



UNION-DISCIPLINE-TRAVAIL

GENIE CIVIL - LICENCE

BÂTIMENT & TRAVAUX PUBLICS

COURS D' MÉTRÉ DE BTP

Présenté par:

Présenté par M. **FLODO Kouassi Athanase,**

Dr en Sciences de l'Education &

Ingénieur en Infrastructures et Transports

www.cours-genie-civil.com

PRÉSENTATION DE L'ENSEIGNANT

2

▪ **FLODO Kouassi Athanase** **07 09 16 07 17/ 01 40 52 52 31**

▪ **Enseignant (Fonctionnaire)** à l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle

- **Doctorat en Sciences de l'Education:** Pilotage et Evaluation des Systèmes Educatifs (UFHB Cocody)
- **Master** en Science de l'Education, option Pilotage et Evaluation des Systèmes Educatifs (UFHB Cocody),
- Diplômé de **Master** en Gestion des Ressources Humaines (ESICOM-Plateau) ;
- Diplômé d'**Ingénieur de Conception** en G.C - Infrastructures et Transports (ESBTP) ;
- **Diplôme de Technicien Supérieur (DTS)** en T.P (Equipement)-INPHB-ESTP ;
- Diplômé du **BT** en Génie Civil (Installation Sanitaire)-CPM Bâtiment Kssi ;
- Diplômé de **CAP** en Génie Civil (Plomberie Sanitaire)-CFP Gagnoa;
- **Certificat Pédagogique Universitaire (CPU)**-IREEP-UFHB Cocody;
- **Certificat d'Aptitude Pédagogique** – IPNETP Cocody;
- **Certificat** en Conception, Montage et Gestion de Projets – CERAP ex INADES Cocody.

OBJECTIFS GÉNÉRAL

Ce module est destiné aux auditeurs (Etudiants) en Bâtiment et en Travaux Publics d'intégrer les différents concepts métré de BTP.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

A la fin de ce module, les étudiants devraient être capables de :

- Décrire le métré des ouvrages ;
- Établir le métré des ouvrages;
- Décrire le métré de l'étude de prix;
- Etablir le métré de l'étude de prix.

PLAN DU COURS

INTRODUCTION

PARTIE I: MÉTRÉ DES OUVRAGES

Chap I- NOTIONS GENERALES ET CONCEPTS

Chap II- ACTES DU METRE ET DE L'AVANT-METRE

Chap III- MODE DE METRE ET DE L'AVANT METRE DES FOUILLES

Chap IV- AVANT-METRE DE MACONNERIE

Chap V- AVANT-METRE DE BETON

Chap VI- APPLICATION DE L'AVANT-METRE TERRASSEMENT & FOUILLES

PARTIE II: ETUDE DE PRIX

CONCLUSION

INTRODUCTION

L'art du "métré" a toujours été inséparable de "l'acte de construire". En effet, il n'est pas d'ouvrage qui n'ait été construit sans qu'on ne se soit préoccupé de sa qualité, des quantités et des coûts des différents travaux à réaliser.

Nous noterons que le "métré" est directement lié aux différentes technologies, puisqu'il s'appuie sur une connaissance approfondie des matériaux, de leurs mises en œuvre, ainsi que de la manière dont les travaux sont conduits.

Ces études nécessitent des qualités diverses :

INTRODUCTION

- Scientifiques, pour les connaissances mathématiques de base des calculs des quantités et de l'étude de prix ;
- Techniques, par la connaissance des matériels et matériaux ainsi que leurs conditions d'emploi et de mise en œuvre ;
- Pratiques, par les qualités d'observation et de déduction nécessaires au choix des quantités ;
- rigueur, pour l'établissement des prix de vente unitaires hors taxes des ouvrages élémentaires.



Partie I:

MÉTRÉ DES OUVRAGES

I- Définition du métré

C'est l'évaluation des quantités par partie d'ouvrage avant l'exécution des travaux (pour les travaux quantifiés sur plans).

1- Métré

C'est l'évaluation des quantités par mesure des ouvrages pendant et après l'exécution des travaux (pour travaux quantifiés à partir des relevés d'ouvrages existants).

2- But du Métré et d'Avant-Métré

Le métré, comme l'avant - métré ont pour objet le calcul détaillé des diverses quantités d'ouvrages élémentaires. Ils consistent donc à analyser qualitativement et quantitativement l'ensemble des travaux nécessaires à la réalisation des projets afin de pouvoir, en fin de compte, en déterminer le prix.

II- ROLE DU METREUR DANS LA CONSTRUCTION

Parmi les différents techniciens du métré, c'est-à-dire ceux qui exercent la profession ou qui sont chargés d'établir le métré, on peut citer :

- Les métresseurs ;
- les vérificateurs ;
- les réviseurs.

Ils exercent cette fonction en qualité de :

- salariés (salariés dans une société privée, cabinet d'architecture, bureau d'études techniques) ;
- fonctionnaires (dans les services techniques de l'état, dans les communes) ;
- patentés (en profession libérale : les agréés, experts immobiliers).

II- ROLE DU METREUR DANS LA CONSTRUCTION

✓ Les métreurs :

Établissent les différents actes de métré et plus particulièrement les devis et les mémoires. Ils sont, généralement spécialisés dans un corps d'état, mais peuvent être parfois polyvalents.

✓ Les vérificateurs :

Vérifient les travaux des métreurs, mais peuvent aussi établir des actes de métrés. Ils sont tous corps d'état, parfois spécialisés. A la demande du maître de l'ouvrage ou du maître d'œuvre, ils sont chargés de corriger les mémoires de l'entreprise en vue d'une réclamation sur règlement.

II- ROLE DU METREUR DANS LA CONSTRUCTION

✓ **Les réviseurs :**

Sont aussi tout corps d'état et sont chargés d'un deuxième contrôle de mémoire des travaux effectués pour le compte des administrations ou des collectivités.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1. Nécessité de l'évaluation des ouvrages

1.1- Evaluation avant réalisation

Avant de réaliser une construction, il est nécessaire d'en établir le coût tant pour le Client que pour l'entrepreneur. Le client n'engagera aucun travail avant de connaître l'importance du budget à préciser pour réaliser la construction.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1. Nécessité de l'évaluation des ouvrages

1.1- Evaluation avant réalisation

L'entrepreneur doit procéder à une estimation avant la réalisation afin de remettre des propositions valables quand il est fait appel à ses services.

1.2- Evaluation avant réalisation :

Pour la plupart des constructions, l'entrepreneur ne dispose pas d'une trésorerie suffisante pour assurer la réalisation complète de l'ouvrage. Dès lors il demande au client de verser des acomptes périodiques ou non en fonction du travail exécuté (état de situation).

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1. Nécessité de l'évaluation des ouvrages

1.3- Evaluation après réalisation :

Une fois le travail terminé. On doit procéder au plus tôt au règlement des dépenses. Alors une estimation précise est nécessaire puisque, d'une part projets initiaux ont pu subir certaines modifications d'autre part les prix initiaux des matériaux et de la main d'œuvre ont pu varier au cours de la réalisation.

L'estimation de la valeur des ouvrages exécutés présente une importance capitale aussi bien pour le client que pour l'entrepreneur.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1. Nécessité de l'évaluation des ouvrages

1.3- Evaluation après réalisation

Une fois le travail terminé. On doit procéder au plus tôt au règlement des dépenses. Alors une estimation précise est nécessaire puisque, d'une part projets initiaux ont pu subir certaines modifications d'autre part les prix initiaux des matériaux et de la main d'œuvre ont pu varier au cours de la réalisation.

L'estimation de la valeur des ouvrages exécutés présente une importance capitale aussi bien pour le client que pour l'entrepreneur.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1. Nécessité de l'évaluation des ouvrages

1.4- Degrés de précision de l'évaluation

Évaluer avec qu' une grande précision la valeur de réalisation d'un ouvrage ou d'une construction est difficile et demande beaucoup de temps. Il n'est pas toujours nécessaire une telle précision soit faite, tout dépend de la destination de l'évaluation.

▪ Avant la construction

Pour le client qui commande le travail, il est nécessaire avant tout de fixer un ordre de grandeur de la dépense. Cet ordre d'ailleurs être précisé au fur et à mesure de l'avancement de l'étude du projet.

En tout cas il faut prévoir les crédits qui seront nécessaires et limiter l'ampleur des travaux

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1.4- Degrés de précision de l'évaluation

- **Avant la construction :**

envisagés en fonction des disponibilités financières, une estimation approchée est donc suffisante.

Pour l'entrepreneur qui doit exécuter le travail, une estimation précise est nécessaire (devis estimatif) l'entrepreneur n'a de chance l'obtenir une affaire déterminée que si ses prix sont inférieurs à ceux des concurrents mais ses prix doivent offrir une marge bénéficiaire aussi élevée que possible.

D'où la nécessité de réaliser un judicieux équilibre qui ne peut être atteint que par une sérieuse étude des quantités de travaux et des prix unitaires.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1.4- Degrés de précision de l'évaluation

- **Après la construction**

L'estimation, faite par l'une des parties et soumise au contrôle et à l'acceptation de l'autre, doit être effectuée avec le plus grand soin et la plus grande précision.

Sous le nom de décompte définitif ou de mémoire, cette évaluation est toujours basée sur les quantités d'ouvrages effectivement réalisés et sur des prix unitaires initialement convenus mais affectes des coefficients de révision éventuelle.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1.4- Degrés de précision de l'évaluation

- **Durant la construction**

Il s'agit d'opérer des règlements partiels au moyen d'acomptes versés à l'entrepreneur à la fin de périodes déterminés d'avance.

Comme à la fin des travaux un bilan final sera établi, il n'est pas nécessaire d'évaluer au cours de chaque période les travaux avec une grande précision.

- **Après la construction**

Lorsque la construction est terminée le client doit payer à l'entrepreneur le reliquat de ce que lui sont dû, compte tenu des décomptes déjà versés, des révisions éventuelles des prix et d'autres prescriptions réglementaires.

III- NECESSITE ET DEGRE DE PRECISION DE L'EVALUATION DES OUVRAGES

1.4- Degrés de précision de l'évaluation

▪ Après la construction

L'estimation, faite par l'une des parties et soumise au contrôle et à l'acceptation de l'autre, doit être effectuée avec le plus grand soin et la plus grande précision.

Sous le nom de décompte définitif ou de mémoire, cette évaluation est toujours basée sur les quantités d'ouvrages effectivement réalisés et sur des prix unitaires initialement convenus mais affectes des coefficients de révision éventuelle.

I-L'ESTIMATION SOMMAIRE

L'estimation sommaire est faite au moyen du « prix au mètre carré construit » et très rarement au prix du mètre cube construit.

Ce type d'estimation du coût de l'ouvrage se fait, en général, avant l'estimation détaillée du projet et a pour but d'indiquer au maître de l'ouvrage le prix approximatif du coût de la construction qu'il a l'intention de réaliser, afin qu'il puisse juger si le montant de l'opération envisagée correspond à ses moyens financiers.

Le montant du prix au mètre carré est déterminé par l'expérience acquise à l'occasion des constructions déjà réalisées.

Aussi, pour évaluer le prix d'une construction déjà réalisée, en vue de sa vente par exemple, on utilise ce mode d'estimation au mètre carré construit.

II- LE DEVIS DESCRIPTIF

Le devis descriptif est, généralement dressé par le maître d'œuvre (architecte pour les bâtiments, ingénieurs pour les autres types de construction) et aucune mise à prix ne figure dans ce devis descriptif.

Le devis descriptif complète les dessins d'ensemble (plans, façades, coupes) donnant les renseignements sur les formes et les dimensions des ouvrages.

Dans le devis descriptif, chaque ouvrage élémentaire est décrit en indiquant les matériaux à employer, les spécifications qui les concernent, les conditions particulières de l'exécution de l'ouvrage.

Le devis descriptif permet de s'assurer d'une part, que quel que soit l'entreprise qui va réaliser l'ouvrage, on aura la qualité exigée, d'autre part que le prix de l'entreprise (ou des entreprises en concurrence) doit bien correspondre à cette qualité des travaux.

II- LE DEVIS DESCRIPTIF :

Aussi, le devis descriptif doit-être particulièrement précis et explicite pour éviter toute confusion ou fausse interprétation. Pendant toute la durée de l'exécution des travaux et au moment de la réception des travaux, le devis descriptif sert de base pour juger de la conformité des différents ouvrages aux prescriptions techniques qu'il contient.

III- LE DEVIS QUANTITATIF

Le devis quantitatif donne, par catégorie, les quantités d'ouvrages élémentaires nécessaires à la réalisation de la construction.

Ces quantités sont déterminées par le métreur qui à partir des plans décompose le projet en éléments simples qu'il mesure.

III- LE DEVIS QUANTITATIF

C'est le travail le plus long et le plus spécifique du métreur : c'est l'avant-métré.

Ces quantités sont données au **mètre linéaire** (**m1**), au **mètre carré** (**m2**), au **mètre cube** (**m3**), en **unités** (**nombre**), en **kilogrammes** (**kg**), etc... Le cadre du devis quantitatif se présente, généralement, comme suit (voir tableau ci-après).

III- LE DEVIS QUANTITATIF

N°	Désignation des ouvrages	Unité	Quantité
1.	TERRASSEMENTS		
1.1.	Débroussaillage, désherbage et décapage couche végétale	m2	589,00
1.2.	Fouilles en rigoles	m3	45,87
1.3.	Remblais + compactage	m3	59,65
2.	FONDATIONS		
2.1.	Béton de propreté	m3	1,83
2.2.	Fondations en béton armé	m3	18,32
2.3.	Longrines en béton armé	m3	16,14

IV- LE DEVIS ESTIMATIF

N°	Désignation des ouvrages	Unité	Quantité	Prix Unitaire (PU)	Montant
1.	TERRASSEMENTS				
1.1.	Débroussaillage, désherbage et décapage couche végétale	m2	589,00	1 500	883 500
1.2.	Fouilles en rigoles	m3	45,87	3 500	160 545
1.3.	Remblais + compactage	m3	59,65	4 800	286 320
Sous total 1					1 330 365
2.	FONDATIONS				
2.1.	Béton de propreté	m3	1,83	95 000	173 850
2.2.	Fondations en béton armé	m3	18,32	180 000	3 297 600
2.3.	Longrines en béton armé	m3	16,14	192 000	3 098 880

V- LES ATTACHEMENTS

1- Définition

Les attachements sont des documents qui constatent des services ou des travaux appelés à disparaître, soit par cessation d'utilité (démolition), soit à être cachés du fait de l'avancement de la construction pour ce qui est des travaux (démolition imprévisible dans les fouilles, étaielements, pompage, etc...).

Les attachements doivent être très détaillés et particulièrement précis, car ils permettent de demander par la suite le règlement des services ou des travaux sans contestation.

Les attachements doivent être toujours visés par le maître d'oeuvre. On peut distinguer deux types d'attachements :

- **les attachements écrits ;**
- **les attachements figurés.**

V- LES ATTACHEMENTS

2- Les attachements écrits

Se présentent sous forme d'un texte (avec éventuellement des tableaux) qui donnent tous les éléments nécessaires en vue de la détermination ultérieure du prix des services ou des travaux en cause : nombre d'ouvriers, nombre d'heures de travail, quantité de matériaux utilisés, matériels utilisés, etc...

3- Les attachements figurés

Sont rédigés comme des attachements écrits, mais sont accompagnés de croquis, de vues, plans, coupes, élévation, le tout coté pour permettre les calculs ultérieurs pour déterminer le prix.

4- L'états de situations

Ces états de situations (ou états d'avancements) sont des métrés des travaux exécutés et des relevés d'approvisionnements effectués sur le chantier, au cours des travaux, à une date déterminée.

V- LES ATTACHEMENTS

4- L'états de situations

Ces états peuvent être établis dans les circonstances suivantes :

- demande d'acompte ;
- variation de prix ;
- arrêt de chantier ;
- défaillance de l'entreprise.

Dans ce cas ils sont établis avec la plus rigoureuse précision.

5- Demande d'acompte

Il arrive que l'entreprise ne dispose pas de réserves financières suffisantes pour continuer les travaux ; dans ce cas, elle établit un état de situation périodique qui fait apparaître les travaux réalisés depuis l'état de situation précédent et demande ainsi un acompte sur ces derniers travaux au maître de l'ouvrage qui doit les régler.

V- LES ATTACHEMENTS

5- Demande d'acompte

5.1- Variation de prix

En cas de variation de prix, il y a lieu d'établir un état de situation afin de déterminer avec précision ce qui doit être réglé aux anciens tarifs.

