

Chapitre VI : Avant métré des ouvrages en béton armé

Dans ce chapitre nous abordons les différents techniques et le métré des maçonneries des ouvrages en Béton.

VI.1. Avant-métré en maçonnerie

On classe sous le nom de maçonnerie tous les ouvrages dans lesquels entrent les pierres naturelles telles que les pierres de carrières, les cailloux, les pierres artificielles et composés céramiques (terre comprimée, brique, terre cuits, etc ...).

VI.1.1. Maçonnerie de moellons

La maçonnerie de moellons pour fondation, mur en élévation ou voûte seront mesurés tout vides déduits. Toutefois les vides ayant moins de 0,05 m² de sections, les tuyaux de fumée, ou les abouts des poutres prenant appuis sur les murs ne seront pas déduits du cube, le cube est déterminé d'après les dimensions données par les plans.

Les maçonneries de moellons comprennent deux éléments essentiels :

- Les moellons qui sont des pierres de forme irrégulière ;
- Le mortier de joint qui lie ces pierres entre elles ; nous envisagerons ici les mortiers enciment seulement.

Dans 1 m³ de maçonnerie de moellons, ces constituants occupent les proportions suivantes de volume :

- moellons : 0,5 ... 1,0 m³ ; en moyenne 0,75 ... 0,95 m³ ;
- mortier : 0,10 ... 0,50 m³; en moyenne 0,20 ... 0,30 m³.

Les mortiers en ciment sont composés de sable et de ciment. Le sable occupe le volume total du mortier, quant au ciment, il remplit les vides laissés entre les grains de sable qu'il lie entre eux. Le dosage des mortiers varie très largement : de 50 à 600 kg/m³ et même plus selon la nature de la maçonnerie, la destination et les conditions d'exploitation. Donc dans 1m³ de mortier, ce qui va correspondre à 1m³ de sable ou $1000/60 = 16,67$ brouettées de sable (capacité de la brouette = 60 litres), on peut mettre de 1 à 12 sacs (1 sac = 50 kg) de ciment et même plus. Dans le tableau VI.1 sont données les quantités de sable et de ciment selon les dosages en ciment et le nombre de brouettées de sable. Le calcul se fait de la manière suivante.

♦ Pour un dosage en ciment donné (voir colonne 1), on détermine le nombre de sacs de ciment (1 sac = 50 kg) pour 1m³ de mortier en divisant le dosage par 50 kg (colonne 2). Sachant que pour 1m³ de sable, c'est-à-dire pour 16,67 brouettées de sable, on a un dosage donné (colonne 1), on calcule ainsi le nombre de brouettées de sable pour 1 sac de

ciment, c'est-à-dire pour 50 kg de ciment (colonne 3) :

$$\begin{array}{ccc} \text{Nombre de brouettées de sable} = S & \xrightarrow{\hspace{2cm}} & 50 \text{ kg (1 sac)} \\ 1 \text{ m}^3 & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & C = \frac{1 \cdot 50}{S} \end{array}$$

Tableau VI. 1. Les quantités de sable et de ciment selon les dosages en ciment et le nombre de brouettées

Détermination de la quantité de sable à partir d'un dosage en ciment donné du mortier			Détermination du dosage en ciment du mortier à partir de la quantité de sable pour 1 sac de ciment		
Dosage en ciment, en kg/m ³	Nombre de sacs de ciment pour 1 m ³ de mortier	Nombre de brouettées de sable pour 1 sac de ciment	Nombre de brouettées de sable correspondant pour 1 sac de ciment	Volume de sable correspondant, m ³	Dosage du mortier en ciment correspondant
1	2	3	4	5	6
100	2	8,34	8	0,48	104
125	2,5	6,67	7,5	0,45	111
150	3	5,56	7	0,42	119
175	3,5	4,76	6,5	0,39	128
200	4	4,17	6	0,36	139
225	4,5	3,70	5,5	0,33	152
250	5	3,33	5	0,3	167
275	5,5	3,03	4,5	0,27	185
300	6	2,78	4	0,24	208
325	6,5	2,56	3,75	0,225	222
350	7	2,38	3,5	0,21	238
375	7,5	2,22	3,25	0,195	256
400	8	2,08	3	0,18	278
425	8,5	1,96	2,75	0,165	303
450	9	1,85	2,5	0,15	333
475	9,5	1,75	2	0,12	417
500	10	1,67	1,5	0,09	556
550	11	1,52	1	0,06	833
600	12	1,39	0,5	0,03	1667

VI.1.2. Maçonnerie d'agglomérés

Les maçonneries d'agglomérés sont constituées :

- D'agglomérés en béton, d'épaisseur donnée (couramment 10 cm, 15 cm et 20 cm)
- De joints en mortier de ciment.

VI.1.2.1. Les agglomérés

Les agglomérés sont des briques en béton ou en mortier avec ou sans alvéoles. Les agglomérés sans alvéoles sont couramment appelés **agglomérés pleins** ou **briques pleines** ; ils sont d'épaisseur 10 cm, 15 cm ou 20 cm. Les agglomérés avec alvéoles sont couramment appelés **agglomérés creux** ou **briques creuses** ; ils sont d'épaisseur 10 cm, 15 cm ou 20 cm. Les volumes des différents agglomérés pleins et creux sont donnés dans le **tableau VI.2**.

Pour les agglomérés, le rapport G/S varie de 0 à 1,5, couramment entre 0,0 et 0,50. Les dosages en ciment varient de 80 à 300 kg/m³, couramment de 150 à 200 kg/m³. Dans le **tableau VI.3**, sont donnés les dosages correspondant à différents nombres d'agglomérés confectionnés par sac de ciment (1 sac = 50 kg). Le calcul se fait comme suit :

♦ En choisissant la nature des agglomérés (pleins ou creux, voir colonne 1) et leur épaisseur (10 cm, 15 cm ou 20 cm, voir colonne 2), on connaît le volume d'un aggloméré (colonne 3). En prenant un nombre d'agglomérés confectionnés par sac de ciment (colonne 4), on peut déterminer le volume total V des agglomérés (colonne 5 = colonne 4 * colonne 3). Ainsi, ce volume calculé V correspond à **1 sac** de ciment, c'est-à-dire à **50 kg** de ciment. Le dosage en ciment C , en kg pour 1 m³ de béton correspondant (colonne 6) est déterminé en divisant les 50 kg par le volume V :

$$\begin{array}{ccc} V & \longrightarrow & 50 \text{ kg} \\ 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & C = \frac{1 \cdot 50}{V} \end{array}$$

On peut également déterminer le nombre d'agglomérés à confectionner par sac de ciment à partir d'un dosage en ciment donné. Pour cela, il s'agit de savoir que le dosage donné C (colonne 7) donne la quantité de ciment pour un volume de béton égal à 1 m³. Donc, pour **1 sac** de ciment qui fait **50 kg**, il faut un volume V (colonne 8) qui, divisé par le volume d'un aggloméré choisi (colonne 3) donne le nombre de ce type d'aggloméré (colonne 9) à confectionner par sac de ciment:

$$\begin{array}{ccc} C & \longrightarrow & 1 \text{ m}^3 \\ 50 \text{ kg} = 1 \text{ sac} & \longrightarrow & V = \frac{1 \cdot 50}{C} \\ \text{Nombre de briques} & = & V / (\text{Volume d'1 aggloméré}) \end{array}$$

Tableau VI. 2. Les volumes des différents agglomérés pleins et creux

Nature des agglomérés	Dimensions des agglomérés			Volume d'un aggloméré, en m ³
	Epaisseur, en cm	Hauteur, en cm	Longueur, en cm	
Agglomérés pleins	10	20	40	0,0080
	15	20	40	0,0120
	20	20	40	0,0160
Agglomérés creux	10	20	40	0,0053
	15	20	40	0,0070
	20	20	40	0,00834

Tableau VI. 3. Les dosages correspondant à différents nombres d'agglomérés confectionnés par sac de ciment

