

## 1. Définition et importance du métré

**Le métré** est l'ensemble des diverses opérations qui débutent par des calculs des mesures des ouvrages se rapportant à l'art du bâtiment (longueur, surface, volume, nombre, etc...) et normalement s'achèvent par l'estimation du prix des ouvrages compte tenu de leur nature, des conditions d'exécution, des prix des fournitures et des travaux. Le métré est ainsi une comptabilité à laquelle on a recourt à tous les stades de conception et de réalisation des ouvrages, depuis l'établissement des projets jusqu'à la réception et le règlement des factures afférentes. La principale finalité du métré est l'estimation de la construction, c'est-à-dire la détermination des prix des ouvrages.

Aussi, les techniciens du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP), quel que soit leurs fonctions, sont appelés :

- soit à fournir les éléments nécessaires pour établir un métré ;
- soit à faire eux-mêmes le métré ;
- soit à exploiter les renseignements d'un métré.

Cela montre ainsi, d'une part, l'importance du métré, d'autre part, l'importance de la connaissance du métré.

## 2. Le mode du 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**.*

### 2.1. 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 ;  
Enduits sur maçonneries ; etc...

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.

**Exemple :**

Béton de forme dosé en ciment à 200 kg/m <sup>3</sup>		sont deux ouvrages élémentaires différents (différence de dosage en ciment)
Béton de forme dosé en ciment à 250 kg/m <sup>3</sup>		
Béton armé dosé en ciment à 350 kg/m <sup>3</sup> pour chaînages		sont deux ouvrages élémentaires différents (différence de ferrailages)
Béton armé dosé en ciment à 350 kg/m <sup>3</sup> pour poutres		

## 2.2. Ordre des articles

Les articles doivent suivre l'ordre d'exécution des travaux qui est aussi celui du devis descriptif et du devis estimatif. 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 ; 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 :

1. Terrassements
2. Fondations
3. Elévation
1. Couverture et étanchéité
2. Electricité
3. Menuiseries
4. Plomberie sanitaire
5. Enduits et revêtements
6. Peinture, etc...

## 2.3. Evaluation des quantités des ouvrages élémentaires

### 2.3.1. Unités de mesures des quantités d'ouvrages élémentaires

Les quantités des ouvrages élémentaires sont évaluées en utilisant soit les plans quand l'ouvrage n'est pas encore exécuté, soit en utilisant les résultats des mesures sur l'ouvrage lui-même quand il est déjà exécuté.

Selon la nature de l'ouvrage élémentaire, ses quantités sont exprimées soit :

- en **mètre cube** ( $m^3$ ) pour quantifier les volumes ;
- en **mètre carré** ( $m^2$ ) pour quantifier les surfaces ;
- en **mètre linéaire** ( $m$ ) pour quantifier les longueurs ;
- en **kilogrammes** ( $kg$ ) pour quantifier les poids ;
- en **unité** ( $U$ ) pour quantifier les nombres ;
- au **forfait** ( $FF$ ), ce qui correspond à un ensemble de travaux et prestations.

Dans le tableau 1 ci-après sont donnés des exemples d'ouvrages élémentaires dont les quantités sont exprimées en volume, surface, longueur, unité et au forfait.

### 2.3.2. Evaluation des quantités d'ouvrages élémentaires

#### • Les travaux de terrassements

Les quantités des travaux de terrassement sont, généralement exprimées en volume (mètre cube –  $m^3$ ) :  $V = L * l * h$ , où,  $L$  est la longueur ;  $l$  – la largeur ;  $h$  – la hauteur.

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

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

Tableau 1.

N°	Unités des quantités	Obtention des quantités	Exemples d'ouvrages élémentaires
1	<b>Mètre cube</b> m <sup>3</sup>	La quantité est un volume $V$ qui est obtenu par multiplication des trois mesures $V = L * l * h$	Terrassements : fouilles, déblais, remblais ; Béton : forme, dallage, radier, fond ; Béton armé : fondations, superstructure ; Maçonnerie de moellons ; Démolitions d'ouvrages en béton, en béton armé, en maçonnerie de moellons.
2	<b>Mètre carré</b> m <sup>2</sup>	La quantité est une surface $S$ qui est obtenue par multiplication des deux mesures : $S = L * l$ ou $L * h$ ou $l * h$	Travaux de nettoyage et de préparation de terrain ; nivellement ; implantation ; compactage ; maçonnerie de briques ; enduits ; revêtements, habillage ; plafonnage ; plancher ; couverture ; étanchéité ; peinture ; espaces verts ; aménagement ; dallage ; démolition de maçonnerie de briques.
3	<b>Mètre linéaire</b> ml	La quantité est une longueur $L$ qui équivaut à la somme des mesures des différentes longueurs constituantes : $L = \sum L_i$	Ouvrages linéaires de VRD (caniveaux, pistes, voies, réseaux divers) ; charpentes métalliques ou en bois ; gainage et fileries ; garde corps ; curage, réhabilitation ou démolition d'ouvrages linéaires.
4	<b>Kilogramme</b> kg	La quantité est un poids $P$ qui équivaut à la somme des mesures des différents poids constituants : $P = \sum P_i$	Charpentes métalliques en acier ; Fers à béton ; Liants.
5	<b>Unité</b> U	La quantité est un nombre qui est obtenu en comptant le nombre d'ouvrages élémentaires : $N = 1 + 1 + 1 + \dots$	Éléments (produits) de menuiseries ; appareils d'équipements électriques, sanitaires, téléphoniques et de sécurité ; charpentes ; éléments isolés ; démolition d'éléments isolés.
6	<b>Forfait</b> FF	La quantité est prise égale à l'unité (1), équivalant à l'ensemble des opérations et prestations	Installation de chantier Repli et nettoyage des lieux Démolition d'ouvrages Ragréage

**Déblais et remblais**

<p><math>Q = V = \sum V_i = \sum L_i * l_i * h_i</math></p> <p><math>L_i</math> – longueur moyenne des déblais/remblais</p> <p><math>l_i</math> – largeur moyenne des déblais/remblais ;</p> <p><math>h_i</math> – hauteur moyenne des déblais/remblais.</p>	
--	--

• **Les travaux de fondations**

**Béton de propreté :**  $Q = V = A*B*h$ , où,  $A$  – 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.

**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.

**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.

**Semelle filante à hauteur constante :**  $Q = V = A*B*h$  où,  $A$  – une dimension de la semelle ;  $B$  – l'autre dimension de la semelle ;  $h$  – hauteur de la semelle.