5.2- Arrêt de chantier

En cas d'arrêt du chantier pour des raisons quelconques (grève, etc...), des variations de prix peuvent se produire au moment de la reprise des travaux ;

afin de connaître avec précision les travaux effectués à la date de l'arrêt du chantier, on établit au moment de l'arrêt, un état de situation qui fera ressortir tous les travaux exécutés à cette date.

V- LES ATTACHEMENTS

5.3- Défaillance de l'entreprise

Il peut arriver que l'entreprise soit défaillante (pour des raisons quelconques) et ne peut plus poursuivre les travaux. Il faut alors faire appel à une autre entreprise. Un état de situation permet ainsi de déterminer les travaux réalisés et les approvisionnements fournis par l'entreprise défaillante avant que la nouvelle entreprise ne prenne la suite des travaux.

6- Les mémoires

Les mémoires sont établis en cours des travaux ou postérieurement à l'exécution de ceux-ci et constituent la facture détaillée de la construction réalisée. Les quantités des différents ouvrages sont établies après mesurage c à d après relevés exécutés sur le chantier.

Ces quantités sont multipliées par les prix unitaires convenus. L'ensemble des valeurs des différents ouvrages constitue le montant du mémoire présenté par l'entrepreneur à son client.

VI- RÉDACTION, FORME DE PRÉSENTATION DE L'AVANT MÉTRÉ

Le mode du métré est la manière d'opérer et de détailler les ouvrages, la détermination de l'ordre dans lequel cela doit s'effectuer et la façon de rédiger les caractéristiques qui définissent les ouvrages élémentaires ; ces caractéristiques sont souvent appelées articles.

1. Ouvrage élémentaire

Un ouvrage élémentaire est une partie constituante d'une construction ayant des caractéristiques bien précises (matériaux utilisés, dimensions, formes, dosages, mises en œuvre, fonctions) et qui sont définies dans les documents dont on se sert pour la mise à prix.

Exemple :

- Fouilles, Maçonneries d'agglomérés creux hourdés au mortier de ciment ;
- Béton armé pour poteaux ;
- Maçonnerie d'agglomérés creux et enduits sur maçonneries ; etc...

VI- RÉDACTION, FORME DE PRÉSENTATION DE L'AVANT MÉTRÉ

1. Ouvrage élémentaire

Exemple :

Tout changement dans l'une quelconque de ses caractéristiques transforme la nature de cet ouvrage élémentaire et nécessite qu'on le considère comme un nouvel ouvrage élémentaire.

2- Ordre de l'avant-métré

Pour faciliter la rédaction de l'avant-métré, on divise l'ouvrage ou le projet en articles qui doivent suivre un ordre logique, il peut être l'ordre de la réalisation des travaux qui est aussi celui du devis descriptif et du devis estimatif: terrassement, fondation, élévation,... soit par corps d'états.

Ce mode opératoire a pour but :

- d'éviter les omissions ou la double comptabilisation d'une portion d'ouvrage ;
- de rendre le métré facilement exploitable;

VI- RÉDACTION, FORME DE PRÉSENTATION DE L'AVANT MÉTRÉ

2- Ordre de l'avant-métré

Ce mode opératoire a pour but :

- on y trouve aisément ce que l'on cherche puisque le classement est toujours le même.

Par exemple, pour l'exécution d'un bâtiment à un niveau, on aura :

Plusieurs modèles d'imprimés d'avant-métré sont utilisés dans les administrations car le mode de mesurage n'est pas le même selon que les éléments d'ouvrages sont en béton armé, en maçonnerie, en métal ou en bois.

Le type d'imprimé le plus usuel et qui s'adapte presque à l'avant-métré des constructions de tout genre est le suivant :

VI- RÉDACTION, FORME DE PRÉSENTATION DE L'AVANT MÉTRÉ

2- Ordre de l'avant-métré

Ce mode opératoire a pour but :

- on y trouve aisément ce que l'on cherche puisque le classement est toujours le même.

Par exemple, pour l'exécution d'un bâtiment à un niveau, on aura :

N° d'ordre	Designation des travaux	Unité	Prix unitaire	Quantité
	I. Gros œuvre			
I	Terrassement			
II	Fondation			
III	Elévation			
	II-Second œuvre			
IV	Electricité			
V	Menuiserie			
VI	Chauffage			
VII	Plomberie			

VI- RÉDACTION, FORME DE PRÉSENTATION DE L'AVANT MÉTRÉ

2- Ordre de l'avant-métré

Réf/N° Ordre	Désignation Des travaux	Unités	Nombre de parties semblables	Dimension			Quantités			Observ ation
				Long	Larg	Haut	Auxiliaires	Partiel	Définitif	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

I- AVANT-METRE DES FOUILLES POUR FONDATIONS

1- Définition

Le terrassement de fouilles consiste à creuser dans le sol pour l'exécution des fondations, caves, fossés, regards, canalisations, etc.

2- Mesurage

Les déblais ou remblais de toute nature seront évalués en mètres cubes (m³) à partir des plans.

3- Paiement

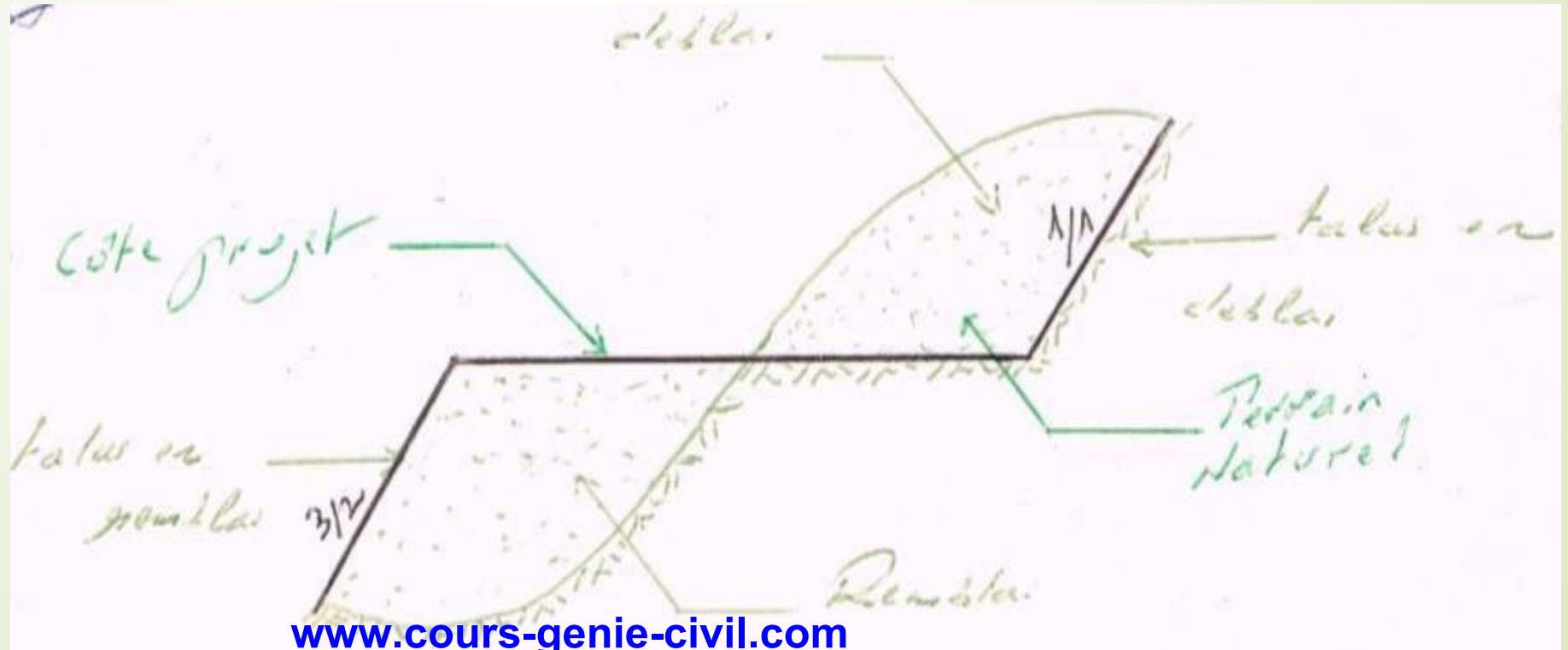
Plusieurs prix pourront être établis suivant la nature et les difficultés d'exécution des fouilles, ou suivant les profondeurs.

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

1- Définition

On donne le nom de terrassement à tous mouvement de terre ou à tous travaux qui modifie le relief d'un terrain.

L'exécution des terrassements comprend trois opérations : Déblai, remblai et transport.



II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

2- Cubature des terrasses

Les quantités de terre transportée étaient jadis mesurées en comptant le nombre de brouettes ou de charrettes devenues des camions ou des bennes, ce procédé empirique même corrigé pour prendre en considération l'effet de foisonnement ne conduit pas à une juste évaluation des volumes de terrassements.

La modernisation des moyens s'applique également aux méthodes : le calcul à partir des plans ou des relevés sur le terrain donne des résultats beaucoup plus exacts.

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

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

2- Cubature des terres

Le problème consiste à trouver une méthode de calcul des volumes de déblais ou de remblais prenant en compte avec une relative précision, le relief du terrain naturel avant travaux.

Trois méthodes plus ou moins précises ou faciles à mettre en œuvre servant à déterminer les cubages de terrassement en utilisant :

- Méthode des Quadrillages où méthode des plans cotés.
- Méthode des figures géométriques.
- Méthode des profils en long et en travers.

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Les caractéristiques des sols

- * **Le comportement mécanique** : résistance au cisaillement par exemple
- * **Les caractéristiques physiques** : teneur en eau ; limites d'Atterberg ...

Les terrassiers distinguent trois types de sols : **Sols sableux, limoneux et argileux**

Nature des terres	Angle Talus	Masse volumique (KN/m3)	Fi (%)	Fd(%)
Sabla fin, sec	19 à 20°	14	10	3
Sable fin mouillé	15 à 25°	16	20	4
Gravier moyen	30 à 40°	19 à 21	25	4
Terre végétale humide	30 à 45°	16 à 17	10	3
Terre très compacte	40 à 50°	16 à 18	25	10
cailloux	49 à 50°	15 à 17	50	15
Marne sèche	20 à 45°	15 à 16	50	8
Argile sec	30 à 50°	50	15	15
Argile humide	0 à 20°	12 à 18	25	8
Roches diverses	59 à 90°	20 à 25	50	20

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Notions de compactage et foisonnement des sols

On appelle foisonnement, le rapport entre :

- **Au numérateur**...le volume des matériaux après l'opération qu'ils ont subie et
- **Au dénominateur** le volume des matériaux avant l'opération.

$$X : 1600/1000 = 1,6$$

Le sol en place occupe un volume **V_o** avec une masse volumique en place **ρ_o**
Lorsque le sol est excavé il est ameubli et augmente de volume : c'est le phénomène de foisonnement. Son volume devient **V** et sa masse volumique **ρ**.

- On définit le coefficient de foisonnement initial : **f_i = {(V-V_o)/V_o} x 100 = {(ρ_o-ρ)/ρ} x 100**. Ce même sol mis en place dans un remblai et compacté subira un tassement et occupera un volume **V₂** avec une masse volumique **ρ₂**.

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Notions de compactage et foisonnement des sols

- On définit le coefficient de foisonnement final : $f_d = \{ (V_2 - V_0) / V_0 \} \times 100 = \{ (\rho_0 - \rho_2) / \rho_2 \} \times 100$

Ou bien :

Le coefficient de foisonnement (C_f) permet d'évaluer le volume apparent foisonné V_f d'un terrain déplacé en fonction du volume en place V_p .

***** $V_f = C_f V_p$

Le coefficient de compactage (C_c) permet l'évaluation du volume reconstitué V_r de ce même volume foisonné (V_f) après sa mise en place et son compactage définitif.

A cet effet, il est rare d'obtenir un volume de terrain reconstitué (V_r) égal au volume initial en place (V_p). $V_r = C_c \times V_f$

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Notions de compactage et foisonnement des sols

Dans le cadre des terrassements routiers ou sur les chantiers de terrassement très importants, il est intéressant de prévoir la quantité exacte à extraire pour **obtenir un volume reconstitué précis**.

Autre relation : on trouve que : $V_r = V_p \times C_f \times C_c$

→ $C_f \times C_c$ est appelé **coefficient de foisonnement résiduel (C_{fr})**

Ces divers coefficients sont donnés en pourcentage :

- Si le foisonnement = 25% on a $C_f = 1,25$
- Si le résidu suit le compactage = 8%, alors on $C_c = 1 \times 0,08 = 0,92$
- Alors le foisonnement résiduel est = 15%, on a $C_{fr} = 1,15$, car $C_{fr} = C_f \times C_c = 1,25 \times 0,92 = 1,15$

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Notions de compactage et foisonnement des sols

Dans le cadre des terrassements routiers ou sur les chantiers de terrassement très importants, il est intéressant de prévoir la quantité exacte à extraire pour **obtenir un volume reconstitué précis**.

Autre relation : on trouve que : $V_r = V_p \times C_f \times C_c$

→ $C_f \times C_c$ est appelé **coefficient de foisonnement résiduel (C_{fr})**

Ces divers coefficients sont donnés en pourcentage :

- Si le foisonnement = 25% on a $C_f = 1,25$
- Si le résidu suit le compactage = 8%, alors on $C_c = 1 \times 0,08 = 0,92$
- Alors le foisonnement résiduel est = 15%, on a $C_{fr} = 1,15$, car $C_{fr} = C_f \times C_c = 1,25 \times 0,92 = 1,15$

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Notions de compactage et foisonnement des sols

Application:

Vous avez un chantier de terrassement. Le calcul de cubature donne un volume en place à déblayer de 1000 m³. Le sol à excaver est constitué de terres très compactes.

- 1) Quel volume de sol devez-vous prévoir de transporter ?
- 2) Quel volume de remblai pourrez-vous réaliser ?

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Notions de compactage et foisonnement des sols

Données : $V_o = 1000 \text{ m}^3$; $F_i = 25\%$ et $C_{fi} = 1,25$

F_i = Foisonnement et C_{fi} = Coefficient de foisonnement

Calcul du volume de terre à transporter ou Volume foisonné V

$$V = C_{fi} \times V_o$$

$$V_f = 1,25 \times 1000 = \mathbf{1250 \text{ m}^3}$$

Démonstration :

$$F_i = [(V - V_o) / V_o] \times 100$$

$$F_i / 100 = (V - V_o) / V_o$$

$$F_i / 100 \times V_o = V - V_o$$

$$V = F_i / 100 \times V_o + V_o$$

$$V = V_o (F_i / 100 + 1)$$

$$V = V_o (25 / 100 + 1)$$

$$\mathbf{V = 1,25 \times V_o}$$

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- 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 entres 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 5 m.

