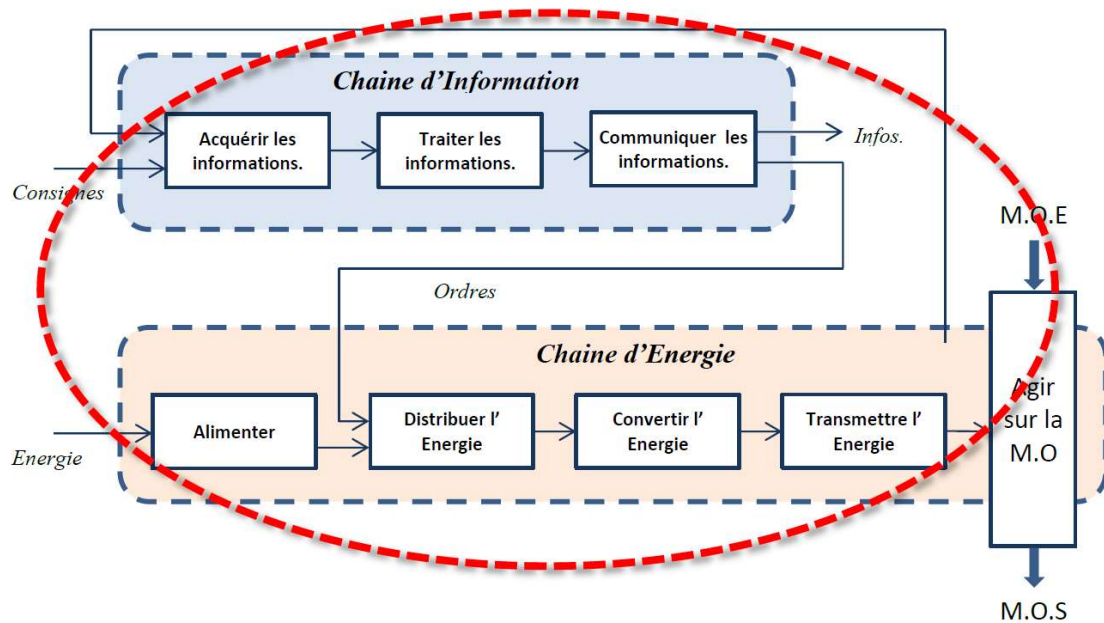




## 1. Introduction



Ce cours aborde les principales grandeurs physiques employées en sciences de l'ingénieur, ainsi que leurs unités dans le système international (système S.I.).

Il énonce également les règles d'écriture des valeurs numériques, et les règles de « bonne pratique » du calcul scientifique.

## 2. Le système international

Le système international offre un ensemble d'unités homogènes permettant d'exprimer les mesures des grandeurs physiques.

### 2.1 Unités SI de base

Grandeur	Unité	Symbole
Distance	Mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Courant électrique	Ampère	A
Température	Kelvin	K
Quantité de matière	mole	mol
Intensité lumineuse	candela	cd

### 2.2 Grandeurs énergie / puissance

Grandeur	Unité	Symbole	SI de base
Énergie	Joule	J	kg.m <sup>2</sup> .s <sup>-2</sup>
Puissance	Watt	W	kg.m <sup>2</sup> .s <sup>-3</sup>

## 2.3 Grandeurs en électricité

Grandeur	Unité	Symbole	SI de base
Tension électrique	Volt	V	$\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-3}.\text{A}^{-1}$
Courant électrique	Ampère	A	A
Résistance	ohm	$\Omega$	$\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-3}.\text{A}^{-2}$
Conductances	Siemens	S	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-3}.\text{A}^2$
Inductance	Henry	H	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}.\text{A}^{-2}$
Capacité	Farad	F	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{s}^4.\text{A}^2$
Quantité d'électricité	Coulomb	C	A.s
Fréquence	Hertz	Hz	$\text{s}^{-1}$
Période	seconde	s	s

## 2.4 Grandeurs en mécanique

Grandeur	Unité	Symbole	SI de base
Force	Newton	N	$\text{kg.m.s}^{-2}$
Pression	Pascal	Pa	$\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$
Couple	Newton Mètre	N.m	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$
Accélération	mètre par seconde carré	$\text{m.s}^{-2}$	$\text{m.s}^{-2}$
Vitesse linéaire	mètre par seconde	$\text{m.s}^{-1}$	$\text{m.s}^{-1}$
Vitesse angulaire	radian par seconde	$\text{rad.s}^{-1}$	$\text{s}^{-1}$

## 3. Les préfixes multiples et sous multiples

### 3.1 Les préfixes multiples

Facteur multiplicatif	Préfixe	Symbole
$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$	Tera	T
$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$	Giga	G
$10^6 = 1\ 000\ 000$	Méga	M
$10^3 = 1\ 000$	Kilo	k

