

# METRE ET ESTIMATION DES PRIX

## 03 GENIE CIVIL

### Objectifs de Cours :

L'objectif de cette unité d'enseignement est de faire acquérir à l'étudiant en formation la connaissance des outils de base à l'établissement d'un avant métré et d'un devis ainsi que la connaissance des différents actes de métré.

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100%

**Semestre: 6**

**Unité d'enseignement: UEM 3.2**

**Matière 3: Métré et estimation des prix**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

## CHAPITRE 1 : NOTIONS GENERALES SUR LE METRE ET L'AVANT METRE

### INTRODUCTION

L'art du "métré" a toujours été inséparable de "l'acte de construire".

En effet, il n'est pas d'ouvrage qui n'ait été construit sans qu'on ne se soit préoccupé de sa qualité, des quantités et des coûts des différents travaux à réaliser.

Le "métré" consiste donc à analyser qualitativement et quantitativement l'ensemble des travaux nécessaires à la réalisation des projets afin de pouvoir, en fin de compte, en déterminer le prix.

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

Ces études nécessitent des qualités diverses :

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

### L'avant - métré

On devra différencier les appellations :

- **Avant-métré** : pour les travaux quantifiés sur plans,
- **Métré** : pour travaux quantifiés à partir des relevés d'ouvrages existants.

L'avant - métré, comme le métré ont pour objet le calcul détaillé des diverses quantités d'ouvrages élémentaires.

Le métreur doit être méthodique dans la réalisation de son avant - métré :

- L'avant métré doit suivre l'ordre chronologique des travaux sauf exception motivée par des considérations pratiques afin d'éviter des oublis ou pour faciliter les repérages (exemple 1) : remblaiement situé avec les travaux de tenant ; (exemple 2) : Béton puis armatures (ratio) et coffrage).

- L'avant métré doit suivre un ordre logique (exemple : Façade Est puis Sud, puis Ouest, puis Nord), et reprendre toujours le même ordre tout au long de l'étude.

Exemple : o Débroussaillage, dégagement du sol Bâtiment A

- o Terrassement détaillé en descendant
- o Fondations détaillées en montant
- o Murs du soubassement (longitudinaux, transversaux, refends ...)
- o Plancher bas de rez-de-chaussée
- o Murs de rez-de-chaussée (longitudinaux, transversaux, refends ...)
- o ...Ect

### **Les outils de l'avant - métré**

Le métreur doit connaître précisément le travail à réaliser. Il dispose pour cela des outils suivants :

- Les plans
- Le C.C.T.P ou à défaut le descriptif des ouvrages

Le descriptif répond aux questions suivantes (il concerne le client et l'entreprise en l'absence de C.C.T.P) : › **En quoi ?** ⇒ Matériaux, composants › **Où ?** ⇒ Localisation

Le C.C.T.P, élément essentiel, répond, en plus, à la question suivante (cette question ne concerne que l'entreprise) : › **Comment ?** ⇒ Mise en œuvre (prescriptions liées à la qualité à obtenir, choix, ...)

Dans le cas où on ne dispose ni du C.C.T.P ni du descriptif des ouvrages (marchés privés de peu d'importance essentiellement), il faudra rechercher attentivement les différents O.E à partir d'une identification préalable des différents éléments d'ouvrages à construire.

### **Les démarches indispensables de l'avant - métré**

La réalisation d'un avant-métré sera conduite en respectant les démarches suivantes :

<b>Les démarches indispensables de l'avant - métré</b>	
<b>1</b>	<b>S'imprégner des prestations demandées et des particularités des plans :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lire attentivement le C.C.T.P ou à défaut le descriptif de l'ouvrage.</li> <li>• Rechercher la documentation nécessaire ou exploiter :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Celle existante</li> <li>o Les D.T.U (Documents techniques unifiés)</li> </ul> </li> <li>• Le R.E.E.F (Recueil des éléments utiles à l'établissement et à l'exécution des projets et marchés de bâtiment en France).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prendre des notes sur une feuille à part pour les points qui semblent importants.</li> <li>• Prendre des notes en mettant les références indiquées ou les numéros d'article, le conditionnement pour la livraison...</li> <li>• Faire des dessins de détails pour faciliter la compréhension du travail demandé.</li> </ul>

<b>2</b>	<b>Liste ordonnée (brouillon) des ouvrages élémentaires (O.E) à analyser :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repérer les O.E à quantifier :               <ul style="list-style-type: none"> <li>› En utilisant le C.C.T.P ou le descriptif.</li> <li>› En identifiant les différents éléments d'ouvrages à construire si absence de C.C.T.P/descriptif.</li> </ul> </li> <li>• Faire une liste ordonnée selon un ordre logique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surligner ou colorier les éléments de même nature.</li> <li>• Changer de couleur pour un autre élément et ainsi de suite.</li> </ul> <p><b>Nota :</b> les différents O.E correspondent en grande majorité à ceux dont l'entreprise possède le prix dans son bordereau.</p>
<b>3</b>	<b>Analyse sans calcul des différents O.E :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rédiger les textes définissant la prestation de l'entreprise.</li> <li>• Faire l'avant - métré en faisant apparaître toutes les dimensions et toutes les opérations utilisées pour le calcul ultérieur du résultat en précisant les unités de chaque O.E.</li> <li>• Pointer au fur et à mesure sur les plans les O.E étudiés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche des dimensions manquantes sur les plans :               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Dimensions « Dans Œuvre » (D.O) ou « Hors Œuvre » (H.O)</li> <li>o Hauteur sous plafond</li> <li>o Hauteur d'allège ou de retombées de poutres</li> <li>o Epaisseur de l'isolant, d'enduit, des cloisons...</li> </ul> </li> </ul>
<b>4</b>	<b>Faire et vérifier les calculs</b>
	Attention aux erreurs de frappe, il faut avoir une idée du résultat que l'on cherche.

### **Le rôle principal du métreur d'Entreprise**

Le métreur est un(e) technicien(ne) spécialisé(e) qui a une bonne connaissance des plans, des cahiers des charges, des méthodes de mesurage et des « documents normatifs ». Il (elle) a une bonne maîtrise de la réalisation des travaux et de la décomposition des différentes activités.

Pour établir un métré correctement, il (elle) utilise le formulaire propre à l'entreprise qu'il remplit avec précision. Pour cela il (elle) est organisé(e) et possède une structure personnelle pour extraire les quantités des postes conformément aux « Méthodes de mesurage de quantités » préconisées par le « Cahier spécial des charges ». Il (elle) est parfois amené(e) à contrôler des « métrés ». Il (elle) réalise le « Métré récapitulatif » du dossier en se « contrôlant » en permanence et en vérifiant si rien n'a été omis. Pour établir son devis, il (elle) établit des phases de travail. Sur base de la méthode de travail adoptée, il (elle) peut établir, pour tous les postes du « Métré récapitulatif » le prix de revient des travaux propre à l'entreprise ( il (elle) dispose d'une base de données des rendements réels de l'entreprise), il (elle) collationne et vérifie les différentes « remises de prix » des sous-traitants. Il (elle) définit le prix de revient qu'il (elle) doit justifier devant ses supérieurs. Il (elle) établit le document définitif du « Prix de vente » qu'il (elle) dépose au bureau des soumissions.

On lui reconnaît volontiers son sens de l'organisation, son souci du détail, sa bonne méthode de travail, son ordre et sa précision.

Il (elle) occupe un poste clé dans l'entreprise. C'est de lui ou de son « service » que dépend un carnet de commandes bien fourni.

Rôle général du Métreur d'entreprise dans le déroulement d'une affaire		
Déroulement de l'affaire	Documents	Travail du Métreur
<p><b>1) Appel d'offres:</b></p> <p>Le Maître d'œuvre (l'Architect) représentant le Maître d'ouvrage (le client, propriétaire de l'ouvrage). Après une étude générale, recherche l'entreprise qui effectuera les travaux.</p>	<p>"Le dossier"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pièces écrites.</li> <li>- Plan d'Architecte.</li> </ul>	
<p><b>2) Préparation de la soumission</b></p> <p>L'entreprise intéressée étudie une proposition de prix. Elle fait un devis prévisionnel des travaux.</p>	<p>SOUSSION (appellation officielle de la proposition de l'entreprise).</p>	<p>1- Calculer les futures quantités de l'ouvrage à construire.</p> <p>2- Calculer le prix de vente prévisionnel de l'ouvrage à construire.</p>
<p><b>3) Passation du marché</b></p> <p>Le Maître d'œuvre choisit, à partir des soumissions, l'entreprise qui effectuera les travaux. Il désigne l'entreprise <i>adjudicataire</i> et signe avec elle le <i>Marché</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le marché (accord entre le Maître d'ouvre et l'entreprise).</li> </ul>	
<p><b>4) Exécution des travaux</b></p> <p>L'entreprise choisie même les études précises d'exécutions de l'ouvrage. Elle fait l'installation du chantier et construit l'ouvrage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation règlement partiel</li> <li>- Mémoire définitif.</li> <li>- Rappel de toutes les situations.</li> </ul>	<p>3- Se faire payer l'ouvrage.</p>

Les 3 taches principales du Métreur.

## **A. Calculer les futures quantités de l'ouvrage à construire.**

Autres formulations :

- Faire le (devis) quantitatif.
- Faire le Métré.

Caractéristiques de cette tâche :

A partir du dossier (plans et pièces écrites) le Métreur calcule des volumes ( $m^3$ ) des surfaces ( $m^2$ ) des longueurs (ml) des poids (Kg) et compte des éléments (à unité), concernant l'ouvrage à évaluer.

Application du travail :

Il permettra :

- au Métreur de calculer le prix global de l'ouvrage.
- Au Conducteur de travaux de passer ces commandes de matériaux (pour l'exécution du Chantier).

## **B. Calculer le prix de vente prévisionnel de l'ouvrage à construire B-1 Ce travail s'effectue en 2 temps :**

Calculer les prix unitaires.

Ou bien :

- Mener l'étude de prix.
- Remplir le bordereau des prix unitaires.

Il s'agit d'évaluer les prix de vente se rapportant aux quantités mesurées par le quantitatif. (Prix du  $m^3$ . Prix du  $m^2$ . Prix du ml. Prix de l'unité.)

Calculer le prix global de vente.