Nature des agglomérés	Epaisseur des agglomérés, cm	Volume d'un aggloméré, m ³	Détermination du dosage à partir du nombre de briques par sac de ciment			Détermination du nombre d'agglomérés à confectionner par sac de ciment à partir du dosage en ciment		
			Nombre d'agglomérés confectionnés par sac de ciment	Volume total des agglomérés confectionnés, m ³	Dosage en ciment correspondant, kg/m ³	Dosage en ciment, kg/m ³	Volume béton obtenu pour 1 sac de ciment, m ³	Nombre d'agglomérés obtenu par sac de ciment
1	2	3	4	5	6	7	8	9
aggloméré creux	10	0,008	30	0,24	208	250	0,2	25
			35	0,28	179	225	0,2222222	28
			40	0,32	156	200	0,25	31
			45	0,36	139	175	0,2857143	36
			50	0,4	125	150	0,3333333	42
			55	0,44	114	125	0,4	50
			60	0,48	104	100	0,5	63
	15	0,012	20	0,24	208	250	0,2	17
			25	0,3	167	225	0,2222222	19
			30	0,36	139	200	0,25	21
			35	0,42	119	175	0,2857143	24
			40	0,48	104	150	0,3333333	28
			45	0,54	93	125	0,4	33
			50	0,6	83	100	0,5	42
			15	0,24	208	250	0,2	13
			20	0,32	156	225	0,2222222	14
			25	0,4	125	200	0,25	16

	20	0,016	30	0,48	104	175	0,2857143	18
			35	0,56	89	150	0,3333333	21
			40	0,64	78	125	0,4	25
			45	0,72	69	100	0,5	31
agglomérés creux	10	0,0053	40	0,212	236	250	0,2	38
			45	0,2385	210	225	0,2222222	42
			50	0,265	189	200	0,25	47
			55	0,2915	172	175	0,2857143	54
			60	0,318	157	150	0,3333333	63
			65	0,3445	145	125	0,4	75
	15	0,007	30	0,21	238	250	0,2	29
			35	0,245	204	225	0,2222222	32
			40	0,28	179	200	0,25	36
			45	0,315	159	175	0,2857143	41
			50	0,35	143	150	0,3333333	48
			55	0,385	130	125	0,4	57
	20	0,00834	30	0,2502	200	250	0,2	24
			35	0,2919	171	225	0,2222222	27
			40	0,3336	150	200	0,25	30
			45	0,3753	133	175	0,2857143	34
			50	0,417	120	150	0,3333333	40
			55	0,4587	109	125	0,4	48

VI.1.2.2. Mesurage

Les murettes ou les murs en maçonnerie de briques ou agglomérés sont mesurés au m². La surface sera déduite à partir des plans, déduction faite de tout vide sans plus-value pour raccord aux autres maçonnerie adjacentes

VI.1.3. Les joints

Il s'agit d'évaluer la quantité de mortier contenue dans les joints horizontaux et verticaux d'1m² de surface de maçonnerie d'agglomérés. Les joints horizontaux ont une épaisseur e_h qui varie de 1 à 4 cm, couramment de 2 ... 3 cm. Quant aux joints verticaux, leur épaisseur e_v varie de 1 à 3 cm, couramment 1...2 cm. Les largeurs des joints sont égales aux épaisseurs des murs (10cm, 15 cm ou 20 cm). Évaluons maintenant les longueurs développées des joints horizontaux et verticaux dans 1m² de surface de maçonnerie (voir fig. ci- à côté).

Joints horizontaux : $L_h = 5 \times 100 = 500 \text{ cm} = 5,0 \text{ m}$.

Joints verticaux : $L_v = 3 \times 2,5 + 2 \times 20 + 3 \times 20 + 2 \times 20 + 3 \times 20 + 2 \times 2,5 = 212,5 \text{ cm} = 2,125 \text{ m}$.

Les volumes sont déterminés par les formules suivantes :

Joints horizontaux :

$$V_h = l * e_h * L_h.$$

Joints verticaux :

$$V_v = l * e_v * L_v;$$

où, l est la largeur des joints qui est égale à celle de la maçonnerie.

Le volume total est égal à :

$$V = V_h + V_v$$

Dans le tableau VI.4 sont donnés les volumes du mortier de joints (horizontaux et verticaux) contenu dans 1 m² de surface de maçonneries d'agglomérés de dimensions (épaisseurs) différentes en fonction de l'épaisseur des joints.

En tenant compte de l'épaisseur des joints, on peut déterminer le nombre de briques dans 1 m² de surface de maçonnerie d'agglomérés. Pour cela, supposons qu'on a des joints verticaux et horizontaux, tous d'épaisseur égale à 2 cm. Les dimensions faciales de la brique étant de 20 cm et 40 cm, on obtient, en ajoutant par 1 cm pour tenir compte du joint entourant la brique, des dimensions effectives de 22 cm et 42 cm pour l'élément constitutif ; d'où le nombre de briques dans 1 m² égal à : $(100*100)/(22*42) = 10,825 \approx 11$ briques.

N.B. Dans le cas où les dimensions faciales diffèrent de 20 cm et de 40 cm, par exemple 18 cm et 38 cm, on obtient des dimensions effectives de 20 cm et 40 cm, donc le nombre de briques dans 1 m² sera égal à : $(100*100)/(20*40) = 12,5$ briques.

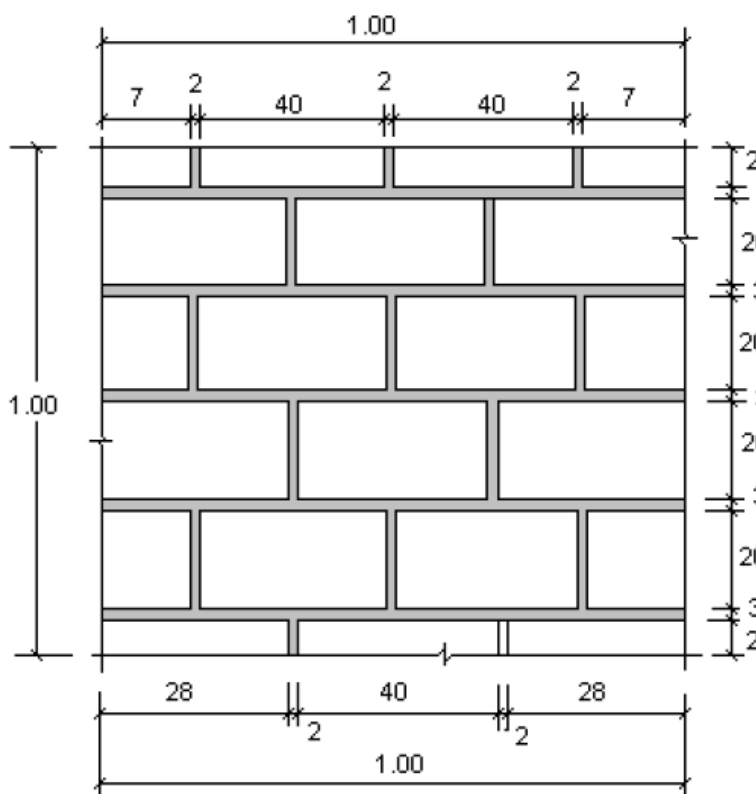


Tableau VI. 4. Les longueurs développées des joints horizontaux et verticaux dans 1m² de surface de maçonnerie

Epaisseur maçonnerie, <i>cm</i>	Epaisseur joints horizontaux, <i>cm</i>	Epaisseur joints verticaux, <i>cm</i>	Longueur joints horizontaux, <i>m</i>	Longueur joints verticaux, <i>m</i>	Volume mortier de joints dans 1 m ² de surface en m ³
1	2	3	4	5	6
10	2	1	5,0	2,125	0,012125
		1,5	5,0	2,125	0,0131875
		2	5,0	2,125	0,01425
	2,5	1	5,0	2,125	0,014625
		1,5	5,0	2,125	0,0156875
		2	5,0	2,125	0,01675
	3	1	5,0	2,125	0,017125
		1,5	5,0	2,125	0,0181875
		2	5,0	2,125	0,01925
15	2	1	5,0	2,125	0,0181875
		1,5	5,0	2,125	0,01978125
		2	5,0	2,125	0,021375
	2,5	1	5,0	2,125	0,0219375
		1,5	5,0	2,125	0,02353125
		2	5,0	2,125	0,025125
	3	1	5,0	2,125	0,0256875
		1,5	5,0	2,125	0,02728125
		2	5,0	2,125	0,028875
20	2	1	5,0	2,125	0,02425
		1,5	5,0	2,125	0,026375
		2	5,0	2,125	0,0285
	2,5	1	5,0	2,125	0,02925
		1,5	5,0	2,125	0,031375
		2	5,0	2,125	0,0335
	3	1	5,0	2,125	0,03425
		1,5	5,0	2,125	0,036375
		2	5,0	2,125	0,0385

VI.2. Avant-métré de béton

L'avant-métré d'un projet en béton s'effectue généralement en trois étapes :

- a) Le béton armé ou non sera mesuré au m^3 à partir des dimensions des plans de béton.
- b) Les armatures s'il a lieu étant comptées à part et au poids (kg, ou tonne).
- c) Le coffrage étant comptés à part et au m^2 .