**Semelle filante à hauteur variable (avec glacis):**  $Q = V = [B*e + 0,5(B+b)*(h-e)]L$  ;  $L$  – 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.

**Maçonnerie de moellons :**  $Q = V = A*B*h$  ;  $L$  – longueur de la maçonnerie ;  $B$  – largeur de la maçonnerie ;  $h$  – hauteur de la maçonnerie.

• **Les travaux d'élévation**

**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)  $H$  :  $Q = V = S*H$

**Voiles :**  $Q = V = e*L*H$ , où,  $e$  = épaisseur du voile ;  $L$  = longueur développée du voile ;  $H$  = hauteur moyenne du voile.

**Dalles :**  $Q = V = e*S$ ; où,  $e$  = épaisseur de la dalle ;  $S$  = surface de la dalle.

**Poutres :**  $Q = V = h*b*L$  ; où,  $h$  = 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.*

**Escalier (escalier en paillasse) :**

$Q = V = V_{paillasse} + V_{marche}$  où  $V_{paillasse} = E*h_p*L$ , avec,  $E$  = emmarchement ;  $h_p$  – épaisseur paillasse ;  $L$  = longueur développée de la paillasse ; et  $V_{marche} = S_{tm}*E$ , 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.

**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 travaux de planchers et de couverture**

**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  $l$  :

$$Q = S = L * l$$

**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  $l$  :  $Q = S = L * l$

**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 :  $Q = V = e*S$

• **Charpentes métalliques**

Les charpentes métalliques sont évaluées soit :

- en unité ( $U$ ), c'est-à-dire en évaluant le nombre de charpentes avec des caractéristiques géométriques données ;
- en kilogramme ( $kg$ ), c'est-à-dire en évaluant le poids des charpentes.

Dans le premier cas (évaluation en unité), on spécifie la nature de la charpente en donnant, par exemple la portée, les hauteurs, le type de treillis, le type d'assemblage, parfois le poids et autres paramètres spécifiques. Dans le deuxième cas (évaluation en kilogramme), il s'agit d'évaluer les poids des différents éléments constitutifs de la charpente, y compris les éléments d'assemblage. L'évaluation du poids des charpentes métalliques en acier se fait en prenant un poids spécifique de l'acier égal à  $7,85 \text{ t/m}^3$ . Pour les profilés normalisés ou reconstitués, on peut évaluer les quantités en mètre linéaire.

#### • Les travaux d'enduit, de revêtement et de peinture

Les quantités sont exprimées au mètre carré ( $\text{m}^2$ ) 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.

#### • Les menuiseries

,n

Les éléments de menuiseries sont évalués :

- 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 exemples.

#### • L'équipement : électricité, plomberie sanitaire, téléphonie, sécurité incendie

Les travaux d'équipement (électricité, plomberie sanitaire, téléphonie, sécurité incendie, etc...) sont, généralement évalués en nombre, quelques fois mètre linéaire (longueur).

### 2.3.2. Evaluation des quantités de matériaux

#### • Ouvrages de terrassement

Quand on fait une fouille d'un volume de  $1 \text{ m}^3$ , la terre mise en dépôt occupera un volume supérieur à  $1 \text{ m}^3$  : de  $1,00$  à  $1,40 \text{ m}^3$  en moyenne selon la nature du sol ; c'est le **foisonnement**. Aussi, pour remplir un espace de  $1 \text{ m}^3$  de volume par remblais compacté, il faut plus de  $1 \text{ m}^3$  de remblais mis en dépôt ou provenant des carrières : aussi de  $1,00$  à  $1,40 \text{ m}^3$  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.

• **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<sup>3</sup>) 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<sup>3</sup> de béton, il faut, approximativement les quantités suivantes de gravier **G** et de sable **S**, en fonction du rapport **G/S** (voit tableau 2). **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 3 sont données les mesures (volumes) de gravier et de sable pour 1 m<sup>3</sup> de béton selon le rapport G/S.

**Tableau 2.**

G/S	Gravier G, en litres	Sable S, en litres	Quantité G+S, en litres	Volume mélange obtenu, en litres
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 3. Mesures des volumes pour 1 m<sup>3</sup> 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 (m<sup>3</sup>) de béton : 150 ; 200 ; 250 ; 300 ; 350 ; 400 ; 450 ; 500 kg/m<sup>3</sup> . Par exemple, un dosage de 250 kg/m<sup>3</sup> signifie : prendre 250 kg de ciment pour fabriquer 1 m<sup>3</sup> de béton. Le dosage en ciment est fonction de la destination de l'ouvrage et des conditions d'exploitation. Dans le tableau 4 sont données les mesures des matériaux (gravier, sable et ciment) pour obtenir 1 m<sup>3</sup> de béton.

**Tableau 4. Mesures des matériaux pour 1 m<sup>3</sup> de béton**

G/S	Nombre de brouettées de 60 litres		Nombre de sacs de ciment de poids 50 kg pour un dosage en ciment égal à, en kg/m <sup>3</sup>							
	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								

2,50	15,00	6,00							
------	-------	------	--	--	--	--	--	--	--

Les quantités de matériaux pour une gâchée (mélange pour 1 sac de ciment) sont données dans le tableau 5.