Ou : Faire le (devis) estimatif.

Il s'agit de multiplier les quantités par les prix unitaires. Pour obtenir le prix total de l'ouvrage.

### **B-2 Application de ce travail.**

Il permet à l'entreprise de « soumissionner », c'est-à-dire d'établir sa proposition pour l'ouvrage à construire, en réponse à l'appel d'offre.

- Il permettra au Métreur de mener le règlement de l'ouvrage.
- Il permet au Comptable de prévoir le chiffre d'affaire de l'entreprise.

## **C. Se faire payer l'ouvrage.**

### **C-1 Ce travail s'effectue**

#### **en 2 temps : C-1-1**

Etablir des « situation

».

Il s'agit d'établir d'une façon périodique, (généralement tous les mois) pendant la durée du chantier, la « facture » des travaux effectués au cours de la période de prise en compte cela consiste essentiellement à multiplier :

Les quantités réalisées dans la période.

Par les prix unitaires de vente (établis lors de l'étude de prix)

#### **C-1-2 Etablir le mémoire définitif.**

A la fin du chantier, on dresse un récapitulatif de toutes les situations périodiques. On ne fait payer éventuellement le solde – (différence entre le montant total et la somme des montants périodiques).

## CHAPITRE 2 :

### **LES ACTES DU METRE ET DE L'AVANT-METRE**

De ce que nous avons vu, il apparaît que le métreur intervient avant, pendant et après l'exécution de la construction pour en estimer la valeur.

Suivant le moment où a lieu l'évaluation et suivant que le métreur travaille pour le client ou pour l'entrepreneur, le métreur prend une désignation différente. Ces désignations sont appelées « actes de métré » qui définissent l'aspect complet du travail du métreur.

#### **1- ESTIMATIONS SOMMAIRES**

Les estimations sommaires sont des évaluations rapides et plus ou moins approchées de travaux à réaliser.

Elles sont fréquemment utilisées par les autres du projet pour évaluer le coût des constructions envisagées et permettre ainsi à leurs clients de déterminer un budget pour les travaux projetés.

Les estimations sommaires peuvent être plus ou moins précises suivant l'état d'avancement du projet. Ainsi un architecte pourra donner une première estimation sommaire d'un bâtiment en se basant sur son expérience puis une deuxième estimation plus précise lorsqu'il aura réalisé l'avant-projet de la construction envisagée.

#### **2- DEVIS (C.P.S.)**

Lorsque après étude des avants-projets et des estimations sommaires le client décide de réaliser la construction, il donne ordre à l'architecte d'établir le projet définitif.

Ce projet doit permettre la mise en concurrence de plusieurs entrepreneurs en donnant la certitude que les prix remis par ceux-ci correspondent à un même volume de travail. De plus le projet sert de guide pendant l'exécution des travaux.

Parmi les éléments que doit comprendre le projet, figurent les devis :

- **DEVIS DESCRIPTIF** décrit toutes les parties d'ouvrages qui seront demandés aux différents corps d'états concourant à la réalisation du projet. Il doit être complet pour ne laisser place à aucune interprétation et doit être très clair.

En principe rédigé par l'architecte ou l'ingénieur, ces devis descriptifs sont en fait rédigés par des métreurs collaborant étroitement avec les auteurs du projet.

- **DEVIS QUANTITATIF** donne les quantités de toutes les parties d'ouvrages. Ces quantités sont déterminées par le métreur qui à partir des plans décompose le projet en éléments simples qu'il mesure. C'est le travail le plus long et le plus spécifique du métreur : c'est l'avant-métré.

L'avant-métré est fait suivant une méthode et un code qui seront connus ultérieurement.

- DEVIS ESTIMATIF donne les prix unitaires des différentes parties d'ouvrages. En multipliant ces prix par les quantités estimées et en additionnant les résultats on obtient finalement l'estimation totale du coût de l'ouvrage.

### **3- ATTACHEMENTS**

Ce sont des documents qui constatent des travaux réalisés mais qui par la suite deviendront inaccessibles ou invisibles. Ils peuvent être écrits ou figurés.

Les attachements sont nécessaires pour tous les travaux faisant l'objet d'un prix de règlement particulier. Ils sont inutiles dans le cas de marché traité au prix global ou forfaitaire.

Les attachements doivent être signés et datés par les deux parties contractantes car une fois pris ils deviennent définitifs. Il importe donc qu'ils soient complets, précis et présentés de façon claire.

Les attachements peuvent concerner les travaux de terrassements, de fondations et de tous les ouvrages exécutés sous le sol. Ils peuvent aussi concerner les travaux en élévation qui ne figurent pas sur les plans d'exécution.

### **4- ETATS DE SITUATIONS**

Ces états de situations (ou états d'avancements) sont des métrés des travaux exécutés et des relevés d'approvisionnements effectués sur le chantier, au cours des travaux, à une date déterminée. Ils sont établis pour justifier les demandes d'acomptes présentés par l'entrepreneur.

N'ayant qu'un caractère provisoire, ils peuvent être approximatifs sans trop s'écarter de la vérité.

Les états d'avancements sont aussi nécessaires dans d'autres cas :

- Arrêt momentané du chantier
- Changement du maître de l'ouvrage
- Changement de l'entrepreneur
- Faillite de l'entreprise

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

### **5- COMPTE PRORATA**

Le compte prorata comprend tous les frais de chantier relevant de l'ensemble des entrepreneurs :

- Consommation d'eau et d'électricité
- Clôture provisoire de chantier
- Gardiennage

Il est géré au cours des travaux par l'entreprise qui détient de lot le plus important et son montant est réparti entre les entreprises au prorata du montant de leurs travaux respectifs.

## **6- REVISIONS DES PRIX**

En raison de l'instabilité relative des prix des matériaux et de la main-d'œuvre, la plupart des marchés comportent une clause de révision des prix avec la formule à appliquer.

Les travaux peuvent parfois durer plusieurs années, il est donc nécessaire de tenir compte des augmentations possibles de coûts de productions.

La révision des prix est faite à la fin des travaux. Elle est réalisée tranche par tranche en fonction des états de situations, en appliquant au montant de l'acompte correspondant les coefficients obtenus à partir des indices des coûts de productions applicables à la période considérée.

La révision de prix est habituellement faite par le métreur qui a établi le devis de l'affaire et a suivi le chantier.

## **7- LES MEMOIRES**

Les mémoires sont établis en cours des travaux ou postérieurement à l'exécution de ceux-ci et constituent la facture détaillée de la construction réalisée.

Les quantités des différents ouvrages sont établies après mesurage c à d après relevés exécutés sur le chantier. Ces quantités sont multipliées par les prix unitaires convenus.

L'ensemble des valeurs des différents ouvrages constitue le montant du mémoire présenté par l'entrepreneur à son client.

## CHAPITRE 3 :

### MODE DE METRE ET DE L'AVANT-METRE DES OUVRAGES

#### Introduction

Ce chapitre étudiera en profondeur le calcul et la préparation des métrés. On trouvera ci-après des notions de base et des choses utiles à savoir dans le domaine du mesurage et du calcul. La plupart d'entre vous trouveront dans ces notions de quoi rafraîchir leurs connaissances. Chacun y trouvera une matière indispensable pour appréhender facilement les autres fascicules.

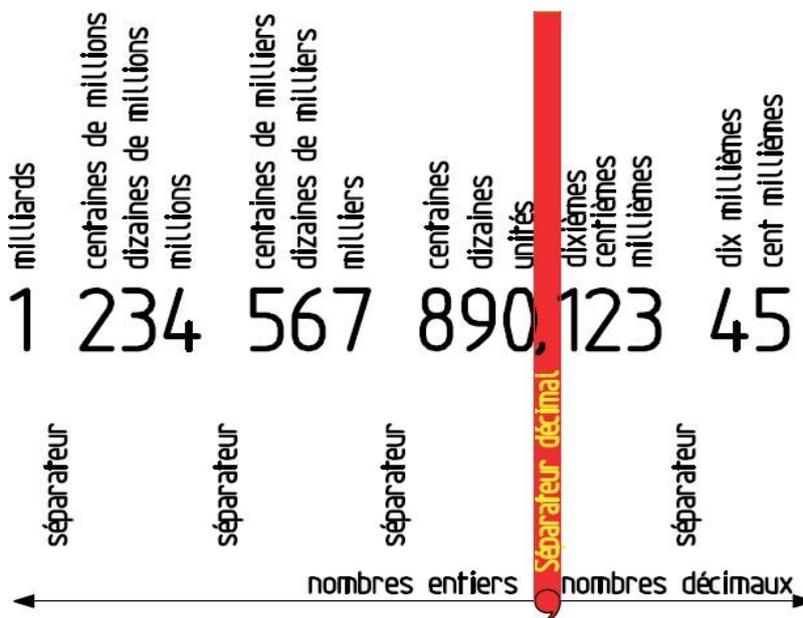
#### Composition et représentation d'un nombre

##### Les chiffres arabes

Le séparateur de milliers s'utilise pour faciliter la lecture du nombre. En Belgique, on utilise le point et l'espace. Le Bureau de Normalisation (NBN, anciennement IBN) donne la préférence à l'espace. Comme les normes NBN ont un caractère légal, nous reprendrons évidemment les conventions et les normes qu'elles établissent.

Pour éviter toute confusion, on n'utilise pas de séparateur de milliers pour les années, les codes postaux et les échelles.

Attention! Certains pays, comme les USA, utilisent le point comme séparateur décimal et la virgule comme séparateur de milliers.



##### Les chiffres romains

On utilise très souvent les chiffres romains pour numéroter les chapitres. Les chiffres romains représentés ci-dessous permettent de former n'importe quel nombre.

1	5	10	50	100	500	1 000
I	V	X	L	C	D	M

Notez bien qu'il n'y a pas ici de séparateurs de décimales ni de milliers.

**Règles de composition d'un nombre en chiffres romains** (voir tableau)

- **Pour augmenter un nombre de base**

On augmente un nombre de base en plaçant après ce nombre un ou plusieurs nombres de valeur égale ou inférieure.

- **Pour diminuer un nombre de base**

On diminue un nombre de base en plaçant devant ce nombre un nombre plus petit.