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

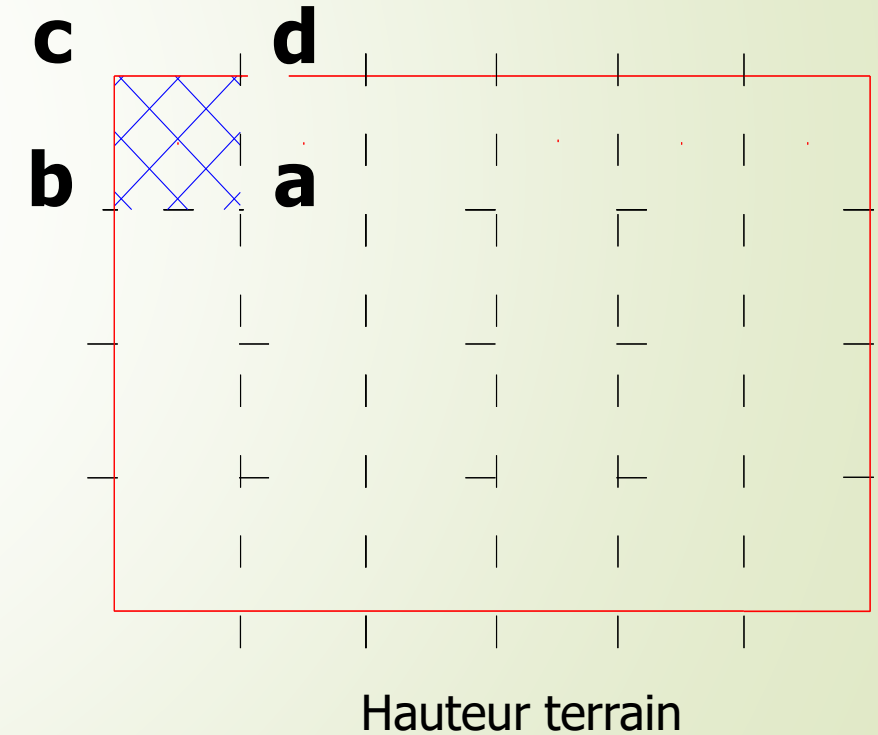
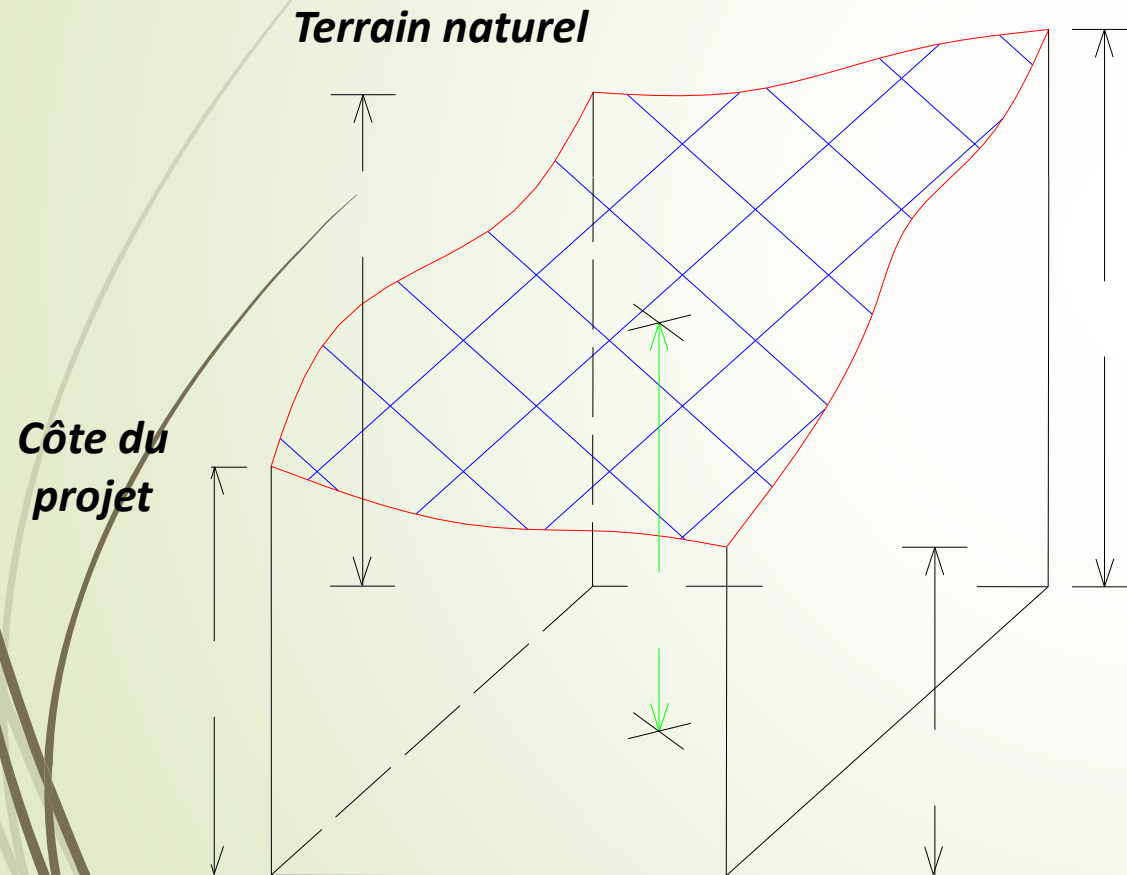
3- Méthode des Quadrillages où méthode des plans côtés

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.

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

4- Méthode des Quadrillages où méthode des plans côtés



II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

4- Méthode des Quadrillages où méthode des plans côtés

Chacun h_b des mailles formées par ce quadrillage représente la vue en plan d'un prisme dont la nature 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.

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

3- Méthode des Quadrillages où méthode des plans côtés

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

Remarque :

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 :

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

www.cours-genie-civil.com

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

5- Mode d'établissement de l'Avant-métré

Les terrassements sont métré séparément suivant leurs nature et **sont évaluées au mètre cube (m^3)** à partir des plans ;

Sauf le décapage de la terre végétale est évalué à la surface, donc l'unité d'ouvrage est **le métré carré (m^2)** par fraction de 5 cm jusqu'à 25cm.

Nous signalons seulement que le prix au m^3 pour terrassements sera établi pour des travaux, complètement achevés avec toutes fournitures, main d'œuvre et toutes autres sujétions à savoir :

II- CALCUL DES QUANTITÉS DE TERRASSEMENT (CUBATURE DES TERRASSES)

4- Mode d'établissement de l'Avant-métré

- Le premier jet de pelle et le chargement à la brouette ;
- La location des engins et la fourniture nécessaire à leur bonne marche ;
- L'emploi d'explosifs ;
- Le dressement des fonds et des parois a la côte prévue.

1- Définition

On donne le nom de maçonnerie a toute construction dont la mise en œuvre consiste à juxtapose des éléments solides, massifs ou évides, naturels ou artificiels (moellons, briques).

2- Nature des maçonneries

Les matériaux de remplissages se différencient par la nature des matériaux qui les composent, ces matériaux peuvent être d'origine naturels (moellons) ou artificiels (briques....).

3- Maçonnerie de moellons

Les moellons ou les pierres mis en œuvre par empilage forment eux même le parement des murs ou des piles, on distingue essentiellement:

- **Moellons bruts**

Ce sont des pierres d'un poids inferieures à 40 kg, généralement entre 20 et 30 kg et dans le volume dépasse $1/15 \text{ m}^3$ et prévu à être appareillé. Leurs hauteurs « H » varie entre 25 à 80 cm et l'épaisseur de 33 cm.

4- Maçonnerie de briques ou d'agglomérés

▪ Les briques :

Ce sont des blocs artificiels de dimensions variables, obtenu par gâchage et durcissement d'un liant avec des matières inertes extrêmement variés (sable, graviers).

Ils se distinguent des produits céramiques par leur agent de durcissement : prise du liant et non cuisson.

5- Mode d'établissement de l'avant-métré

▪ Maçonnerie de moellons

Les maçonneries de moellons pour murs en élévation, piles ou voûtes sont évaluées au mètre cube (m^3) tout vides déduits.

▪ Maçonnerie de briques ou agglomérés

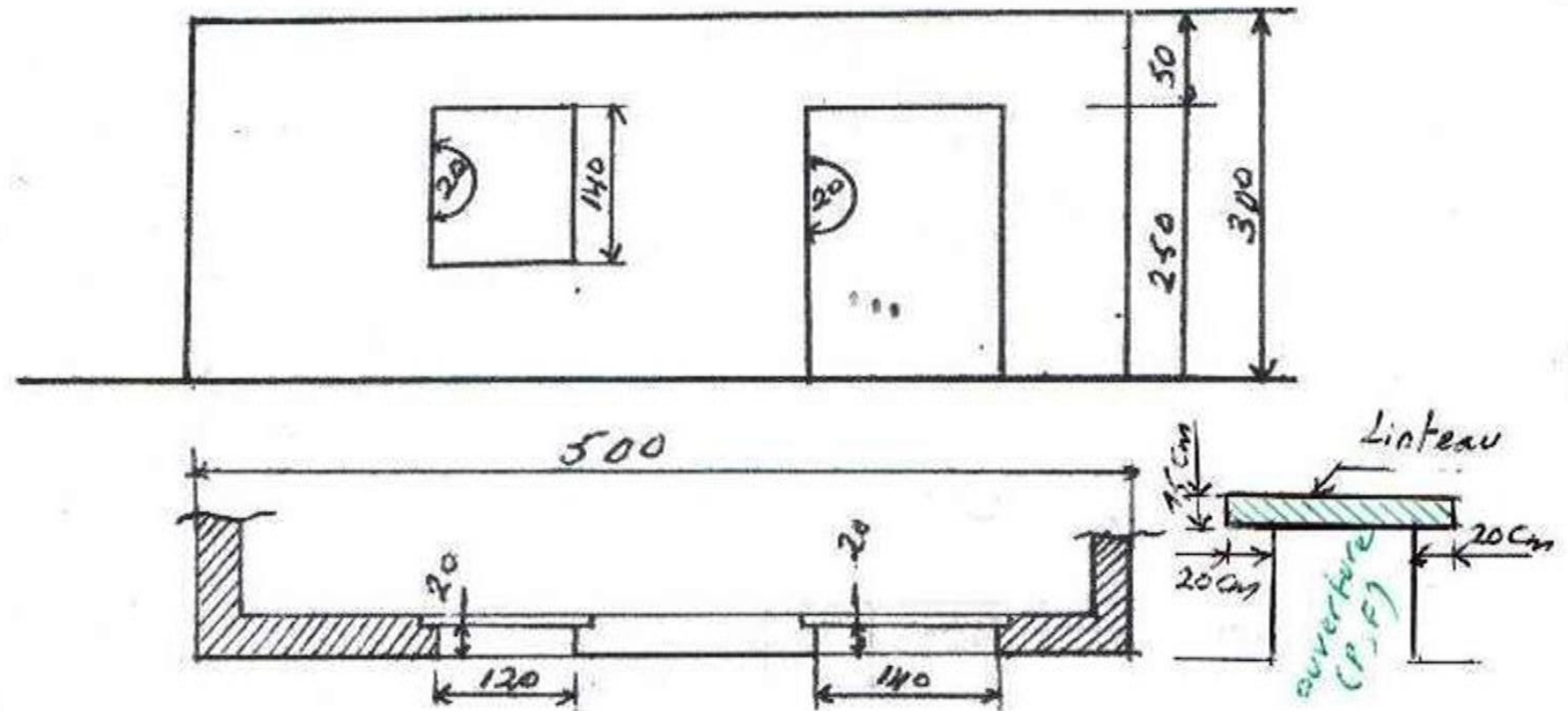
Les murettes ou les murs en maçonnerie de briques ou agglomérés sont évalués à la surface, donc l'unité d'ouvrage est le métré carré (m^2), déduction faite de tout vide.

6- Exercices

5- Mode d'établissement de l'avant-métré

6- Exercices

Exercice 01:



Déterminer la surface de Mur de façade Ci-dessus.

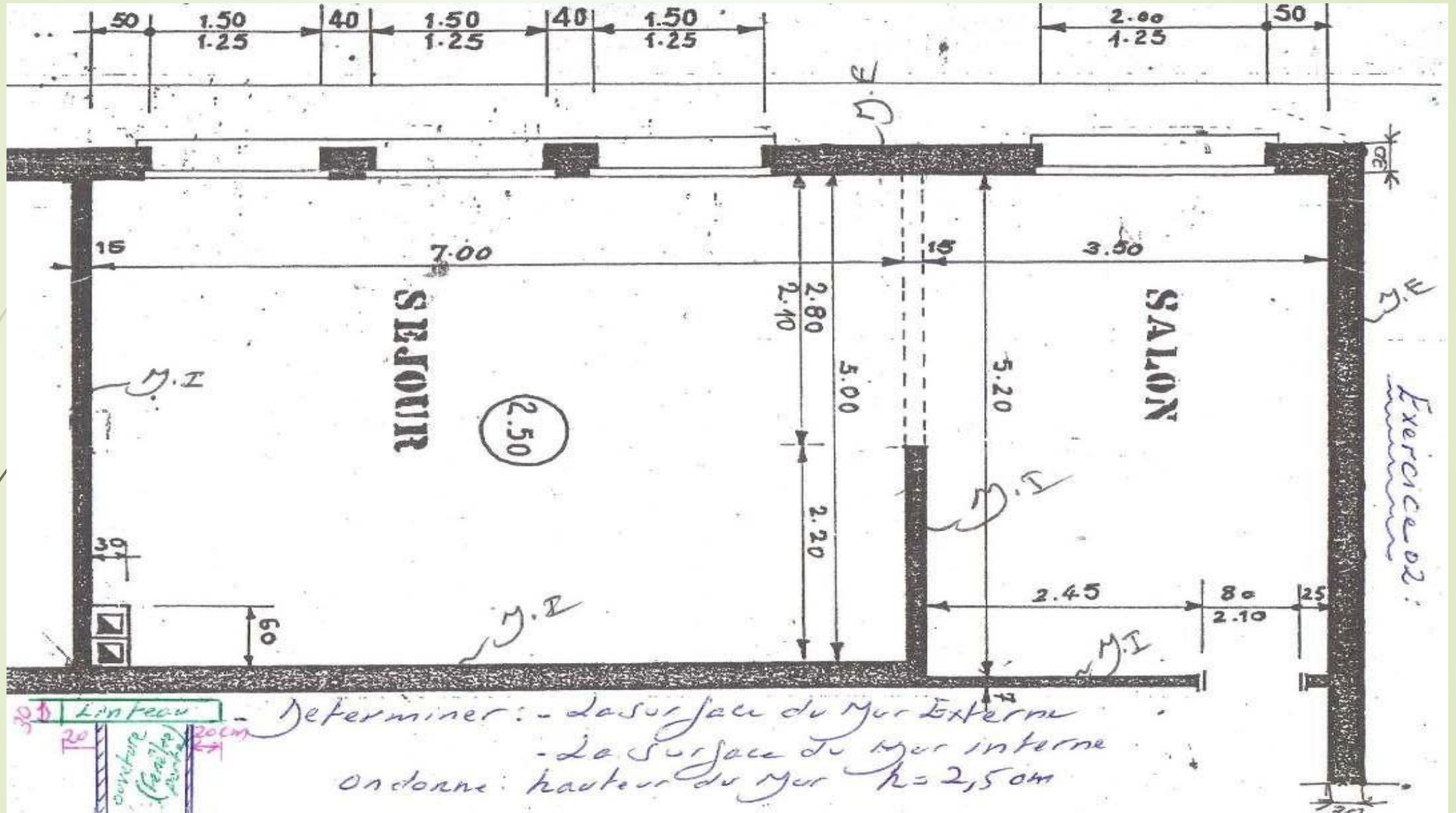
5- Mode d'établissement de l'avant-métré

6- Exercices

Solution de l'exercice 01 :

n°	Designation des ouvrages	N	N°	Dimensions			Resultats			observation
				L	l	h	Aux	Part	Def	
01	Mur de Façade									
	• Paroi 5,00	m ²	01	5		3		15	15	
	A déduire :									
	• les Ouvertures :									
	- portes (P)	m ²	01	2,5		1,40		3,50	3,50	
	- Fenêtres (F)	m ²	01	1,20		1,40		1,68	1,68	
	• Linteaux									
	- Lint. porte	m ²	01	1,80		0,15		0,27	0,27	
	- Lint. fenêtre	m ²	01	1,60		0,15			0,24	
la surface totale									09,34	

6- Exercices



6- Exercices

Solution de l'exercice 02:

1) Murs extérieurs:

* $E_p = 30 \text{ cm}$

- $5,57 \times 2,5 = 13,925$

- $10,8 \times 2,5 = 27$

$\Sigma 40,925 \text{ m}^2$

→ A déduire:

• des Ouvertures (Fenêtres):

- $3 \times 1,5 \times 1,25 = 5,625$

- $1 \times 2 \times 1,25 = 2,5$

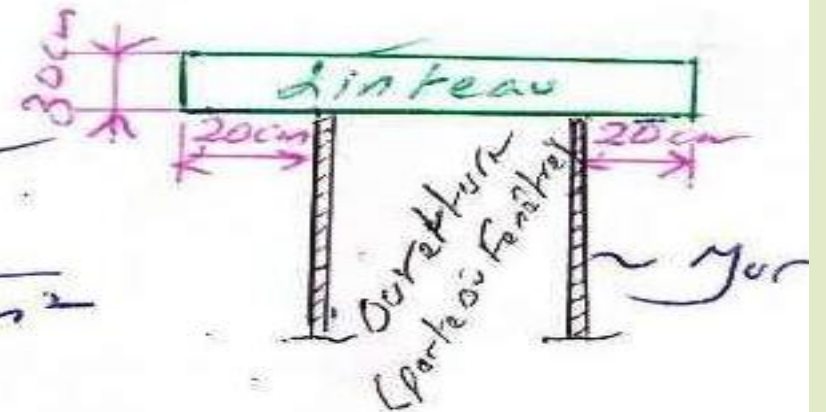
$\Sigma 8,125 \text{ m}^2$

• Les Linteaux:

- $3 \times 1,9 \times 0,30 = 1,70$

- $1 \times 2,5 \times 0,30 = 0,75$

$\Sigma 2,42 \text{ m}^2$



6- Exercices

d'où la Surface Totale du M.E.:

$$S_{Tg,30} = 40,925 - 8,125 - 2,42 = \underline{\underline{30,38 \text{ m}^2}}$$

* Eg 20 cm:

$$- 7,30 \times 2,5 = 18,25 \text{ m}^2$$

2) Murs intérieurs:

* Eg: 15 cm:

$$- 2 \times 5 \times 2,5 = 25 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{à déduire} - 2,8 \times 2,1 = 5,88 \text{ m}^2$$

* Eg: 7 cm:

$$- 3,5 \times 2,5 = 8,75 \text{ m}^2$$

$\rightarrow$ à déduire:

$$\bullet \text{ Les ouvertures : } - 0,8 \times 2,1 = 1,68 \text{ m}^2 \text{ (Porte)}$$

$$\bullet \text{ Linteaux : } 1,2 \times 0,3 = 0,36$$

$$\underline{\underline{6,71 \text{ m}^2}} = S_{Teg,15} = 25 - 5,88 - 8,75 - 1,68 - 0,36$$

Ch.V: AVANT-METRE DE BETON

1. Généralités

Le béton est un matériau très résistant à la compression et dans l'emploi est facile (on le coule dans des coffrages à la forme voulu ou il durci rapidement).