**Tableau 5. Mesures des matériaux pour 1 sac de ciment (gâchée)**

Dosage en ciment, $kg/m^3$	Rapport G/S	Nombre de brouettées de 60 litres		Utilisation/Observations
		Gravier	Sable	
150	0,50	1,94	3,89	<i>Béton de propreté</i>
	1,00	<b>3,06</b>	<b>3,06</b>	
	1,50	<b>3,89</b>	<b>2,57</b>	
	2,00	<b>4,44</b>	<b>2,22</b>	
	2,50	5,00	2,00	
200	0,50	<b>1,46</b>	<b>2,92</b>	<i>Briques, hourdis</i>
	1,00	<b>2,29</b>	<b>2,29</b>	
	1,50	<b>2,92</b>	<b>1,92</b>	
	2,00	<b>3,33</b>	<b>1,67</b>	
	2,50	3,75	1,50	
250	0,50	1,17	2,33	<i>Béton de forme</i>
	1,00	<b>1,83</b>	<b>1,83</b>	
	1,50	<b>2,33</b>	<b>1,53</b>	
	2,00	<b>2,67</b>	<b>1,33</b>	
	2,50	3,00	1,20	
300	0,50	0,97	1,95	<i>Dallage</i>
	1,00	<b>1,53</b>	<b>1,53</b>	
	1,50	<b>1,95</b>	<b>1,28</b>	
	2,00	<b>2,22</b>	<b>1,11</b>	
	2,50	2,50	1,00	
350	0,50	0,83	1,67	<i>Ouvrages en béton armé en milieux non agressifs</i>
	1,00	1,31	1,31	
	1,50	<b>1,67</b>	<b>1,10</b>	
	2,00	<b>1,90</b>	<b>0,95</b>	
	2,50	<b>2,14</b>	<b>0,86</b>	
400	0,50	0,73	1,46	<i>Ouvrages en béton armé fortement sollicités ou en milieux agressifs</i>
	1,00	1,15	1,15	
	1,50	<b>1,46</b>	<b>0,96</b>	
	2,00	<b>1,67</b>	<b>0,83</b>	
	2,50	<b>1,88</b>	<b>0,75</b>	
450	0,50	0,65	1,30	<i>Ouvrages en béton armé fortement sollicités ou en milieux agressifs</i>
	1,00	1,02	1,02	
	1,50	<b>1,30</b>	<b>0,85</b>	
	2,00	<b>1,48</b>	<b>0,74</b>	
	2,50	<b>1,67</b>	<b>0,67</b>	
500	0,50	0,58	1,17	<i>Ouvrages en béton armé fortement sollicités ou en milieux agressifs</i>
	1,00	0,92	0,92	
	1,50	<b>1,17</b>	<b>0,77</b>	
	2,00	<b>1,33</b>	<b>0,67</b>	
	2,50	<b>1,50</b>	<b>0,60</b>	

La quantité d'eau  $E$  nécessaire pour la fabrication du béton dépend :

- de la consistance désirée ;
- de l'humidité des constituants (gravier et sable) ;

- de la capacité d'absorption d'eau par les constituants, le coffrage, l'air, etc...

Dans le tableau 6 sont données les quantités approximatives qu'il faut pour obtenir un béton de consistance donnée.

**Tableau 6.**

Consistance du béton	Quantité d'eau, en litres pour	
	1 m <sup>3</sup> de béton	une gâchée de béton (pour 1 sac de ciment)
Très ferme	100 ... 240	17 ... 50
Ferme	110 ... 255	18 ... 53
Plastique	120 ... 270	19,5 ... 56
Mou	130 ... 285	21 ... 60
Très mou	140 ... 300	22 ... 63

Dans l'évaluation des quantités de matériaux, il faut tenir compte des pertes de matériaux lors du transport, des manipulations, des mélanges, de fabrication et de mise en œuvre. Dans le tableau 7 qui suit sont données les valeurs moyennes approximatives des coefficients de perte sur certains matériaux de construction en fonction de types de travaux à exécuter. Ce coefficient de perte sert à pondérer la quantité de matériaux obtenue à partir des volumes théoriques d'ouvrages ; la valeur corrigée des quantités de matériaux est donc obtenue en multipliant cette quantité théorique par ce coefficient de perte.

**Tableau 7. Valeurs des coefficients de perte sur certains matériaux de construction**

Matériaux	Types de travaux	Valeurs moyennes du coefficient de perte
<b>Moellons</b>	Maçonnerie de pierres taillées	1,05 ... 1,20
	Maçonnerie de moellons	1,01 ... 1,10
	Béton cyclopéen	1,01 ... 1,10
<b>Gravier</b>	Béton de propreté, béton de forme	1,02 ... 1,10
	Béton armé	1,05 ... 1,15
<b>Sable</b>	Maçonneries exécutées dans coffrages	1,03 ... 1,15
	Maçonneries d'agglomérés et de pierres taillées	1,05 ... 1,20
	Béton armé ou non	1,03 ... 1,15
	Enduits verticaux	1,06 ... 1,20
	Enduits horizontaux	1,10 ... 1,25
	Carrelage	1,03 ... 1,10
	Raccordements	1,08 ... 1,25
<b>Ciment</b>	Béton de propreté, béton de forme	1,03 ... 1,15
	Béton armé	1,05 ... 1,22
	Maçonnerie exécutées dans coffrages	1,03 ... 1,15
	Maçonnerie d'agglomérés et de pierres taillées	1,05 ... 1,20
	Enduits verticaux	1,06 ... 1,20
	Enduits horizontaux	1,10 ... 1,25
	Carrelage	1,03 ... 1,10
	Raccordements	1,08 ... 1,25
<b>Fer à béton</b>	Travaux de béton armé	1,05 ... 1,20

### b) Ouvrages en béton armé

Pour les ouvrages en béton armé (béton + armatures), on utilise, généralement, sur les chantiers un rapport G/S = 1,5 ... 2,5, couramment G/S = 2 et un dosage minimal en ciment égal à :

- 300 kg/m<sup>3</sup> pour les milieux non agressifs ;
- 350 kg/m<sup>3</sup> pour les milieux exposés aux intempéries et
- 400 kg/m<sup>3</sup> 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.

### 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 :

$$e = 20 \text{ cm ;}$$

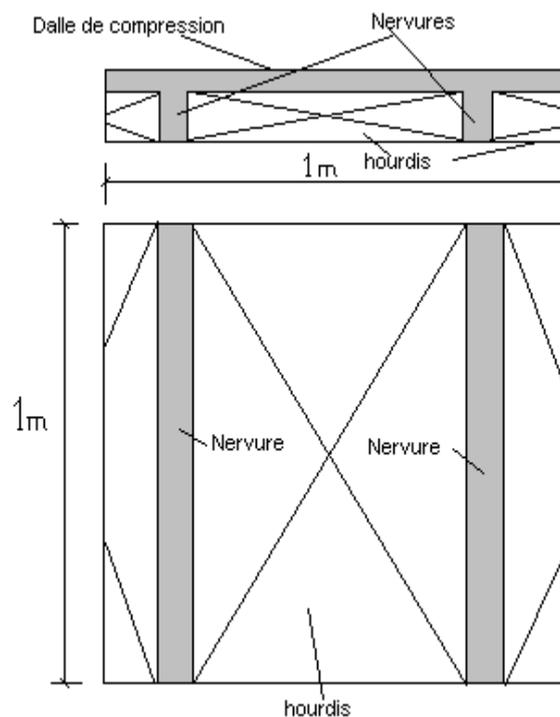
Parallèlement aux nervures :

$$e = 33 \text{ cm.}$$

On a ainsi :  $3 \cdot 1 + 5 \cdot 1 = 8 \text{ m.}$

Donc, dans 1 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> de plancher à hourdis creux :