Composition des chiffres romains																
Chiffres arabes	Milliers			Centaines			Dizaines			Unité			Chiffres romains			
	M	+	Chiffres	-	M D C	+	Chiffres	-	C L	+	Chiffres	-		V I	+	Chiffres
34			0				0		XXX		30	I	V		4	XXXIV
49			0				0	X	L		40	I	X		9	XLIX
285			0		CC		200		LXXX		80		V		5	CCLXXXV
763			0		DCC		700		L	X	60		III		3	DCCLXIII
1 555	M		1 000		D		500		L		50		V		5	MDLV
1 997	M		1 000	C	M		900	X	C		90		V	II	7	MCMXCVII
2 008	MM		2 000				0				0		V	III	8	MMVIII

### Signes ou symboles de calcul et de mesure

Symbole	Signification	Symbole	Signification	Symbole	Signification
=	est égal à	h	heure	//	parallèle à
≠	n'est pas égal à	min	minute	⊥	perpendiculaire à
≈	environ	s	seconde	∠	angle
<	plus petit que	%	pour-cent	α	grandeur angulaire
≤	plus petit ou égal à	‰	pour-mille	r	rayon
>	plus grand que	+	plus	π	pi
≥	plus grand ou égal à	-	moins	∅	diamètre
∞	infini	/ ou :	divisé	°	degré
±	plus ou moins	× ou *	multiplié	'	minute (angle)
Σ	la somme de	√	racine carrée	"	seconde (angle)

## La règle de trois

1. Ecrivez les données et ensuite ce que vous cherchez.
2. Vous commencez toujours par 1.
3. La question ... la solution.

### **Exemple: directement proportionnel**

3 fûts contiennent 225 l d'huile. Combien d'huile y a-t-il dans 7 fûts?

3 fûts contiennent:	225 l
	↓ : 3
1 fût contient:	75 l
	↓ x 7
7 fûts contiennent:	525 l

Cette relation est **directement proportionnelle**, c.-à-d. que **plus** il y a de fûts, **plus** il y aura d'huile, et **moins** il y a de fûts, **moins** il y aura d'huile.

### **Exemple: inversement proportionnel**

Deux ouvriers ont besoin de 4h30 pour enduire un mur. Combien de temps faudra-t-il à 3 ouvriers pour exécuter le même travail?

2 ouvriers ont besoin de	4h30
	↓ x 2
1 ouvrier a besoin de	9h
	↓ : 3
3 ouvriers ont besoin de	3h

Cette relation est **inversement proportionnelle**, c.-à-d. que **moins** il y a d'ouvriers, **plus** il faudra de temps; inversement, **plus** il y a d'ouvriers, **moins** il faudra de temps.

## Calcul d'un pourcentage

Ce calcul revient souvent dans une entreprise. Il suffit de penser aux tarifs de TVA, aux réductions et aux commissions.

Hors TVA Il faut encore ajouter la TVA	TVA comprise La TVA est déjà incluse dans le montant
Exemple	
Prix hors TVA: 35 023 € Taux de TVA: 6 % $\frac{35\,023 \times 6}{100}$ TVA = 2 101,38 €	Prix TVAC: 37 124,38 € Taux de TVA: 6 % $\frac{37\,124,38 \times 6}{100 + 6}$ TVA = 2 101,38 €

## Les mesures de longueur

La définition du mètre a été établie au niveau international dans le cadre du système SI (Système international d'unités\*). En Belgique, l'application du système métrique est obligatoire pour l'établissement de documents dans une entreprise, ou pour l'exercice d'une profession ou d'un commerce.

Le mètre (m) s'utilise pour exprimer une longueur, une distance ou un périmètre.

Ordre d'importance et dénomination d'une mesure de longueur							
kilomètre <b>km</b>	hectomètre <b>hm</b>	décamètre <b>dam</b>	mètre <b>m</b>	Séparateur décimal	décimètre <b>dm</b>	centimètre <b>cm</b>	millimètre <b>mm</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>,</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>

#### Exemple

km	hm	dam	m	dm	cm	mm	Comment l'exprimer
3	1	7	8	2	1		317,821 dam
3	1	7	8	2	1	7	31 782,17 dm
3	1	7	8				3,178 km
	7	1	2	8	7	1	712 871 mm
3	1	7	8	2	1	7	3 178,217 m
3	1	7	8				31,78 hm
3	1	7	8	2	1	7	317 821,7 cm
3	1	7	8	2	1	7	3,178 217 km

Tableau de correspondance des unités de longueur anglaises

Unité	Pouce	Pied	Yard	Toise	Furlong	En unité SI
Pouce						25,4 mm
Pied	12					30,48 cm
Yard	36	3				91,44 cm
Toise	72	6	2			1,828 8 m
Furlong	7 920	660	220	110		201,168 m
Mile anglais	63 360	5 280	1 760	880	8	1,609 344 km

#### Les mesures de surface

C'est avec les mesures de surfaces que le plafonneur sera le plus confronté. Il est donc indispensable de connaître à fond cette matière.

Le **m<sup>2</sup>** (mètre carré) est l'unité standard, car toutes les quantités doivent être exprimées dans cette unité et les prix sont calculés sur base de cette unité.

La conversion des unités de surface s'effectue en reculant de 2 positions vers la gauche ou vers la droite.

Ordre d'importance et dénomination d'une surface							
kilomètre carré <b>km<sup>2</sup></b>	hectomètre carré <b>hm<sup>2</sup></b>	décamètre carré <b>dam<sup>2</sup></b>	mètre carré <b>m<sup>2</sup></b>	Séparateur décimal	décimètre carré <b>dm<sup>2</sup></b>	centimètre carré <b>cm<sup>2</sup></b>	millimètre carré <b>mm<sup>2</sup></b>
<b>00</b>	<b>00</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>,</b>	<b>30</b>	<b>43</b>	<b>50</b>
	<b>ha</b>	<b>a</b>	<b>ca</b>				
Mesures agraires correspondantes							

### Exemple

km <sup>2</sup>	hm <sup>2</sup>	dam <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	dm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Comment l'exprimer
1	01	96	84	20			10 196,842 dam <sup>2</sup>
	1	96	84	20	33		1 968 420,33 dm <sup>2</sup>
1	01	96					1,019 6 km <sup>2</sup>
	01	96	84				1,968 4 hm <sup>2</sup>
1	01	96	84	20	33		1 019 684,203 3 m <sup>2</sup>
1	01	96	84	00			101 968 400 dm <sup>2</sup>
			84	20	33	57	842 033,57 cm <sup>2</sup>
	01	96	84				0,019 684 km <sup>2</sup>

Les mesures agraires sont aussi des mesures de surface et correspondent à:

- un hectare **ha**  $\square$  **hm<sup>2</sup>**
- un are **a**  $\square$  **dam<sup>2</sup>**
- un centiare **ca**  $\square$  **m<sup>2</sup>**

### Masse (M)

La lettre capitale M est le symbole de la masse. L'unité de masse est le kilogramme (**kg**).

La valeur de 1 kilogramme est donnée par un cylindre d'alliage platine-iridium placé dans un environnement bien déterminé (voir photo). L'étalon est conservé au B.I.P.M. (Bureau international des poids et mesures) à Sèvres.



Ordre d'importance et dénominations d'une masse							
tonne <b>t</b>	quintal		kilogramme <b>kg</b>	Séparateur décimal	hectogramme <b>hg</b>	décagramme <b>dag</b>	gramme <b>g</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>,</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

#### Exemple

Vous trouverez ci-dessous quelques valeurs moyennes de matériaux de construction.

Dénomination	Masse / volume
Sable de rivière à l'état sec	1 650 kg/m <sup>3</sup>
Sable de rivière à l'état humide	1 750 kg/m <sup>3</sup>
Sable de rivière à l'état saturé	2 000 kg/m <sup>3</sup>
Argile et limon à l'état sec	1 650 kg/m <sup>3</sup>
Argile et limon à l'état humide	2 000 kg/m <sup>3</sup>
Gravier	1 650 kg/m <sup>3</sup>
Plaques de plâtre	800-1 400 kg/m <sup>3</sup>
Enduit de plâtre	1 300 kg/m <sup>3</sup>
Enduit de ciment	1 900 kg/m <sup>3</sup>
Maçonnerie en blocs de terre cuite	1 300 kg/m <sup>3</sup>
Maçonnerie de parement	1 700 kg/m <sup>3</sup>

Brut - Net - Tare			
	Généralités	Hors du secteur des transports	Dans le secteur des transports
<b>Brut</b>	Net + Tare	Produit + emballage	Poids total du véhicule chargé
<b>Net</b>	Brut - Tare	Produit sans emballage	Poids total du chargement
<b>Tare</b>	Brut - Net	Poids de l'emballage	Poids du véhicule à vide

#### Poids

Poids = Masse x accélération due à la pesanteur FORMULE: P = M x g			
Masse	M	kg (kilogramme)	
Poids	G	N (newton)	
Accélération due à la pesanteur	g	m/s <sup>2</sup> (mètre par seconde au carré)	Pour nous, g = 9,81 m/s <sup>2</sup> . Dans le domaine technique, on arrondit généralement à 10.

On peut en conclure que 1 kg = 9,81 N → 10 N en arrondi.

## Volume - Capacité

Le plafonneur doit continuellement calculer des volumes. Il est donc indispensable de connaître à fond cette matière.

Le **m<sup>3</sup>** (mètre cube) est l'unité standard de volume, le **l** (litre) est l'unité standard de capacité. Tous les volumes doivent être exprimés dans ces unités de mesure.

Dans ce cas, pour effectuer une conversion, nous devons reculer de 3 positions vers la gauche ou vers la droite pour le volume, mais de 1 seule position pour la capacité.