Le béton arme est l'association du béton et de l'acier. Le béton arme est exécuté soit en fondation (**infrastructure**), soit en élévation (**superstructure**).

L'exécution du béton armé doit passer par trois phases :

- Le coffrage.
- La fourniture, le façonnage et la mise des armatures dans le coffrage.
- La confection et le coulage du béton.

2. Mode d'établissement de l'avant-métré

Pour tous les ouvrages courants : piles, radiers, semelles, longrines, poteaux, poutres, voiles, est escaliers,.....etc. Le béton, le coffrage et les armatures sont **décomptés séparément** :

- Le cube du béton en m^3 à partir des dimensions des plans de béton.
- Le poids des armatures en kg.
- La surface des coffrages en m^2 .

Nous examinerons donc l'avant-métré des trois éléments : Béton, armatures et coffrages :

a - **Béton**

Le béton est évalué ***au mètre cube (m^3)*** réellement mis en œuvre, les pièces sont généralement prismatiques et par suite facile à métrer. Nous signalons seulement pour les calculs :

- ✓ Déduction faite de tous les vides.
- ✓ Le volume occupé par les armatures n'est jamais déduit du volume du béton.
- ✓ Il existe au raccordement de deux pièces des chanfreins qui ne doivent pas être négligés.
- ✓ Suivant des articles différents selon la qualité (granulométrie ; dosage) la destination du béton :
 - En fondation : Les éléments de l'infrastructure ;
 - En élévation : Les éléments de la superstructure.
- ✓ Plusieurs prix pourront être établis pour le béton suivant le dosage, la nature et les difficultés d'exécution des travaux, le mode de serrage appliqué (vibration), la hauteur de la mise en œuvre, etc.

a - **Béton** :

- ✓ Pour chaque article du bordereau le prix s'étant pour des travaux complétement terminés y compris toutes fournitures, mise en place, frais de calcul, d'enlèvement des matériaux inemployés, etc.

b - **Armatures** :

Elles sont constituées par des barres rondes de diamètre variables de 5 à 50mm. Les armatures comprennent :

- Les armatures dites principales de diamètre important, leurs extrémités comportent des crochets ou des ancrages à double courbes.
- Les armatures dites secondaires de diamètre faible formant des sections transversales, entourant l'armature principale.

Si ces barres suivent la forme extérieure de la poutre on les désigne sous le nom de cadres. **Les armatures sont évalués au poids (kg)**, ceux-ci sont obtenus par le produit de la longueur par le poids au mètre linéaire.

L'avant-métré se réduit donc à celui des longueurs des barres, compte tenu de la forme des crochets et des recouvrements.

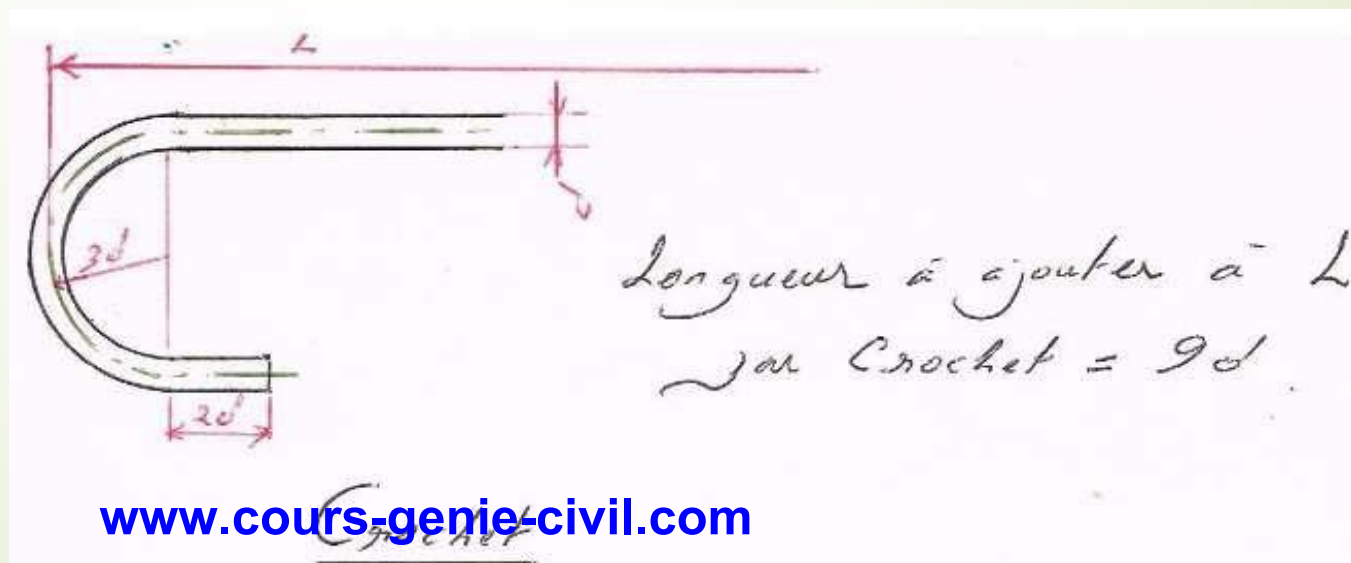
On admet généralement les dimensions indiquées aux figures ci-dessous.

✓ Pour les crochets :

La longueur totale L d'une barre donnée étant celle de son encombrement, on voit que la longueur réelle crochet compris est de :

$$L - 2 \times 3d + 2\pi \times 3d + 2 \times 2d = L + 16,85d$$

Cette formule est applicable pour deux crochets, soit pratiquement une longueur supplémentaire de $9d$ **par crochet**.



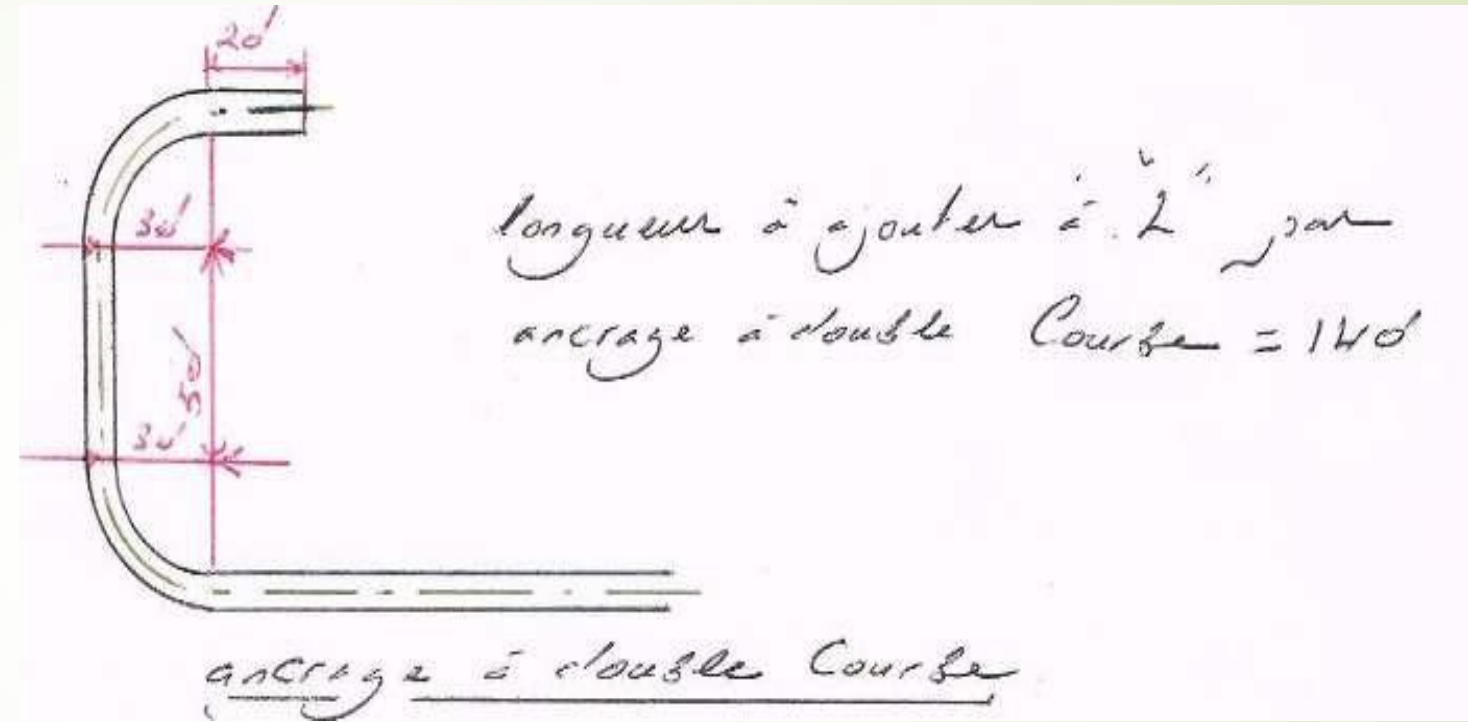
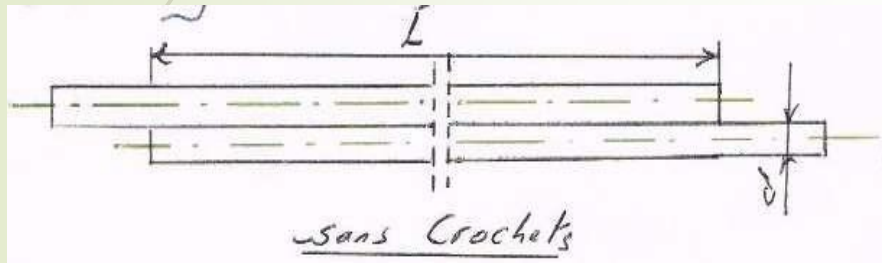
✓ pour un ancrage à double courbe :
On aurait supplémentaire suivante :

Soit pratiquement 14d

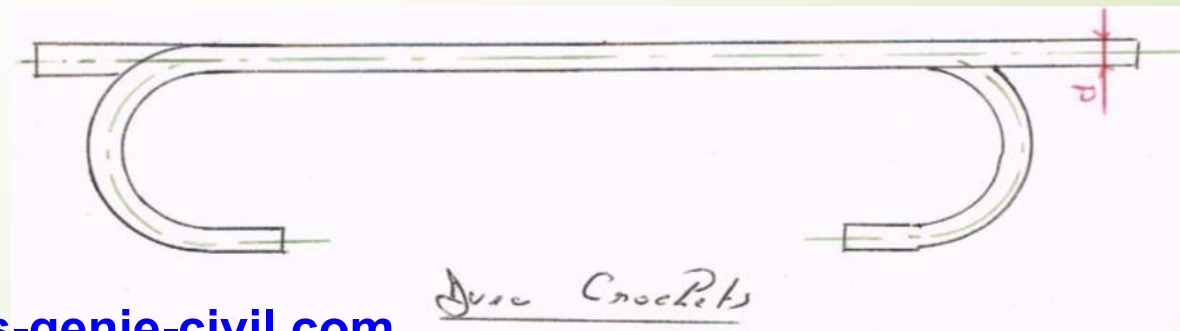
$$\pi \times 3d + 5d + 2d - 3d = 13,42d ,$$

✓ la longueur admise pour les recouvrements :

- 70d pour un recouvrement sans crochets.



- 45d pour un recouvrement avec crochets.

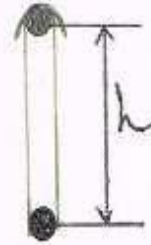


✓ Pour un étrier :
La longueur d'un étrier est déterminée comme suit:

$$L_E = 2 \times h + 2 \times 2d + 3 \times \pi \times (D+d)$$

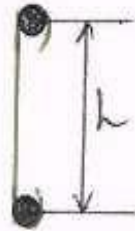
Soit pratiquement la formule suivante :

$$L_E = (2 \times h + 5D + 10)Cm$$



✓ Pour un épingle :
La longueur à compter est alors :

$$L_{Ep} = (h + 3D + 4)Cm$$

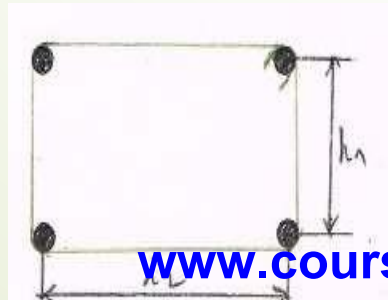


✓ Pour un épingle :

La longueur à compter est alors :

$$L_E = (2 \times h + 5D + 10)Cm$$

☞ **Remarque :**



Cadre

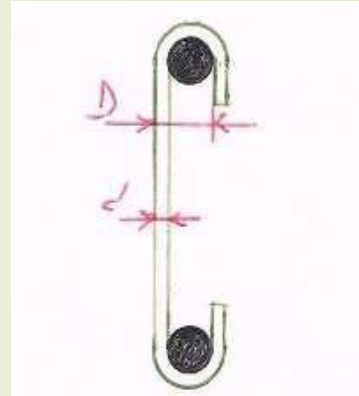
D : étant le diamètre du plus gros diamètre des deux barres réunies.

c - coffrage :

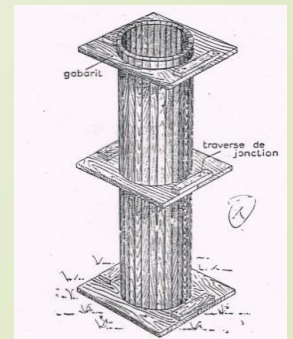
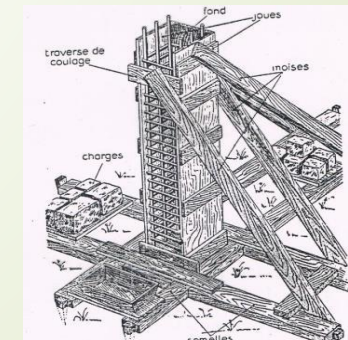
Le coffrage est évalué à la surface des parements coffrés, donc l'unité d'œuvre carré (m²).

Nous signalerons seulement pour les calculs :

✓ Les surfaces à prendre en compte sont ceux directement avec le béton et réellement exécutées.