Toutefois dans certains cas on peut ramener l'ensemble à un seul prix au m^3 du béton, ce prix comprend la valeur de la quantité de béton, d'armature et de coffrage, mais on doit connaître tout de même pour établir ce prix, les proportions d'armatures en kg/m^3 de béton ainsi que la proportion du coffrage.

VI.3. Coffrage :

Les coffrages sont les moules, généralement provisoires à l'intérieur desquels seraient placées les armatures et sera coulé le béton. Il existe deux sortes de coffrage :

- Coffrage en bois,
- Coffrage métallique.

VI.3.1. Mesurage et paiement :

Les coffrages seront évalués au m^2 de parement de béton et affectées d'une plus ou moins-value selon leur difficulté d'exécution.

Le prix de coffrages appliqué aux quantités résultent de la convention de mesurage comprend :

- Toutes les fournitures et main d'œuvre nécessaire pour le montage des étais, des moules et appareils divers ;
- Le décoffrage;
- L'enlèvement des matériaux restés sans emplois.

VI.4. Le mode de métré d'un projet en béton

VI.4.1. Définition

Le mode de métrer est la manière dont le métreur décompose détaille, énumère et présente les articles du métré. Pour la rédaction du métré, aussi bien que pour en faciliter la vérification et en rechercher les erreurs, il importe de suivre trois règles :

- le métré doit suivre l'ordre chronologique des travaux
- le métré doit suivre la localisation des travaux
- le métré doit être séparé par construction.

VI.4.2. Ordre chronologique des travaux

Ainsi la construction d'un immeuble sera détaillée à partir du sol vierge, en suivant le débroussaillage, le dégagement du sol, le terrassement, les fondations profondes jusqu'aux ouvrages hors combles, suivis des ouvrages extérieurs au bâtiment (façades ...) , des espaces libres et abords, des égouts et canalisations.

La mise à nu et le dégagement du sol seront donc détaillés, dans l'ordre des travaux, jusqu'à l'enlèvement des déblais et matériaux excédentaires, sans oublier le forfait pour l'arrachage des arbres et des souches.

Les terrassements seront détaillés en descendant pour les fouilles, comme pour les déblais. Les fondations profondes, fondations, élévations et cloisons, seront détaillées en montant.

VI.4.3. Localisation des travaux

L'interprétation de la première règle se fait, pour l'application de la seconde, de la manière suivante :

Les murs, par exemple, seront détaillés en gros œuvre, les murs de façades d'abord, puis les murs de pignon, puis les refonds, et ceci sur toute la hauteur du bâtiment. Ils seront toutefois détaillés par niveau.

Les cloisons, détaillées dans chaque étage seront prises, par exemple, de la droite du plan, en allant vers la gauche.

Les planchers, toujours en gros œuvre, seront détaillés par étage, en montant, s'il y a lieu, dans chaque étage, de la droite vers la gauche (comme ci-dessus).

- Les murs, par exemple, seront détaillés en gros œuvre, les murs de façades d'abord, puis les murs de pignon, puis de refond, et ceci sur toute la hauteur du bâtiment. Ils seront toutefois détaillés par niveau.
- Les cloisons, détaillées dans chaque étage seront prises, par exemple, de la droite du plan, en allant vers la gauche.
- Les planchers, toujours en gros œuvre, seront détaillés par étage, en montant, s'il y a lieu, dans chaque étage, de la droite vers la gauche (comme ci-dessus).
- Les aménagements intérieurs seront détaillés dans le même esprit, c'est-à-dire par étage et dans l'ordre montant de ceux-ci, local par local en partant de la droite.
- Les ourdis de plancher étant comptés, ainsi que les enduits sur plafonds, murs et cloisons.

Notons ici que, chaque fois que la localisation devra ou pourra suivre un ordre préférentiel, par exemple le métré des pièces d'un appartement dans un ordre de parcours imposé par les

circulations : pièce dont l'une commande l'autre, pièce en enfilade , c'est cet ordre préférentiel qui sera suivi.

En un mot, le détail et les sous-détails seront établis dans l'ordre qui semblera le plus logique, dans chaque cas d'espèce, compte tenu de la forme et des dimensions du bâtiment, ainsi que des circulations.

Dans tous les cas, le but est d'éviter des omissions, en facilitant au maximum la recherche et la compréhension.

VI.4.4. Séparation par construction

En cas de plusieurs constructions différentes dans un même projet, il importe de séparer les métrés de chaque bâtiment, de façon qu'une page de métré se rapporte à l'une des constructions exclusivement.

Ceci facilite la vérification et la recherche d'erreurs ou d'omissions et permet de s'y retrouver en cas de modifications.

VI.4.5. Le mode de mesurer

Le métré conduit à évaluer un certain volume de travaux, ou plus exactement une certaine quantité de travaux, à partir de prix unitaires. Il importe donc, avant tout, d'évaluer cette quantité de travaux, de la mesurer.

Le mesurage se fait, soit sur plan (avant métré) soit sur place. Le détail des ouvrages correspond toujours à une décomposition géométrique de lignes, de surfaces, de volumes ; préparée sur plans, repérée sur place. Cette décomposition conduit le métreur à appliquer des formules usuelles de calcul qu'il doit connaître par cœur ou savoir très facilement retrouver.

a, Règles générales

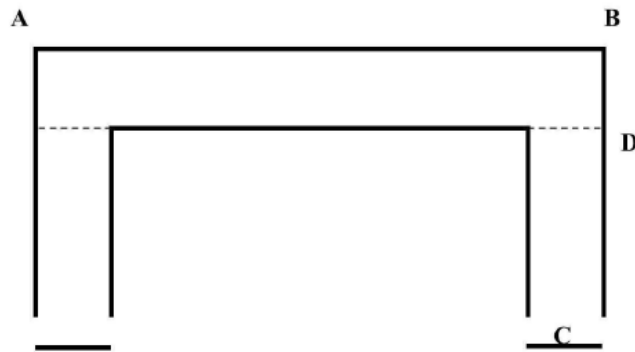
La décomposition devra toujours être faite de façon à supprimer les causes d'erreurs ou d'omissions ; elle devra aussi avoir pour but d'éviter les mêmes calculs à un stade ultérieur d'achèvement ou de finition. Elle correspond toujours à des travaux réellement faits.

D'où une première règle dont l'application facilite l'exposé et la recherche :

- Le prix unitaire s'applique aux quantités réelles, tous vides déduits.

Une seconde règle également intangible :

- Un mur se mesure entre ses repères d'extrémité et non pas d'angle à angle.



On mesure $AB + DC$ et non pas $AB + BC$

Fig.6. 1. Mesure d'un mur entre ses repères d'extrémité

- inscrire les mesures dans l'ordre :
- . Plan horizontal : longueur x largeur x hauteur
- . Plan vertical : longueur x hauteur x épaisseur
- la surface des murs se calcule à partir de la surface totale dont on retire les vides.

