

# **Chapitre III : Mode de métré et de l'avant-métré des ouvrages**

Compte tenu de l'importance de l'avant-métré qui est une base de fixation du montant d'un projet, ainsi que l'utilisation des résultats de l'avant métré pour l'établissement des plannings qui sont des programmes de réalisations. Des erreurs peuvent avoir une influence prépondérante sur le bon déroulement des travaux ; elles peuvent entraîner dans les cas extrêmes leur non achèvement par manque de crédits nécessaires (prévisions insuffisantes). Pour limiter les erreurs qui peuvent être commises par tout technicien, il faut recourir à une forme méthodique, en présentant les différents éléments dans un ordre logique pour faciliter la vérification, le contrôle et la codification de l'avant-métré.

### **III.1. Rédaction et forme de présentation de l'avant-métré**

Pour la rédaction du métré, aussi bien que pour en faciliter la vérification et en rechercher les erreurs, il importe de suivre deux règles impérieuses qui ne souffrent que quelques très rares exceptions :

- Le métré doit suivre l'ordre chronologique des travaux.
- Le métré doit suivre la localisation des travaux.

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

1. Les branchements sont, par contre, toujours faits par le maître de l'ouvrage, à son nom, en ce qui concerne l'eau, le gaz, l'électricité, le chauffage urbain, le téléphone. Ils sont toujours faits hors marché, sauf clause spéciale.
2. La mise à nu et le dégagement du sol seront donc détaillés, dans l'ordre des travaux, jusqu'à l'enlèvement des déblais et matériaux excédentaires, sans oublier le forfait pour l'arrachage des arbres et des souches.
3. Les terrassements seront détaillés en descendant pour les fouilles, comme pour les déblais.
4. Les fondations profondes, basses fondations, fondations, élévations et cloisons, seront détaillées en montant.
5. Les ravalements seront détaillés en descendant. L'interprétation de la première règle se fait, pour l'application de la seconde, de la manière suivante:
  - Les murs, par exemple, seront détaillés en gros œuvre, les murs de façades d'abord, puis les murs de pignons, puis les refends, et ceci sur toute la hauteur du bâtiment. Ils seront toutefois détaillés par niveau.

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

Donc pour faciliter la rédaction de l'avant-métré, on divise l'ouvrage ou le projet en chapitres qui suivant un ordre logique, il peut être l'ordre de la réalisation des travaux : terrassement, fondation, élévation,... soit par corps d'états (tableau III.1).

**Tableau III. 1. Rédaction de l'avant métré par chapitre**

| N°         | Désignation des travaux | Unité | Prix unitaire | Quantité |
|------------|-------------------------|-------|---------------|----------|
| <b>I</b>   | <b>⊃ Gros œuvre</b>     |       |               |          |
| <b>II</b>  | <b>Terrassement</b>     |       |               |          |
| <b>III</b> | <b>Fondation</b>        |       |               |          |
|            | <b>Elévation</b>        |       |               |          |
|            | <b>⊃ Second œuvre</b>   |       |               |          |
| <b>IV</b>  | <b>Electricité</b>      |       |               |          |
| <b>V</b>   | <b>Menuiserie</b>       |       |               |          |
| <b>VI</b>  | <b>Chauffage</b>        |       |               |          |
| <b>VII</b> | <b>Plomberie</b>        |       |               |          |

Le type d'imprimé le plus usuel et qui s'adapte presque à l'avant-métré des constructions de tout genre est le suivant (tableau III.2):

**Tableau III. 2. Type d'imprimé le plus usuel (l'avant-métré)**

| Réf/N°<br>Ordre | Désignation<br>Des travaux | Unités | Nombre de<br>parties<br>semblables | Dimension |      |      | Quantités   |         |            | Observation |
|-----------------|----------------------------|--------|------------------------------------|-----------|------|------|-------------|---------|------------|-------------|
|                 |                            |        |                                    | Long      | Larg | Haut | Auxiliaires | Partiel | Définition |             |
| 1               | 2                          | 3      | 4                                  | 5         | 6    | 7    | 8           | 9       | 10         | 11          |

1. La colonne de référence N° permet la classification des divers articles et aide à repérer la correspondance réciproque entre colonne de désignation et la définition du mode du métré établi par le maître de l'ouvrage.
2. La colonne désignation, colonne clé de l'avant-métré, définit le mode de décomposition, elle nécessite beaucoup de réflexion, pendant la rédaction de l'avant-métré.

