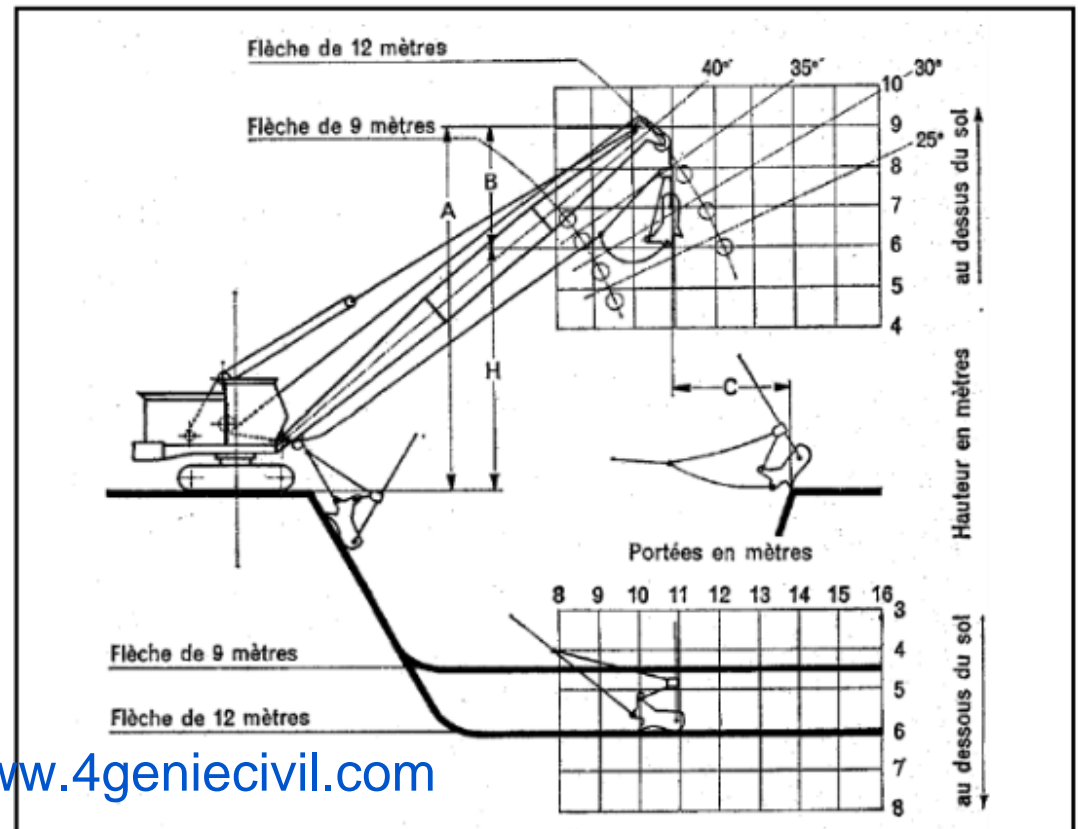




II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.a.3 En Drague line

Pour sols tendres à semi-compacts, utilisé pour les travaux où le niveau de la fouille se trouve en contre-bas de l'assise de la machine et que les terres sont déposées sur les berges de l'excavation.



Pelle mécanique en drague line

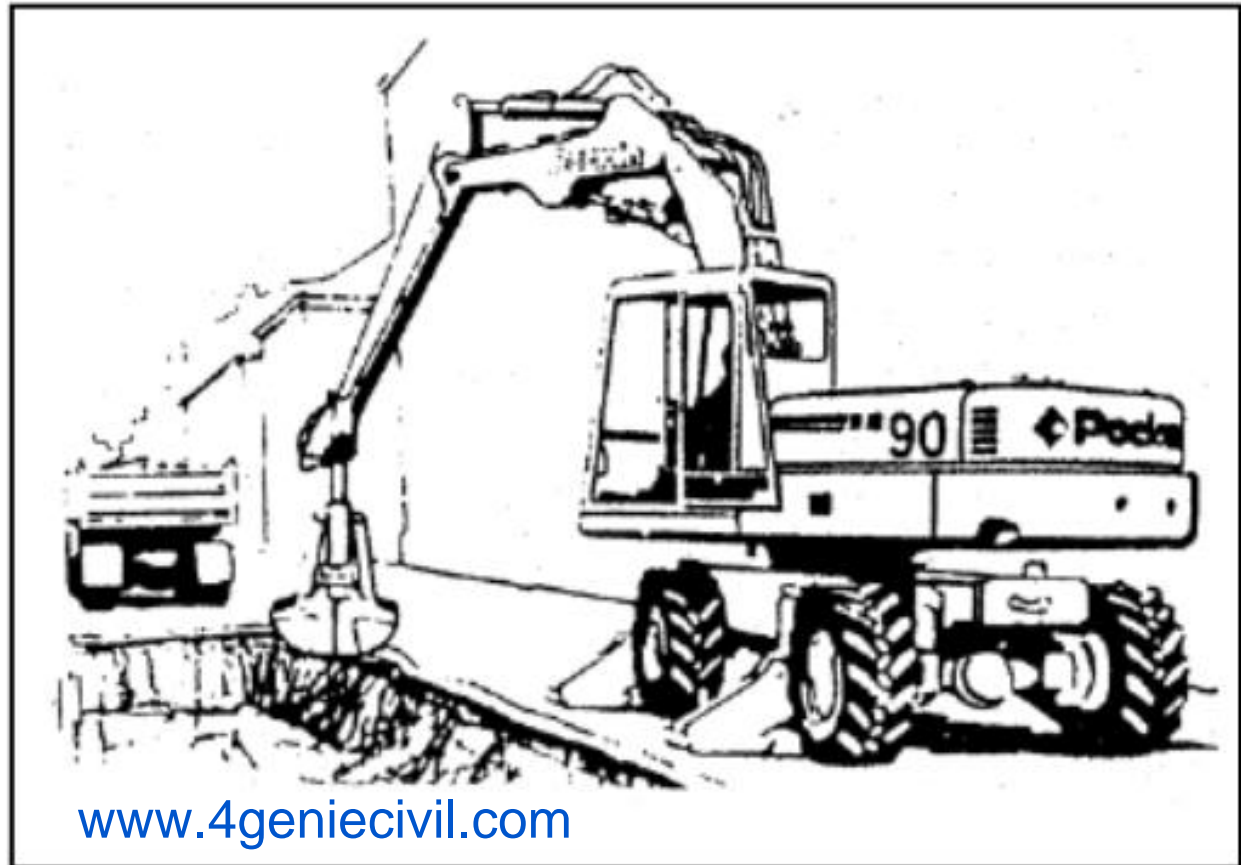


II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.a.4 En Benne preneuse

Pour sols tendres ou défoncés.