Exemple 2

La surface de ce mur ne se calcule pas en faisant la somme $A + B + C + D + E + G + H + I$, mais en déduisant la surface des vides ($P + F1 + F2$) de la surface totale, les volumes se calculent suivant le même principe.

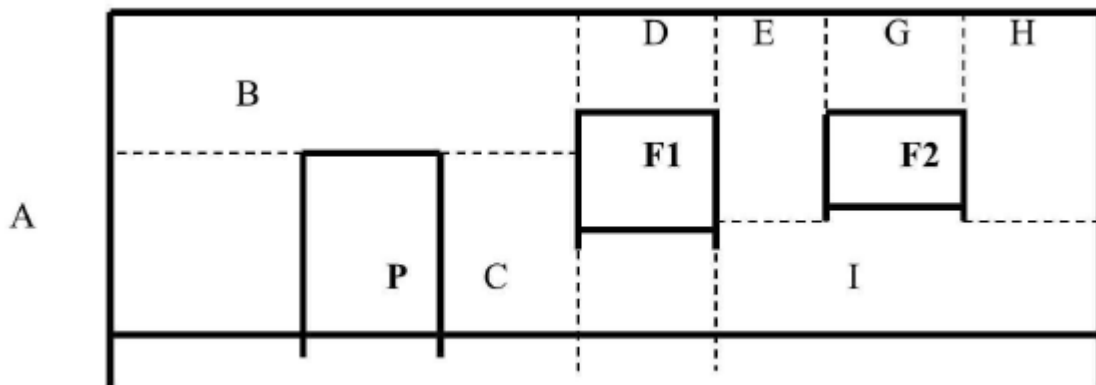


Fig.6. 2. Calcul de la surface des murs

b, Sur le plan

Avant toute chose, il faut « représenter » l'ouvrage, le « voir » dans l'espace ; ceci nécessite une étude approfondie du plan et des coupes, contrôler les grandes côtes en totalisant les cotes partielles, faciles à trouver si le plan est bien fait. Ceci pour le cas où le plan comporterait, par exemple, une coupure, peu apparente parce que mal venue au tirage; ou bien parce que, dans

un but critiquable de présentation - cas plus fréquent qu'on ne le pense - l'échelle d'une certaine partie du plan n'aura pas été respectée.

c, Pour éviter des erreurs, fréquentes aussi, il faudra calculer toutes les cotes non inscrites par addition ou soustraction, sans avoir recours à la mesure sur plan au double décimètre. Méthode à n'utiliser qu'à l'extrême limite. Un plan nécessitant cette mesure est un plan mal fait.

VI.5. Code de mesurage

Le but final est d'établir un métré dont chaque poste comprendra :

- Une courte description ;
- Une unité ;
- Une quantité ;

Les devis des différents entrepreneurs ne peuvent être comparés que si leurs métrés sont comparables. Cela implique que les mêmes choses doivent être mesurées de la même façon. Il convient donc de fixer d'une part ce que chaque poste doit comprendre et d'autre part de déterminer la manière de calculer les quantités

VI.5.1. Division par poste

La division de l'ouvrage en différents postes doit correspondre à des règles bien précises :

1. Les quantités avec un rendement différent ou avec un prix différent doivent être distinguées.

Ex: Un mur en agglo de 0.15 ou 0.20 sera construit dans un temps sensiblement identique, par contre leur prix de revient final sera différent. Il faut donc distinguer les deux quantités.

2. Les quantités doivent être comparables.

Ex : Pour la tuyauterie qui est mesurée en mètre, certains utilisent des facteurs de comparaison pour les pièces de raccords (un coude =1 mètre; 1 té =1.50 m.).

Cette façon de calculer est totalement fautive. La quantité totale obtenue donne un résultat erroné du travail à effectuer.

3. Les quantités qui doivent être réalisées dans des phases différentes doivent être distinguées.

Ex: Le béton des fondations et le béton des étages doivent faire l'objet de postes séparés.

4. Les quantités doivent être distinguées d'après la nature des matériaux.

Ex : 2 carrelages différents, même en cas de prix de revient identique doivent être séparés.

S. Les données nécessaires à l'établissement du métré doivent être disponibles.

Ex : Une retombée de poutre nécessite :(Enduit - peinture, mais n'apparaît pas sur le plan architecte. Il est donc nécessaire d'avoir les plans B.A

6. L'unité de mesure doit être définie.

Ex : un double mur se mesure au m³, ou au m² dans deux postes différents.

On trouvera ci-après, par poste, les conventions généralement utilisées

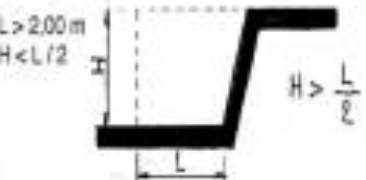
Poste 0 : Préparation du terrain

01- Démolitions : suivant la nature, elles sont mesurées au m³ ou m², parfois elles font l'objet d'un forfait.

02- Nettoyage et réglage partiel du terrain mesuré au m²

Poste 1 : Terrassements

Tableau VI. 5. Mode de mesure et mode descriptif des différentes fouilles

DESIGNATION	UNITE	MODE DE DESCRIPTIF	MODE DE MESURER
Terrassement en pleine masse ou fouilles en excavations	m ³	Préciser : ● La nature du terrassement ● La nature du sol (classe A, ...) ● Exécution (manuelle ou mécanique) ● Les niveaux, la position ● Les hauteurs ● Si nécessaire : y compris dressement des parois et des fonds et chargement direct sur camions pour évacuation à la décharge publique ou mise en dépôt sur le chantier pour réemploi ultérieur Exemple de libellé : fouille en excavation pour création d'un vide sanitaire des niveaux -0,35 m à -1,15 m soit une hauteur de 0,80 m. Exécution mécanique. Y compris dressement des parois et des fonds et chargement direct sur camions pour évacuation à la décharge publique distante de 15 kms du chantier	Fouilles dont les dimensions superficielles excèdent 2,00 x 2,00 m, et dont la profondeur est inférieure au double de la plus grande dimension  $L > 2,00 \text{ m}$ $H < L/2$ $H > \frac{L}{2}$  $L > 8,00$ $H < \frac{L}{2}$
Fouilles en rigoles Fouilles en tranchées	m ³	Préciser : ● La nature du terrassement ● La nature du sol ● Le mode d'exécution (manuelle ou mécanique) ● Les niveaux, la hauteur ● Les sections des fouilles ● Si nécessaire : y compris dressement des parois et des fonds et chargement direct des déblais sur camions ou mise en dépôt des terres en cavalier sur berge	Fouilles en rigoles $H < 1,00 \text{ m}$ Fouilles en tranchées $H > 1,00 \text{ m}$ Le linéaire sera calculé avec la méthode des cotes HO - DO 

Poste 2 : fondations

2.1- béton de propreté

Se mesure au m³, suivant dimensions cotées aux plans.

2.2- béton en fondation

Se mesure également au m³, suivant dimensions cotées aux plans.

D'après la nature du béton on distingue :

- Béton armé
- Béton non armé.

2.3- Aciers en fondation

On distingue les qualités de l'acier :

- Acier doux,
- Acier trempé ...

Les armatures sont mesurées en kilogramme.

Le nombre et la longueur des armatures à considérer sont calculés suivant le plan de ferrailage.

2.4- Hérisson- forme

- Se mesure au mètre carré.