3. Colonne N° : 3 on y impute l'unité de mesure qui doit être compatible avec les colonnes dimensions.
4. Colonne N° : 4 « nombre de partie semblable », là on inscrit les coefficients multiplicateurs qui peuvent être supérieurs ou inférieurs à l'unité.
5. Dans les colonnes de dimensions (5, 6,7), on fait figurer les cotes relevées sur les dessins.
6. Colonnes des résultats : selon les cas, le résultat peut être auxiliaire partiel ou définitif.
7. Colonne d'observation : est réservée aux opérations complémentaires, croquis, perspectives ou autres. On y étale aussi les décompositions ou les cotes cachées pour mettre nue vérification rapide des calculs.

### **III.2. Mode de métré :**

Le métré conduit à évaluer un certain volume de travaux, ou plus exactement une certaine quantité de travaux, sur la base d'un prix unitaire.

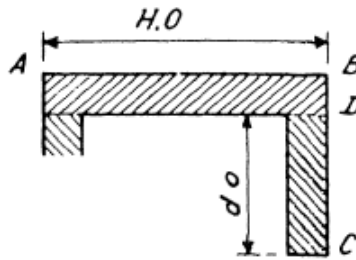
Les mesurages sont effectués en plan (avant métré) ou sur site. Les détails de l'ouvrage correspondent toujours à la décomposition géométrique des lignes, des surfaces, des volumes ; préparée sur plans, déterminée sur place, cette décomposition conduit le métreur à appliquer les formules usuelles de calcul qu'il doit connaître par cœur ou savoir trouver facilement. La décomposition devra toujours être effectuée de manière à éliminer la cause des erreurs ou des omissions ; elle doit également viser à éviter de refaire les mêmes calculs à un stade ultérieur d'achèvement ou finition. Il correspond toujours au travail réel effectué. Par conséquent la première règle :

1. ***Le prix unitaire s'applique aux quantités réelles, tous vides déduits dont l'application facilite l'exposé et la recherche.***

Toute dérogation doit être mentionnée explicitement ; par exemple, en raison d'une difficulté, l'entrepreneur peut dire : dans le cas du montage d'une cloison en brique creuse, le vide est considéré comme plein lorsque l'équipement justifie la dérogation à son avis. Dans ce cas, La règle veut que l'accord de la vérification soit obtenu avant le début des travaux.

Une seconde règle également intangible, dit que :

***Un mur se mesure entre ses repères d'extrémité, et non pas d'angle:  $AB + DC$  et non pas  $AB + BC$  (figure 3.1)***



**Fig.3. 1. Mesure de mur par repérage**

Cette règle amène, pour alléger le libellé, à préciser:

H.O. ou h.o. pour les murs mesurés sur cotes extérieures;

D.O. ou d.o. pour les murs mesurés sur l'intérieur, par exemple, à partir des murs mesurés, eux, H.O...

Un bon conseil: *faire comme les maçons*

Inscrire les mesures dans l'ordre:

Plan horizontal: Longueur X largeur X profondeur ou hauteur

Plan vertical: Longueur X hauteur X épaisseur

**Une bonne habitude:**

- ***préciser l'épaisseur par l'abréviation épr***
- ***Ainsi un mur sera détaillé de façon claire pour tous.***

**Sur plan :** Avant toute chose, il faut se « représenter » l'ouvrage, le « voir » dans l'espace; ceci nécessite une étude approfondie du plan et des coupes avec représentation en 3D et animations. Avant toute chose encore, il faut contrôler les grandes cotes en additionnant les cotes partielles, faciles à trouver si le plan est bien fait. Ceci pour le cas où le plan comporterait, par exemple, une coupure qui ne sont pas très visibles en raison d'une mauvaise impression ; ou parce que, à des fins de présentation douteuses

- cas plus fréquent qu'on ne le pense
- l'échelle d'une certaine partie du plan n'aura pas été respectée. Si le plan est bien fait, les cotes correspondantes devront porter la mention S.I.C. (suivant la cote).

Pour éviter des erreurs, fréquentes aussi, il est nécessaire de calculer toutes les dimensions qui ne sont pas enregistrées par addition ou soustraction, sans avoir recours à la mesure sur plan au double décimètre. Méthode à n'utiliser qu'à l'extrême limite. Un plan nécessitant cette mesure est un plan mal fait

**Sur place :** Repérer toujours les cotes prises, à partir desquelles se prennent les cotes complémentaires. . Si nécessaire, dessinez un croquis dans un cahier en indiquant les cotes partielles mesurées. Vérifier que la cote totale égale bien la somme des cotes partielles.

