CHAPITRE 3 : MODE DE METRE ET DE L'AVANT METRE DES OUVRAGES

1. Rédaction et forme de présentation de l'avant métré

L'avant métré est un Document servant à l'élaboration des ***devis quantitatifs*** (D.Q.E.), et contenant tous les calculs intermédiaires. L'avant métré est décomposé en chapitres, ces chapitres peuvent être codifiés. Les chapitres correspondent aux différents corps d'états. Le quantitatif est un document interne à l'entreprise non transmis au client qui aura les quantités finales sur son devis avec les prix associés à chaque chapitre.

Exemple Chapitre du quantitatif (origine : CCTP)
-Démolitions
-Charpente … etc

1.1. Ordre de l'avant métré

1.1.1. Imprimé type

AVANT METRE QUANTITATIF

Affaire : ______________

Date : (feuille: /)

N°	Désignation des ouvrages ou des parties d'ouvrages	Nb	DIMENSIONS			QUANTITES			Calculs annexes Observations
			Longueur	Largeur	Ht ou Ep	Auxiliaires	Partielles	Totales	

1.1.2. Conseils pratiques de rédaction

a. Rédaction

- La rédaction du document est faite au **crayon** à papier mine HB
- Les chiffres doivent être **alignés** et **lisibles** afin de pouvoir vérifier les résultats.
- L'**unité** de mesure n'est précisée que pour le résultat définitif **souligné de 2 traits**

b. Oublis/Doublons

- repérer surfaces et volumes (noms, couleurs, schémas)
- bien **lire** les plans fournis
- ne pas aller trop vite

c. Ordre

- codes pour la numérotation des tâches
- ordre de la construction ou du **CCTP** (évite les oublis

d. Erreurs de calcul

- respecter les **unités caractéristiques** (voir 5)
- travailler sur des **formes simples** (découper, ajouter ou soustraire)
- **calculs intermédiaires** sur les côtes du plan dans la colonne observation
- **arrondir** à la fin (2 ou 3 décimales selon l'unité)

e. Unités caractéristiques

- BA : m^3
- Murs : m² (1 face)
- Coffrages : m² (2 faces)
- Armatures : t ou kg

1.1.3. Les différentes sortes de quantités

- Les quantités **réelles**, exemple : m^3 de béton, m^2 de carrelage ... (à partir des côtes du plan)

- Les quantités **apparentes**, exemple : m^2 de coffrage (quantité fonction de la réalisation de l'élément: préfabriqué en usine ou sur une aire de préfabrication du chantier ou exécuté en place sur l'ouvrage).

- Les quantités **déplacées**, exemple : m^3 de démolition, m^3 de terre en déblai... (Foisonnement ou débordement ignoré dans le quantitatif)

- Les quantités **masquées**, ce sont des quantités liées à des phases de travaux provisoires qui n'apparaissent pas directement dans les devis. Exemple : Matériel d'étaiement (fixation ou scellement), longueur de lisses de garde-corps.

1.1.4. Prise des mesures

Lors de la prise des mesures il convient :

- de ne pas omettre de compter une partie d'ouvrage

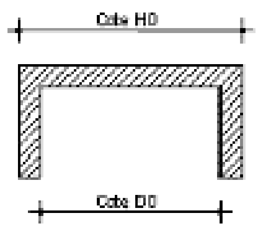
- de ne pas compter une partie d'ouvrage en double. Il convient donc d'adopter une méthode de mesure rationnelle et de cocher à l'aide de couleurs les parties comptabilisées.

Il existe 2 manières de mesurer les ouvrages :

- cotes hors œuvre (H.O.) : de nu à nu extérieurs de l'ouvrage
- cotes dans œuvre (D.O.) : de nu à nu intérieurs de l'ouvrage

Pour calculer le **volume des ouvrages** (quantité de béton à mettre en œuvre), on peut prendre soit