Pelle hydraulique en benne preneuse





II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.b La Pelleteuse-chargeuse

Machine utilisée dans les terrains tendres à semi-compacts ou défoncés, pour les fouilles en pleine masse et les remblaiements, effectue le terrassement et le chargement, peu transporter les terres dans un rayon de 60m.



Pelleteuse sur chenille

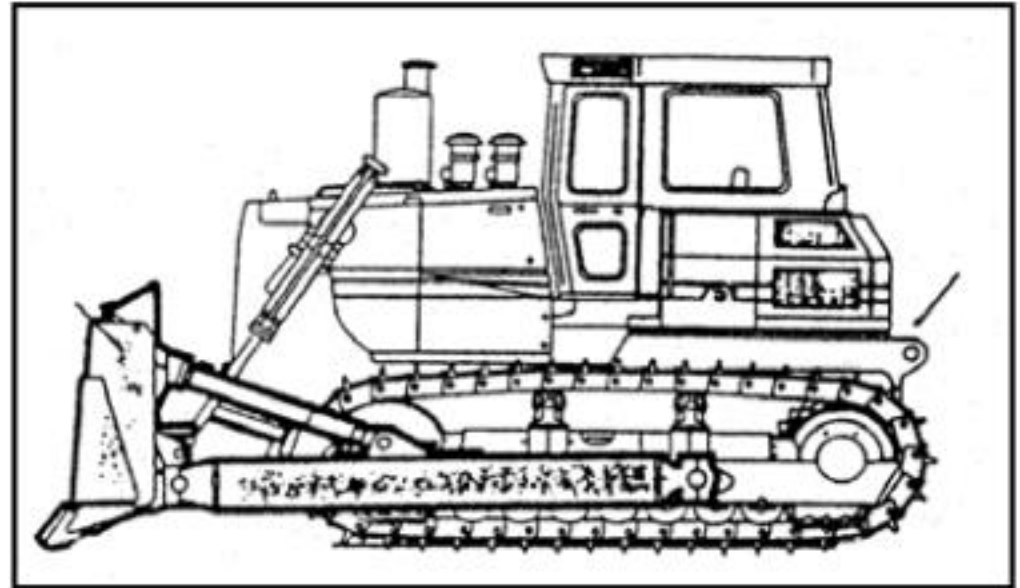
Pelleteuse sur Pneumatique



II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.c La Bulldozer

Machine conçue pour pousser les terres, sert aussi bien à déplacer par refoulement la terre, la roche désagrégée, les troncs d'arbres, les buissons qu'à la mise en tas des matériaux excavés et l'établissement des remblais. Elle n'a pas de fonction de chargement.



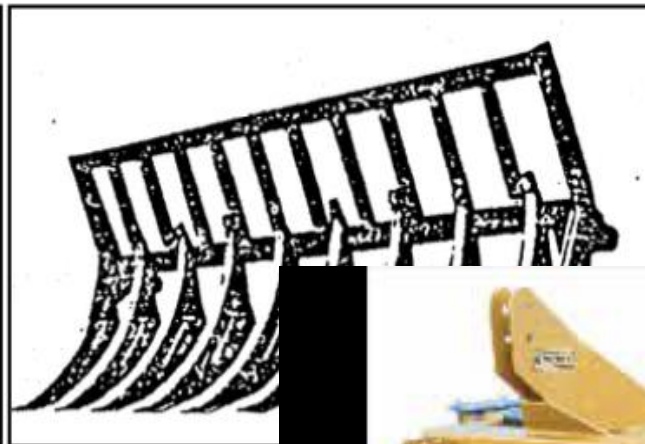
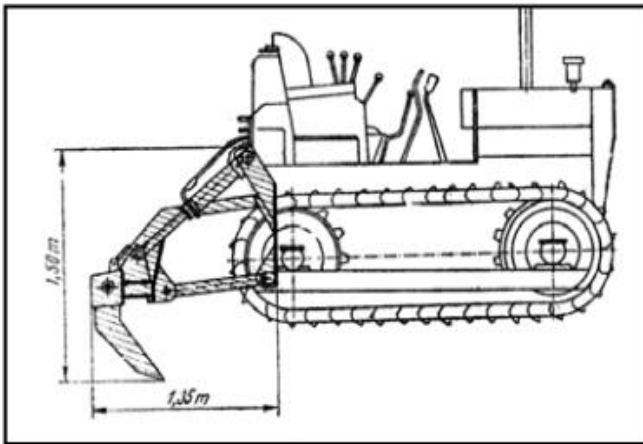


II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.d Les rippers ou les scarificateurs

Machine utilisée pour défoncer les terres dures par couches successives grâce aux « dents » de fortes dimensions (interchangeable) dont elle est munie.

Cet équipement est souvent monté en complément sur les pelleteuses ou les bulldozers.