Volume											
mètre cube <b>m<sup>3</sup></b>			décimètre cube <b>dm<sup>3</sup></b>			centimètre cube <b>cm<sup>3</sup></b>			millimètre cube <b>mm<sup>3</sup></b>		
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
			hectolitre <b>hl</b>	décalitre <b>dal</b>	litre <b>l</b>	décilitre <b>dl</b>	centilitre <b>cl</b>	millilitre <b>ml</b>			
Capacité											

### Exemple

m <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	Volume	Capacité
	501	096	840	501 096,84 cm <sup>3</sup>	501 096,84 ml
	1	096	840	1 096,84 cm <sup>3</sup>	109,684 cl
	501	096	840	501 096,84 cm <sup>3</sup>	5 010,968 4 dl
4	501	096		4 501,096 dm <sup>3</sup>	4 501,096 l
4	501	096		4 501,096 dm <sup>3</sup>	450,109 6 dal
4	501	096		4 501,096 dm <sup>3</sup>	45,010 96 hl
	084	501	096	0,501 096 84 m <sup>3</sup>	5,010 968 4 hl
	084	501	096	84,501 096 m <sup>3</sup>	84 501,096 l

## Température (T)

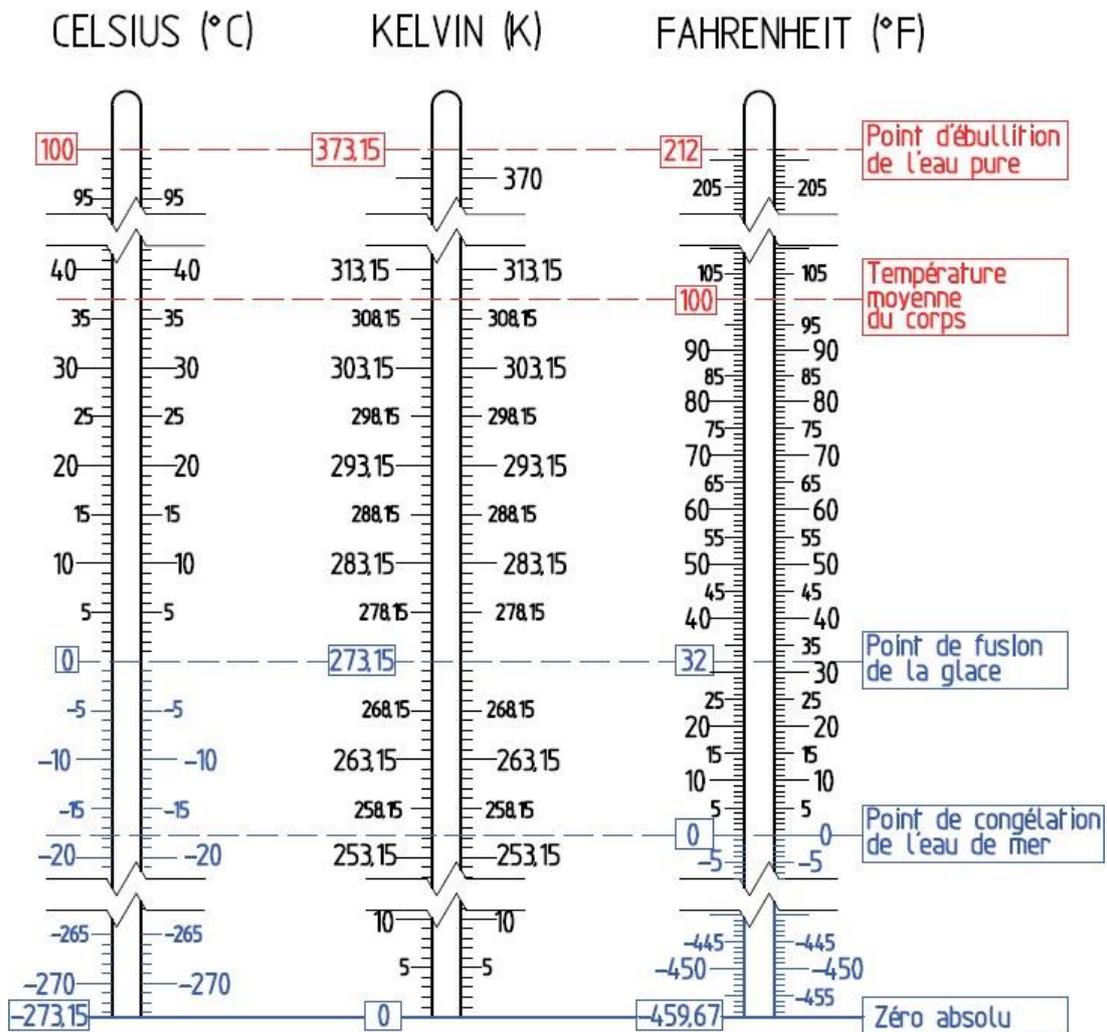
On utilise différentes échelles pour indiquer une température:

- **Celsius (°C)**: s'applique surtout dans les pays européens. Le point zéro de l'échelle Celsius correspond au point de fusion de l'eau. Le point d'ébullition de l'eau à une pression d'air de 1 bar correspond à 100 °C. Cela permet de contrôler l'échelle de manière assez précise dans la pratique.

- **Fahrenheit (°F)**: aux États-Unis d'Amérique et à la Jamaïque, on exprime la température en degrés Fahrenheit. • l'origine, le point zéro de l'échelle Fahrenheit se situait entre la

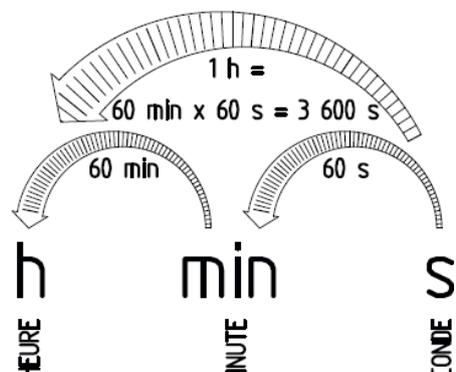
température la plus basse mesurable à l'époque (l'eau de mer gelée) et 100 °F (température moyenne du corps humain). Par conséquent, le point de fusion de la glace correspond à 32 °F et le point d'ébullition de l'eau pure correspond à 212 °F.

- **Kelvin (K):** cette échelle de température est préférée à toutes les autres dans le système d'unités SI et en physique. Les degrés ont la même taille que dans l'échelle Celsius, mais le point zéro est déplacé au zéro absolu (-273,15 °C). Cela veut dire qu'une température exprimée en Kelvin ne peut pas être négative. Contrairement aux anciennes échelles Fahrenheit et Celsius, l'unité s'appelle "Kelvin" (K) et non "degré Kelvin" (°K).



### Temps (t)

Le symbole de temps est t.  
L'unité de base est la seconde, symbolisée par s.  
Nous avons besoin d'une mesure de temps pour déterminer les salaires horaires et les prix de revient.



## ⚠ Attention!

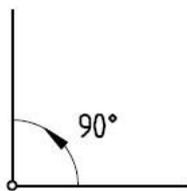
Conversion des minutes en équivalents décimaux					
Nombre de minutes	15	20	30	40	45
Nombre d'heures	1/4	1/3	1/2	2/3	3/4
Équivalent décimal	0,25	0,33...	0,5	0,66...	0,75

Mais vous devez être particulièrement attentifs à la manière de calculer, comme indiqué ci-dessous.

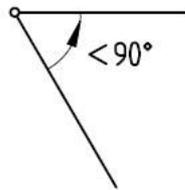
$$3\text{h}45' \times 1250 \text{ DA/h} \quad \square\square\square \quad 3,75 \times 1250 = 46875 \text{ DA}$$

## Angles

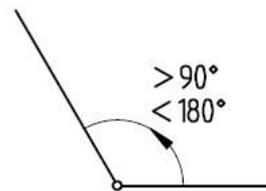
### Terminologie



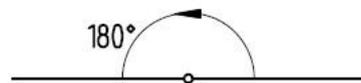
Angle droit



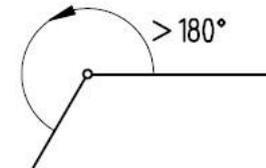
Angle aigu



Angle obtus



Angle plat



Angle obtus

### Unités

- L'unité SI dans laquelle on mesure un angle est le **radiant** (rad).

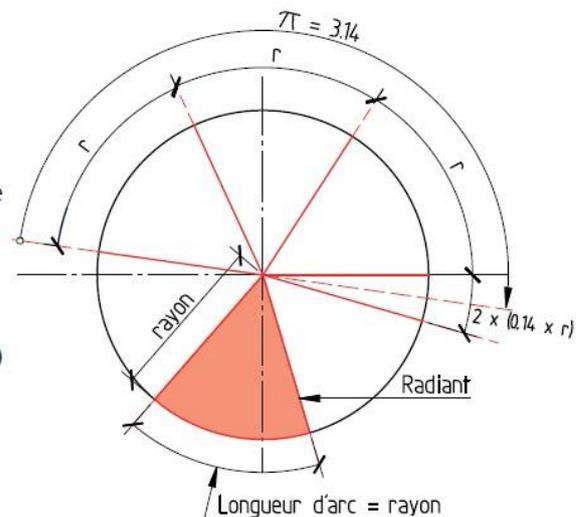
$$1 \text{ rad} = 57^\circ 17' 45'' = 63,6620 \text{ grades.}$$

$$\text{Une circonférence} = 2 \times \pi \times \text{rad.}$$

- Dans l'**usage courant**, l'unité de mesure est le **degré** (°).

On divise alors la circonférence en  $360^\circ$ .

Le degré est subdivisé en 60 minutes (') et en  $60 \times 60$  ou 3 600 secondes (").



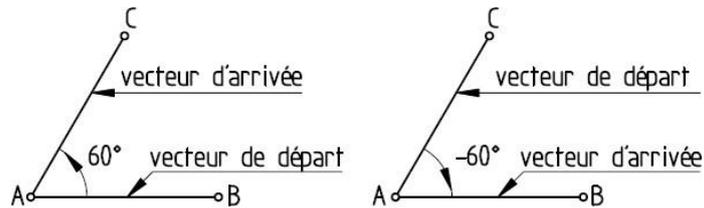
- En **géodésie** et en **arpentage**, on utilise de plus en plus l'unité **grade**.  
On divise alors la circonférence en 400 grades.  
 $1 \text{ grade} = 0^\circ 54'$ ;  $1^\circ = 1,1111 \text{ grade}$ .
- Dans la **circulation**, on indique un angle de pente en pour-cent (%)  
(voir illustration).