- ***Ne jamais rien mesurer « à l'oeil ».***

Vérifier les angles qui ne sont pas d'équerre, et les mesurer. Relever tous détails, sur le carnet, devant permettre au bureau l'exploitation correcte du relevé. Rédaction du métré - son établissement C'est là, au bureau, que le métreur, faisant appel à ses connaissances d'instruction générale, et livré à lui-même, sera enfin amené à rédiger, eu égard à la terminologie technique parfois dépassés, un document dont il calculera tous les éléments en appliquant les formules courantes de géométrie ou d'algèbre, parfois de trigonométrie.

C'est là que se révélera son « rendement »; fonction du fait qu'il aura su «étudier» le plan,« voir» l'ouvrage dans l'espace,« imaginer et suivre» la conception de l'architecte, en «relever» les détails et les reporter sur son carnet.

C'est là qu'il devra mettre en application ce qu'il saura retrouver dans son bagage de connaissances, le français et l'instruction générale et techniques indispensables à tout bon métreur.

Il devra y appliquer ce qu'il peut trouver dans ses connaissances, et les indications générales et techniques nécessaires à tout bon métreur. Il n'oublie pas qu'à ce stade, la longueur et la surface sont exprimées avec 2 décimales, le volume avec 3 décimales, et les unités après ces décimales ; la dernière décimale est « arrondie » ou inférieure, selon la première qui est supprimée. Si la décimale est supérieure ou inférieure à 5.

### **III.3. . Abréviations**

Les abréviations employées en métré sont conventionnelles, elles seules peuvent être utilisées sans ambiguïté possible

H.O : hors oeuvre, dimension prise d'un parement extérieur à un autre parement extérieur

D.O : dans oeuvre, dimension prise d'un parement intérieur à un parement intérieur.

H : hauteur.

L : longueur.

L : largeur.

ép. : épaisseur.

ml : mètre linéaire.

B.A. : béton armé.

### **. Unités utilisées**

Les unités employées sont :

Pour les ouvrages à la pièce ... .. : l'unité : U

Pour les longueurs: le mètre linéaire ..... : ML

Pour les surfaces: le mètre carrée ... ..:  $M^2$

Pour les volumes: le mètre cube ..... :  $M^3$

Pour les poids: le kilogramme .... : Kg

Pour les temps: l'heure .. . : h

### III.4. Composition et représentation d'un nombre

#### III.4.1 Les chiffres arabes

Le séparateur de milliers s'utilise pour faciliter la lecture du nombre. Pour éviter toute confusion, on n'utilise pas de séparateur de milliers pour les années, les codes postaux et les échelles (figure 3.2).

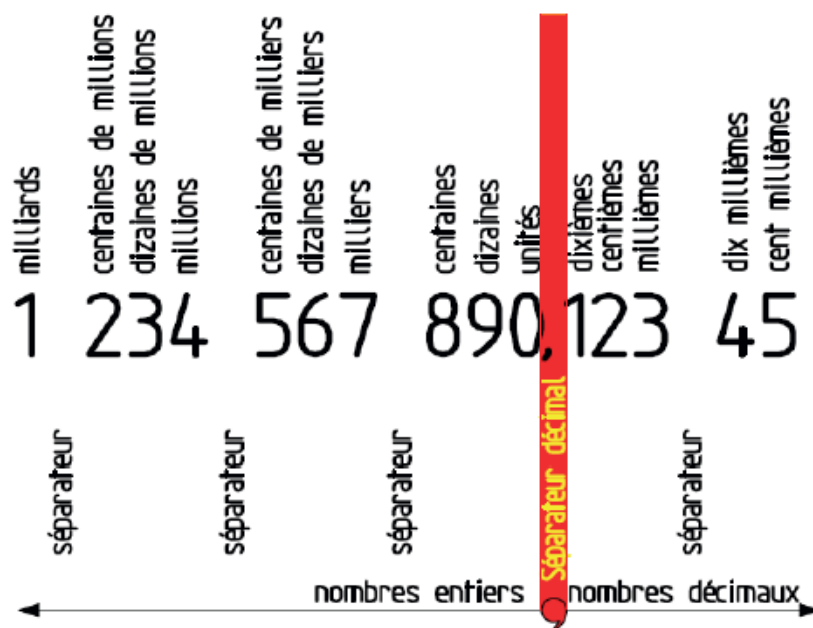


Fig.3. 2. Composition et représentation des nombres arabes

#### III.4.2 Les chiffres romains

On utilise très souvent les chiffres romains pour numérotter les chapitres. Les chiffres romains représentés ci-dessous permettent de former n'importe quel nombre (tableau III. 3).