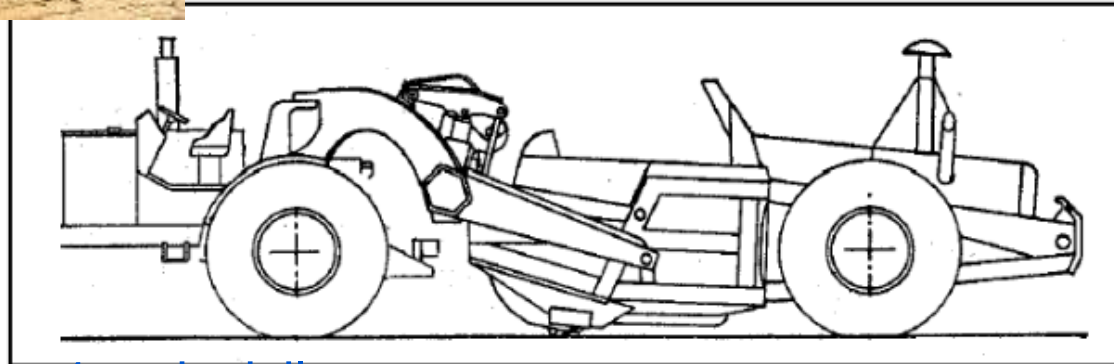




II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.e Les scrapers

Les scrapers sont les seuls engins qui peuvent à la fois : fouiller, charger, transporter et répartir la terre sur des distances de 300 à 1.000 m.



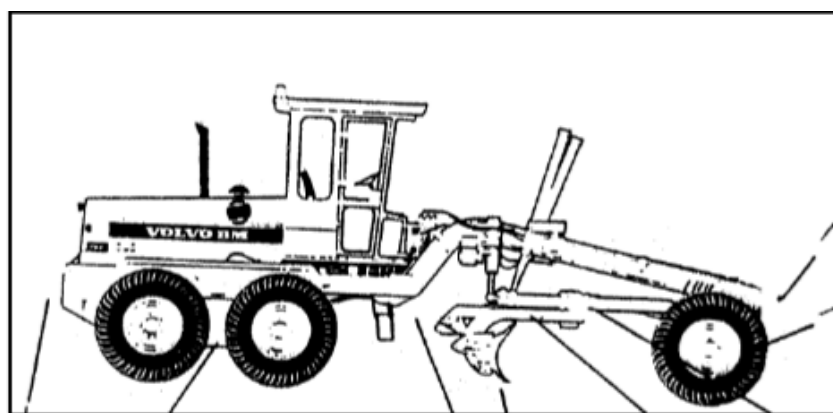


II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.f Les niveleuses

La niveleuse est un engin qui comporte un châssis sur quatre ou six roues à pneus, au centre duquel une lame peut :

- être descendue et relevée, être déplacée latéralement,
- pivoter de 180° dans le plan horizontal de chaque côté de l'axe longitudinal du châssis (orientation),
- pivoter de 0 à 90° dans le plan vertical de chaque côté de l'axe longitudinal du châssis (pente),

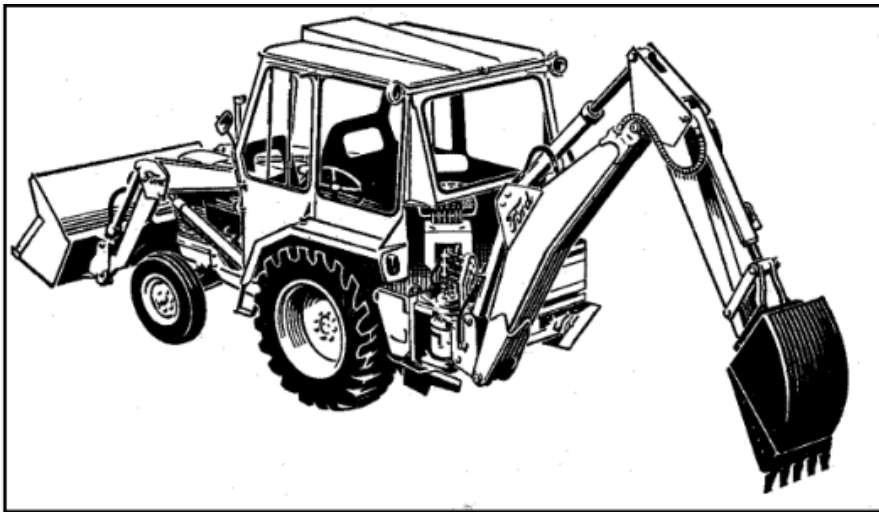




II.3. Procédés de terrassement

II.3.1.g Les tractopelles (ou chargeuses pelleuses)

Un tractopelle est un engin équipé d'un godet à l'avant et d'une pelle en retro à l'arrière. Les tractopelles sont très utiles pour les petites entreprises, sur les chantiers de petites tailles, remplacent à la fois un chargeur et un excavateur.



Tractopelle





II.3. Procédés de terrassement

II.3.2 Exécution à l'explosif

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





II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.1 Le talutage.

On donne aux parois une inclinaison suffisante pour assurer la stabilité des terre.
Cette inclinaison ou angle du talus est en fonction de la nature des sols.

En terrassement, la pente d'un talus est souvent exprimée sous forme de rapport (1/1, 3/2..) dans lequel le numérateur donne la cote verticale et le dénominateur la cote horizontale. On sait d'autre part qu'une pente exprimée en % égale la tangente de l'angle que forme le plan incliné avec le plan horizontal.





II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.1 Le talutage.

Les pentes maximales des talus admises dans trois types de terrains sont :

Talus 1/1 dans les terrains ébouleux (peu stable)

Talus 2/1 dans les terrains tendres résistants (stable)

Talus 3/1 dans les terrains durs et compacts (très stable) .



II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

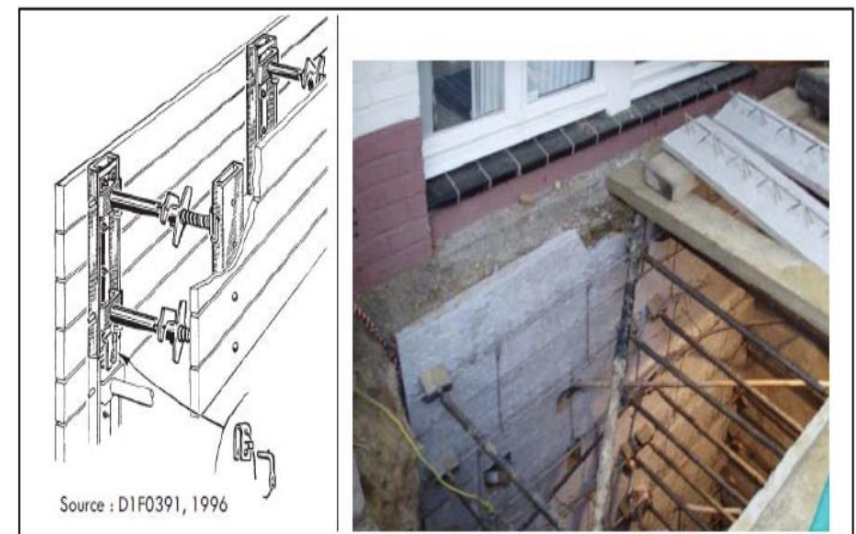
II.4.2.a Le blindage par panneaux ou caissons.