### Orientation et grandeur

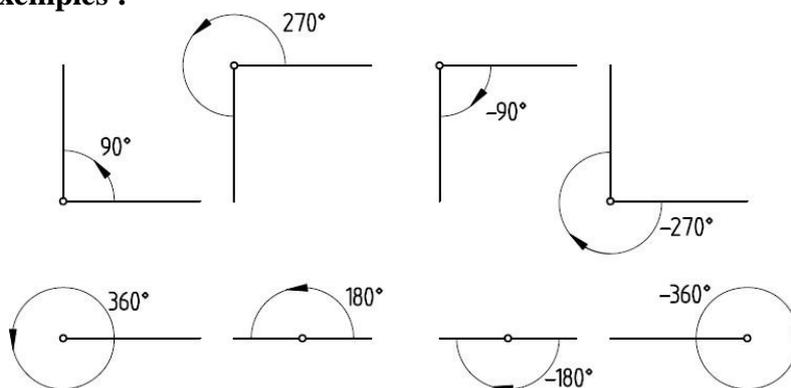
+	-
Un angle orienté <b>dans le sens inverse des aiguilles d'une montre</b> est <b>positif</b> .	Un angle orienté <b>dans le sens des aiguilles d'une montre</b> est <b>négatif</b> .

Un angle orienté est un angle de vecteurs; une flèche va du vecteur de départ vers le vecteur d'arrivée.



- $\widehat{BAC} = \widehat{CAB}$
- seul le sens de rotation est différent
  - $\widehat{BAC}$  est positif
  - $\widehat{CAB}$  est négatif

**Quelques exemples :**

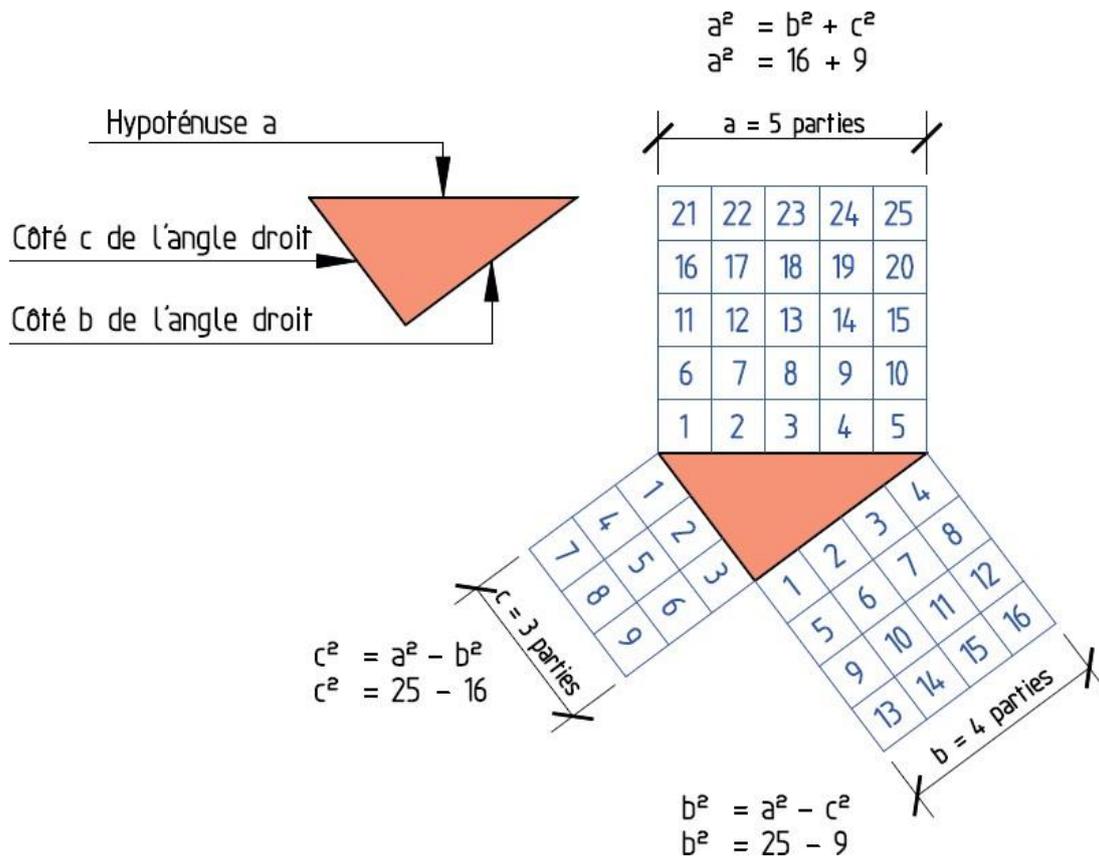


## Théorème de Pythagore

Dans la pratique, on appelle souvent ce théorème l'équerre 3-4-5.

Il s'applique uniquement aux triangles rectangles. Cette méthode s'utilise surtout dans la construction, parce qu'elle procure un moyen facile de contrôler ou de tracer un angle droit à l'aide du mètre.

Dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des côtés de l'angle droit.



Voici quelques exemples de dimensions de côtés de triangles qui produisent automatiquement un triangle rectangle.

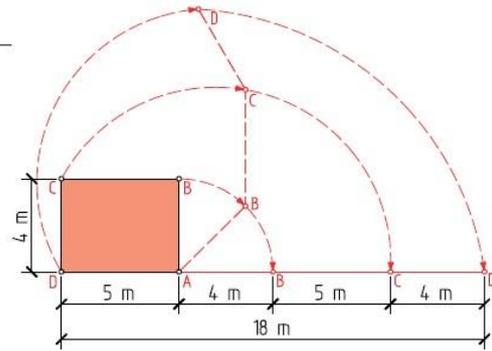
Hypoténuse a distance x 5	Côté de l'angle droit b distance x 4	Côté de l'angle droit c distance x 3
1 m x 5 = 5 m	1 m x 4 = 4 m	1 m x 3 = 3 m
2,5 m	2 m	1,5 m
1 m	80 cm	60 cm
1,5 m	1,2 m	0,90 m
2 m	1,6 m	1,2 m
55 cm	44 cm	33 cm
1,65 m	1,32 m	99 cm
3,25 m	2,6 m	195 cm

## Périmètre - Surface - Volume – Capacité

### Périmètre

Le périmètre est déterminé par une seule dimension. C'est la somme de tous les côtés et elle s'exprime de préférence en mètre courant ou m.

Le dessin ci-contre permet de visualiser comment il faut interpréter un périmètre.



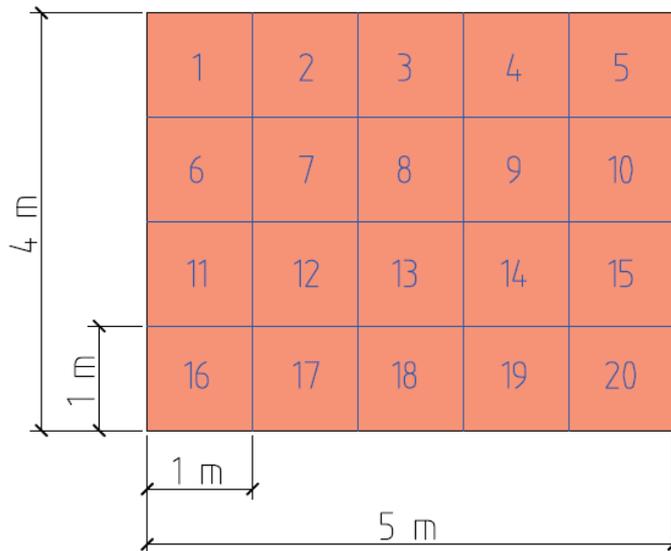
### Surface

La **surface** est déterminée par 2 dimensions.

C'est pourquoi le produit s'exprime de préférence en m<sup>2</sup> (mètre carré).

$$\text{Surf.} = L \times l$$

$$\text{Surf.} = 5 \times 4 = 20 \text{ m}^2$$



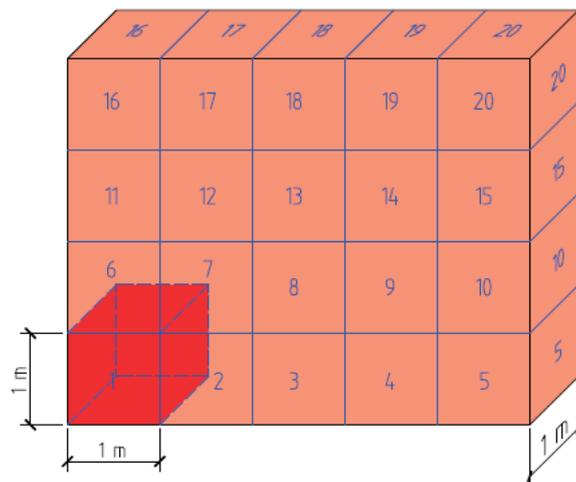
### Volume - Capacité

Le **volume** a toujours 3 dimensions.

C'est pourquoi il s'exprime de préférence en m<sup>3</sup> (mètre cube).

$$\text{Volume} = L \times l \times h$$

$$5 \times 4 \times 1 = 20 \text{ m}^3$$



La figure ci-contre donne une **capacité** de:

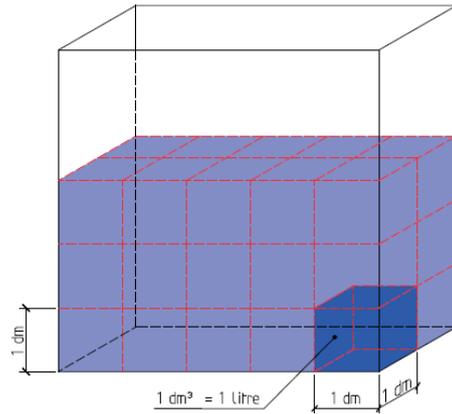
$$0,5 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,03 \text{ m}^3$$

ou

$$5 \text{ dm} \times 2 \text{ dm} \times 3 \text{ dm} = 30 \text{ dm}^3$$

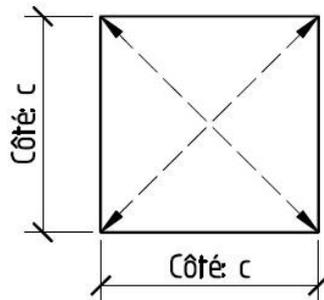
Or, nous savons que  $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$ .

La capacité est donc de **30 l**.