- On ne déduit pas les surfaces inférieures à 0,30 m² (regards de visite)

2.5- Calcul des travaux de fondations

a. Béton de propreté :

$$Q = V = A*B*h$$

A – une dimension des fouilles (de l'ouvrage à asseoir + débordements); **B** – l'autre dimension des fouilles (de l'ouvrage à asseoir + débordements); **h** – épaisseur couche de béton de propreté.

b. Semelle isolée à hauteur constante:

$$Q = V = A*B*h$$

A – une dimension de la semelle ; **B** – l'autre dimension de la semelle ; **h** – hauteur de la semelle.

c. Semelle isolée à hauteur variable (avec glacis):

$$Q = V = A*B*e + 0,25(A+a)*(B+b)*(h-e)$$

A – une dimension de la semelle ; **B** – l'autre dimension de la semelle ; **h** – hauteur totale de la semelle ; **e** – hauteur de rive de la semelle ; **a, b** – dimensions du poteau.

d. Semelle filante à hauteur constante :

$$Q = V = A*B*h$$

A – une dimension de la semelle ; **B** – l'autre dimension de la semelle ; **h** – hauteur de la semelle.

e. Semelle filante à hauteur variable (avec glacis):

$$Q = V = [B \cdot e + 0,5(B+b) \cdot (h-e)]L$$

L – longueur totale de la semelle filante; **B** – largeur de la semelle filante ; **h** – hauteur totale de la semelle ; **e** – hauteur de rive de la semelle ; **b** – épaisseur du mur.

f. Maçonnerie de moellons :

$$Q = V = A \cdot B \cdot h$$

L – longueur de la maçonnerie ; **B** – largeur de la maçonnerie ; **h** – hauteur de la maçonnerie.

Poste 3 : assainissement

3.1 - regards de visite

- Se mesure à l'unité ;
- Une plus-value est appliquée au-delà de 1,50m .de profondeur.

3.2- canalisation d'égout

- Se mesure au mètre linéaire ;
- La longueur à considérer est celle mesurée depuis la face intérieure du regard de visite;
- La longueur ainsi obtenue est arrondie au mètre supérieur.

Poste 4 : béton en élévation

4.1- Béton arme

- On peut distinguer béton pour poutres, piliers, linteaux, dalles ...

Mesurage :

- Piliers : hauteur de niveau supérieur de dalle à niveau supérieur de dalle.
- Poutres : longueur entre piliers.
- Dalles : surfaces entre poutres, les vides inférieurs à 0,30 m² ne sont pas déduits.
- Nervures: hauteur du hourdis. Largeur : 10 cm
- Linteaux : longueur suivant plan ; dans le silence de celui-ci, on compte forfaitairement 40 cm par appui.
- Les linteaux sur cloisons intérieures ne sont pas comptés.

4.2- Plus-value pour voile en B.A

- Mesurage comme le béton armé
- On considère comme voile toute poutre dont la dimension verticale est 3 fois supérieure à sa largeur.

4.3- Calcul de métré des travaux de béton (élévation, planchers, couverture)

Poteaux : La quantité Q de l'ouvrage est égale au volume V obtenu en multipliant la surface de la section transversale S par la longueur (hauteur du poteau) H :

$$Q = V = S * H$$

a. Voiles :

$$Q = V = e * L * H$$

e = épaisseur du voile ; L = longueur développée du voile ; H = hauteur moyenne du voile.

b. Dalles :

$$Q = V = e * S$$

e = épaisseur de la dalle ; S = surface de la dalle.

c. Poutres :

$$Q = V = h * b * L$$

h = hauteur de la section ; b = largeur de la section ; L = longueur totale de la poutre.

N.B. : les volumes de béton armé des poutres sont évalués sur toute leur hauteur, en tenant compte de la partie noyée dans le plancher.

d. Escalier (escalier en paillasse) :

$$Q = V = V_{\text{paillasse}} + V_{\text{marche}} \text{ où } V_{\text{paillasse}} = E * h_p * L$$

E - emmarchement ; h_p – épaisseur paillasse ; L = longueur développée de la paillasse ;

et

$$V_{\text{marche}} = S_{tm} * E,$$

avec, E = emmarchement ; S_{tm} = surface transversale d'une marche :

$$S_{tm} = 0,5 * g * h,$$

où g est le giron et h est la hauteur marche.

e. Plancher à hourdis creux :

La quantité Q de l'ouvrage est égale à la surface S obtenue en multipliant les deux dimensions moyennes dans le plan du plancher (ou de la couverture): longueur L et largeur I

$$Q = S = L * I$$

f. Plancher de dalle pleine d'épaisseur donnée :

La quantité **Q** de l'ouvrage est égale à la surface **S** obtenue en multipliant les deux dimensions moyennes du plancher dans le plan : longueur moyenne **L** et largeur moyenne **l**:

$$Q = S = L * l$$

g. Plancher de dalle pleine sans spécification de l'épaisseur :

La quantité **Q** de l'ouvrage est égale au volume **V** obtenue en multipliant l'épaisseur **e** par la surface **S** dans le plan :

$$Q = V = e * S$$

Poste 5 : Maçonneries

- La maçonnerie, classée d'après son épaisseur et ses caractéristiques, est mesurée en m².
- Toute fois la maçonnerie de moellons est mesurée en m³.

Mesurage :

- Les murs sont découpés en éléments.

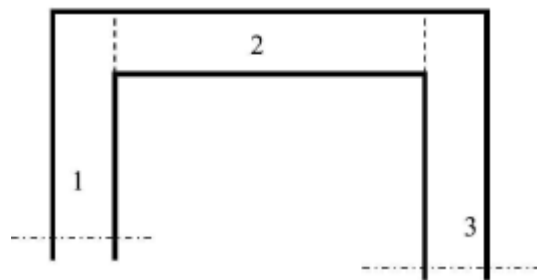


Fig.6. 3. Découpage des murs en éléments

- Les ouvertures inférieures à 0,30 m² ne sont pas déduites.
- Les linteaux ne sont pas déduits.
- La largeur des ouvertures est la largeur de jour (A)

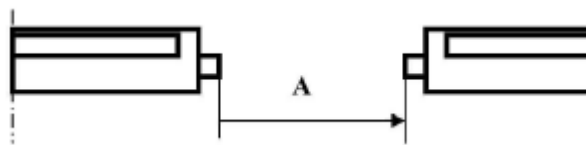


Fig.6. 4. Déduction des ouvertures

5.1- Calcul de métré des travaux de maçonnerie

a. Maçonneries de briques d'épaisseur donnée :

La quantité **Q** de l'ouvrage est égale à la surface **S** obtenue en multipliant les deux dimensions moyennes de la maçonnerie : longueur développée **L** et hauteur moyenne **H** :

$$Q = S = L * H$$

- Les tableaux de baies sont comptés
- de fenêtres ne sont pas comptés.

Poste 6 : isolation - étanchéité

Mesurage : étanchéité au mètre carré, entre nus d'acrotères. Les vides de moins de 0,30 m² ne sont pas déduits.

Poste 7 : revêtement de sols et murs

Mesurage : surface nette entre murs.

- Les vides de moins de 0,30 m² ne sont pas déduits.
- On ajoute les entre -portes.
- Il n'est accordé aucune plus-value pour parties courbes, petites largeurs, formes irrégulières

Poste 8 : enduits

Mesurage :

- En m² de surface visible.
- Les vides de moins de 0,30 m² ne sont pas déduits.
- Les tableaux de baies sont comptés
- de fenêtres ne sont pas comptés.

Poste 9 : divers

- Comprend les travaux tels que :
- Pose des cadres, d'appareils sanitaires,
- Fourniture et pose d'éléments particuliers : gueulards en béton, souche de cheminée ..
- ...
- **Mesurage** : à l'unité.

Poste 10 : électricité

10.1- La Schématisation électrique

La schématisation des circuits électriques permet de définir le fonctionnement d'une installation. C'est une représentation (normalisée) à l'aide de symboles graphiques des différentes composantes et connexions d'une installation électrique.

10.2- Le Schéma Architectural

Ce schéma est proposé par l'architecte à son client. Il doit être simple, compréhensible par tous et doit nous renseigner sur :

- Le nombre et le type des matériels implantés (interrupteurs, prises, etc.)

- L'emplacement géographique (au centre du plafond, . . .)
- Les connexions électriques entre les matériels
- Le lieu de passage des conduits et des conducteurs.

10.3- Le schéma unifilaire

Ce schéma électrique est réservé aux électriciens et doit nous renseigner sur :

- Le nombre et le type des matériels implantés (interrupteurs, prises, etc.)
- L'emplacement géographique (au centre du plafond,)
- Le nombre de départs depuis le tableau de distribution
- Le lieu de passage des conduits et des conducteurs
- Le nombre de conducteurs par conduit
- Les différentes dérivations sur chaque départ.