Le blindage par panneaux en bois/béton ou par caissons en bois ou métalliques est réalisé au fur à mesure du terrassement.

Les largeurs de fouilles peuvent alors être plus importantes. Pour le dé-blindage, les éléments inférieurs sont démontés ou remontés au fur et à mesure du remblayage.



Caisson métallique



www.4geniecivil.com Excavation en fouille blindée



II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2 Le blindage.

Dans le cas des fouilles larges ou pleine masse il faut assurer la stabilité soit par l'intérieur à l'aide de batterie d'étais, soit par l'extérieur pour éviter l'encombrement à l'intérieur de la fouille en réalisant des palplanches fichées en tête des parois moulées ancrées.

Les voiles pour éviter les éboulements des parois sont réalisés à partir de la surface du sol avant même l'ouverture de la fouille pour assurer une grande sécurité.

On peut aussi procéder à l'ouverture et blinder au fur et à mesure de l'avancement des travaux.



II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2.b Le blindage par paroi cloutée.

Le blindage à l'aide d'une paroi cloutée consiste à projeter du béton de ± 30 cm d'épaisseur sur la passe terrassée. La paroi est armée de treillis et est ancrée dans le terrain par des clous (barres d'acier scellées dans le sol par un coulis de ciment).

Illustrations de parois cloutées

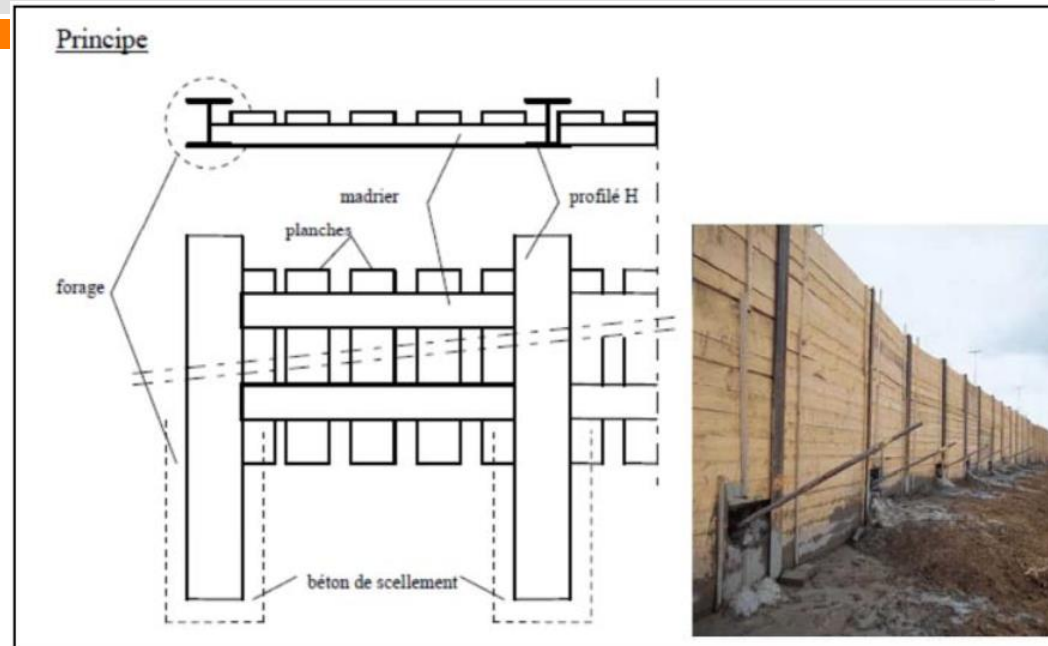




II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2.c Paroi berlinoise

La technique de blindage à l'aide d'une paroi berlinoise consiste à poser le blindage des parois en cours de terrassement, mais elle nécessite l'implantation au préalable de profilés métalliques en H dans des trous de forages distants d'environ 2,5 m et scellés en pied.



Illustrations de parois cloutées

Au fur et à mesure du terrassement, des madriers horizontaux entre les ailes des H et des planches verticales contre la terre à soutenir sont placés. Les H peuvent également être tirantés ou boutonnés en fonction des caractéristiques de la fouille.



II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2.d Rideau de palplanches

Une palplanche est un pieu profilé destiné à être battu ou vibrofoncé dans le sol meuble. Elle est solidaire des pieux voisins par l'intermédiaire de nervures latérales appelées « serrures ». Un rideau de palplanches permet la réalisation d'un mur imperméable lorsqu'un produit d'étanchéité est appliqué dans la serrure. En milieu urbain, on peut également enfoncer les palplanches en force avec un vérin hydraulique. Cette méthode, silencieuse et n'exerçant aucune vibration sur les ouvrages adjacents, entraîne cependant un remaniement du sol susceptible de tassements différentiels à long terme.





II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2.e Rideau de pieux

La paroi de pieux est constituée d'une série de pieux en béton tangents (ou jointifs) ou sécants (ou coupants). C'est une mesure de soutènement des terres en sol meuble ou induré en fonction de la technique de forages (tarière ou pieu foré). Cette technique est souple, flexible (par exemple, en forme arrondie) et permet de traverser des horizons de béton ou de roche.

Lorsque les pieux sont sécants, le rideau est étanche. En cas de pose en milieu saturé, la quantité en béton doit être supérieure à 375 kg/m^3 .