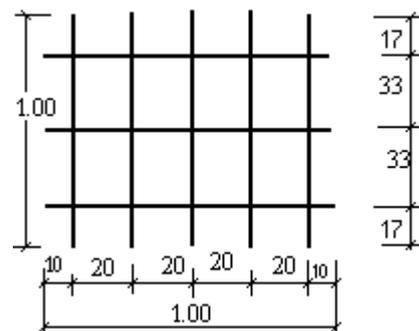
$$1,1 \cdot 8 = 8,8 \text{ m} \approx \mathbf{9,0 \text{ m}}$$



Pour une épaisseur de 5 cm, on a un volume de béton égal à :  $1 \cdot 0,05 = 0,05 \text{ m}^3$ .

Dans 1 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> de plancher = **2,0 m**



Aussi, les hourdis peuvent avoir des dimensions différentes, donc dans 1 m<sup>2</sup> 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  $l = 20 \text{ cm}$  ; longueur  $L = 50 \text{ cm}$ . Selon les

largeurs des nervures, on peut ainsi avoir de 7 à 9 hourdis dans 1 m<sup>2</sup> de plancher. *Quand les nervures ont une largeur de 10 cm, on a 8 hourdis par m<sup>2</sup> de plancher.*

On peut, ainsi, récapituler : dans 1 m<sup>2</sup> 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/m<sup>3</sup>, couramment 250 ... 300 kg/m<sup>3</sup>. Le tableau 8 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 8.**

Hauteur des hourdis, cm	Volume d'un hourdi, m <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	Dosage en ciment correspondant, kg/m <sup>3</sup>	Dosage en ciment, kg/m <sup>3</sup>	Volume béton obtenu pour 1 sac de ciment, m <sup>3</sup>	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  $1 \text{ m}^3$  de béton correspondant (colonne 5) est déterminé en divisant les 50 kg par le volume  $V$  :

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

◆ 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  $1 \text{ m}^3$ . Donc, pour **1 sac** de ciment qui fait **50 kg**, il faut un volume  $V$  (colonne 7) qui, divisé par le volume d'un hourdi choisi (colonne 2) donne le nombre de ce type de hourdi (colonne 8) à confectionner par sac de ciment :

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

## • Ouvrages en maçonneries

### a) Maçonnerie de moellons

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 en ciment seulement.

Dans  $1 \text{ m}^3$  de maçonnerie de moellons, ces constituants occupent les proportions suivantes de volume :

- moellons :  $0,5 \dots 1,0 \text{ m}^3$  ; en moyenne  $0,75 \dots 0,95 \text{ m}^3$  ;
- mortier :  $0,10 \dots 0,50 \text{ m}^3$  ; en moyenne  $0,20 \dots 0,30 \text{ m}^3$ .

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/m<sup>3</sup> et même plus selon la nature de la maçonnerie, la destination et les conditions d'exploitation. Donc dans  $1 \text{ m}^3$  de mortier, ce qui va correspondre à  $1 \text{ m}^3$  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 9 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  $1 \text{ m}^3$  de mortier en divisant le dosage par 50 kg (colonne 2). Sachant que pour  $1 \text{ m}^3$  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) :

$$\begin{array}{ccc} 16,67 \text{ brouettées de sable} & \longrightarrow & C \text{ (colonne 1)} \\ \text{Sable ?} & \longrightarrow & 50 \text{ kg} = \frac{16,67*50}{C} \end{array}$$

Ou encore

16,67 brouettées de sable  $\longrightarrow$  Nombre de sacs de ciment (colonne 2)

$$\text{Sable ?} \longrightarrow 1 \text{ sac} = \frac{16,67 * 1 \text{ sac}}{\text{Colonne 2}}$$

◆ Si on se fixe un nombre de brouettées de sable pour 1 sac de ciment (colonne 4), on peut déterminer le dosage en ciment correspondant. Pour cela, on calcule le volume de sable correspondant au nombre de brouettées en multipliant le nombre de brouettées par 60 litres = 0,06 m<sup>3</sup> (colonne 5). Sachant que ce volume de sable correspond à 1 sac, c'est-à-dire à 50 kg de ciment, donc pour 1 m<sup>3</sup> de sable (donc pour 1 m<sup>3</sup> de mortier), il faut une quantité de ciment (colonne 6) égale à :

$$\begin{aligned} \text{Nombre de brouettées de sable} = S & \longrightarrow 50 \text{ kg (1 sac)} \\ 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow C = \frac{1 * 50}{S} \end{aligned}$$

**Tableau 9.**

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 <sup>3</sup>	Nombre de sacs de ciment pour 1 m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	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

**Tableau 10.**

Nature des agglomérés	Dimensions des agglomérés			Volume d'un aggloméré, en m <sup>3</sup>
	Epaisseur, en cm	Hauteur, en cm	Longueur, en cm	
Agglomérés pleins	10	20	40	0,0080
	15	20	40	0,0120

Agglomérés creux	20	20	40	0,0160
	10	20	40	0,0053
	15	20	40	0,0070
	20	20	40	0,00834

Tableau 11.