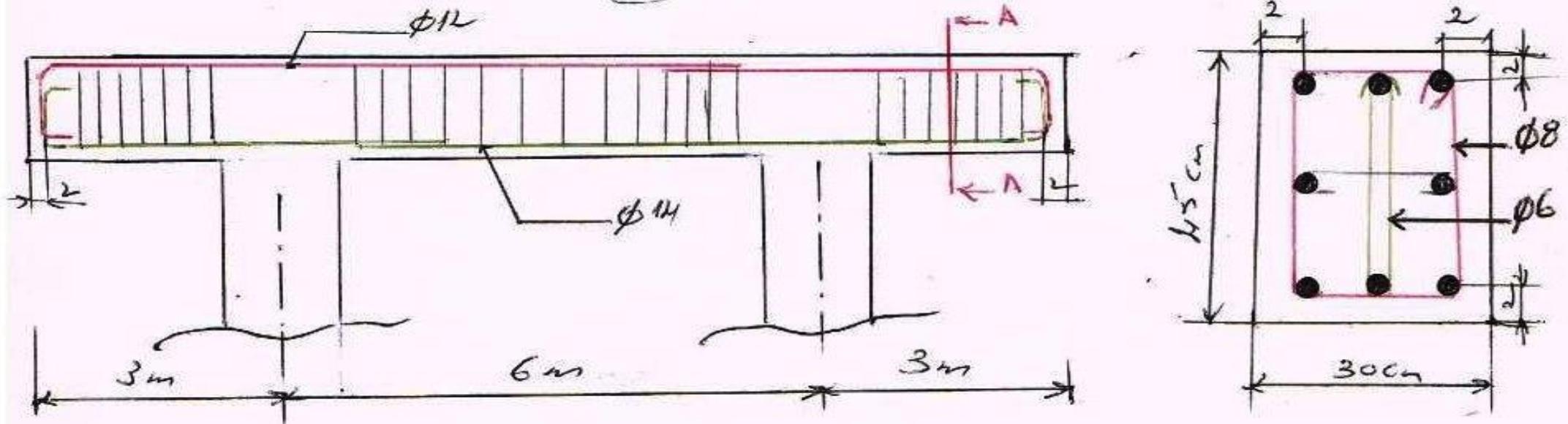
d- Coffrages et ferrillages de quelques éléments de construction :



T.D. N°1

Exe 1: Soit la figure ci-dessous. On vous demande de calculer :

- la longueur des barres longitudinales
- la longueur d'un cadre
- la longueur d'un étrier et d'un angle



Solution :

1. la longueur des barres longitudinales:

* Barres supérieures de $\phi 12$: dont l'ancrage à double courbes.

$$L'_T = (L + 14d + 14d + 70d) \times$$

$$= (L + 28d + 70d) \times$$

$$L = 300 + 600 + 300 - 2 \times 2 = 1196 \text{ cm.}$$

$$\Rightarrow L'_T = (1196 + 28 \times 1,2 + 70 \times 1,2) \times 2 = 1313,6 \text{ cm}$$

Le N^{bre} de barres similaires d'après le coupe AA" égale à 3, d'où la longueur totale des barres supérieures est de :

$$L_T = 3 \times 1313,6 = 3940,8 \text{ cm.}$$

$$\Rightarrow L_T = 39,408 \text{ m.}$$

* Barres inférieures de $\phi 14$ sont l'ancrage à double courbes.

$$L'_7 = (L + 28d + 70d)$$

$$L'_7 = 4196 + 28 \times 14 + 70 \times 14 = 1333,2 \text{ cm}$$

Le N° de barres similaires est égale à 3

$$\rightarrow L_7 = 3 \times 1333,2 = 3999,6 \text{ cm}$$

$$\rightarrow L_7 = 39,996 \text{ m}$$

2. La longueur d'un Cadre de $\phi 8$.

$$L_c = 2(h_1 + h_2) + 2D + 6$$

$$h_1 = 25 - 2 - 2 = 21 \text{ cm}$$

$$h_2 = 30 - 2 - 2 = 26 \text{ cm}$$

$$D = 0,8 + 1,4 = 2,2 \text{ cm}$$

$$\rightarrow L_c = 2(21 + 26) + 2 \times 2,2 + 6 = 114,4 \text{ cm}$$

$$L_c = 1,444 \text{ m.}$$

3: la longueur d'un étrier, de $\phi 6$:

$$L_e = 2h + 5D + 10.$$

$$h = 24 \text{ cm.}$$

$$D = 0,6 + 1,4 = 2 \text{ cm.}$$

$$L_e = 2 \times 24 + 5 \cdot 2 + 10 = 102 \text{ cm.}$$

$$L_e = 1,02 \text{ m.}$$

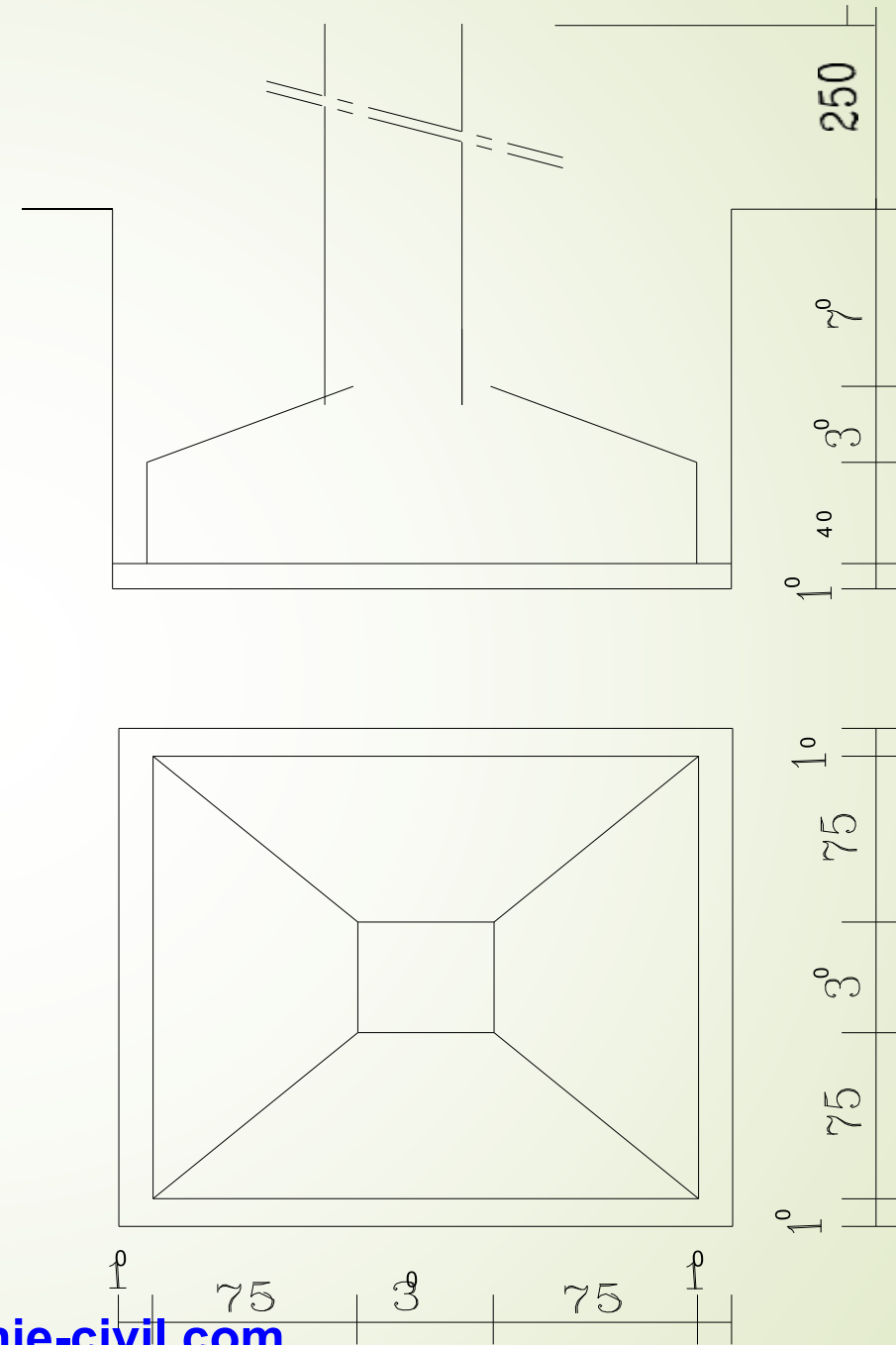
EXØ 2 :

➡ Déterminer :

- le volume du béton en m³.
- le volume du remblai V_R en m³
- le volume des terres à transporter V_{TT} en m³.

On donne :

$$C_f = 30 \% ; C_t = 20 \%$$

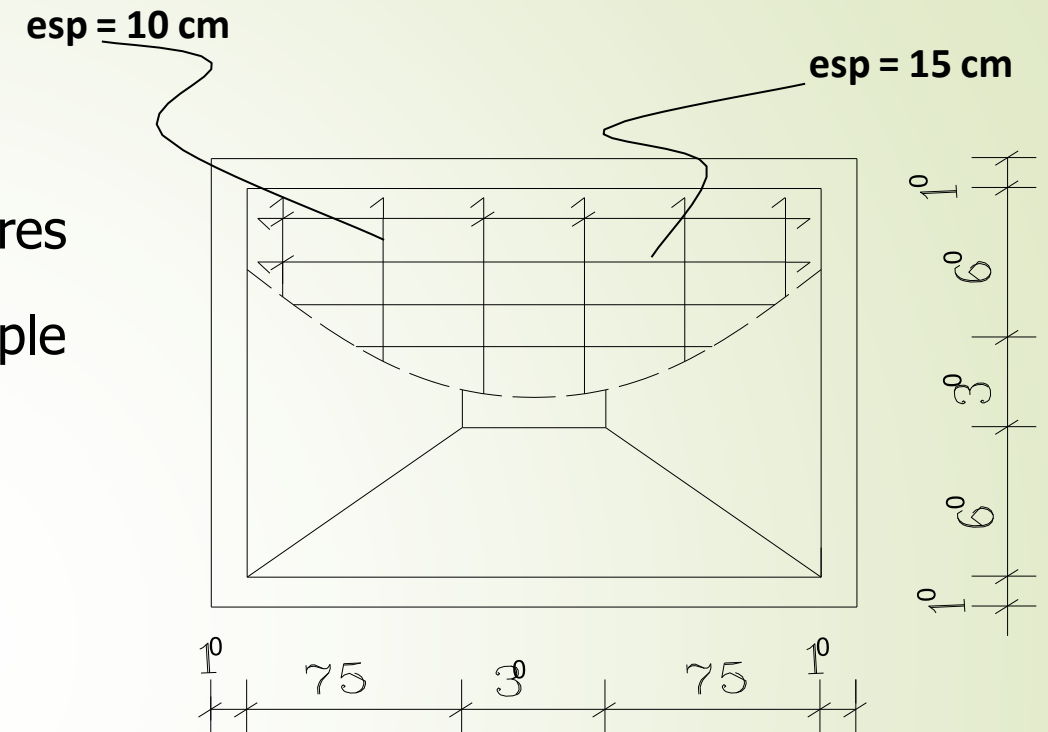




Calculer le poids des armatures nécessaires pour réaliser cette fondation (barre avec simple crochet).

On donne :

- $\emptyset_{10} = 0,617 \text{ kg / ml}$.
- Enrobage $e = 2 \text{ cm}$.



esp = 10 cm

Exo 1: 1) Volume du Béton Solution:

$$V_B = V_{BP} + V_S + V_{Ap} + V_P$$

* Volume du Béton de propreté "V_P":

$$V_{BP} = 2 \times 2 \times 0,1 = 0,4 \text{ m}^3$$

* Volume Semelle "V_S":

$$V_S = V_{\square} (\text{Rectangle}) + V_{\Delta} (\text{Trapeze})$$

$$\bullet V_{\square} = 1,8 \times 1,8 \times 0,4 = 1,296 \text{ m}^3$$

$$\bullet V_{\Delta} = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{B \times b})$$

$$= \frac{0,3}{3} (1,8 \times 1,8 + 0,3 \times 0,3 + \sqrt{1,8 \times 0,3})$$

$$= \frac{0,3}{3} (0,09 + 3,24 + 0,54) = 0,387 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_S = 1,296 + 0,387 = 1,683 \text{ m}^3$$

* Volume Amorce-poteau "V_{Ap}":

$$V_{Ap} = 0,3 \times 0,3 \times 0,7 = 0,063 \text{ m}^3$$

+ Volume poteau "V_P":

$$V_P = 0,3 \times 0,3 \times 2,5 = 0,225 \text{ m}^3$$

d'où le Volume Total du Béton:

$$V_B = 0,4 + 1,683 + 0,063 + 0,225$$

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow (1 - 0,2) = 0,8 \text{ m}^3 (C_7 = 20\%)$$

$$V_{Df.R} \rightarrow V_R = 3,854 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow V_{Df.R} = \frac{1 \times 3,854}{0,8} = 4,817 \text{ m}^3$$

$$\text{d'où } V_{TT} = 7,8 - 4,817 = 2,982 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_{TT} = 2,982 \text{ m}^3$$

Exo 2: 1) Sens longitudinal: L_L

• L_L: Longueur de la barre.

$$L_L = 180 - 2,2 + 2,9d$$

$$= 18 - 4 - 18 \cdot 1 = 1,94 \text{ m}$$

$$\bullet N = \frac{150 - 2,2}{16} + 1 = 14,69 + 1$$

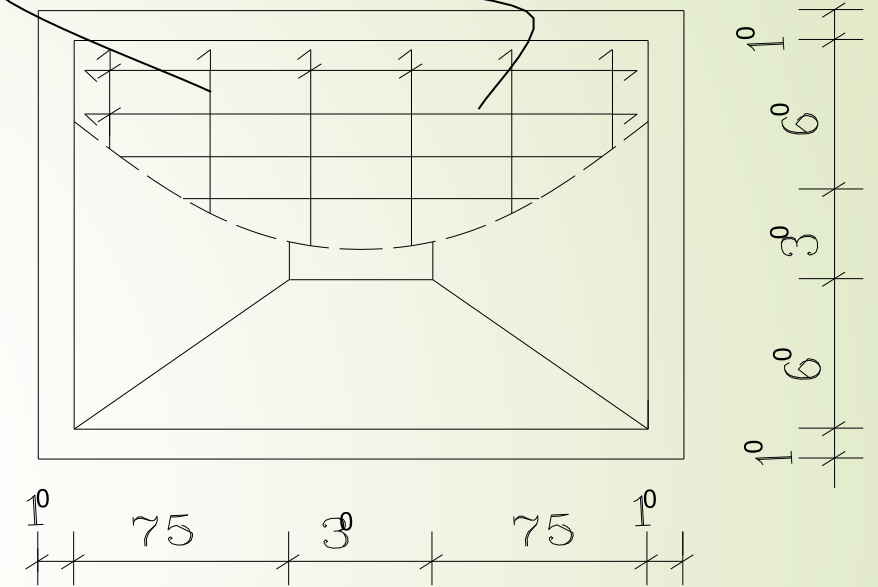
$$= 15,6 \approx 16 \text{ barres}$$

• Le poids "P_L":

$$P_L = 16 \times 1,94 \times 0,617 = 19,15 \text{ kg}$$

2) Sens Transversal:

esp = 15 cm



Exo 1 1) Volume du Béton

$$V_B = V_{BP} + V_S + V_{AP} + V_P$$

* Volume du Béton de propreté "V_{BP}" :

$$V_{BP} = 2 \times 2 \times 0,1 = 0,4 \text{ m}^3$$

* Volume Semelle "V_S" :

$$V_S = V_{\square} (\text{Rectangle}) + V_{\Delta} (\text{Trapeze})$$

$$\bullet V_{\square} = 1,8 \times 1,8 \times 0,4 = 1,296 \text{ m}^3$$

$$\bullet V_{\Delta} = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{B \times b'})$$

$$= \frac{0,3}{3} (1,8 \times 1,8 + 0,3 \times 0,3 + \sqrt{1,8 \times 0,3})$$

$$= \frac{0,3}{3} (0,09 + 3,24 + 0,54) = 0,387 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_S = 1,296 + 0,387 = 1,683 \text{ m}^3$$

* Volume gâvrois - poteau "V_{AP}" :

$$V_{AP} = 0,3 \times 0,3 \times 0,7 = 0,063 \text{ m}^3$$

* Volume poteau "V_P" :

$$V_P = 0,3 \times 0,3 \times 2,5 = 0,225 \text{ m}^3$$

d'où le Volume Total du Béton :

$$V_B = 0,4 + 1,683 + 0,063 + 0,225$$

$$V_B = 2,371 \text{ m}^3$$

2) Volume Remblai "V_R"

$$V_R = V_D - V_{BF}$$

• Volume deblai "V_D" :

$$V_D = 2 \times 2 \times 1,5 = 6 \text{ m}^3$$

• Volume de béton en fondation V_{BF} :

$$V_{BF} = V_{BP} + V_S + V_{AP}$$

$$= 0,4 + 1,683 + 0,063 = 2,146 \text{ m}^3$$

$$\text{d'où : } V_R = 6 - 2,146 = 3,854 \text{ m}^3$$

3) Volume Terre à transporter

$$V_{TT} = V_{Df} - V_{Df.R}$$

• Volume deblai foré :

$$V_{Df} = 1,3 \cdot V_D = 1,3 \times 6 = 7,8 \text{ m}^3$$

avec C_f = 30%

Solution :

$$1 \text{ m} \rightarrow (1 - 0,2) = 0,8 \text{ m} (C_f = 20\%)$$

$$V_{Df.R} \rightarrow V_R = 3,854 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow V_{Df.R} = \frac{1 \times 3,854}{0,8} = 4,817 \text{ m}^3$$

$$\text{d'où } V_{TT} = 7,8 - 4,817 = 2,982 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_{TT} = 2,982 \text{ m}^3$$

Exo 2 1) Sens longitudinal "L_L"

• L_L : longueur de la barre

$$L_L = 180 - 2,2 + 2,9d$$

$$= 18 - 4 - 18,1 = 1,94 \text{ m}$$

$$\bullet N = \frac{150 - 2,2}{18} + 1 = 14,69 + 1$$

$$= 15,6 \approx 16 \text{ barres}$$

• le poids "P_L" :

$$P_L = 16 \times 1,94 \times 0,617 = 19,15 \text{ kg}$$

2) Sens Transversal :

$$L_T = 150 - 2,2 - 2,9 \cdot 1$$

$$= 1,64 \text{ m}$$

• le Nombre de barres "N"

$$N = \frac{180 - 2,2}{10} + 1 = 11,73 + 1$$

$$= 12,73 \approx 13 \text{ barres}$$

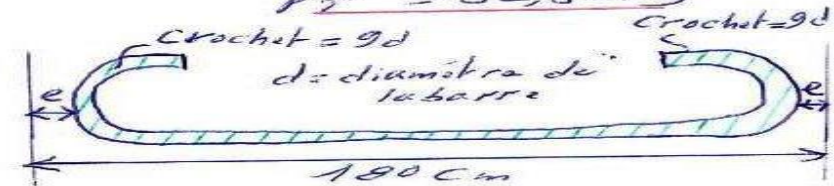
• le poids P_T :

$$P_T = 13 \times 1,64 \times 0,617 = 13,15 \text{ kg}$$

le poids Total égal :

$$P_T = P_L + P_T = 19,15 + 13,15$$

$$P_T = 32,30 \text{ kg}$$





Partie II:

ETUDE DU PRIX

- 
- Le projet BTP est la plus part du temps unique:
 - Parce qu'il se réalise chez le client
 - Parce que les lieux de constructions sont tous différents
 - Parce que la période de construction est toujours différente
 - Parce que les modes opératoires peuvent être variables pour la même prestation, etc.....