II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2.f Paroi moulée

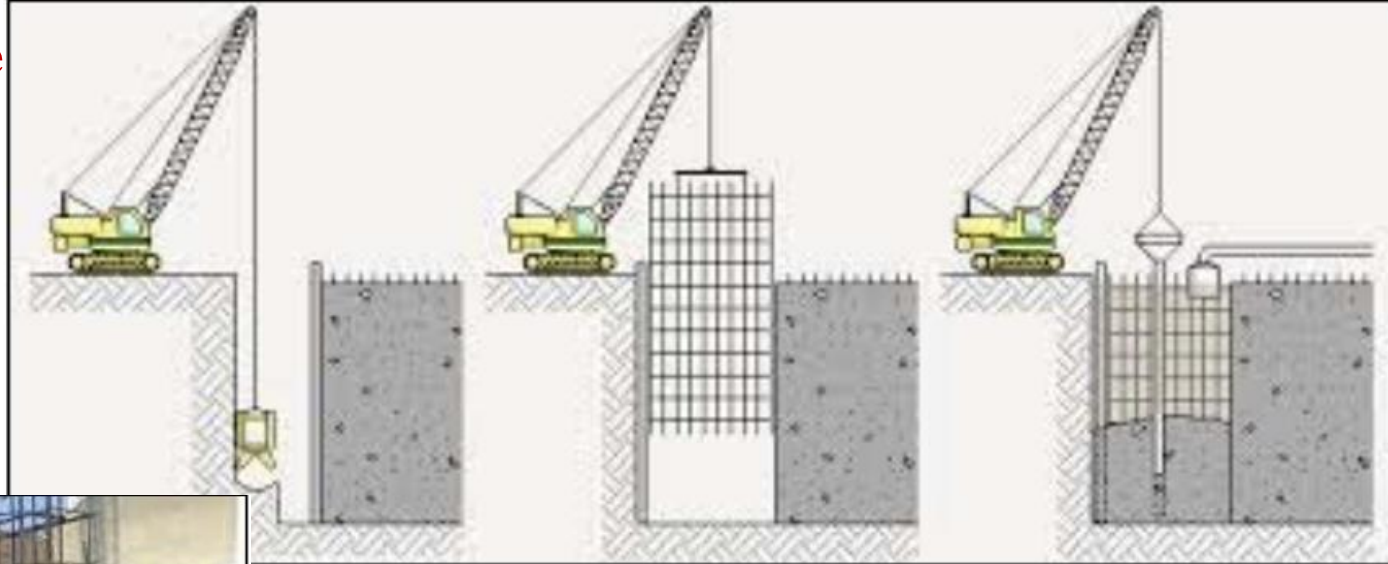
Une paroi moulée (mur emboué de 0,5 à 1,5 m d'épaisseur) est un écran de soutènement formé dans le sol meuble, réalisé par la mise en place de béton et d'une armature en acier dans une tranchée creusée à l'aide d'une benne d'excavation sous fluide de support (par exemple de la bentonite). Cette technique n'occasionne pas de vibration mais nécessite beaucoup de place pour la centrale de préparation de la bentonite et la zone de stockage (minimum 300 m²). De plus, l'emprise de travail doit avoir une vingtaine de mètres de large. Les terres et la bentonite devront faire l'objet d'une évacuation.





II.4. Mesures de sécurité pendant les terrassements

II.4.2.f Paroi moulée





II.5. Protection des talus

II.4.1.a Revêtement végétale.





II.5. Protection des talus

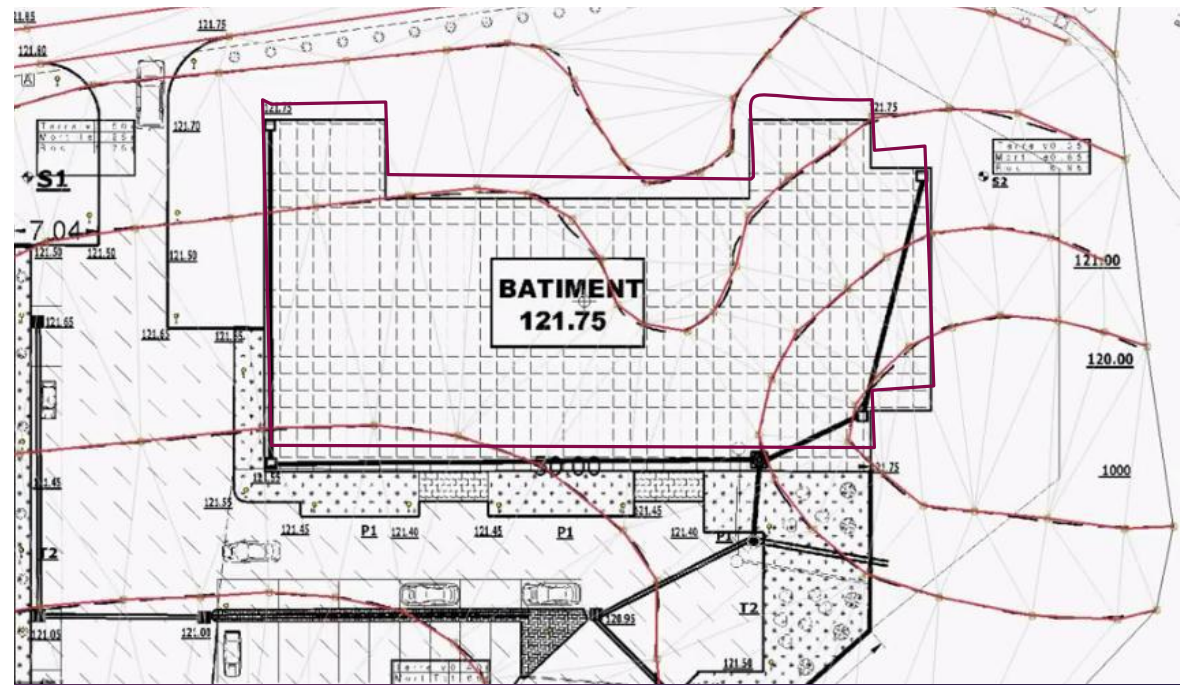
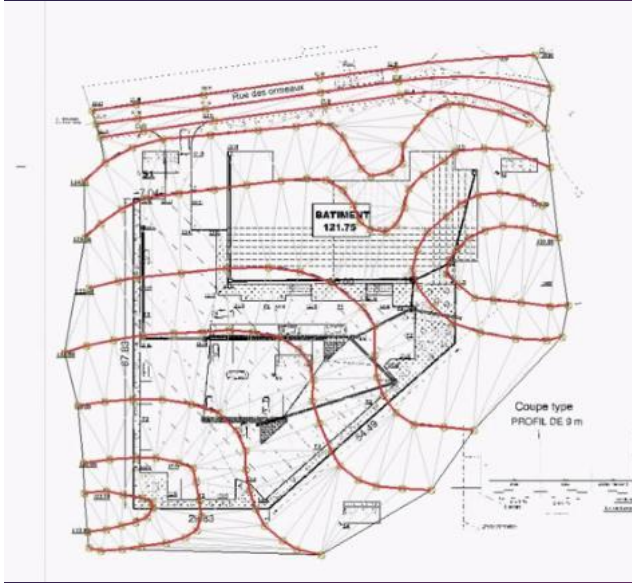
II.4.1.a Revêtement Artificiel.