Nature des agglomérés	Epaisseur des agglomérés, cm	Volume d'un aggloméré, m <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	Dosage en ciment correspondant, kg/m <sup>3</sup>	Dosage en ciment, kg/m <sup>3</sup>	Volume béton obtenu pour 1 sac de ciment, m <sup>3</sup>	Nombre d'agglomérés obtenu par sac de ciment	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Agglomérés pleins	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	
	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	
	20	0,016	15	0,24	208	250	0,2	13	
			20	0,32	156	225	0,2222222	14	
			25	0,4	125	200	0,25	16	
			30	0,48	104	175	0,2857143	18	
			35	0,56	89	150	0,3333333	21	
			40	0,64	78	125	0,4	25	
	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

### b) 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.

### 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 10.

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/m<sup>3</sup>, couramment de 150 à 200 kg/m<sup>3</sup>. Dans le tableau 11 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 m<sup>3</sup> de béton correspondant (colonne 6) est déterminé en divisant les 50 kg par le volume  $V$  :

$$V \xrightarrow{\quad} 50 \text{ kg}$$

$$1 \text{ m}^3 \xrightarrow{\quad} C = \frac{1*50}{V}$$

◆ 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 m<sup>3</sup>. 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 :

$$C \xrightarrow{\quad} 1 \text{ m}^3$$

$$50 \text{ kg} = 1 \text{ sac} \xrightarrow{\quad} V = \frac{1*50}{C}$$

$$\text{Nombre de briques} = V / (\text{Volume d'1 aggloméré})$$

### Les joints

Il s'agit d'évaluer la quantité de mortier contenue dans les joints horizontaux et verticaux d'1 m<sup>2</sup> 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).

Evaluons maintenant les longueurs développées des joints horizontaux et verticaux dans 1 m<sup>2</sup> de surface de maçonnerie (voir fig. ci-à côté).

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

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

Les volumes sont déterminés par les formules suivantes :

Joints horizontaux :

$$V_h = l \cdot e_h \cdot L_h.$$

Joints verticaux :

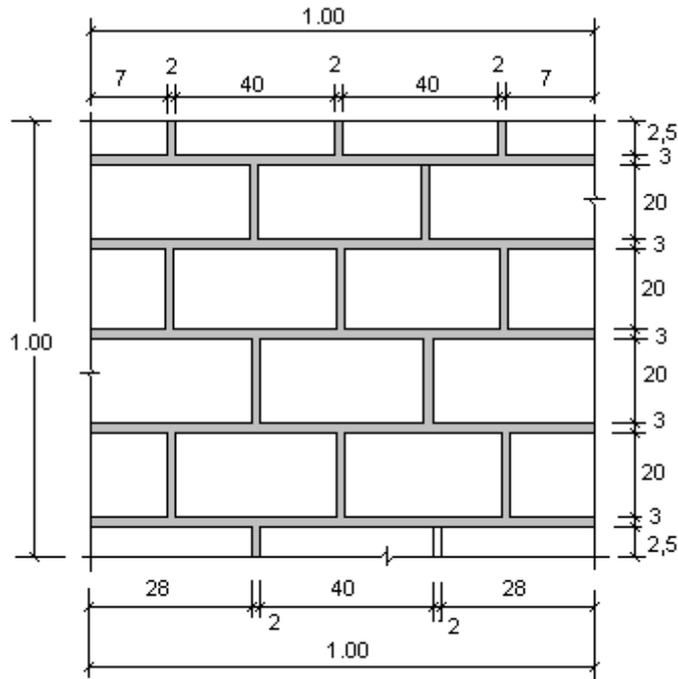
$$V_v = l \cdot e_v \cdot L_v;$$

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 12 sont donnés les volumes du mortier de joints (horizontaux et verticaux) contenu dans 1 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> égal à :  $(100 \cdot 100) / (22 \cdot 42) = 10,825 \approx 11$  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 m<sup>2</sup> sera égal à :  $(100 \cdot 100) / (20 \cdot 40) = 12,5$  briques.

### • Charpentes métalliques

Une charpente métallique comprend, généralement, les éléments suivants dont les caractéristiques géométriques et mécaniques sont définies à partir d'un calcul :

- des profilés normalisés ou reconstitués avec leurs caractéristiques géométriques qui sont, couramment, évalués par mètre linéaire (ou rarement en poids) ;
- des platines d'assemblages d'épaisseur donnée qui sont évaluées en unité avec spécification des dimensions, parfois en mètre carré avec spécification de l'épaisseur ;
- des boulons ou rivets de caractéristiques géométriques et mécaniques données qui sont évalués en unité.

La quantification des éléments de charpente peut être fait dans un tableau (voir tableau 13).

• **Couverture et bardage**

L'évaluation des quantités de matériaux doit tenir compte :

- des dimensions utilisées des éléments de couverture et de bardage (tôles, tuiles, etc...) ;
- des recouvrements et des dépassements nécessaires pour assurer une exploitation et un service fiable.

**Tableau 12.**

Epaisseur maçonnerie, cm	Epaisseur joints horizontaux, cm	Epaisseur joints verticaux, cm	Longueur joints horizontaux, m	Longueur joints verticaux, m	Volume mortier de joints dans 1 m <sup>2</sup> de surface, en m <sup>3</sup>
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

**Tableau 13.**

Nature des éléments	Identification des éléments	Unité de mesure	Quantité
Profilés	UPN N°		
	IPN N°		
	Cornières N°		
	...		
Platines d'assemblage	Epaisseur 12 mm		
	Epaisseur 10 mm		

	...		
<b>Boulons</b>	N°		

Le nombre d'unité d'éléments de couverture ou de bardage est calculé par la formule suivante :  $n = S_{tot}/S_{unit}$ , où,  $S_{tot}$  est la surface totale de couverture ou de bardage ;  $S_{unit}$  est la surface utile de l'élément en tenant compte des recouvrements et des dépassements nécessaires.

En plus des élément de couverture, parfois, il faut quantifier les supports de ces éléments (pannes pour les couverture, lisses pour les bardages) ; à noter qu ces supports sont le plus souvent évalués à part en mètre linéaire en spécifiant leur caractéristiques géométriques.

• **Plafonnage, habillage**

Le plafonnage et l'habillage comprennent, en général :

- le matériau du plafond ou de l'habillage dont la quantité est évaluée, généralement en mètre carré , parfois en unité en spécifiant les dimensions géométriques ;
- les éléments supports du plafond ou de l'habillage qui sont évalués en mètre linéaire tout en précisant leurs caractéristiques géométriques.

L'évaluation des surfaces des matériaux de plafonnage ou d'habillage doit tenir compte des recouvrements et des joints nécessaires pour assurer un fonctionnement et un service fiable.