### Comment calculer?

#### Le carré



Périmètre

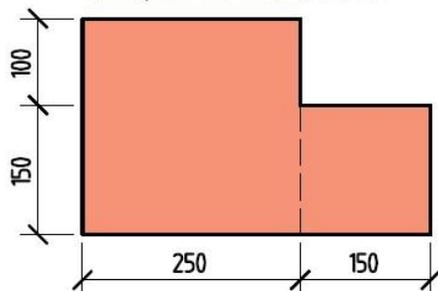
Surface

$$c \times 4$$

$$c \times c$$

- les quatre côtés sont égaux
- les quatre angles sont égaux ( $4 \times 90^\circ$ )
- les diagonales sont égales

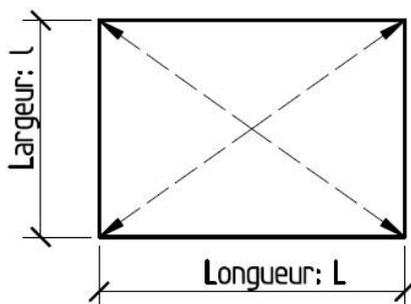
#### Exemple de combinaison



$$\begin{array}{r} 250 \times 2 = 500 \text{ cm} \\ 400 \times 2 = 800 \text{ cm} \\ \hline 1\ 300 \text{ cm} \end{array}$$

- grand carré en  $\text{m}^2$   
 $2,50 \times 2,50 = 6,25 \text{ m}^2$
  - petit carré en  $\text{m}^2$   
 $1,50 \times 1,50 = 2,25 \text{ m}^2$
- 
- 8,50  $\text{m}^2$**

#### Le rectangle



Périmètre

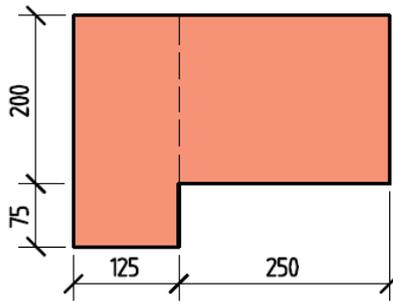
Surface

$$2 \times (L + l)$$

$$L \times l$$

- les côtés opposés sont égaux
- les quatre angles sont égaux ( $4 \times 90^\circ$ )
- les diagonales sont égales

### Exemple de combinaison



$$2 \times (75 + 200) = 550 \text{ cm}$$

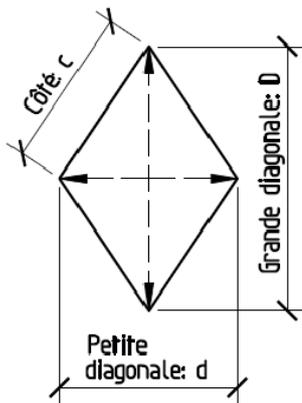
$$2 \times (125 + 250) = 750 \text{ cm}$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} 1\ 300 \text{ cm}$$

Surf. rectangle 1  
 $275 \times 125 = 34\ 375 \text{ cm}^2$   
 Surf. rectangle 2  
 $250 \times 200 = 50\ 000 \text{ cm}^2$

**Surf. totale = 84 375 cm<sup>2</sup>**

### Le losange



Périmètre

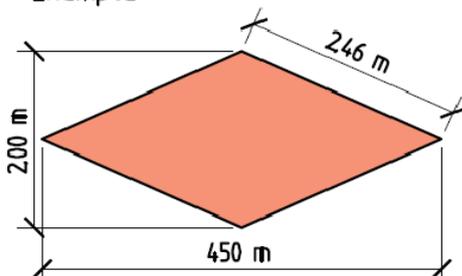
Surface

$$c \times 4$$

$$\frac{D \times d}{2}$$

- les quatre côtés sont égaux
- les angles opposés sont égaux
- les diagonales ne sont PAS égales

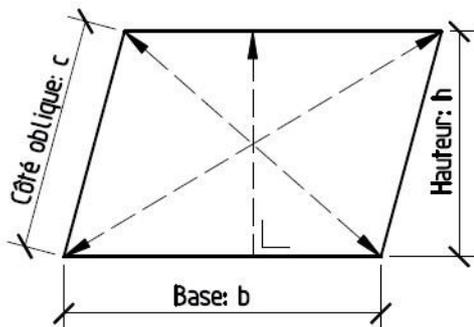
### Exemple



$$246 \times 4 = 984 \text{ m}$$

$$\frac{450 \times 200}{2} = 45\ 000 \text{ m}^2$$

### Le parallélogramme



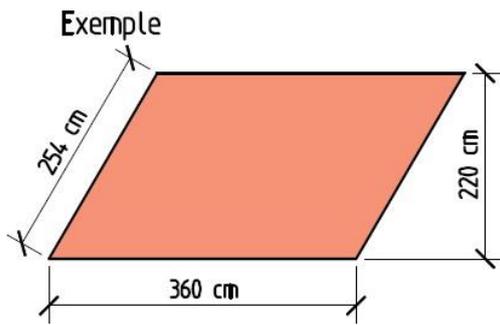
Périmètre

Surface

$$2 \times (b + c)$$

$$b \times h$$

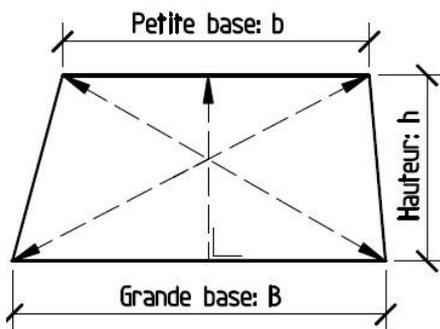
- les côtés opposés sont parallèles
- les angles opposés sont égaux
- les diagonales ne sont PAS de même longueur



$$2 \times (360 + 254) = 1\,228 \text{ cm}$$

$$360 \times 220 = 79\,200 \text{ cm}^2$$

### Le trapèze



Périmètre

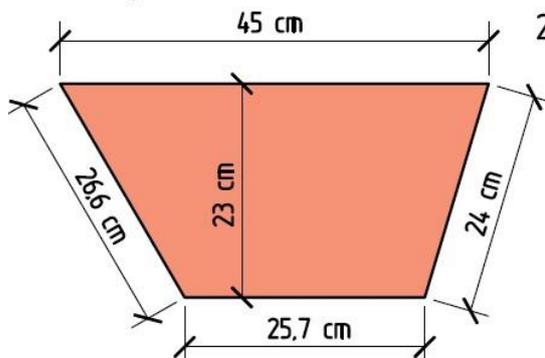
Surface

Somme des  
côtés

$$\frac{B + b}{2} \times h$$

- la grande base et la petite base sont parallèles
- la hauteur est perpendiculaire aux deux bases
- les diagonales ne sont PAS égales

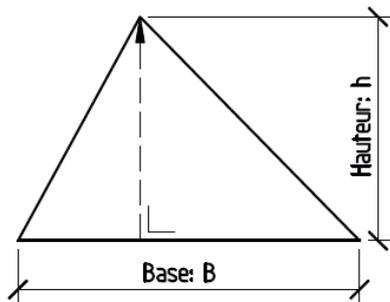
### Exemple



$$25,7 + 26,6 + 45 + 24 = 121,3 \text{ cm}$$

$$\frac{45 + 25,7}{2} \times 23 = 813,05 \text{ cm}^2$$

### Le triangle



Périmètre

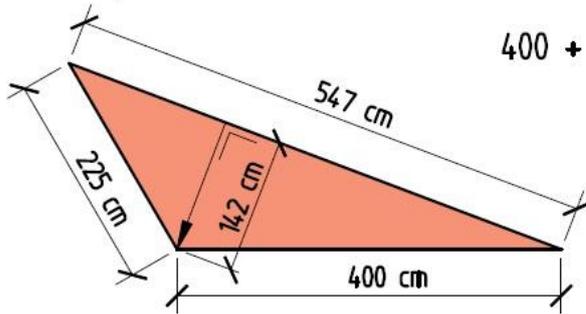
Surface

Somme des  
côtés

$$\frac{B \times h}{2}$$

- une base et deux côtés
- la hauteur est perpendiculaire à la base
- la somme des angles internes =  $180^\circ$

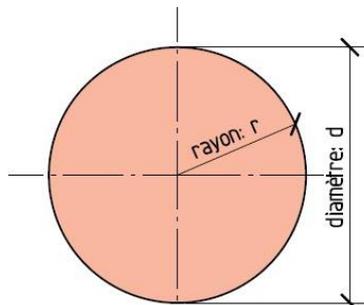
### Exemple



$$400 + 225 + 547 = 1\,172 \text{ cm}$$

$$\frac{547 \times 142}{2} = 38\,837 \text{ cm}^2$$

### Le cercle



Circonférence

Surface

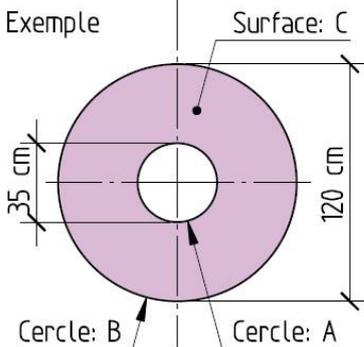
$$\pi \times d$$

ou

$$\pi \times (r + r)$$

$$\pi \times r \times r$$

Exemple



Cercle: A

$$3,14 \times 35 \text{ cm} = 109,9 \text{ cm}$$

Cercle: A

$$3,14 \times 17,5 \text{ cm} \times 17,5 \text{ cm} = 961,625 \text{ cm}^2$$

Cercle: B

$$3,14 \times 120 \text{ cm} = 376,8 \text{ cm}$$

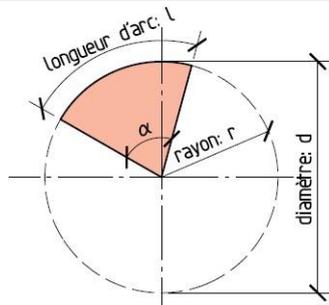
Cercle: B

$$3,14 \times 60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 11\,304 \text{ cm}^2$$