Tableau VI. 6. Tableau des symboles pour les circuits électriques

Représentation schématique		Désignation
Type unifilaire	Type multifilaire	
		Un seul conducteur
		Trois conducteurs
	N	Conducteur neutre
	PE	Conducteur de protection

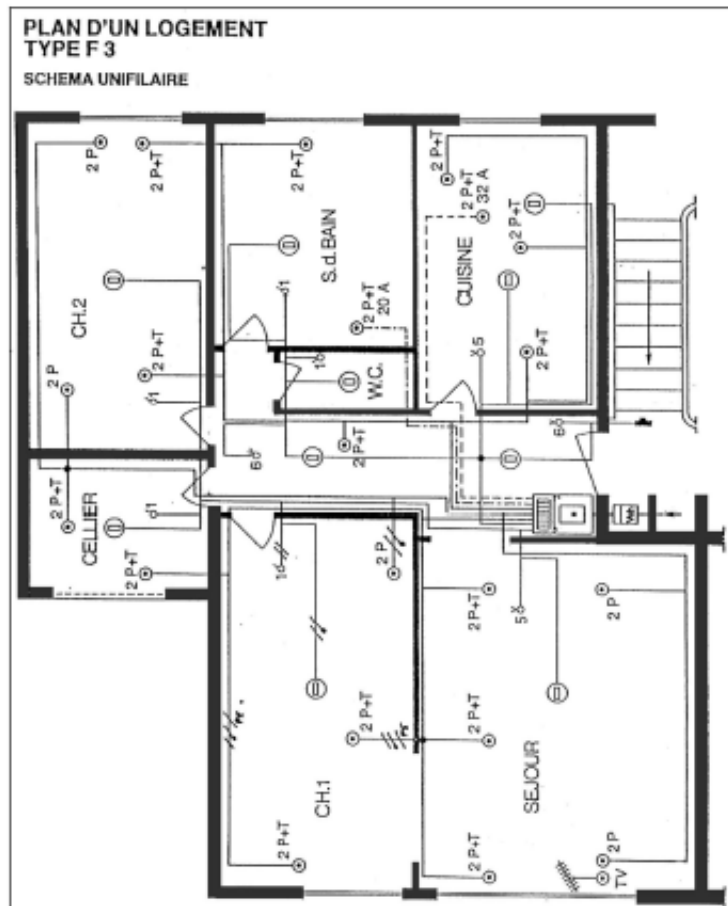


Fig.6. 5. Schéma électrique type unifilaire

Mesurage :

Les longueurs des câbles, des canalisations sous tube et des chemins de câbles est mesurée dans l'axe et en mètre. Les appareils et les accessoires sont mesurés à l'unité.

Poste 11 : les égouts

Les égouts sont classés :

- D'après la nature du tuyau
- D'après le diamètre des tuyaux
- On spécifie à part les accessoires et les pièces spéciales telles que siphons, avaloirs

Mesurage :

Les égouts collecteurs, ainsi que les tuyaux d'évacuation en ciment ou en grès seront mesurés au mètre linéaire. La longueur à compter sera la longueur réelle mesurée sur l'axe après construction, sans déduction des vides provenant des pénétrations, des aménagements des canalisations diverses, regard etc.

Les pièces spéciales accessoires seront comptées à l'unité

Pour les courbes et les raccordements, on mesure jusqu'à l'intersection des axes des sections rectilignes.

La longueur à considérer est celle mesurée depuis la face du regard de visite.

La longueur obtenue est arrondie au mètre supérieur.

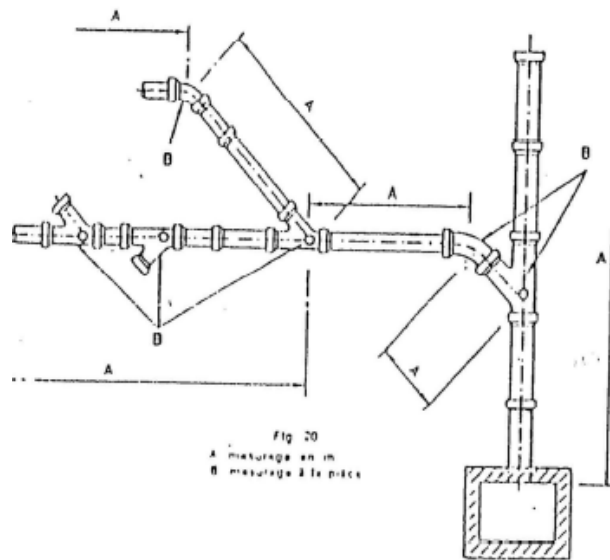


Fig.6. 6. Exemple de mesure d'égout

Poste 12 : la menuiserie

La quantité totale est spécifiée comme suit :

- D'après l'unité de construction : cloisons, portes, fenêtres, placards, planchers
- D'après la nature du bois et des panneaux

Mesurage :

- Soit par unité (nombre), par exemple les portes, fenêtres, impostes, portails, grilles, cales, etc... ; les spécifications de l'élément sont données ; c'est le cas courant ;
- Soit en longueur (mètre linéaire) ou en surface (au mètre carré), pour les grilles par exemple.

Poste 13 : sanitaire, chauffage central, ventilation, ascenseur, équipement divers

Mesurage :

Les diverses canalisations de l'installation, les diverses tuyauteries, etc., seront mesurées au mètre sur l'axe, sans plus-value pour les pénétrations, emboîtement, déchets de pose, embranchements, déviations, boîtes ou coffres de jonction, etc.

- La robinetterie sera décomptée à l'unité
- Les chaudières avec tous leurs accessoires seront décomptées à l'unité
- Les radiateurs avec tous leurs accessoires seront décomptés à l'unité
- Les appareils divers seront décomptés à l'unité

Poste 14 : peinture

La quantité totale est spécifiée comme suit :

- D'après l'unité de construction: portes, fenêtres etc.
- D'après la nature du support : bois, acier, béton
- D'après le type de peinture
- D'après la couleur

Mesurage :

- les surfaces à peindre sont mesurées au m²
- Toutefois on tient compte de coefficient multiplicateur ou de simplifications pour les éléments décrits ci-après :

14.1- Peinture sur bois :

Les coefficients ci-dessous sont donnés pour une face :

- Châssis vitrés : coefficient 1.00
- Portes vitrées : coefficient 1.00
- Portes isoplanes : coefficient 1.20
- Portes à lames : coefficient 1.30
- Persiennes : coefficient 1.50
- Volets roulants : coefficient 1.50
- Garde de corps : coefficient 1.00
- Pergolas : au m² développé

14.2- Peinture sur fer:

- Souches et descentes en fonte : On compte un développement forfaitaire de 35 cm.
- Tuyau de distribution d'eau : On compte un développement forfaitaire de

- 0 cm pour les tuyaux jusqu'à 25 mm
- 15 cm pour les tuyaux de plus de 25 mm
- Portail, portillons, portes métalliques : Partie pleine : coefficient 1.20 pour une face
- Grilles de protection : coefficient 0.50 pour une face. La surface à considérer est celle d'ouverture de la baie.

14.3- Peinture sur maçonnerie, ciment et béton

- Badigeon à la chaux : Surface nette déduction des baies de fenêtres et de portes. Mais sans additions de tableaux de ces mêmes baies
- Peinture vinylique : Surface nette, déduction des baies de plus de 0.35 m², les tableaux extérieurs des baies de fenêtres et des portes sont ajoutés.

Poste 15 : vitrerie

La vitrerie sera mesurée au mètre carré quelle que soit la spécialisation du verre posé.

On comptera la surface réellement mise en œuvre, les carreaux irréguliers étant mesurés au plus petit rectangle circonscrit.

La vitrerie est classée comme suit :

- D'après la qualité du verre,
- D'après l'épaisseur du verre.