II.5. Protection des talus

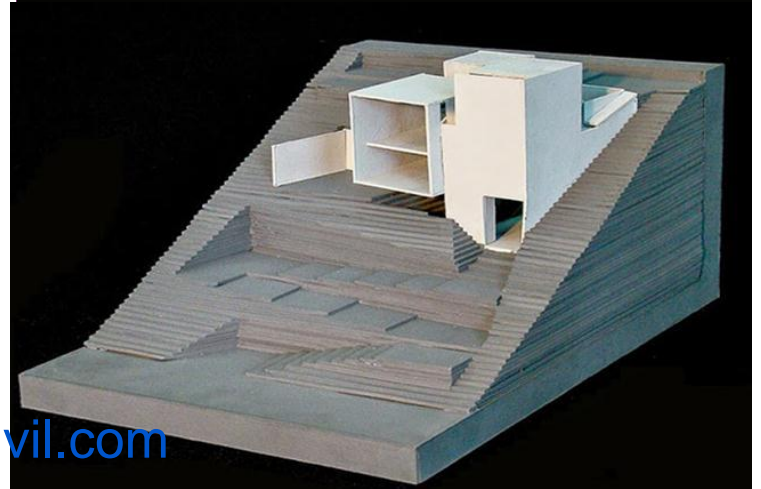
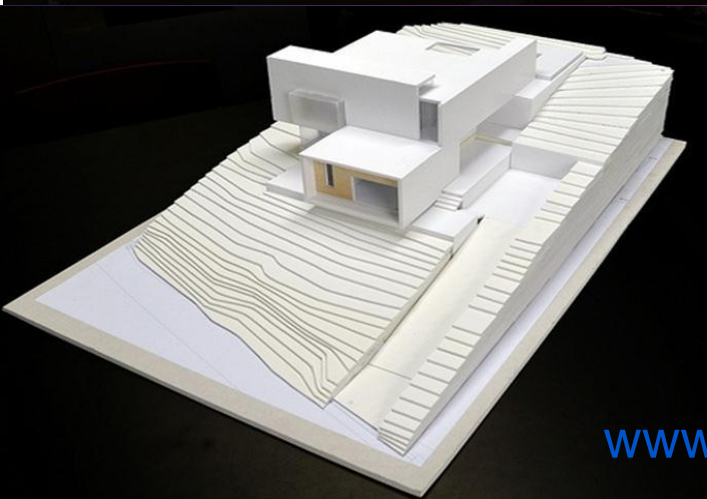
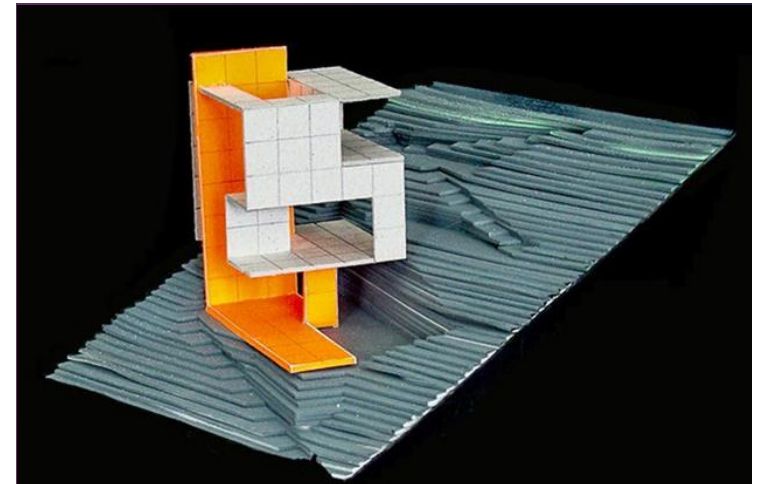
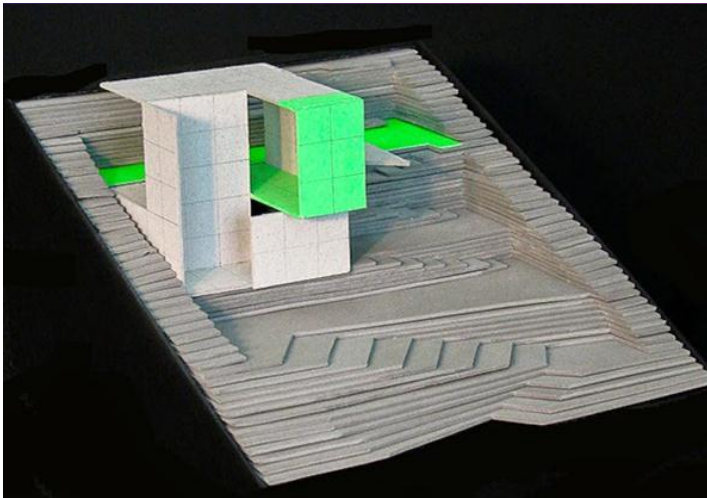
Exemple de construction sur terrain en pente.