• **Enduits, revêtements, peinture**

**a) Enduits**

Il s'agit des enduits intérieurs et extérieurs qui sont exécutés en mortier de ciment. Le dosage en ciment des mortiers varie de 200 kg/m<sup>3</sup> à 600 kg/m<sup>3</sup> selon la destination et les conditions d'exploitation de l'ouvrage. L'épaisseur des enduits varie de 0,5 cm à 5 cm et même plus en cas d'enduits décoratifs à plusieurs plans. Les matériaux de l'enduit sont couramment le sable et le ciment , éventuellement des adjuvants. Le volume de l'enduit  $V_{end}$  est obtenu en multipliant la surface  $S_{end}$  à enduire par l'épaisseur moyenne  $e$  de l'enduit :  $V_{end} = S_{end} * e$ .

Ce volume correspond à celui du sable :  $V_{sable} = V_{end}$ .

La quantité de ciment dépend du dosage du mortier. Par exemple, pour un dosage en ciment du mortier de 300 kg/m<sup>3</sup>, dans un volume d'enduit  $V_{end}$ , on a une quantité de ciment  $C_{end}$  égale à :

$$1 \text{ m}^3 \longrightarrow 300 \text{ kg}$$

$$V_{end} \longrightarrow C_{end} = \frac{300 \text{ kg} * V_{end}}{1 \text{ m}^3}$$

**b) Revêtements**

Les revêtements couramment exécutés au Mali sont :

- les revêtements en carreaux (carrelage des sols et des murs) ;
- les revêtements en dalles de béton pour les cours des bâtiments d'habitation et d'hébergement ;
- les revêtements en pierres plates pour les cours des bâtiments d'habitation et parfois publics ;

- les pavages en béton ou en pierres pour les cours des bâtiments civils et industriels, les trottoirs, les passages piétons, les voies de circulation de véhicules, etc...

Quelques soit le type de revêtements, les éléments constitutifs sont :

- la couche d'assise ;
- le matériau de revêtement ;
- le jointoiment.

Dans le tableau 14 sont données la nature et la quantité de matériau pour les différents types de revêtements.

**Tableau 14.**

Type de revêtement	Lit de pose		Matériaux de revêtement		Matériaux de jointoiment	
	Nature	Quantité pour 1 m <sup>2</sup>	Nature	Quantité pour 1 m <sup>2</sup>	Nature	Quantité pour 1 m <sup>2</sup>
<b>Revêtement en carreaux</b>	Mortier de ciment dosé à 200...500 kg/m <sup>3</sup> ; poudre ou coulis de ciment pour renforcer le collage	Volume mortier : $V = 0,03 \dots 0,10 \text{ m}^3$ pour une épaisseur de 3 à 10 cm. Sable : $0,03 \dots 0,10 \text{ m}^3$ . Ciment : 6 ... 50 kg	Carreaux	1 m <sup>2</sup> . Coefficient de perte : 1,05...1,10	Coulis de ciment (barbotine)	Volume coulis : $V = 0,00001 \dots 0,0005 \text{ m}^3$ selon les dimensions des carreaux et des joints (soit 0,01 ..0,5 litres). Ciment : 0,0125...0,625 kg
<b>Revêtement en dallettes de béton</b>	Sable : 0/5 mm	Volume sable : $V = 0,03 \dots 0,05 \text{ m}^3$ pour une épaisseur de 3 à 5 cm. Sable : $0,03 \dots 0,05 \text{ m}^3$ .	Dalettes	0,80...0,95 m <sup>2</sup> . Coefficient de perte : 1,03...1,10	Mortier de ciment dosé à 250...500 kg/m <sup>3</sup>	Volume mortier : $V = 0,01 \dots 0,04 \text{ m}^3$ selon les dimensions des dallettes et des joints. Sable : 0,01... 0,04 m <sup>3</sup> Ciment : 0,0125...0,625 kg
<b>Revêtement en pierres plates</b>	Sable : 0/5 mm	Volume sable : $V = 0,03 \dots 0,06 \text{ m}^3$ pour une épaisseur de 3 à 6 cm. Sable : $0,03 \dots 0,06 \text{ m}^3$ .	Pierres plates de carrières	0,80...1,00 m <sup>2</sup> . Coefficient de perte : 1,05...1,10 (soit un volume de 0,03 ... 0,06 m <sup>3</sup> )	Sable. Mortier de ciment dosé à 250...500 kg/m <sup>3</sup>	Volume mortier : $V = 0,02 \dots 0,08 \text{ m}^3$ selon les dimensions des pierres et des joints. Sable : 0,02... 0,08 m <sup>3</sup> Ciment : 05...40 kg
<b>Revêtements en pavés de béton ou de pierres</b>	Sable : 0/5 mm	Volume sable : $V = 0,03 \dots 0,05 \text{ m}^3$ pour une épaisseur de 3 à 5 cm. Sable : $0,03 \dots 0,05 \text{ m}^3$ .	Pavés en pierres taillées ou en béton dosé à 300...400 kg/m <sup>3</sup> avec G/S = 1,5...2,5.	1 m <sup>2</sup> . Coefficient de perte : 1,01...1,05	Sable fin (sable 0/3 mm ou de carrière)	Volume sable : $V = 0,001 \dots 0,10 \text{ m}^3$ selon les dimensions des pavés et des joints et le type de pavé. Sable : 0,001... 0,10 m <sup>3</sup>

**c) Peinture**

Les peintures sont appliquées sur plusieurs types de supports : enduits, menuiseries métalliques ou en bois, sur charpentes, etc... Elles sont appliquées en une ou plusieurs couches selon la destination et les conditions d'exploitation de l'élément. Les dosages, le nombre de couches et les consommations au mètre carré ( $m^2$ ) sont, en général, donnés dans les fiches techniques élaborées et fournies par les fabricants de peinture.

#### • Menuiseries

Les ouvrages de menuiseries sont, en général, fabriqués dans les ateliers spécialisés qui fournissent en même temps les quantitatifs des éléments simples entrant dans la confection de l'ouvrage de menuiserie. Toutefois, il est important pour un technicien de BTP de se faire une idée afin de vérifier ou de pouvoir évaluer approximativement le coût des éléments entrant dans la confection de certains ouvrages de menuiseries couramment utilisés (portes, portails, fenêtres, grilles de protection, etc...).

#### • Equipements

Les quantitatifs des éléments entrant dans les différents ouvrages d'équipement (électricité, sécurité, téléphonie, plomberie sanitaire, etc...) relèvent des compétences des spécialistes des domaines correspondants.