Poste 16 : Isolation, étanchéité, revêtement des toitures terrasse

Les matériaux d'isolation et d'étanchéité sont classés :

- D'après l'unité de construction : fondations, murs, terrasses etc.
- D'après leur nature
- D'après leurs dimensions

L'isolation et l'étanchéité sont mesurées au m²

Pour les revêtements des toitures -terrasses de toutes sortes seront mesurés au m²

La surface à compter est la surface réelle mesurée entre parois intérieures des murs d'acrotères.

Poste 17: Revêtements

Les revêtements sont classés : Par élément de construction : sols, murs etc.

Par type de revêtement : mosaïque, zellige, dallage etc.

Les revêtements sont mesurés au m² •

La surface à prendre en considération est la surface nette entre murs. Les vides moins de 0.30 m² ne sont pas déduits.

Poste 18: Enduits

Les enduits sont classés :

- D'après l'élément de construction
- D'après leurs caractéristiques : enduit extérieur hydrofuge, enduit intérieur au mortier, etc

Le mesurage des enduits se fait au m² de surface visible.

Les surfaces à prendre en considération sont les m² de surface visible.

Les vides moins de 0.30 m² ne sont pas déduits. Les tableaux de baies sont comptés.

Les quantités sont exprimées au mètre carré (m²) et sont obtenues en évaluant les surfaces offertes aux dits travaux. Dans l'évaluation des surfaces, il faut tenir compte :

- Des retombées des poutres ;
- Des plans transversaux offerts par les baies (portes, fenêtres, impostes) ;
- Éventuellement, des surfaces limites supérieures de l'ouvrage ;
- Des surfaces qui doivent être enduites, situées en dessous du terrain naturel.

Dans l'évaluation des quantités de revêtement (en particulier le carrelage), il faut tenir compte

- Des seuils des portes ;
- Des contre marches, en cas de différence de niveau.

VI.6. Armatures

Le poids des armatures pris en compte sera calculé en appliquant les poids linéaires fixés par les normes aux longueurs des barres indiquées aux dessins d'exécutions, sans aucune majoration pour chute, ligatures, cales, etc.

Tableau VI. 7. Les masses linéaires des armatures en fonction du diamètre

6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
0.222	0.395	0.617	0.888	1.208	1.578	2.466	3.358	6.313	9.8

a) Feuille ou fiche de confirmation d'acier

Tableau VI. 8. Fiche de confirmation d'acier

Spécifications							Métré par diamètre				
Désignation des éléments des ouvrages	Repère	Croquis	diamètre	d (m)	Nombre d'armatures par élément	Nombre d'éléments semblables			2	4	0
1	2	3	4		6	7					
							←-----→				

b) Développement des barres :

L'erreur la plus fréquente dans l'avant-métré consiste en une détermination inexacte de la longueur développée des armatures et leur conformation sur chantier la longueur développée L_d c'est-à-dire la longueur droite que doit avoir la barre avant son façonnage sur chantier.

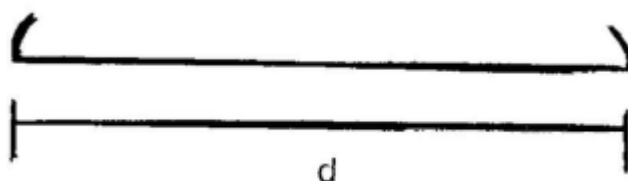


Fig.6. 7. La longueur développée des armatures

Considérons la figure ci-dessus, d'une barre munie d'un crochet à chacune de ses extrémités, on connaît généralement la longueur d'encombrement I mesurée entre nus extérieurs des crochets, en effet si la barre est prolongée jusqu'aux appuis cette longueur est égale à la longueur de la partie diminuée de l'enrobage à chaque extrémité.

VI.7. Evaluation des quantités de matériaux

VI.7.1. Ouvrages de terrassement

Quand on fait une fouille d'un volume de 1 m^3 , la terre mise en dépôt occupera un volume supérieur à 1 m^3 : de **1,00 à 1,40 m^3** en moyenne selon la nature du sol ; c'est le **foisonnement**. Aussi, pour remplir un espace de 1 m^3 de volume par remblais compacté, il faut plus de 1 m^3 de remblais mis en dépôt ou provenant des carrières : aussi de **1,00 à 1,40 m^3** selon la nature du remblai et le degré de compactage. Ainsi, dans l'évaluation des quantités de terrassements, il faut tenir compte de ce phénomène de foisonnement, en particulier au niveau des remblais d'apport où les quantités à commander doivent dépasser le volume à remplir. Couramment, les métreurs prennent un coefficient de foisonnement égal à

1,2, ce qui correspond à majorer de 20% les quantités à commander par rapport au volume à remplir.

VI.7.2. Ouvrages en béton et en béton armé

a. Ouvrages en béton

Un béton est couramment composé de gravier **G**, de sable **S**, de ciment **C** et d'eau **E**. Soit G/S le rapport gravier-sable en volume (N.B. Couramment, pour les bétons, surtout armés, on utilise un rapport $G/S = 2,0$) ; le dosage en ciment, exprimé en kilogrammes (kg) de ciment par mètre cube (m^3) de béton est noté **C**. Le coefficient de coulissement des grains varie, généralement entre 1,10 et 1,60 (en moyenne 1,20 ... 1,35). Pour avoir un volume de 1 m^3 de béton, il faut, approximativement les quantités suivantes de gravier **G** et de sable **S**, en fonction du rapport **G/S** (voir **Tableau VI.9.**).

N.B. Ces volumes de gravier **G** et de sable **S** sont donnés à titre indicatif pour une évaluation prévisionnelle des quantités de gravier et de sable nécessaires pour la réalisation des travaux dans les conditions de chantier. Pour une évaluation exacte des volumes de gravier et de sable, il faut utiliser les résultats des essais de formulation du béton fournis par un laboratoire.

Dans le **tableau VI.10.** sont données les mesures (volumes) de gravier et de sable pour 1 m^3 de béton selon le rapport G/S .

Tableau VI. 9. Les quantités de gravier et de sable pour un volume de 1 m^3

G/S	Gravier G , en <i>litres</i>	Sable S , en <i>litres</i>	Quantité G+S , en <i>litres</i>	Volume mélange obtenu, en <i>litres</i>
0,50	350	700	1 050	1 000
1,00	550	550	1 100	1 000
1,50	700	460	1 160	1 000
2,00	800	400	1 200	1 000
2,50	900	360	1 260	1 000

Tableau VI. 10. Mesures des volumes pour 1m³ de béton

G/S	Gravier		Sable	
	Volume, en litres	Nombre de brouettées	Volume, en litres	Nombre de brouettées
0,50	350	5,83	700	11,67
1,00	550	9,17	550	9,17
1,50	700	11,67	460	7,67
2,00	800	13,33	400	6,67
2,50	900	15,00	360	6,00

Considérons les dosages suivants en ciment en kilogrammes (kg) de ciment par mètre cube (m³) de béton : 150 ; 200 ; 250 ; 300 ; 350 ; 400 ; 450 ; 500 kg/m³ . Par exemple, un dosage de 250 kg/m³ signifie : prendre 250 kg de ciment pour fabriquer 1 m³ de béton. Le dosage en ciment est fonction de la destination de l'ouvrage et des conditions d'exploitation. Dans le tableau VI.11. sont données les mesures des matériaux (gravier, sable et ciment) pour obtenir 1 m³ de béton.

Tableau VI. 11. Mesures des matériaux pour 1 m³ de béton

G/S	Nombre de brouettées de 60litres		Nombre de sacs de ciment de poids 50 kg pour un dosage en cimentégal à, en kg/m ³							
	Gravier	Sable	150	200	250	300	350	400	450	500
0,50	5,83	11,67	3	4	5	6	7	8	9	10
1,00	9,17	9,17								
1,50	11,67	7,67								
2,00	13,33	6,67								

- 300 kg/m³ pour les milieux non agressifs ;
- 350 kg/m³ pour les milieux exposés aux intempéries et
- 400 kg/m³ pour les milieux agressifs et très agressifs.