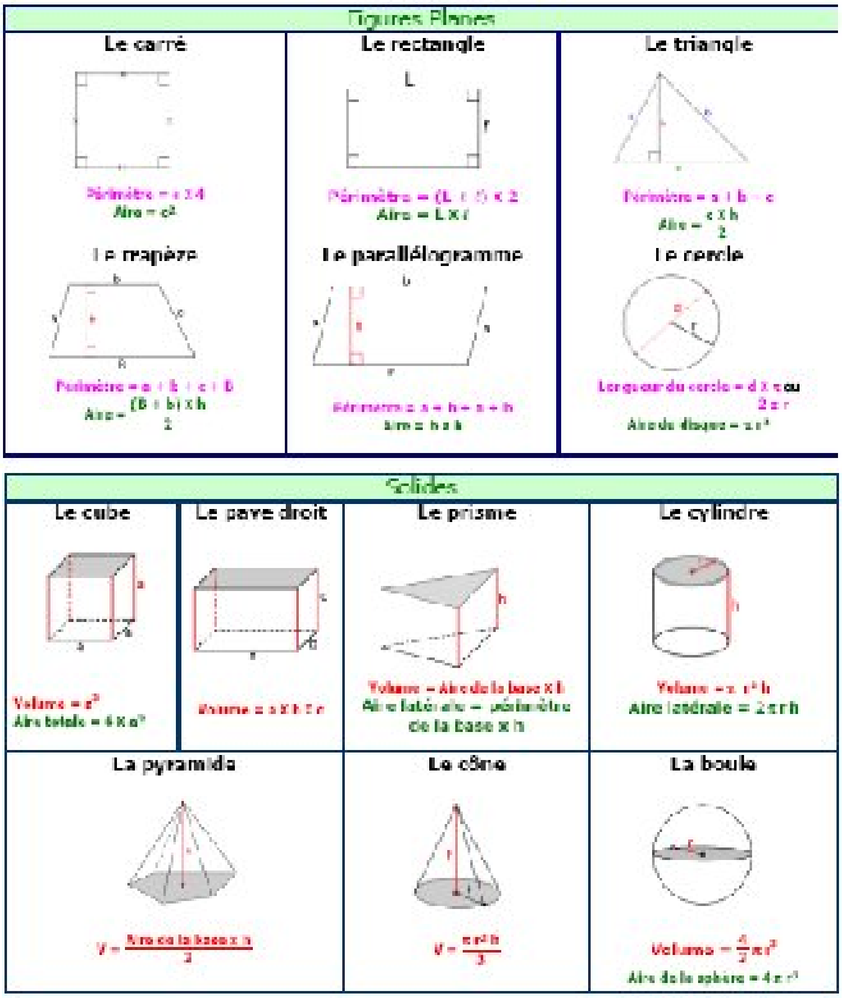
- Les cotes d'axes en axes
- les cotes HO d'un coté et DO de l'autre.



2. Rappels des formules usuelles

2.1. Mesures des aires et des volumes

Formulaire de périmètre, aires et volumes



2.2. Mesures des volumes classiques (méthode des trois niveaux, formule de Simpson et de poncelet)

2.2.1. Méthode des 3 niveaux

En terrassement, pour déterminer le volume V des terres que l'on peut stocker sur une surface donnée, on utilise la formule des 3 niveaux :

$V = h/6*(A + 4B + C)$

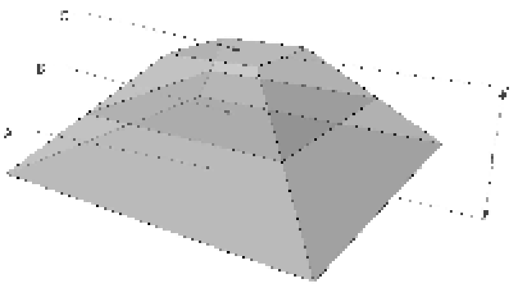
Où :

– A = surface de la base inférieure

– B = surface de la base intermédiaire

– C = surface de la base supérieure

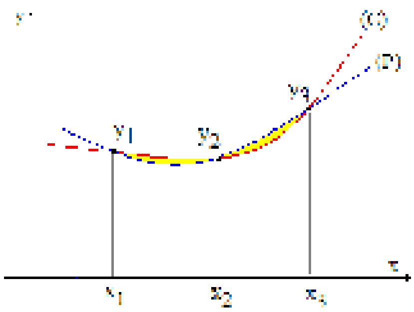
– h = hauteur de la pyramide tronquée ou enlevée.



3.2.2. Formule de Simpson

Le défaut évident du calcul approché d'une intégrale par la méthode des trapèzes est de remplacer grossièrement un arc de courbe M_i,M_{i+1} par le segment $[M_i,M_{i+1}]$. Ces méthodes fortes simples à programmer restent cependant très imprécises. Simpson apporte une correction efficace correspondant à la méthode de Newton-Cotes (interpolation de degré 2) :

Soit f une fonction continue sur [a,b], il s'agit d'approcher l'intégrale : $\int_a^b f(x)dx$



La méthode de Simpson consiste à grouper trois points consécutifs de la courbe M_i, M_{i+1} et M_{i+2} et de remplacer l'arc de courbe passant par ces trois points par un arc de parabole.