### 3. Les corps d'état

Les professionnels dans le domaine du BTP (Bâtiments et Travaux Publics) sont le plus souvent spécialisés, mais certains sont généralistes. Les différentes spécialités dans le domaine du BTP, appelées **corps d'état**. Ainsi, un corps d'état est un domaine d'activités pour exécuter des travaux spécifiques correspondant à des disciplines spécialisées. On peut citer certains corps d'état du BTP, les plus couramment rencontrés :

- la topographie;
- terrassements ;
- les ouvrages souterrains ;
- les VRD (voiries et réseaux divers)
- le béton armé et précontraint ;
- les maçonneries ;
- charpentes et menuiseries métalliques ;
- charpentes et menuiseries en bois ;
- couverture et étanchéité ;
- l'installation sanitaire et la plomberie sanitaire ;
- l'électricité ;
- revêtements – peinture – vitrerie – miroiterie ;
- le Génie thermique ;
- l'acoustique et l'isolation phonique ;
- l'éclairagisme ;
- paysage et espaces verts ; etc....

### 4. Les techniciens du métré

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 métreurs ;
- 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).

**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 tout 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.

**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.

## 5. Les actes du métré

Les actes tels qu'ils sont énumérés, sont donnés non pas par ordre d'importance, mais par ordre dont ces actes sont, généralement établis au fur et à mesure des besoins du métier, même si ces actes ne sont pas obligatoirement établis par un métreur. Ainsi, on peut citer les actes suivants de métré :

- l'estimation sommaire ;
- le devis descriptif ;
- le cahier des charges ;
- le devis quantitatif ;
- le devis estimatif ;
- les plannings ;
- les attachements ;
- l'état de situation ;
- la révision du marché ;
- la réclamation sur règlement ;
- le compte prorata ;
- le compte de mitoyenneté ;
- l'évaluation des propriétés construites ;
- la surface corrigée ;
- l'état des lieux.

### 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.

## 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 quelque 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. 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.

## Le cahier des charges

Le cahier des charges a pour but de définir avec précisions :

- les droits et les devoirs des parties en présence, c'est-à-dire des différents intervenants dans l'acte de construire : l'entrepreneur, le maître d'œuvre, le maître de l'ouvrage. Ces charges sont applicables à tous les chantiers (cahier des conditions des charges générales – CCCG ; normes Françaises) ;
- les obligations, les contraintes particulières à un chantier déterminé. Ces charges sont, généralement consignées dans un cahier des conditions des charges particulières (CCCP) ; ce cahier complète le CCCG en précisant les charges particulières au chantier considéré.

Ces deux cahiers peuvent être confondus en un seul document appelé cahier des charges. Au Mali, on utilise, généralement les concepts suivants :

- le Cahier des Clauses Administratives Générales – **CCAG** pour le CCCG ;
- le Cahier des Clauses Administratives Particulières – **CCAP** pour le CCCP.

Le CCAP est le document juridique du Marché; il est contresigné par le Maître de l'ouvrage et a pour but de définir avec précision:

- l'obligation, pour toutes les parties, de respecter rigoureusement ledit cahier;
- les droits et les devoirs de toutes les parties en présence (entrepreneurs, maître d'œuvre, maître d'ouvrage);
- les obligations, les contraintes particulières imposées par le chantier considéré.

Ainsi, le contenu de ce cahier:

- laisse au maître d'œuvre tous les pouvoirs pour surveiller les travaux et les modifier si besoins en est;
- donne le détail de l'organisation du chantier;
- fixe la durée des travaux et prévoit des amendes pour retard;
- énumère les conditions de réception des travaux;
- laisse la responsabilité à l'entrepreneur pour tout vice de construction dû à une malfaçon et en cas d'accident.

## Le devis quantitatif

Le devis quantitatif donne, par catégorie, les quantités d'ouvrages élémentaires nécessaires à la réalisation de la construction. Ces quantités sont données au mètre linéaire (*m*), au mètre carré (*m*<sup>2</sup>), au mètre cube (*m*<sup>3</sup>), en unités (*nombre*), en kilogrammes (*kg*), etc... Le cadre du devis quantitatif se présente, généralement, comme suit (voir tableau 15 ci-après).

### CADRE DU DEVIS QUANTITATIF

Tableau 15.

N°	Désignation des ouvrages	Unité	Quantité
1.	<b>TERRASSEMENTS</b>		
1.1.	Débroussaillage, désherbage et décapage couche végétale	m <sup>2</sup>	589,00
1.2.	Fouilles en rigoles	m <sup>3</sup>	45,87
1.3.	Remblais + compactage	m <sup>3</sup>	59,65
2.	<b>FONDATIIONS</b>		
2.1.	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1,83
2.2.	Fondations en béton armé	m <sup>3</sup>	18,32
2.3.	Longrines en béton armé	m <sup>3</sup>	16,14

## Le devis estimatif

### CADRE DU DEVIS ESTIMATIF

Tableau 16.

N°	Désignation des ouvrages	Unité	Quantité	Prix Unitaire (PU)	Montant
1.	<b>TERRASSEMENTS</b>				
1.1.	Débroussaillage, désherbage et décapage couche végétale	m <sup>2</sup>	589,00	1 500	883 500
1.2.	Fouilles en rigoles	m <sup>3</sup>	45,87	3 500	160 545
1.3.	Remblais + compactage	m <sup>3</sup>	59,65	4 800	286 320
	<b>Sous total 1</b>				<b>1 330 365</b>
2.	<b>FONDATIIONS</b>				
2.1.	Béton de propreté	m <sup>3</sup>	1,83	95 000	173 850

2.2.	Fondations en béton armé	m <sup>3</sup>	18,32	180 000	3 297 600
2.3.	Longrines en béton armé	m <sup>3</sup>	16,14	192 000	3 098 880

Le devis estimatif est le document sur lequel s'effectue le calcul du prix de la construction (voir tableau 16). Sur ce document, chaque quantité Q d'ouvrages élémentaire déterminée au devis quantitatif est reprise et est multipliée par le prix unitaire (*le prix unitaire – PU d'un ouvrage élémentaire est le prix de réalisation d'une unité de cet ouvrage*) de l'ouvrage élémentaire considéré pour trouver le prix (coût ou montant) de réalisation de cette quantité d'ouvrage élémentaire. Le total des prix des ouvrages élémentaires donne le montant du devis estimatif, c'est-à-dire le prix de l'ouvrage à construire.