II.5. Protection des talus

Exemple de construction sur terrain en pente.



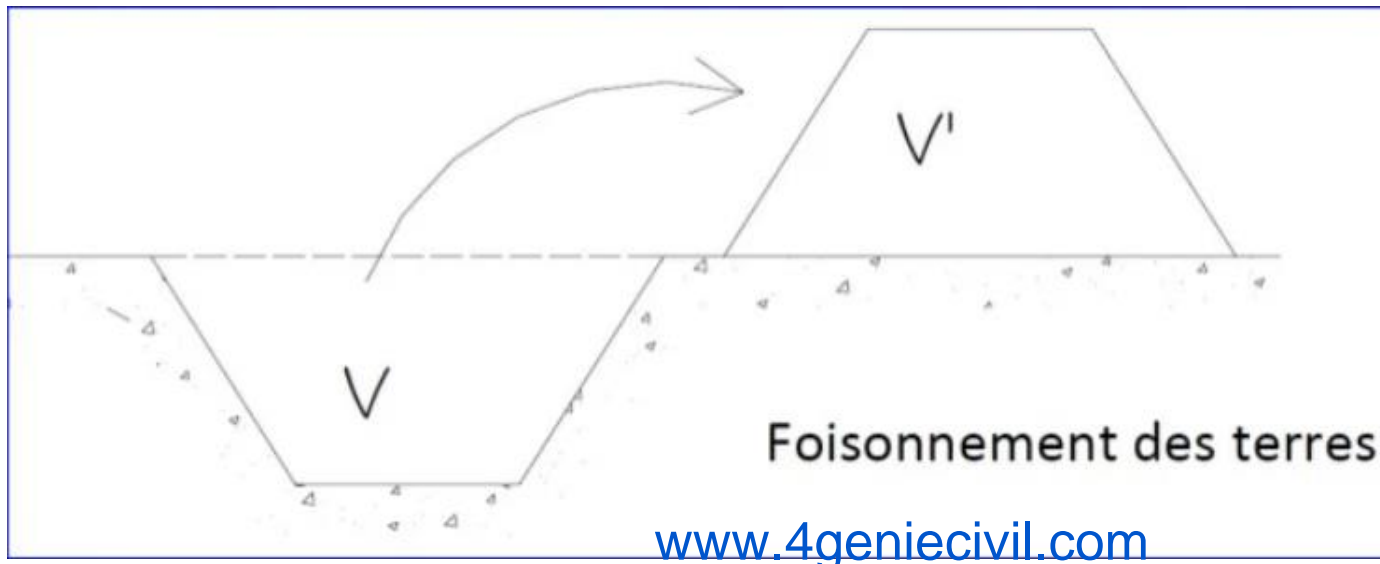


II.6. Calcul des Cubatures.

Le calcul de cubatures est un calcul d'évaluation des volumes de terres à déplacer pour l'exécution d'un projet.

Le Foisonnement.

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.



$$V' > V$$



II.6. Calcul des Cubatures.

Le foisonnement est l'augmentation du volume de terre extraite du sol après excavation.

Coefficient de foisonnement : il varie d'un sol à autre (argileux, meubles, rocheux...) et il s'exprime en pourcentage (20% à 40%).

Le volume foisonné = Volume sur place X coefficient de foisonnement.

$$VF = VP \times CF.$$

Le volume des terrassements = 400 m³

Le coefficient de foisonnement = 25%

Le volume foisonné = 400 m³ x 1.25 = 500 m³

Le Foisonnement.

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.



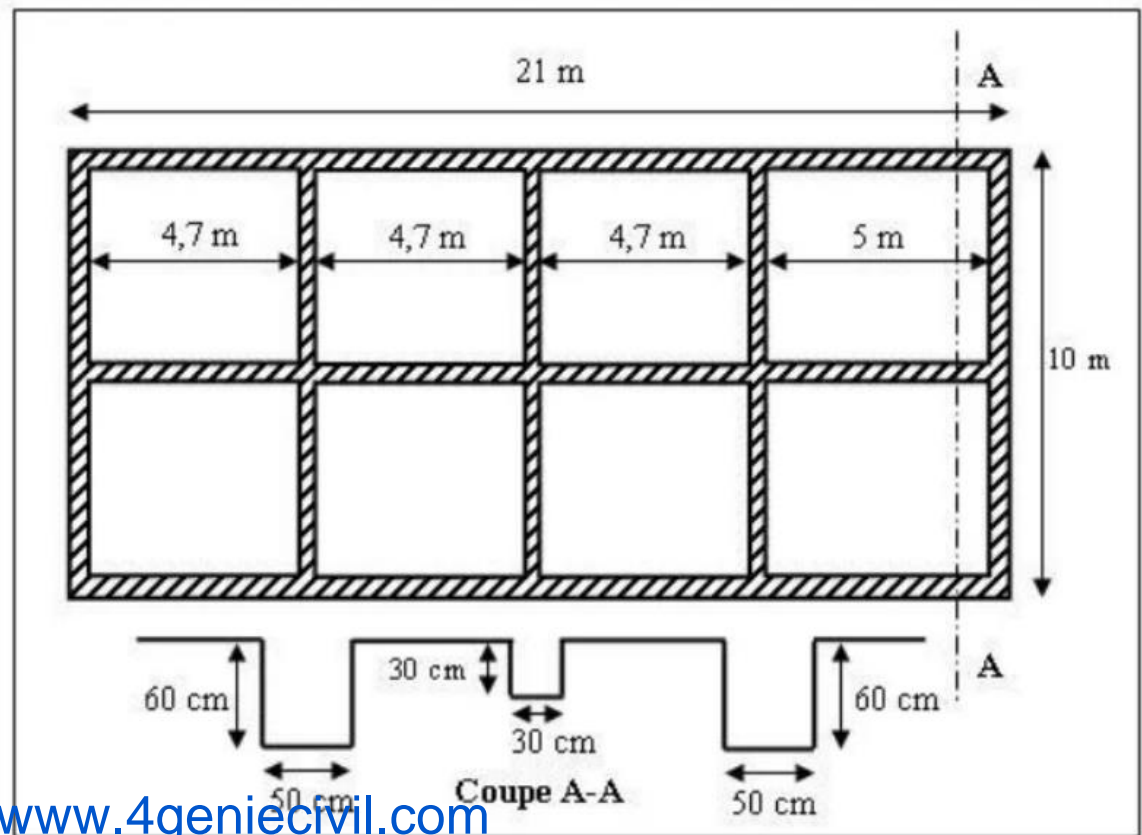
II.6. Calcul des Cubatures.