Pour les acteurs de l'acte de construire la difficulté, liée à la réalisation d'un produit unique (prototype), qui de plus est vendu avant qu'il soit construit, est d'en **estimer le coût**.

Suivant le degré d'avancement du projet, l'estimation du projet sera réalisée suivant différentes méthodes.

L'objectif de la phase **Etude de prix** est de déterminer le **Prix de Vente** d'un ouvrage de BTP par une Entreprise en vue d'obtenir un Marché.

Pour cela on dispose des données communiquées par les Intervenants dans la phase conception de cet ouvrage.

La première étape, suivant la complexité de l'ouvrage à construire, est la réalisation du Métré.

On dispose donc d'un document qui doit permettre d'évaluer le Prix de Vente de l'ouvrage.

Pour calculer le prix de vente du projet, on va estimer le coût de chaque Tâche élémentaire.

Pour cela on va procéder par analogie avec des projets que l'on a déjà réalisé :

- Lors du métré on a recherché dans le projet à étudier toutes les tâches que l'on pouvait identifier comme étant similaires à des tâches que l'on a déjà réalisées.
- A partir de l'étude du prix de revient de ces tâches on va pouvoir estimer le coût prévisionnel des tâches à réaliser.

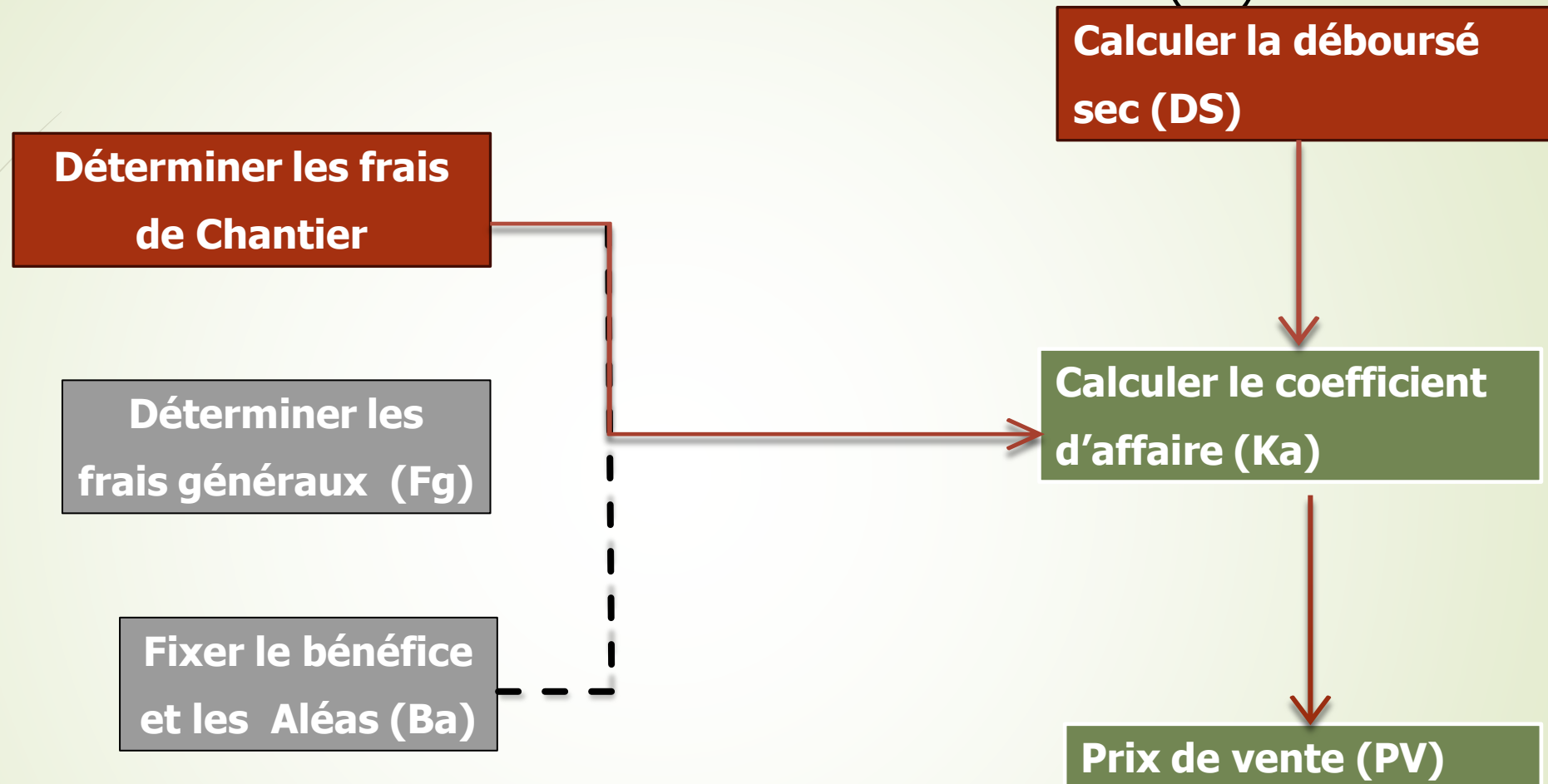
3. Etude de prix :

L'étude de prix a pour but de calculer, les prix de vente unitaires hors taxes (P.V.H.T.) des ouvrages élémentaires (O.E.) afin d'en déduire à l'aide du devis quantitatif le montant total ou partiel des travaux hors taxes (H.T) et toutes taxes comprises (T.T.C.).

Cette étude comprend les étapes suivantes :

- (1) Recherche des quantités élémentaires de composants
- (2) Calcul des déboursés horaires de main d'œuvre
- (3) Calcul des coûts hors taxes des matériaux rendus chantiers
- (4) Calcul des coûts d'utilisation des matériels de production affectables aux O.E.
- (5) Calcul des sous-détails de prix en déboursés secs
- (6) Recherche du coefficient de vente P.V.H.T / D.S (K) et calcul des P.V.H.T de chaque O.E
- (7) Elaboration du devis quantitatif estimatif (D.Q.E.)

Cette méthode de calcul est illustrée comme suit : la déboursé sec (DS)



F- Documentation nécessaire :

- Repère de production "main d'œuvre" ;
- Repéré de consommation "matériaux" ;
- Repère du temps d'utilisation "matériels" ;
- Repère des temps unitaire de "main d'œuvre"

3. Etude de prix : Recherche des quantités élémentaires de composants

1. Recherche des temps unitaires de main d'œuvre (M.O) :

Ce sont des temps d'exécution, exprimés en heures de présence ou en heures productives, nécessaires à la main d'œuvre de production pour réaliser une unité d'O.E donnée.

Les temps unitaires sont généralement donnés en heures d'ouvrier.

Nota : vous devez systématiquement ramener les temps unitaires exprimés en heures d'équipe en temps unitaires exprimés en heures d'ouvrier.

Pour cela il suffit de multiplier le temps unitaire d'équipe par le nombre d'ouvriers la composant :

Exemple : 0,50 h pour une équipe de 5 ouvriers équivalent à : $5 \times 0,50 = 2,50$ h d'ouvrier. Le besoin en main d'œuvre correspondant est obtenu en calculant le produit du temps unitaire de main d'œuvre par la quantité d'O.E.

$$\text{Besoin en M.O pour l'O.E} = T.U \times \text{Quantité d'O.E}$$

Exemple : Le besoin en M.O pour le bétonnage d'un m^2 de dalle est : $2,50 \times 0,200 = 0,50$ h
Réalisation d'un m^2 dalle en B.A (O.E) : T.U de fabrication et mise en œuvre d'un m^3 de béton pour dalle = $2,50 \text{ h/m}^3$; Quantité de béton de l'O.E = $0,200 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

3.1.2. Recherche des quantités élémentaires de matériaux :

Ce sont les besoins réels en matériaux y compris les pertes, casses ou chutes servant à réalisation d'une unité d'O.E. (sable, armatures, briques,...).

Les pertes, chutes, casses entraînent une majoration des frais engagés par une majoration des quantités approvisionnées.

Elles sont estimées en % à partir de statistiques d'entreprises ou d'études précises du besoin réel en matériaux.

Le coefficient permettant de déterminer la quantité élémentaire sera différent, selon que les pertes sont exprimées en fonction des quantités en oeuvre, ou en fonction des quantités approvisionnées.

$$\text{Quantité approvisionnées} = \text{quantité en oeuvre} + \text{pertes}$$

Exemple :

On recherche la quantité de béton entrant en compte dans la réalisation d'un m² de plancher en B.A de 20 cm d'épaisseur sachant que la perte pour le béton est estimée à 5% :

La quantité de béton en œuvre est de : $1 \times 1 \times 0,20 = 0,200 \text{ m}^3$ par m² de plancher.

1^{er} cas : les pertes sont données en fonction des quantités en oeuvre :

Quantité en œuvre	Pertes	Quantité approvisionnée
0,200 m ³	5%	$0,200 \times 1,05 = \mathbf{0,210 \text{ m}^3}$

2^{ème} cas : les pertes sont données en fonction des quantités réelles :

Quantité en œuvre	Pertes	Quantité approvisionnée
0,200 m ³	5%	$0,200 / 0,95 = \mathbf{0,211 \text{ m}^3}$

3.1.3. Recherche des temps unitaire du matériel de production

Ce sont des temps d'utilisation, exprimés en heures effectives ou en heures productives du matériel de production pour réaliser une unité d'O.E donnée.

Ils comprennent la part normale de temps morts (tracé au sol, nivellement,...) inhérents à la réalisation mais pas les immobilisations prolongées.

Les besoins réels en matériel de production pour réaliser une unité d'O.E donnée sont obtenus en calculant le produit du temps unitaire d'utilisation du matériel par la quantité d'O.E.

Exemple : Le besoin en matériel pour la réalisation d'un ml de fouille en rigole est :

$$2,50 \times (0,40 \times 0,60 \times 1,00) = \mathbf{0,60 \text{ h}}$$

Réalisation d'un ml de fouille en rigole de 60 cm de profondeur et de 40 cm de largeur avec un tractopelle pour un terrain rocheux fracturé : T.U = 2,50 h/m³ :

3.1.4. Recherche des besoins élémentaires en matières consommables :

Le coût dû aux matières consommables est soit pris en compte dans le sous détail de prix, soit incorporé comme matériaux ou soit directement répercutés dans les frais de chantier.

2. Calcul des déboursés horaires (ou coût horaire) de main d'œuvre

1. Etude des déboursés horaires (ou coût horaire) de main d'œuvre (D.H) :

Le déboursé horaire main d'œuvre est le coût que doit payer l'entreprise pour une heure de travail de main d'œuvre.

C'est le résultat du rapport suivant :
$$\mathbf{D.H} = \frac{\text{Déboursé global de main d'oeuvre pour une période donnée}}{\text{Nombre d'heures productives correspondantes}}$$

On distingue trois types de D.H. :

- Le D.H. par catégorie (voir les différentes catégories professionnelles)
- Le D.H. d'équipe : = Σ des D.H. des ouvriers de l'équipe
- Le D.H. moyen d'un ouvrier d'équipe :

$$\mathbf{D.H \text{ moyen d'un ouvrier} = \frac{D.H \text{ de l'équipe}}{\text{Nombre d'ouvriers de l'équipe}}}$$

www.cours-genie-civil.com

Pour établir les déboursés horaires des ouvriers, selon leurs spécialités, on doit connaître :

- Les salaires bruts des ouvriers par qualification; La proportion d'heures supplémentaires; Le montant des primes diverses; Les avantages en nature (nourriture, logement);
- Les indemnités et remboursement de frais; Le pourcentage des charges salariales (C.S); Les congés payés (C.P.); Les jours fériés (J.F.), chômés sans diminution de salaire;
- Les repos hebdomadaires, samedis et dimanches en principe dans le B.T.P.; Les absences exceptionnelles, rémunérées et non remboursées à l'employeur;
- Les ponts rémunérés et non récupérés et R.T.T.; Les repos compensateurs obligatoires (R.C.o)
- Les repos compensateurs de remplacement (R.C.r), qui permet de remplacer le paiement des H.S. et/ou de leur majoration.
- Les temps improductifs (T.I.)

3.2.2. **Durée légale du travail :**

- Durée légale hebdomadaire : 35 h

Equivalence des durées du travail

Année	Mois	Semaine	Jour
12 mois	4,3333 semaines	5 jours	7 h
52 semaines	21,67 jours	35 h	
260 jours	151,67 h		

3. Le taux horaire de base (T.H.B)

C'est le salaire horaire brut de base qui correspond à l'horaire hebdomadaire légal (sans heure supplémentaire : 35 h par semaine), en fonction de la qualification de l'ouvrier.

La fédération du B.T.P édite un document par département dans lequel les taux horaires de base sont fixés en fonction de l'échelon de l'ouvrier.

Le paiement mensuel des salaires est obligatoire dans toutes les professions visées à l'article L131-2 du code du travail, en particulier dans le bâtiment.

4. Les heures supplémentaires :

Ce sont les heures rémunérées en plus du salaire mensuel lorsqu'elles sont effectuées en plus de l'horaire convenu.

- Majoration de 25% de la 36^{ème} à la 43^{ème} heure incluses
- Majoration de 50% à partir de la 44^{ème} heure
- Majoration de 100% pour le travail de nuit (21h à 6h), des dimanches et jours fériés

Exemples :

Déterminer l'incidence de la majoration des heures supplémentaires (Is) en % du taux horaire de base :

Pour 36 h par semaine :

T.H.B = 7,22 €/mois ;

$$I_s = (0,25 \times 1 / 36) \times 100 \approx 0,7 \%$$

www.cours-genie-civil.com

De même:

37 h $\Rightarrow$ Is = 1,35%

38 h $\Rightarrow$ Is = 1,97%

39 h $\Rightarrow$ Is = 2,56%

3.2.5. Les primes et les indemnités

Les primes et gratifications sont des récompenses en argent assujetties aux charges salariales. Les avantages en nature sont à intégrer aux déboursés. Ils sont assujettis aux charges. Les indemnités ou remboursements de frais peuvent être non soumis en tout ou partie aux charges salariales :

- indemnités de panier (repas sur place, sur chantier)
- indemnité de repas (repas pris au restaurant)
- indemnités de déplacement : distance de plus de 50 km ou plus de 1h30 de trajet.

6. Les charges salariales et professionnelles

Sécurité sociale, retraite complémentaire, chômage, taxe d'apprentissage, formation professionnelle,...

7. Les repos compensateurs

Un repos compensateur obligatoire (RCO) et dû (temps ou argent) au salarié au-delà d'un certain volume d'heures supplémentaires (180 en 2004).

8. Les temps improductifs T.I

Ce sont des temps rémunérés sans travail, souvent exprimés en % du temps de présence (visite médicale, ...)

3. Calcul des coûts hors taxes des matériaux rendus chantiers

La valeur de chaque matériau rendu chantier est un élément essentiel du calcul des prix. Cette valeur est toujours calculée hors taxe. Ce calcul doit être effectué en dehors de celui des déboursés d'ouvrages, généralement en étude préliminaire.

1. Eléments à prendre en considération

La détermination d'un coût hors taxes d'un matériau rendu chantier fait entrer en jeu les éléments suivants :

- Valeur d'achat hors taxes (H.T) nette de remise
- Frais d'emballage et de conditionnement
- Frais de transport
- Frais de manutention (chargement et déchargement)
- Frais relatifs aux assurances
- Certains frais financiers
- Certaines charges complémentaires

Nota : Les incidences des pertes, casses, chutes, etc... sont rajoutées au niveau des quantités mises en œuvre et non sur le coût hors taxe rendu chantier.