Tableau III. 3. Représentation des chiffres romains

|   |   |    |    |     |     |      |
|---|---|----|----|-----|-----|------|
| 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 |
| 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 III.4)

- **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.

**Tableau III. 4. Règles de composition d'un nombre en chiffres romains**

| Composition des chiffres romains |          |   |          |           |             |   |          |          |        |   |          |       |        |     |          |                  |
|----------------------------------|----------|---|----------|-----------|-------------|---|----------|----------|--------|---|----------|-------|--------|-----|----------|------------------|
| Chiffres arabes                  | Milliers |   |          | Centaines |             |   |          | Dizaines |        |   |          | Unité |        |     |          | Chiffres romains |
|                                  | M        | + | Chiffres | -         | M<br>D<br>C | + | Chiffres | -        | C<br>L | + | Chiffres | -     | V<br>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           |

### III.4.3 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 'ouvriers, **plus** il faudra de temps ; inversement, **plus** il y a d'ouvriers, **moins** il faudra de temps.

#### III.4.4 Calcul d'un pourcentage

Ce calcul revient souvent dans une entreprise. Il suffit de penser aux tarifs de TVA (taxe sur la valeur ajoutée) aux réductions et aux commissions (tableau III. 5).

**Tableau III. 5. Calcul de la TVA**

| Hors TVA<br>Il faut encore ajouter la TVA                                                             | TVA comprise<br>Le TVA est déjà inclus dans le<br>montant                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exemple                                                                                               |                                                                                                               |
| Prix Hors TVA : 350230.00 DA<br>Taux de TVA : 19%<br>$\frac{350230 \times 19}{100}$ TVA = 66543.70 DA | TTC : 471354.00 DA<br>TVA : 19%<br>$\frac{471345.00}{1.19}$ Hors taxes HT : 396088.24 DA<br>TVA = 75265.76 DA |

#### III.5. Les mesures de longueur

La définition du mètre a été établie au niveau international dans le cadre du système SI (Système international d'unités). 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 (tableaux III. 6 ; III. 7).

**Tableau III. 6. Ordre d'importance et dénomination d'une mesure de longueur**

|                        |                         |                         |                   |                       |                        |                         |                         |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| kilomètre<br><b>km</b> | hectomètre<br><b>hm</b> | décamètre<br><b>dam</b> | mètre<br><b>m</b> | Séparateur<br>décimal | décimètre<br><b>dm</b> | centimètre<br><b>cm</b> | millimètre<br><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>                |

**Tableau III. 7. Correspondance des unités de longueur anglaises**

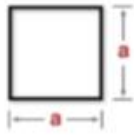
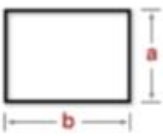
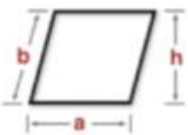
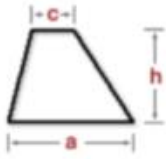
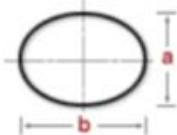
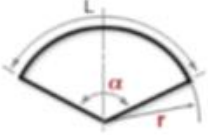
| Unité        | Pouce  | Pied  | Yard  | Toise | Furlong | En unité SI  |
|--------------|--------|-------|-------|-------|---------|--------------|
| Pouce        |        |       |       |       |         | 25,4 mm      |
| Pied         | 12     |       |       |       |         | 30,48 cm     |
| 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 |

**Exemple :**

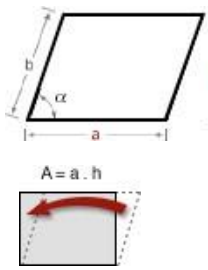
| km | hm | dam | m | dm | cm | mm | Comment l'exprimer |
|----|----|-----|---|----|----|----|--------------------|
| 3  | 1  | 7   | 8 | 2  | 1  |    | 317,821 dam        |
| 3  | 1  | 7   | 8 | 2  | 1  | 7  | 31 782,17 dm       |
| 3  | 1  | 7   | 8 |    |    |    | 3,178 km           |
|    | 7  | 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       |