Les quantités des différents constituants du béton sont déterminées comme précédemment ; les quantités des armatures, en principe sont évaluées dans les tableaux de nomenclature (ou de spécification) des armatures.

b. Cas des planchers à hourdis creux

Les planchers à hourdis creux sont composés des éléments suivants (voir fig. ci-après) :

- la dalle de compression **DC** en béton armé ;

- les nervures **N** en béton armé » ;
- les hourdis **H** ou corps creux en béton.

La dalle de compression est armée d'un quadrillage de maille rectangulaire déterminé à partir d'un calcul. Couramment, on utilise des fers de diamètre 6 mm (HA6) de maille 20x33 cm :

Perpendiculairement aux nervures : $e = 20$ cm ; Parallèlement aux nervures : $e = 33$ cm.

On a ainsi : $3 \times 1 + 5 \times 1 = 8$ m.

Donc, dans 1 m² de dalle, on a 8 m de HA6. En supposant un coefficient de perte 1,1 pour tenir compte des recouvrements, on obtient dans 1 m² de plancher à hourdis creux : $1,1 \times 8 = 8,8$ m $\approx 9,0$ m

Pour une épaisseur de 5 cm, on a un volume de béton égal à : $1 \times 0,05 = 0,05$ m³. Dans 1 m² de plancher à hourdis creux, la longueur totale des nervures est égale à 2,0 m pour des hourdis de longueur 50 cm. Les nervures peuvent avoir des dimensions différentes selon la destination du plancher.

On a ainsi : longueur des nervures dans 1 m² de plancher = 2,0 m

Aussi, les hourdis peuvent avoir des dimensions différentes, donc dans 1 m² de plancher, on peut avoir différents nombres de hourdis selon leurs dimensions. Pour les hourdis couramment confectionnés au Mali, les dimensions dans le plan sont les suivantes : largeur $l = 20$ cm ; longueur $L = 50$ cm. Selon les largeurs des nervures, on peut ainsi avoir de 7 à 9 hourdis dans 1 m² de plancher. Quand les nervures ont une largeur de 10 cm, on a 8 hourdis par m² de plancher.

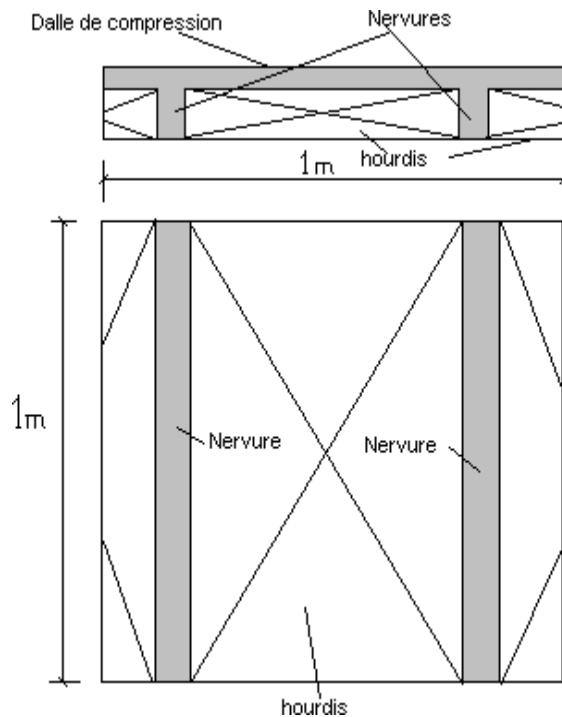
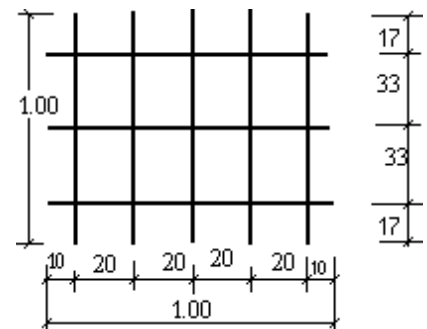


Fig.6. 8. Dalle de compression



On peut, ainsi, récapituler : dans 1 m² de plancher à hourdis creux, on a en moyenne :

- 9,0 mètres linéaires de HA6 pour la dalle de compression avec le volume de béton correspondant ;
- 2,0 mètres linéaires de nervures avec ses armatures et le volume de béton correspondant ;
- 7 à 9 hourdis de béton avec l = 20 cm et L = 50 cm.

Les hourdis sont confectionnés en béton avec un rapport G/S variant de 0 à 1,0, couramment 0... 0,5. Le dosage en ciment varie de 200 à 350 kg/m³, couramment 250 ... 300 kg/m³. Le tableau VI.12 donne le nombre de hourdis d'épaisseur donnée (largeur l = 20 cm et longueur L = 50 cm) par sac de ciment selon le dosage et le dosage correspondant à un nombre donné de hourdis à confectionner par sac de ciment. Le calcul se fait de la manière suivante.

Tableau VI. 12. Le nombre de hourdis d'épaisseur donnée par sac de ciment

Hauteur des hourdis, cm	Volume d'un hourdi, m ³	Détermination du dosage à partir du nombre de hourdis par sac de ciment			Détermination du nombre de hourdis à confectionner par sac de ciment à partir du dosage en ciment		
		Nombre de hourdis confectionnés par sac de ciment	Volume total des hourdis confectionnés, m ³	Dosage en ciment correspondant, kg/m ³	Dosage en ciment, kg/m ³	Volume béton obtenu pour 1 sac de ciment, m ³	Nombre de hourdis obtenu par sac de ciment
1	2	3	4	5	6	7	8
10	0,0065	15	0,0975	513	350	0,1428571	22
		20	0,13	385	325	0,1538462	24
		25	0,1625	308	300	0,1666667	26
		30	0,195	256	275	0,1818182	28
		35	0,2275	220	250	0,2	31
		40	0,26	192	225	0,2222222	34
		45	0,2925	171	200	0,25	38
15	0,0077	10	0,077	649	350	0,1428571	19
		15	0,1155	433	325	0,1538462	20
		20	0,154	325	300	0,1666667	22
		25	0,1925	260	275	0,1818182	24
		30	0,231	216	250	0,2	26
		35	0,2695	186	225	0,2222222	29

		40	0,308	162	200	0,25	32
20	0,0089	5	0,0445	1124	350	0,1428571	16
		10	0,089	562	325	0,1538462	17
		15	0,1335	375	300	0,1666667	19
		20	0,178	281	275	0,1818182	20
		25	0,2225	225	250	0,2	22
		30	0,267	187	225	0,2222222	25
		35	0,3115	161	200	0,25	28

En choisissant la hauteur des hourdis (10 cm, 15 cm ou 20 cm, voir colonne 1), on connaît le volume d'un hourdis (colonne 2). En prenant un nombre de hourdis confectionnés par sac de ciment (colonne 3), on peut déterminer le volume total V des agglomérés (colonne 4 = colonne 3 * colonne 2). Ainsi, ce volume calculé V correspond à **1 sac** de ciment, c'est-à-dire à **50 kg** de ciment. Le dosage en ciment C , en kg pour **1 m³** de béton correspondant (colonne 5) est déterminé en divisant les 50 kg par le volume V :

$$\begin{array}{ccc} V & \longrightarrow & 50 \text{ kg} \\ 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & C = \frac{1 \cdot 50}{V} \end{array}$$

On peut également déterminer le nombre de hourdis à confectionner par sac de ciment à partir d'un dosage en ciment donné. Pour cela, il s'agit de savoir que le dosage donné C (colonne 6) donne la quantité de ciment pour un volume de béton égal à 1 m³. Donc, pour **1 sac** de ciment qui fait **50 kg**, il faut un volume V (colonne 7) qui, divisé par le volume d'un hourdis choisi (colonne 2) donne le nombre de ce type d'hourdis (colonne 8) à confectionner par sac de ciment :

$$\begin{array}{ccc} C & \longrightarrow & 1 \text{ m}^3 \\ 50 \text{ kg} = 1 \text{ sac} & \longrightarrow & V = \frac{1 \cdot 50}{C} \\ \text{Nombre de hourdis} & = & V / (\text{Volume d'1 hourdis}) \end{array}$$