Exemple d'application.

Calculer les volumes de terre à déplacer pour l'exemple suivant :

Descriptif

1. Décapage superficiel de végétation de 0,2 m d'épaisseur
2. Terrassement manuel, fouille en rigole de 0,6 m de profondeur pour les semelles périphériques
3. Terrassement manuel, fouille en rigole de 0,3 m de profondeur pour les semelles centrales





II.7. Renforcement des sols.

Problèmes typiques des mauvais sols.

- Faible capacité de portance (Résistance)
- Tassement excessif (Compressibilité),
- Faible Perméabilité (Conductivité hydraulique),
- Gonflement et retrait (Changement de volume).



Tassement excessif



Effet d'un sol gonflant



II.7. Renforcement des sols.

Problèmes typiques des mauvais sols.

L'amélioration des caractéristiques des sols est une chose rare. Généralement, on évite de prévoir des constructions sur des mauvais terrains. Mais quelques fois, on ne peut pas choisir une autre implantation. Il faut alors se contenter du site choisi, et améliorer la qualité des sols déficients.

L'amélioration des sols se fait :

En augmentant leur compacité:

- Diminution du volumes des vides (compactage)
- Remplissage des vides avec un produit résistant (injection)

En modifiant leurs caractéristiques physico-chimiques:

- Efficace pour les **silts** et les **argiles**.



II.7. Renforcement des sols.

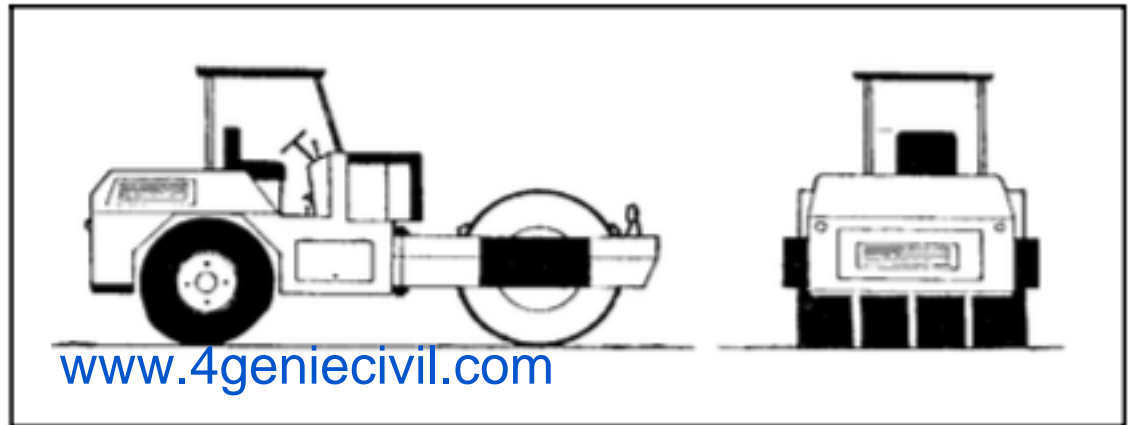
Le compactage:

Il permet la reconstitution du sol. Les principaux engins utilisés sont :

Compacteur à pieds dameurs vibreur.



Compacteur monocylindre.



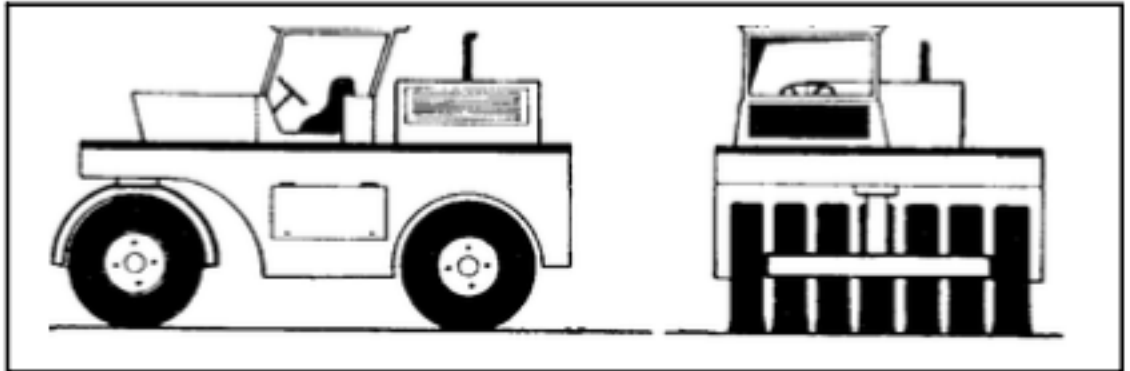
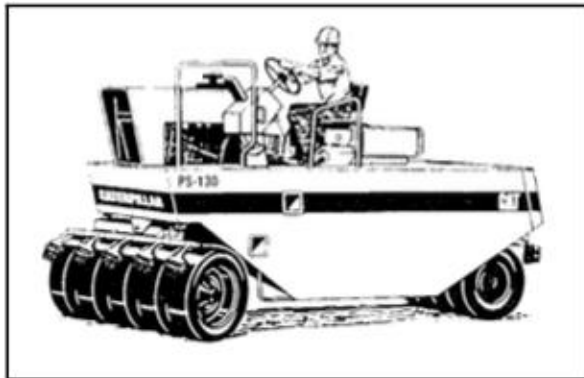


II.7. Renforcement des sols.

Le compactage:

Il permet la reconstitution du sol. Les principaux engins utilisés sont :

Compacteur à pneus.



Pilonneuse vibrante.