Surface: C

$$11\,304 \text{ cm}^2 - 961,625 \text{ cm}^2 = 10\,342,375 \text{ cm}^2$$

### Le secteur angulaire



Longueur de l'arc

Surface

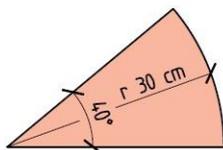
$$\frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times d$$

$$\frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times r^2$$

Exemple

$$\frac{40}{360} \times 3,14 \times 60 \text{ cm} =$$

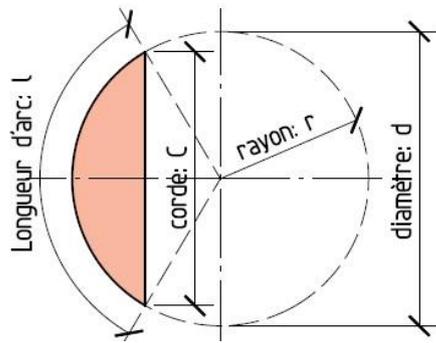
$$20,933 \text{ cm}$$



$$\frac{40}{360} \times 3,14 \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} =$$

$$314 \text{ cm}^2$$

## Le segment



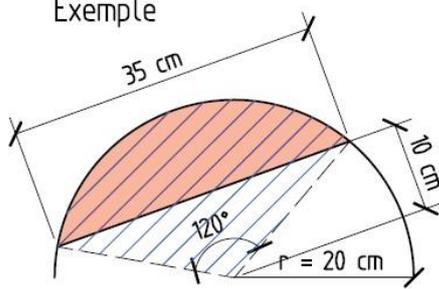
Périmètre

Surface

$$C + l$$

$$\text{surf. secteur} - \text{surf. triangle}$$

Exemple



Longueur de l'arc

$$\frac{120}{360} \times 3,14 \times 40 \text{ cm} = 41,86 \text{ cm}$$

Périmètre

$$41,86 + 35 = 76,86 \text{ cm}$$

Surface du secteur

$$\frac{120}{360} \times 3,14 \times 20^2 = 418,66 \text{ cm}^2$$

Surface du triangle

$$\frac{35 \times 10}{2} = 175 \text{ cm}^2$$

Surface du segment

$$418,66 \text{ cm}^2 - 175 \text{ cm}^2 = 243,66 \text{ cm}^2$$

## CHAPITRE 4 :

### APPLICATION DE L'AVANT METRE DES TERRASSEMENTS ET FOUILLES

#### 1- Généralités.

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

Terrasser est un travail composite pouvant comprendre :

- De l'extraction de matériaux, au compactage, avec peut être du décapage de la terre végétale, et de la mise en dépôt des terres.

Il n'existe pas un seul matériau à terrasser mais plusieurs sortes possibles :

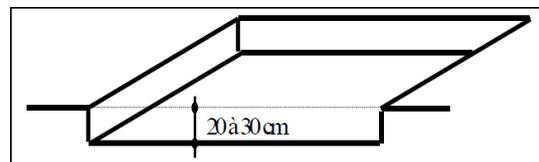
Rochers - terre - gravier et sable - limon – argile

**Il est à noter que les modes de quantification pour la facturation sont fonction du type de terrassement, de la nature du terrain, des dimensions des fouilles et de l'accessibilité du site.**

#### 2- Définitions et lexique.

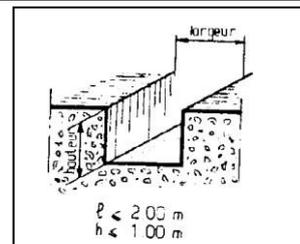
- **Décapage en surface (décapage de la terre végétale).**

L'épaisseur de la couche à décaper varie de 20 à 30 cm. On quantifie souvent ce décapage en m<sup>2</sup>.



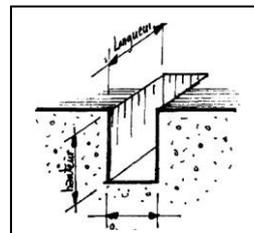
- **Fouilles en rigoles pour fondations.**

Elles correspondent aux semelles filantes (fondations sous les murs et les voiles de l'ouvrage). Quantifiées au m<sup>3</sup>



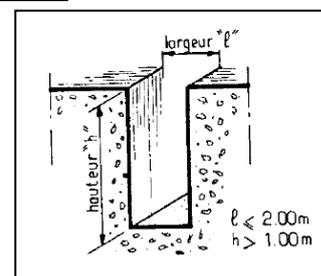
- **Fouilles en trous pour fondations.**

Elles correspondent aux semelles isolées (ex : fondations sous les poteaux, sous les murs isolés de petites dimensions).



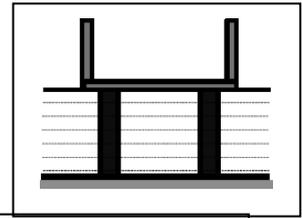
- **Fouilles en tranchées.**

Elles sont réalisées en général pour la pose de canalisations.

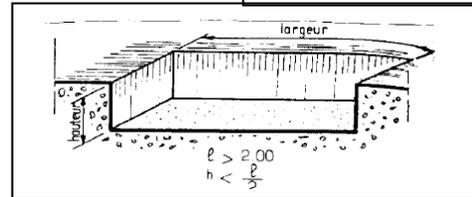


- **Fouilles en puits.**

Ces fouilles permettent la réalisation de fondations semi-profondes qui transmettent les charges de l'ouvrage sur un sol approprié.



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



### 3- **Mode de métrer en terrassement**

Les travaux de terrassement et de puits sont effectués :

- Par engins mécaniques (évaluation au mètre cube)
  - A la main (évaluation au mètre cube)
  - A la main (évaluation au mètre superficiel)
  - Dans tous les cas, à ciel ouvert.
- a) Les fouilles par engins mécaniques, à la pelle mécanique. Leur métré ne présente pas de difficultés particulières.
  - b) Fouille manuelle. Action de piocher la terre, pour la rendre meuble et permettre de l'enlever. Il s'agit uniquement de cette action de piochement.
  - c) Les travaux complémentaires ou préparatoires concernent ceux qui sont évalués au mètre superficiel, parce qu'effectués sur une faible profondeur, donc en terrain généralement meuble, ou facile à attaquer. Leur exécution constitue généralement un travail fini.
  - d) L'enlèvement des déblais. Il s'agit du transport aux décharges publiques des déblais de terrassement, déchargement compris, sans intervention de main d'œuvre.
  - e) Les fouilles de puits. Il s'agit essentiellement des puits de fondation, à ciel ouvert.
  - f) Etalements-blindages-protections. Ces travaux concernent essentiellement les ouvrages de terrassement.
  - g) Le calcul des quantités des différents ouvrages de terrassement est déterminé suivant les mesures prises au vide de la fouille.
  - h) Lors des travaux de terrassement, les terres produisent après leur extraction un volume plus important que celui qu'elles occupaient dans leur place primitive. Cette augmentation de volume, due à la présence des vides dans la terre remuée, s'appelle le foisonnement. C'est ce volume foisonné qui servira de base à l'établissement d'un devis pour transporter le matériau d'un point A à un point B. En cas de remblaiement, l'utilisation d'un coefficient de foisonnement permet de connaître le volume restant après tassement.

Selon la nature du matériau ou du sol, le coefficient de foisonnement en terrassement est différent. Voici quelques coefficients de foisonnement utilisés :

Matériaux	Coefficient de foisonnement
Terre végétale	1.42
Pierres concassées, grès	1.67

Matériaux	Coefficient de foisonnement
Ciment	3
Argile, sable argileux	1.25
Gravier	1.12
Tourbe	1.18
Sable	1.12
Terre sèche	1.25
Granit fragmentée	1.64
Enrobés	1.09
Moellons	1.6

Ces coefficients peuvent légèrement varier si le matériau est mouillé ou sec. Attention, ces coefficients de foisonnement correspondent à un volume et non au poids des matériaux.

#### Le volume du matériau foisonné

Lorsque la pelleteuse vient creuser pour évacuer ce volume en place ( $V_p$ ), on lui applique l'un des coefficients de foisonnement ( $C_f$  ou  $K_f$ ) pour connaître le volume foisonné ( $V_f$ ). L'entreprise de terrassement calculera le volume à transporter par la formule

$$V_f = V_p \times C_f$$

N'hésitez pas à interroger l'entreprise si celle-ci vous donne un chiffrage en tonnage car  $1m^3$  de terre ou autre matériau de terrassement n'est pas égal à 1T. Par exemple,  $1m^3$  de sable équivalait à 1.8T.

#### Exemple de calcul avec le coefficient de foisonnement :

Vous avez  $5M^3$  de terre à évacuer en pierres concassées, le volume foisonné sera de  $5 \times 1.67$  soit  $8.35M^3$ . Vous devez donc louer ou faire appel à un camion pouvant transporter au minimum  $8.35M^3$  (et non pas  $5M^3$ ).

i) Classification des terrains. Les terrains, en fonction de leur dureté, et des difficultés d'exécution manuelle des fouilles, sont classés en 5 Catégories :

**Classe A** : Terre végétale ordinaire et terre franche, sable ;

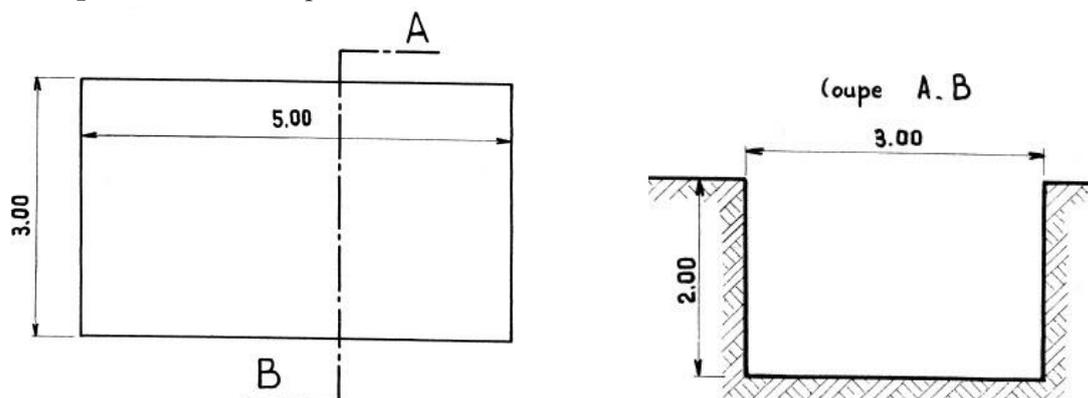
**Classe B** : Terre argileuse, pierreuse ou caillouteuse, tuf, marne fragmentée, remblai de gravois ;

**Classe C** : Argile plastique, glaise franche, marne compacte ;

**Classe D** : Roche dur, exploitable au coin, à la pointerolle, ou au marteau piqueur ;

**Classe F** : Roche très dure, nécessitant l'emploi de mine.

**Exemple** : Terrassement pour construire d'une fosse étanche



### Descriptif

- Décapage superficiel de végétation de 0,05 d'épaisseur (assimilé à terrain A)
- Terrassement à la pelle mécanique en terrain B, sec, sans embarra d'étais.
- Nivellement du fond et alignement des parois.
- Déversement des déblais en camion et enlèvement aux décharges publiques à 17 km.