### III.6. Calcul de surface et volumes

#### III.6.1 Aires planes

|                                                                                    |                                                                                               |                                                                                    |                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>carré</b><br>aire : $A = a^2$<br>périmètre : $P = 4a$                                      |   | <b>rectangle</b><br>aire : $A = a b$<br>périmètre : $P = 2(a + b)$                                     |
|   | <b>parallélogramme</b> <sup>(1)</sup><br>aire : $A = a h$<br>périmètre : $P = 2(a + b)$       |   | <b>triangle</b><br>aire : $A = \frac{a h}{2}$<br>périmètre : $P = \text{somme des côtés}$              |
|   | <b>trapèze</b><br>aire : $A = \frac{h(a + c)}{2}$<br>périmètre : $P = \text{somme des côtés}$ |   | <b>cercle</b> <sup>(2)</sup><br>aire : $A = \pi r^2$<br>périmètre : $P = 2 \pi r$                      |
|  | <b>ellipse</b><br>aire : $A = \frac{\pi a b}{4}$<br>périmètre : $P = \frac{\pi(a + b)}{2}$    |  | <b>arc de cercle</b><br>longueur : $L = r \alpha$ ( $\alpha$ en radians)<br>aire : $P = \frac{L r}{2}$ |

#### (1)- INFOS parallélogramme



$A = a \cdot h$

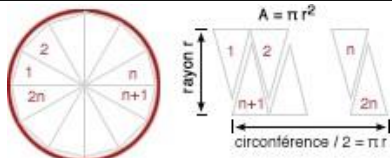
Beaucoup de calculs de surface peuvent se ramener à un ou plusieurs parallélogrammes.

Le **rectangle** est un cas particulier du parallélogramme dont  $\alpha = 90^\circ$  et  $b = h$ . Si de plus  $a = b$ , on a affaire à un carré.

Le **losange** est un parallélogramme dont les 4 côtés sont égaux.

Le **triangle** et le **trapèze** sont des demi-parallélogrammes

#### (2)- INFOS cercle



Longueur d'un arc de rayon  $r$  et d'angle  $\alpha$

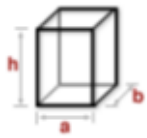
$L = r \cdot \alpha$  ( $\alpha$  en radians) donc  
demi circonférence =  $\pi r$

Le cercle peut être assimilé à un polygone régulier à  $2n$  côtés. L'arrangement des triangles ci-contre forme un parallélogramme.

Rappel :

$$\alpha \text{ radians} = \frac{\alpha \times 180}{\pi} \text{ degrés}$$

### III.6.2 Aires planes Volumes



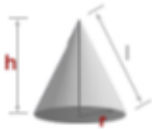
**parallélépipède**

volume :  $V = a b c$

cas du cube :

$a = b = h, V = a^3$

**cone**



aire :  $A = \pi r l$  avec  $l = \sqrt{r^2 + h^2}$

volume :  $V = \frac{\pi r^2 h}{3}$



**cylindre**

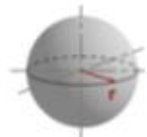
volume :  $V = \pi r^2 h$



**tore** <sup>(2)</sup>

aire :  $A = 4\pi^2 R r$

volume :  $V = 2\pi^2 R r^2$   
 $V = \frac{\pi^2 d^2 (D-d)}{4}$



**sphère**

aire :  $A = 4\pi r^2$

volume :  $V = \frac{4\pi r^3}{3}$



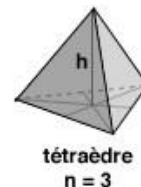
**ellipsoïde**

volume :  $V = \frac{4\pi a b c}{3}$

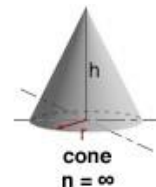
#### (1)- INFOS pyramide

La famille des pyramides, quelque soit la forme de leur base,

$$V = \frac{\text{aire}_{\text{base}} \cdot h}{3}$$



**tétrahèdre**  
 $n = 3$



**cone**  
 $n = \infty$

#### (2)- INFOS tore

##### Théorème de Guldin

Mathématicien suisse (1577-1643)

Le théorème de Guldin permet de calculer le volume engendré par un objet plan d'aire  $A$  en évolution autour d'un axe  $\Delta$  situé dans le même plan.

$$V = 2\pi \cdot l \cdot R \cdot r$$

On peut vérifier ce résultat facilement puisqu'il s'agit de la soustraction d'un volume d'un