## Les plannings

Le métré nous donne les quantités (ou volumes) des différents ouvrages, ce qui nous permet de planifier dans le temps la réalisation de ces ouvrages ; c'est le planning des travaux. Ce planning va nous donner dans le temps :

- de fractionner l'avancement des travaux ;
- de déterminer les moyens à mettre en œuvre ;
- de prévoir les approvisionnements en matériaux ;
- de prévoir la main d'œuvre à employer et les qualifications nécessaires.

## Les attachements

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, étaitements, 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'œuvre. On peut distinguer deux types d'attachements :

- les attachements écrits ;
- les attachements figurés.

**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...

**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.

## L'état de situation

Ce sont des métrés des travaux exécutés ou des approvisionnements sur chantier à une date déterminée. Ces états peuvent être établis dans les circonstances suivantes :

- demande d'acompte ;

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

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

## **La révision du marché**

Les variations fréquentes des prix des éléments qui entrent dans la constitution du prix d'un ouvrage élémentaire (salaire des ouvriers, prix des matériaux, transport, etc...) ne permettent pas de déterminer à l'avance, avec exactitude, le prix de l'ouvrage ; les prix indiqués au devis estimatif sont ceux en vigueur au moment de l'établissement de ce document. Aussi, en vue de tenir compte des variations ultérieures, il est prévu dans certains marchés une formule de révision de prix applicable au devis estimatif. Le métreur devra en tenir compte chaque fois qu'une variation sur l'un quelconque des éléments constitutifs d'un prix.

## **La réclamation sur règlement**

Il arrive qu'au moment du règlement définitif d'une construction, le maître de l'ouvrage ou le maître d'œuvre trouve que la facture (appelée **le mémoire**) présentée par l'entreprise est trop élevée ; afin d'en obtenir la réduction, il remet ce mémoire à un **métreur vérificateur**. Ce dernier contrôle du mémoire se fait poste par poste (c'est-à-dire par ouvrage élémentaire) et lorsqu'il juge le montant d'un poste trop élevé, il reprend les calculs, corrige le montant et rétablit ce qu'il considère comme juste valeur de l'ouvrage ; ce montant est, généralement, inférieur au montant du mémoire. Si le maître de l'ouvrage est une administration, généralement le mémoire subit une deuxième correction effectuée par un **métreur réviseur**. Le document corrigé est remis à l'entreprise pour obtenir de lui un nouveau mémoire tenant compte des modifications portées par le vérificateur. Si l'entreprise accepte les

corrections, elle établit un nouveau mémoire tenant compte des corrections et le présente au maître de l'ouvrage pour règlement. Par contre, si l'entreprise considère que la réduction du mémoire est trop importante, elle demande à son métreur d'établir un **mémoire de réclamation** (ou **facture de réclamation**) dans lequel, argument à l'appui, le métreur reprend tous les postes à estimation globale (généralement dans un but de simplification) et demande la prise en considération du détail exact des travaux. Cela va entraîner obligatoirement une augmentation de l'estimation des travaux en cause, car chaque sous-poste (détail) sera facturé.

Si ce mémoire de réclamation ne permet pas à l'entreprise d'obtenir les résultats escomptés, il faut alors avoir recourt à l'arbitrage à l'amiable et si elle n'obtient pas satisfaction, faire appel à un tribunal compétent.

## Le compte prorata

Si sur un chantier travaillent plusieurs entreprises, les frais que doivent supporter toutes les entreprises qui y travaillent sont répartis proportionnellement au montant de leurs travaux respectifs.

Le compte prorata est la comptabilisation de tous ces frais ; il est tenu par l'entreprise qui a le lot le plus important et est arrêté par le maître d'œuvre.

## Le compte de mitoyenneté

**La mitoyenneté est la distance qui sépare deux propriétés (deux parcelles) et qui appartient aux deux propriétaires.** La législation concernant les mitoyennetés détermine les droits et devoirs des propriétaires d'un mitoyen. Il arrive qu'un des propriétaires décide d'abandonner ou de vendre sa mitoyenneté au profit de l'autre propriétaire ; dans ce cas, le métreur est chargé, sous les directives d'un architecte, de déterminer les **comptes** (ou **actes**) **de mitoyenneté**. Il est évident que de telles opérations, à tous les niveaux, nécessitent une parfaite connaissance de la législation en la matière.

## L'évaluation des propriétés construites

L'évaluation des propriétés déjà construites est faite, en général, par des **évaluateurs immobiliers** ou **experts immobiliers**, parfois cette tâche peut être confiée à un métreur. La valeur d'une construction est déterminée en prenant en considération :

- la valeur propre de la propriété (= valeur du terrain + valeur construction comme si elle était neuve – sa vétusté) ;
- la valeur des revenus produits par la propriété ;
- la valeur marchande (valeur comparée à des propriétés vendues dans la zone).

## La surface corrigée

Le décompte du prix d'un loyer d'un local d'habitation est établi en tenant compte :

- de la surface réelle de chaque pièce de l'habitation multipliée par un coefficient suivant la nature de cette pièce ;
- de la nature des matériaux qui constituent l'habitation ;
- de l'entretien courant des parties communes et des espaces verts ;
- des éléments d'équipements ;
- de divers coefficients tenant compte de la situation, etc...

Ces évaluations sont effectuées à l'équivalence de surface, leur résultat donne la **surface dite corrigée**. Le métreur peut être sollicité, soit par le propriétaire, soit par le locataire pour établir la surface corrigée d'un local d'habitation et déterminer ainsi le montant du loyer.

## L'état des lieux

Un état des lieux est un constat donnant l'état de la construction (état des murs, de la toiture, peinture, etc...) et de ses équipements (menuiseries, installations sanitaires et électriques, mobiliers, etc...) à un moment donné, généralement quand un autre locataire doit prendre possession de cette construction. Ainsi, lors de la location d'un local, propriétaires et locataires ont tous deux intérêt à dresser un constat de l'état des locaux au moment de la location. Grâce à ce constat, le propriétaire peut demander aux locataires réparation des dégradations dont ce dernier serait l'auteur. De même, en vertu de ce constat, le locataire aura la certitude de ne pas se voir demander réparation de dégradations dont il ne serait pas l'auteur.

*A noter que, faute d'état des lieux, on suppose que tout local en location est considéré comme ayant été en parfait état au moment de l'entrée du locataire.*