N	Désignations	U	Quantités
01	Décapage superficiel de végétation de 0,05 d'épaisseur et chargement direct en camion Surface: $5,00 \times 3,00 \text{ m}^2$	$\text{M}^2$	(A) 15,00
02	Terrassement à la pelle mécanique en terrain B, à sec, sans embarras d'étais. (Comme fouille en excauation plus de 2,00 m au fond.) Volume	$\text{M}^3$	(B) 30,000
03	$5,00 \times 3,00 \times 2,00 \text{ m}^3$ Nivellement du fond y compris manutention des déblais Surface:	$\text{M}^2$	15,00
04	$5,00 \times 3,00 \text{ m}^2$  Alignement des parois y compris manutention des déblais Surface:	$\text{M}^2$	32,00
05	$(2 \times 5,00 + 2 \times 3,00) = 16,00$ hauteur 2,00 m <sup>2</sup>  Enlèvement des déblais aux décharges publiques à 17 km pour décapage terrain A Surface A $15,00 \times 0,005 \text{ m}^3$	$\text{M}^3$	0,750
06	pour fouille de terrain B Cube précédent (B) m <sup>3</sup>	$\text{M}^3$	30,000

## CHAPITRE 5

### LES TYPES DE MAÇONNERIE

On appelle maçonnerie l'art de bâtir une construction par l'assemblage de blocs élémentaires compactés entre eux par la gravité. Les structures maçonnées sont difficiles à modéliser compte tenu de la diversité des matériaux qui peuvent les constituer ainsi que de la diversité des assemblages possibles. Nous allons dans un premier temps nous concentrer sur la caractérisation des matériaux utilisés dans la maçonnerie puis nous analyserons ensuite les difficultés liées à la modélisation de telles structures

#### **LES DIFFÉRENTS TYPES DE MAÇONNERIE :**

##### **Introduction :**

Dans ce chapitre nous présentons les différents types de maçonnerie et leurs modes de fabrication et leurs technologies de construction .

- Maçonnerie de pierre naturelle,
- Maçonnerie en agglomérés de béton,
- Maçonnerie en brique de terre cuite,
- Maçonnerie en briques silico-calcaire.

##### **Maçonnerie de pierre naturelle :**

La pierre naturelle est un des matériaux les moins consommateurs d'énergie, elle ne subit presque aucune modification entre sa sortie en carrière et sa mise en œuvre sur le chantier. S'ajoute à cette qualité une production extrêmement faible de déchets sur le chantier du fait de la possible réutilisation des blocs ou moellons sans perte de qualité et de la transformation des déchets de carrière en granulats. N'oublions pas aussi que la ressource en pierre naturelle est encore très importante et que son coût est équivalent aux autres matériaux de construction, à condition de préférer les ressources locales. Sur le plan esthétique, la pierre se défend également : en fonction de la nature de la roche, il est possible de jouer sur le côté "brut" de la pierre en conservant la trace des coupes de scie ou de travailler des faux joints à la scie pour simuler des dimensions de blocs différentes de ceux réellement posés (voir figure 5.1).



**Figure 5.1** Pierre naturelle (Pourrat, 2009)

## Moellons

Les pierres employées non gelives dénommées moellons, doivent être d'un poids inférieur à 40kg afin de permettre leur manipulation par un seul homme. Les moellons peuvent être bruts de forme irrégulière ou taillés selon l'aspect recherché.

Le moellon brut se présente sous des formes variées. Celles-ci dépendent de la nature de la pierre exploitée, blocs arrondis ou anguleux aux formes diverses pour les pierres dures, grès, granits, calcaires, etc.

## Jointoiment :

La largeur des joints, variables dans cette maçonnerie, ne doit pas excéder 4 cm et les espaces plus larges doivent être remplis par des éclats de pierre. Lorsque les joints restent apparents, ils doivent être réalisés de manière à offrir une résistance minimale à l'écoulement de l'eau sur le parement. Les murs ainsi construits peuvent être soit laissés bruts, c'est-à-dire que l'appareil reste visible en parement, soit recouverts d'un crépissage (voir figure 1.2).

## Épaisseur des murs :

L'épaisseur des murs dépend des pierres employées mais ne peut être inférieure à 30-40 cm. Les moellons taillés, grossièrement ou non, permettent des réalisations variées dont les caractéristiques générales d'exécution sont présentées par la figure 5.2.

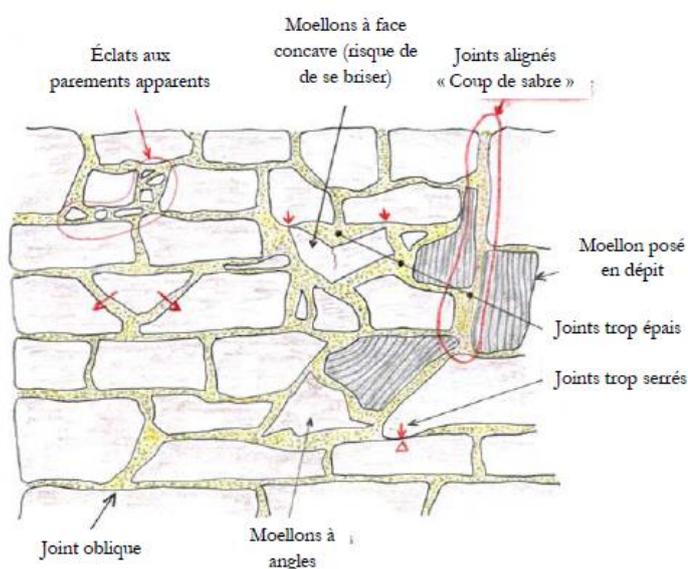


Figure 5.2 Mur en pierre naturelle (BAUD, 1990)

## Maçonnerie en agglomérés de béton

L'aggloméré est un bloc de béton moulé fréquemment en forme de parallélépipède creux ou non, constitué d'un mélange de ciment, de sable, de gravillons (4/8) et graviers (8/25). On compte plus de 150 références de blocs de béton différents, en forme et en composition. Parmi les matériaux de construction dits conventionnels, c'est celui qui a le meilleur rapport qualité / prix. Il fait partie des matériaux lourds (ayant une forte masse thermique). De forme régulière, résistant, peu coûteux, le bloc de béton est le composant principal des murs extérieurs. Il peut être utilisé seul, notamment dans la construction de hangars, de murs de clôture, éventuellement recouvert d'un enduit. Sa structure peut être creuse ou pleine selon sa classe de résistance. En effet, plus le bloc de béton aura de charge à supporter, plus sa classe de résistance devra être élevée, et plus il sera lourd.

On distingue deux grandes catégories de blocs :

### Agglomérés pleins:

On les utilise principalement pour ériger les murs de soubassement. La résistance des blocs pleins, ou même perforés, est supérieure d'autant mieux aux différentes poussées du sol.

### Agglomérés creux:

On les utilise pour tous les autres types de murs supérieurs à ceux des blocs creux. Ces derniers résistent donc moins bien que les autres types de mur.



**Figure 5.3** agglomerés en béton

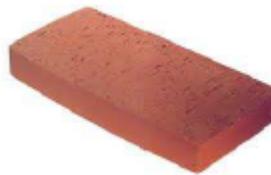
## Types de parpaings

Usages	Blocs (CE)	
Tout type de mur	Bloc creux	
Sous-sol enterré, refend, piscine	Bloc plein ou perforé	
Mur de soutènement, piscine	Bloc à bancher	
Jambages, chaînages verticaux, angles	Bloc poteau, feuillures	
About de planchers, cloison séparative	Planelles	
Linéaux, chaînages horizontaux	Bloc chaînages	

**Figure 5.4** Les différents types de parpaing (BALANDIER, 1990)

### Brique pleine :

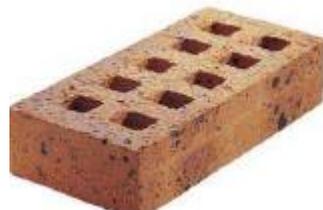
Element de construction traditionnel, la brique pleine possède des faces planes, sans relief. Elle permet de construire des murs porteurs ou des cloisons, et peut être utilisée comme matériau de parement ou être laissée apparente.



**Figure 5.5** Brique en terre cuite pleine

### Brique perforée :

Brique comportant des alvéoles perpendiculaires au plan de pose. Elle permet de réaliser des murs porteurs ou des cloisons, elle représente une bonne isolation thermique. Elle a été utilisée avec succès pour la réalisation de plusieurs tours, son grand avantage c'est qu'elle offre une excellente résistance à la compression et au cisaillement.



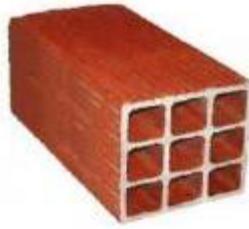
**Figure 5.6** Brique perforée

### Brique creuse :

Légère et économique en matériau en comparaison à une brique pleine, une brique creuse est conçue pour une variété d'applications dont l'isolation, la ventilation, la construction de façades. Certaines briques creuses peuvent être remplies et disposer des barres de renforcement pour

améliorer la force de tension et de torsion d'une structure.

Une brique creuse est classée en fonction de son usage (structure porteuse, isolation, etc.) ou du matériau utilisé.



**Figure 5.7** Brique creuse

Elle peut être conçue pour des murs porteurs, des cloisons intérieures ou des façades. Elle peut avoir une variété de formes, de motifs et de finitions et peut parfois être destinée à l'amélioration de l'isolation ou de la ventilation d'un bâtiment.

**Référence :**

**Cours : C.U MILA**