2. Etude des valeurs d'achat hors taxes nettes de remises :

Les prix sur les matériaux sont hors taxes, c'est à dire sans la T.V.A :

- T.V.A en France métropolitaine : 19,6 %
- T.V.A dans les D.O.M : 8,5 %
- T.V.A Travaux de rénovation et d'entretien : 8,1 %

On doit aussi tenir compte des avantages accordés par le vendeur :
- Remises pour quantités importantes, fidélité, etc..
- Facilités liées à des conditions particulières de paiement (escompte)

3. Etude du transport et de la manutention :

Il y a trois solutions possibles pour transporter et manutentionner les matériaux :

- Le fournisseur
- Un transporteur (spécialiste des livraisons)
- L'entrepreneur

Les frais engagés sont assimilables à un coût supplémentaire. Ces frais s'appliquent aux quantités approvisionnées ou quantités à commander (pertes incluses) et non aux quantités en œuvre ou quantités nécessaires.

- Si les frais sont engagés par le fournisseur ou un transporteur, ils figurent en clair sur sa facture ; Il faut donc reprendre le montant facturé et le ramener à l'unité de matériau avant de l'ajouter à la valeur d'achat.

Exemple : transport de sable : 68€ pour 9m³ : $68 / 9 = 7,56 \text{ € pour } 1 \text{ m}^3 \text{ de sable}$

- Si les frais sont engagés par l'entreprise, ils sont estimés en D.S (puisque c'est un coût supplémentaire) puis ramenés à l'unité de matériau avant d'être ajoutés à la valeur d'achat :

3. Etude du transport et de la manutention :

Exemple : Incidence du déchargement : $((14,48 \times 3) \times 2) / 500 = \mathbf{0,17 \text{ € par sac.}}$

Déchargement de 500 sacs de ciment : 3 heures de main d'œuvre pour 2 ouvriers, sachant qu'un ouvrier coûte 14,48€ par heure à l'entreprise.

4. Etude des charges complémentaires :

Ces charges ont pour origine :

- Assurance pour matériau nouveau
- Assurance sur approvisionnement
- Frais relatifs à des matériaux importés : octroi de mer, etc.

Il faut calculer l'incidence unitaire, puis la rajouter dans le calcul de la valeur hors taxe du matériau rendu chantier.

5. Tableau de synthèse :

Désignation	U	Valeur d'achat €/U	Transport €/U	Manutention €/U	Charges complémentaires €/U	Coût H.T rendu chantier €/U

Coût d'utilisation du matériel de production (F/km, ...) = $\frac{\text{somme des dépenses engagées}}{\text{production totale correspondante}}$

4. Calcul des coûts d'utilisation des matériels de production affectables :

Deux éléments sont nécessaires au calcul du coût d'utilisation d'un matériel de production :

- la somme des dépenses engagées pour l'utilisation du matériel pendant une période;
- la production correspondante.

Les dépenses constituant les coûts d'utilisation varient en fonction du type de matériel et des conditions de son emploi.

3.4.1 Nature des dépenses à prendre en compte

Dans le cas des matériels de production quatre dépenses principales sont à considérer :

- l'amortissement (ou les frais de location),
- l'entretien et les réparations (dans le tarif de location),
- les matières consommables (carburants, lubrifiants,),
- les frais complémentaires (assurance...).

Les frais de main d'oeuvre de conduite peuvent être intégrés à ces coûts. Il convient toutefois de les étudier à part.

4. Calcul des coûts d'utilisation des matériels de production affectables :

3.4.2 Estimation de la production

Il existe trois moyens principaux pour estimer une production :

- les rapports de chantier ou d'activité, qui doivent préciser les conditions du travail,
- l'expérience des conducteurs de travaux et conducteurs d'engins,
- les données des constructeurs, souvent optimisées.

3.5 Calcul des sous-détails de prix en déboursés secs :

Chaque sous-détail fera l'objet d'une étude méthodique comportant 5 phases :

- 1/ bilan des composants du prix étudié,*
- 2/ recherche ou étude, puis report des "quantités élémentaires de composants ",*
- 3/ recherche ou étude, puis report des" déboursés unitaires correspondants",*
- 4/ calcul des parts de composants, puis du D.S. de l'unité d'O.E. ou de l'O.E.,*
- 5/ calcul du (ou des) P.V.H.T. correspondants à reporter dans le D.Q.E :*
 - . soit en utilisant les pourcentages majorateurs de charges complémentaires et bénéfice,*
 - . soit en utilisant un coefficient de P.V.H.T. applicable aux D.S. des O.E (coefficient k).*

4. Calcul des coûts d'utilisation des matériels de production affectables :

3.5 Calcul des sous-détails de prix en déboursés secs :

En présence d' "*O.E. composites* " faisant appel à des "*composants complexes* " (béton par exemple, dans le cas d'élément préfabriqué en B.A. ou mortier, dans le cas d'une maçonnerie, d'un enduit ou d'une chape), il convient d'évaluer préalablement chaque composant complexe en D.S. matériaux seuls (sous- détails primaires) ; la main d'œuvre étant quant à elle, directement prise en compte de manière apparente au niveau du sous-détail final.

3.5.1 Calcul des sous détails primaires :

Lors de la construction d'un ouvrage, on va retrouver généralement des similitudes entre des bétons, mortiers, enduits, du coffrage... de différents éléments de ce bâtiment, mais aussi d'autres ouvrages.

Pour simplifier les calculs, on va donc rechercher le déboursé sec unitaire de ces composants, que l'on utilisera alors, pour le calcul des déboursés secs unitaires d'ouvrages élémentaires.

Pour calculer un déboursé sec unitaire primaire, on va établir un sous-détail primaire.

Exemple : Calcul d'un déboursé sec d'un m³ de béton type B1 (matériaux seuls) :

N	Désignation	U	Quantité	Déboursé unitaire	Déboursé sec (D.S)
					Matériaux
B1	Sable	m³	0,420	12,70	5,33
	Gravier	m³	0,841	10,85	9,12
	ciment	t	0,350	106,72	37,35
Sous-détail primaire					51,80

Explications complémentaires pour les sous détails primaires et sous détails élémentaires :

- **Unité (U)** : celle correspondant au coût unitaire de l'élément étudié
- **Quantité élémentaire (Q)** : celle fournie par le C.C.T.P (ou par de la documentation technique) pour la réalisation de l'unité d'ouvrage étudié augmentée le cas échéant par les pertes, casses, chutes, ...
 - o Pour réaliser 1 m³ de béton, il faut : 420 l de sable, 841 l de gravier, 350 kg de ciment.
- **Déboursé unitaire (D.U)** : c'est le coût hors taxes de l'unité de l'élément calculé. Pour la main d'œuvre on utilisera le déboursé horaire, pour les matériaux on utilisera les coûts hors taxes rendus chantier et pour les matériels le coût d'utilisation.

Exemple : 1 m³ de sable = 12,70 €

3.5.2 Calcul des sous détails de prix :

Pour chaque O.E. (poteau, poutre, fondation, plancher, voile...) décrit dans le cahier des clauses techniques particulières (C.C.T.P), on va calculer un déboursé sec unitaire correspondant (m² de plancher, ml de voile,...).
Pour calculer ce D.S. unitaire d'O.E. on doit établir un sous détail de prix.

N°	Désignation	U	Quantité	Déboursé unitaire	Déboursés secs (D.S)		
					Matériaux	Main d'œuvre	Matériel
P1	Mise en œuvre du plancher	h	1,50	12,91		19,37	
	Fabrication du béton	h	0,21	13,26		2,78	
	Mise en œuvre du treillis	h	0,50	13,67		6,84	
	Hérisson 20/40	m ³	0,154	8,38	1,29		
	Polystyrène	m ²	0,49	2,08	1,02		
	Sable 3/5	t	0,035	16,12	0,56		
	Film Polyane	m ²	1,05	0,13	0,14		
	Béton type B1	m ³	0,083	51,80	4,30		
	Treillis soudé	kg	1,900	1,56	2,96		
					10,27	28,99	
					39,26 €		

6. Calcul des P.V.H.T et des coûts (recherche du coefficient de vente K) :**1. Composants du prix de vente hors taxes (P.V.H.T) :**

- **Les P.V.H.T** : Ils sont obtenus à partir des "coûts de revient prévisionnels" (C.R. prévis.), auxquels on ajoute la "marge de Bénéfice et aléas" (B. & a.) choisie pour l'opération.

$$\text{P.V. H.T} = \text{C.R.} + \text{B. \& a.}$$

- **Le bénéfice** (B) est la marge que s'attribue l'entreprise ;
- **Les aléas** (a) sont destinés à compenser les imprévus.

- **Le coût de revient (C.R)** : Il est la somme du coût de production (C.p), des frais d'opération (F.op) et des frais généraux (F.G) :

$$\text{C.R} = \text{C.p} + \text{F.op} + \text{F.G}$$

► **Les frais d'opération** (F.op) sont les dépenses affectables à un ouvrage donné qui ne concernent pas la production sur chantier:

- Frais de marché
- frais exceptionnels Exemple : frais de bureau de contrôle

► **Les frais généraux** (F.G) sont les frais nécessaires au bon fonctionnement de l'entreprise. On les classe en deux catégories :

- Les frais d'études (études générales, devis infructueux,...) ainsi que les frais d'exploitation (dépenses communes à l'ensemble des chantiers)
- les frais de siège : frais d'organisation et de gestion de l'entreprise

- **Le coût de production (C.P)** : Il est quant à lui un coût à l'image de la production sur chantier, il va reprendre les déboursés secs (D.S) et les frais de chantier (F.C) :

$$\text{D.S} + \text{F.C} = \text{C.p}$$

► **Les D.S** sont ceux établis précédemment par sous détails.

► **Les frais de chantier (F.C)** sont les dépenses imputables à l'ensemble des travaux du chantier et qui ne peuvent pas être affectées à l'exécution d'un ouvrage élémentaire précis. Ils comprennent plusieurs postes :

- Personnel d'encadrement : personnel non affecté à des tâches de production
- Main d'œuvre indirecte ; installation, entretien,
- Frais de matériel non affecté à un ouvrage élémentaire : grue,...
- Frais d'installation et de repliement de chantier
- Fournitures complémentaires de chantier : eau, électricité,
- Intervenants extérieurs : laboratoire, géomètre
- Compte prorata

Comme les D.S, ils s'analysent dans un grand sous détail et se récupèrent grâce à % des D.S.

3.6.2 Calcul du coefficient de vente (K) :

Le coefficient de vente est la valeur à appliquer sur le D.S de l'ouvrage élémentaire pour obtenir son prix de vente hors taxes.

Rappel : $P.V.H.T = D.S + F.C + F.op + F.G + B\&a$

Les différents frais sont généralement établis en % des déboursés secs ou du P.V.H.T : Exemple :

$$F.C = a \% D.S \quad F.op = b \% P.V.H.T \quad F.G = c \% P.V.H.T \quad B\&a = d \% P.V.H.T$$

D'où : $P.V.H.T = D.S + a \% D.S + (b + c + d)\% P.V.H.T$ 

Que l'on transforme en : $P.V.H.T = K \times D.S$

Avec :

$$K = \frac{1 + a \%}{1 - (b + c + d)\%}$$

7. Elaboration du devis quantitatif estimatif :

Le D.Q.E. ou le D.P.G.F. est élaboré à partir du D.Q. ou du cadre de D.P.G.F. à compléter auquel on ajoute deux colonnes : "P.V.H.T." et "montant". Voici les fonctions des différentes colonnes :

-Colonnes "N° à Quantité" :

Ces colonnes ont la même fonction que précédemment pour l'avant-métré mais le détail des calculs ne figure pas (comme pour le D.Q. ou le cadre de D.P.G.F. à compléter).

-Colonne "P.V.H.T." :

Cette colonne sert à noter les prix de vente hors taxes des unités d'ouvrages élémentaires issus :

- . De l'étude de prix d'entreprise ($K \times D.S$),
- . Du bordereau de prix préétabli par l'entreprise, (statistique de P.V.H.T. reconductibles)

-Colonne "montant partiel" :

Cette colonne sert à noter le montant partiel H.T résultant du produit de la quantité d'O.E par le P.V unitaire H.T.

Le total des montants H.T. des ouvrages élémentaires inscrits dans la colonne "montant partiel" représente le montant total H.T. de l'ouvrage.

7. Elaboration du devis quantitatif estimatif :

Le total des montants H.T. des ouvrages élémentaires inscrits dans la colonne "montant partiel" représente le montant total H.T. de l'ouvrage.

Ce montant doit être suivi du montant correspondant à la taxe sur la valeur ajoutée (T.V.A).

Pour finir, on calcul le montant total toutes taxes comprises (T.T.C) en ajoutant le montant de la T.V.A. au montant total H.T. de l'ouvrage.

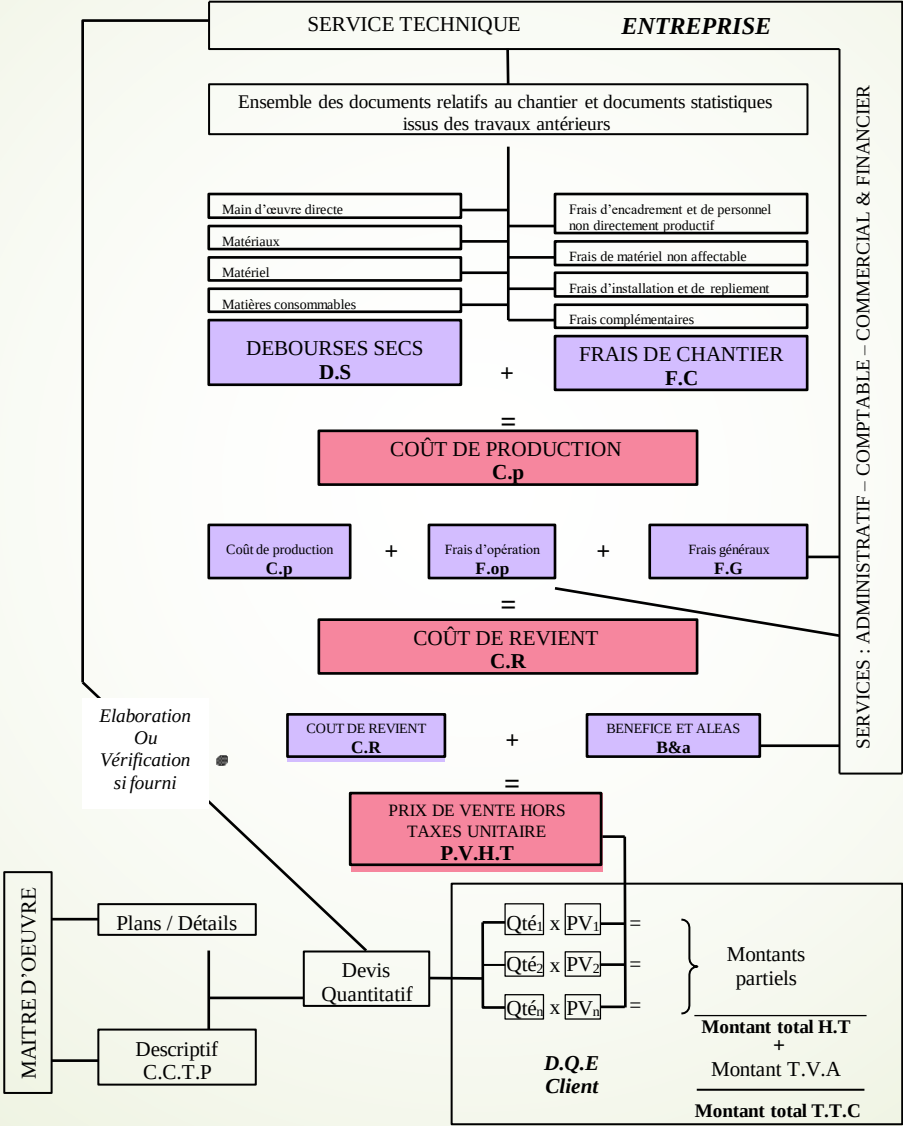
Montant total T.T.C = Montant total H.T + T.V.A **Exemple** : (on prend K = 1,4855)

Devis quantitatif estimatif (D.Q.E)

N°	Désignation	U	Quantité	P.V.H.T €/U	Montant partiel H.T €
P1	Plancher de type P1	m ²	264,00	58,32	15396,48
V1	Voiles de type V1	ml	120,00	71,95	8634,00
V2	Voiles de type V2	ml	148,00	75,76	11212,48
Po	Poutres désignées Po	ml	63,20	36,47	2304,90
Montant total hors taxe :					37547,86 €

T.V.A (Réunion : 8,5%) = 3191,57 €

Montant total T.T.C = 40739,43 €



B- Contenu d'un sous-détail :

Il faut prendre en considération :

- Les quantités des matériaux et leurs prix unitaires.
- Les quantités de mains-d'œuvre et son coût.
- Les quantités de matériel et son coût d'utilisation.