L'arc de courbe (C) est remplacé par l'arc de parabole (P) passant par ces trois points. Notons $M_i(x_i,y_i)$, i = 1,2 ou 3, trois points consécutifs de la courbe représentative de la fonction f (ou y(x)). Les paramètres m, p et q de la parabole cherchée sont solutions du système :

$$\begin{cases} y_1 = mx_1^2 + px_1 + q \\ y_2 = mx_2^2 + px_2 + q \\ y_3 = mx_3^2 + px_3 + q \end{cases}$$

h désignant le pas $x_3 - x_2 = x_2 - x_1 = (b - a)/2$ de la subdivision, l'intégrale de la fonction $mx^2 + px + q$ entre x_1 et x_3 peut s'écrire :

$J = [2m(x_3^2 + x_1x_3 + x_1^2) + 3p(x_1 + x_3) + 6q] \times h/3$

Compte tenu du système ci-dessus, que l'on ne résout surtout pas, on fait apparaître $y_1 + y_3$ dans le crochet et en remarquant que $x_1 = x_2 - h$ et $x_3 = x_2 + h$, on obtient :

$J = (y_1 + 4y_2 + y_3) \times h/3$

Ce qui peut s'écrire plus élégamment :

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{(b-a)}{6} \times \left[f(a) + 4 \times f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$

En conséquence, pour une intégration sur l'intervalle [a,b], en regroupant les points de la subdivision trois par trois en commençant à $x_o = a$: (x_o, x_1, x_2) , (x_2, x_3, x_4) , (x_4, x_5, x_6) , etc.

On remarque que le nombre n doit être pair et en utilisant la relation de Chasles pour les intégrales, on obtient, avec h = (b - a)/n, la formule d'approximation de Simpson :

$$\int_a^b f(x)dx = \frac{h}{3} \times \left(y_0 + 4 \sum_{i\ impair} y_i + 2 \sum_{i\ pair} y_i + y_n \right)$$

3.2.3. Formule de poncelet

Il s'agit de calculer une valeur approchée de l'intégrale, sur un intervalle [a,b], d'une fonction positive et continue f, conservant *la même concavité* sur l'intervalle [a,b].

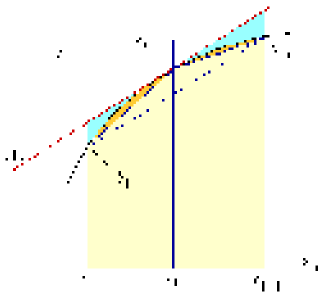
Poncelet utilisa la moyenne arithmétique basée sur une utilisation de la méthode des trapèzes par excès et par défaut.

On subdivise l'intervalle [a,b] en n sous-intervalles $[x_i,x_{i+1}]$ avec i variant de 0 à n :

$x_o = a < x_1 < x_2 < ... < x_n = b$

Une première approximation J de I est donnée par la somme des aires des trapèzes (en jaune ci-contre) :

$$J = \frac{b-a}{n}\left(\frac{f(a)+f(b)}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i)\right)$$



3.2.3.1. Méthode des tangentes :

Considérons maintenant le point m_i centre de l'intervalle $[x_i , x_{i+1}]$ dont l'image est $z_i = f(m_i)$. Traçons la tangente (T) à la courbe en ce point. L'aire du trapèze défini par (T), les droites $(x = x_i)$, $(x = x_{i+1})$ et l'axe des abscisses fournit une approximation de l'intégrale I cherchée, (T) est sensiblement parallèle au segment en pointillé représenté ci-dessus. On a $A_i = z_i$ x h.

Il suit qu'une approximation de I est donnée par la formule suivante, dite méthode des tangentes :

$$\int_a^b f(x)\,dx \cong \frac{b-a}{n}\sum_{i=0}^{n-1} f(z_i)$$

La formule de Poncelet consiste alors à faire la moyenne arithmétique des deux approximations, soit :

$$J = h\times\left[\sum_{i=0}^{n-1}\left\{f(x_i)+f\left(x_i+\frac{h}{2}\right)\right\}+\frac{f(b)-f(a)}{2}\right],\ h = \frac{b-a}{n}$$

1.1.4. Chantier réel

TERRASSEMENT À LA PELLE MÉCANIQUE DES FONDATIONS
(semelles filantes sous voiles et radier sous cage d'ascenseur)

Terrassement des fondations (détail)

Coulage du béton de fondations (à la bétonnière amenée par la grue)

Niveau
appareil topographique permettant la vérification des altitudes et épaisseurs des différents éléments de la construction (fonctionne avec une mire : voir photo précédente)

Semelles coulées
aciers en attente pour la réalisation des voiles au dessus des fondations.