Le résultat de chaque sous détail constitue le prix sec P.S de chaque poste d'ouvrage. Ces prix sec seront multiplier par le coefficient de vente K_v .

C- Avantage de la méthode :

Cette méthode demande un travail colossal et une analyse laborieuse, car elle impose une connaissance parfaite de l'entreprise quant à ses moyens, ses méthodes de production, son organisation et sa gestion, en revanche elle contribue à l'amélioration et à la réussite de l'entreprise car elle présente les avantages suivants:

- Réalisme de la prévision (offre précise) ;
- Adaptation à une situation donnée ;
- Adaptation à la possibilité de l'entreprise ;
- Utilisation possible pour le contrôle (temps passé, emploi des matériaux) ;
- Base de bilan de chantier et de l'analyse des écarts de prévision.

D- Présentation d'un sous détail :

Chaque sous détail fait l'objet d'une fiche individuelle, qui pourra être actualisée et qui est soit classé, soit mise en mémoire en vue d'une exploitation ultérieure. Quel que soit sa présentation, le tableau doit comporter les éléments suivants :

Imprimé	Sous détail des prix secs						Page
Etude :	Date						
Article N°	Quantité :	Unité :					
Libelle :			M.O	Four	M.C	M.S	S/Total
•Main d'œuvre : .....			.....	.....	.....	.....	.....
•Fournitures : .....			.....	.....	.....	.....	.....
•Matières consommables : .....			.....	.....	.....	.....	.....
•Pertes : .....			.....	.....	.....	.....	.....
•Matériels Spécifiques : .....			.....	.....	.....	.....	.....
Totaux			.....	.....	.....	.....	.....

E- Cheminement a suivre pour etablir un sous détail de prix :

Après analyse du dossier concernant le projet, on procède a l'établissement des quantités d'ouvrage (avant-métré) en divisant le projet en plusieurs lots ou nature d'activité, lesquelles seront ensuite décomposées en poste d'ouvrages et par la suite la phase de l'étude de prix qui va être entamé.

1. Calcul de la déboursé sec :

Couramment pour qualifier :

- Le personnel cadre d'un chantier de et, en particulier, la main Une ressource, par définition, est le moyen dont on dispose, ou possibilité d'action en vue de réaliser une activité. Dans les travaux publics, le terme de « ressource » est utilisé d'œuvre du chantier.
- Le matériel utilisé.
- Les fournitures consommées.

1. Calcul de la déboursé sec :

a - Main d'œuvre (Mo) :

Travail de l'homme dans la construction d'un ouvrage. La main d'oeuvre est dite « productive » lorsqu'elle participe directement à l'ouvrage et facturé comme telle.

Elle est dite « improductive » lorsque les travaux réalisés ne sont pas rémunérés directement (travaux d'installation, d'aménagement...) et qui ne figure pas au devis et qui ne sont pas facturés de cette qualité.

b - Matériel (Ma) :

Moyen de production machine pour la construction d'un ouvrage, mais aussi tout instrument ou objet utilisé par l'entreprise (bureautique, véhicule, mobilier, engins...) qui induit la notion d'amortissement par rapport à la notion de consommation.

La nuance matérielle productive ou improductive est identique à celle décrite pour la main d'œuvre. Dans la construction on associe au matériel la main d'œuvre d'é conduite des engins.

1. Calcul de la déboursé sec :

c - Fournitures (Fo) :

Matière d'origine naturelle ou artificielle qui entre dans la construction des ouvrages. Dans la construction, la notion de fournitures est étendue à un moyen de fabrication mis en œuvre, qui reste dans le produit fini (exemple : coffrage perdu...).

La notion de matériau productif ou improductif est là aussi identique à celle de la main d'œuvre. Pour l'établissement des coûts de ressources il est nécessaire de connaître leurs paramètres constitutifs et les facteurs de leurs variations. Ces paramètres, souvent variables, sont établis par les collectes des informations venant de l'exploitation des chantiers précédents.

Cependant l'établissement d'une procédure de calcul de coût des ressources consiste dans la recherche des réponses à trois questions appliquées à chaque famille de ressources :

-Qu'est ce qui coûte dans cette ressource ?

-Combien chaque élément coûte-t-il ?

1. Calcul de la déboursé sec :

c - Fournitures (Fo) :

- Combien chaque élément coûte-t-il ?
- Comment calcule-t-on, en synthèse, le coût de la ressource ?

L'évaluation financière de l'utilisation des moyens de production, pour la réalisation d'un

ouvrage qui comprend :

- Le coût du personnel productif.
- Le coût des matériels productifs.
- Le coût des fournitures productives. Est

appelé « Déboursé sec »

On définit aussi le « déboursé sec global » qui est évalué par la somme des résultats des quantités de main d'œuvre, matériel, fournitures productives multipliés par les prix unitaires (PU) de chacun de ces éléments :

$$DS = \Sigma [(QMo \times PUMo) + (QMa \times PUMa) + (QFo \times PUFo)]$$

2. Calcul du coût de la main d'œuvre :

Le salaire de la main d'œuvre à pour unité DA/H (Dinar Algérien/Heure) il se décompose en trois éléments :

- Salaire de base + ICP (indemnité complémentaire provisoire) exprimé en DA/H
- Charges sur salaires exprimé en %
- Prime extra le cas échéant exprimé en DA/H

Le salaire horaire de la main d'œuvre sera exprimé comme suit :

$$[(SALAIRE DE BASE + ICP) + PRIME EXTRA] \times \text{Charge sur salaires}$$

Exemple :

Le salaire d'un manœuvre ordinaire sera composé comme suit :

Salaire de base +ICP	1,181
Prime extra	0
Charge sur salaires	69,16 %
Total	1.998

L'évaluation de la déboursé de main d'œuvre d'un chantier consiste à :

- Quantifier toutes les heures de production et d'improductivités nécessaires pour réaliser l'ouvrage en question et établir ainsi le rendement de la main d'œuvre pour chaque type d'ouvrage
- Multiplier le total, ainsi obtenu, par le coût unitaire moyen de la main d'œuvre chantier Cette méthode présente l'avantage d'être générale et s'applique à tout corps d'état ceci dit, il sera plus utile de déterminer des équipes types pour chaque type d'ouvrage, chaque équipe sera composé de la main d'œuvre nécessaire (en quantité suffisante) à l'élaboration de l'ouvrage.

Exemple :

Donc le salaire horaire d'une équipe de ferrailage sera de 9,257 DA/H

Ainsi il reste à déterminer le rendement de cette équipe pour chaque ouvrage.

Le calcul de ce rendement se base sur les constatations sur chantier où il faudra tenir compte du temps de production et celui improductif.

Désignation	Unité	Quantité	Prix HTVA
Ouvrier qualifié 2 ^{ème} catégorie	H	1	2,373
Ouvrier qualifié 1 ^{ème} catégorie	H	1	2,268
Aide ouvrier	H	2	2,178
Ouvrier hautement qualifié	H	1	2.438
Total			9.257

TRAVAUX EN BETON ARME « FERRAILLAGE »: prix de la main d'œuvre

Désignation	Unité	Quantité	Rendement	Prix de revient (Mo) de la tonne
Dalles pleines sans nervures : surcharges au m ² moins de 200 kg,% d'acier en plus 5%	T	1	41.667	385.708
Dalles pleines sans nervures : surcharges au m ² de 201 à 300 kg,% d'acier en plus 5%	H	1	45.833	424.279
Dalles nervurées (espace entre nervure ≤ 50 cm): surcharge de moins de 200 kg, % d'acier en plus 7%	H	2	54.167	501.421
Dalles nervurées (espace entre nervure ≤ 50 cm): surcharge de moins de 201 à 300, % d'acier en plus 7%	H	1	58.333	539.992

3. Calcul du coût de Matériel :

Le coût de fonctionnement de matériel correspond aux dépenses réelles de l'engin, ces dépenses sont divisées en deux parties :

- **Les frais fixes :**

Qui sont des charges relatives à la dotation du matériel par l'entreprise quel que soit son utilisation même son immobilisation. Ils comprennent : l'amortissement du matériel, les assurances et les impôts sur l'engin.

- **Les frais variables :**

Ils sont directement liés à l'utilisation de l'engin à savoir : Matériels consommables, Entretien et main d'œuvre de conduit.

4. Calcul du coût de Fournitures :

C'est la partie la plus délicate dans le processus de calcul de prix. En effet, ce sont les fournitures qui constituent la majeure partie d'un ouvrage.

Le calcul de prix de revient d'un ouvrage consiste à calculer le prix de revient de ces trois éléments principaux à savoir :

- Prix de fournitures.
- Prix de main d'œuvre.
- Prix de matériel.

5. Calcul des coefficients d'affaire

Communément appelé « coefficient de vente » ils consistent à la prise en compte des paramètres de frais de chantier(KFc), des frais généraux(KFg) et des marges de bénéfices et aléas(KBa).

5. Calcul des coefficients d'affaire

Ces coefficients sont propres à chaque affaire, ils sont déterminés à partir des anciennes expériences de l'entreprise et de ses attentes et de ses objectifs.

Ces coefficients constituent un des secrets concurrentiels de l'entreprise.

Si dans l'étape précédente nous avons pu quantifier les différents éléments, pour le calcul des coefficients d'affaire on ne peut pas les quantifier exactement mais on établit un coefficient général compte tenu des différents paramètres propre à l'entreprise.

1.Frais de chantier (Fc)

C'est l'ensemble des dépenses engagées ou prévisionnelle d'un ouvrage ou d'un chantier, qui, n'étant pas des dépenses directes (déboursé sec) sont cependant reconnues comme imputables à ce chantier là (rémunération du chef de chantier, du géomètre de chantier, frais d'installation, de transfert...). L'ensemble de ces dépenses est exprimé en pourcentage.

Dans le cadre d'une étude de prix il n'est pas possible de définir pour chaque article quelle est la part juste d'imputation des charges générales pesant sur le chantier. Des statistiques, calculées d'après l'expérience acquise sur des chantiers antérieurs, permettent de déterminer un coefficient à appliquer.

Le coefficient de frais de chantier : $K_{Fc} = (1 + Fc) / 100$

L'application de ce coefficient sur le déboursé sec permet de déterminer le déboursé (D) (ou prix de revient du chantier) :

$$D = K_{Fc} \times DS$$

2. Frais généraux (Fg)

Exprimé en pourcentage, c'est l'ensemble des dépenses relatives au fonctionnement des services internes de l'entreprise (service « Hors production »). Cela représente toutes les dépenses qui, justifiées par les besoins de fonctionnement interne, ne peuvent pas être reconnues comme imputable à un chantier plutôt qu'à un autre.

Les paramètres de base utilisés pour l'établissement des ratios de frais généraux sont variables d'une entreprise à une autre. Parmi ces paramètres on peut citer :

- Le chiffre d'affaires hors taxe
- Le montant des dépenses fonctionnelles
- Le montant total des dépenses en main d'œuvre
- Le montant total des dépenses en matériel de l'entreprise.
- Le montant total des dépenses en matériel de location

2. Frais généraux (Fg)

Le montant total des dépenses en fournitures de production

- Les frais de gestion de personnel
- Les frais de gestion des matériels interne (photocopie, fax, ordinateurs...)
- Frais interne à l'entreprise.

Le coefficient de frais généraux : $KFg = (1 + Fg)/100$

3. Bénéfices et aléas (Ba)

C'est un pourcentage représentant la marge de gain escompte par l'entreprise ainsi qu'une marge sécuritaire (surtout dans le cas d'un projet à prix ferme non révisable) Ce pourcentage est déterminé selon la politique de l'entreprise mais c'est lui qui détermine le gain final de l'entreprise.

Sa détermination suit deux critères :

- Le gain attendu par l'entreprise.
- La conjoncture économique nationale et internationale.

Le coefficient de Bénéfices et aléas : $KBa = (1 + Ba)/100$

3. Bénéfices et aléas (Ba)

F. Calcul de prix de vente

La prise en compte de ces coefficients au niveau d'une étude de prix est souvent résumée dans un seul coefficient que l'entreprise appliquera sur sa déboursé sec (ou déboursé selon la méthode) pour obtenir son prix de vente.

Une méthode mathématique de la détermination du coefficient d'affaire (Ka) à appliquer est :

$$K_a = K_{Fc} \times K_{Fg} \times K_{Ba}$$

Ce coefficient sera appliqué à la déboursé sec dont le prix de vente d'un article sera : **$PV = Ka \times DS$**

Exemple :

Ce coefficient sera appliqué à la déboursé sec dont le prix de vente d'un article sera : **$PV = Ka \times DS$**

Exemple :

$$Fc = 10\% \longrightarrow KFc = 1,10$$

$$Fg = 15\% \longrightarrow KFg = 1,15$$

$$Ba = 25\% \longrightarrow Kba = 1,25$$

$$**K = (1,10 \times 1,15 \times 1,25) = 1,581**$$

Ainsi le prix de vente de 1 m² de mur 25cm en brique dont DS = 22,66 sera en valeur :

$$PV = Ka \times DS = 1,581 \times 22,66 = 35,993 \text{ da HAVA}$$

Cette méthode de calcul est illustrée comme suit : la déboursé sec (DS)

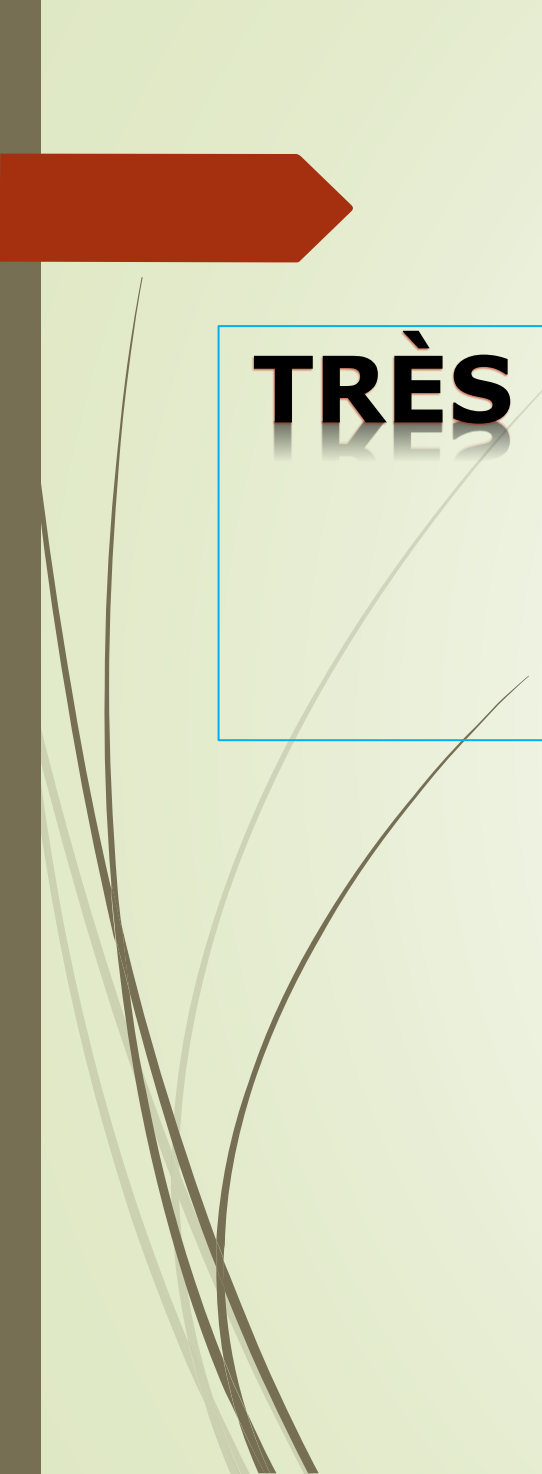
Calculer la déboursé sec (DS)

Déterminer les frais de Chantier (Fc)

CONCLUSION

Au terme de ce cours, il convient de souligner que la formation des techniciens et Ingénieurs en BTP constitue aujourd'hui l'outil par excellence de la gestion, la gestion et la maîtrise des coûts constitue des outils importants à acquérir et à maîtriser .

Les acquis du cours de Métré de Génie civil, Bâtiment et TP s'avèrent indispensables pour une imprégnation des projets de Génie Civil.



TRÈS CHERS AUDITEURS, CHERS ÉTUDIANTS

**MERCI POUR VOTRE
AIMABLE ATTENTION !**

JE VOUS REMERCIE !