### 3.2 Les préfixes sous multiples

Facteur multiplicatif	Préfixe	Symbole
$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$	pico	p
$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$	nano	n
$10^{-6} = 0,000\ 001$	micro	$\mu$
$10^{-3} = 0,001$	milli	m

## 4. Les bonnes pratiques de calcul

### 4.1 Expression littérale

Lorsque l'on souhaite calculer la valeur d'une variable contenue dans une équation, on commence toujours par isoler cette variable de façon littérale avant d'effectuer l'application numérique.

$$v = \frac{d}{t}$$

Diagram illustrating the units of the variables in the equation  $v = \frac{d}{t}$ . The variable  $v$  is associated with the unit  $m \cdot s^{-1}$ . The variable  $d$  is associated with the unit  $m$ . The variable  $t$  is associated with the unit  $s$ .

#### Astuce :

On effectuera si possible une vérification des unités de l'équation obtenue. Si cela ne correspond pas, c'est qu'il y a une erreur.

### 4.2 Application numérique

On remplace les variables dans l'expression littérale par leur valeur en veillant bien de les mettre dans la bonne unité.

### 4.3 Arrondi du résultat

Lorsqu'on effectue un calcul il arrive que le résultat comporte nombre important ou infini de chiffres après la virgule.

En pratique, tous ces chiffres ne sont pas utiles pour la précision.

Pour simplifier les écritures, il convient alors d'**arrondir** le résultat pour ne conserver que 3 chiffres **significatifs**. Ce qui correspond à une erreur maximale de 0,5%.

#### Etape 1 : identifier le 1<sup>o</sup> Chiffre significatif

$0,0068230$ ↑ Premier chiffre non nul	C'est le premier chiffre non nul en allant de la gauche vers la droite Remarque : tous ceux situés à sa droite seront alors aussi significatifs.
---	---

Exemple : un solide parcourt une distance de 1 m en 3s. Quelle est sa vitesse ?

$$v = \frac{1}{3} = 0,33333333... \approx 0,333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Diagram illustrating the identification of significant figures in the result  $0,33333333... \approx 0,333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . The first three digits (3, 3, 3) are identified as the 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, and 3<sup>o</sup> significant figures. The fourth digit (3) is identified as the 4<sup>o</sup> significant figure, which is less than 5, so it is not counted.

#### Etape 2 : identifier le 4<sup>o</sup> Chiffre significatif

Si le 4<sup>o</sup> chiffre est  $>5$ , on incrémente (+1) le 3<sup>o</sup> chiffre significatif et on propage la retenue s'il y en a une.

**Etape 3 :** on supprime tous les chiffres à droite du 3<sup>o</sup> chiffre significatif.

## 5. Les notations

### 5.1 Notation scientifique

Les nombres exprimant des grandeurs physiques peuvent être extrêmement petits ou grands.

#### Exemples :

- Le courant absorbé par une montre à quartz vaut quelques micro-ampères ( $1\mu\text{A} = 0,000001\text{ A}$ ).
- La puissance absorbée par un TGV est de quelques mégawatts ( $1\text{MW} = 1000000\text{ W}$ ).

Pour simplifier les écritures, on utilise la forme suivante appelé notation scientifique

$$n = m \cdot 10^e$$

- m la mantisse du nombre n
- e l'exposant du nombre n

**Exemple :** un courant de 3,5 micro-ampères ne s'écrira pas  $I = 0,0000035\text{ A}$ , mais :  $I = 3,5 \cdot 10^{-6}\text{ A}$

### 5.2 Notation ingénieur

La notation ingénieur reprend le principe de la notation scientifique, mais en employant uniquement des exposants multiples de 3. Cela permet d'exprimer les grandeurs avec les préfixes.

On choisit toujours le multiple ou le sous-multiple permettant de supprimer le plus de '0' inutiles.

$$n = m \cdot 10^{3e}$$

#### Exemple :

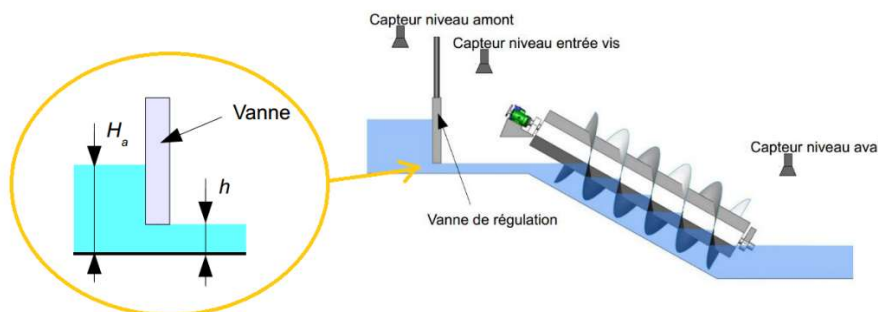
- Le couple  $C = 0,00126\text{ N.m}$  se notera  $C = 1,26 \cdot 10^{-3}\text{ N.m} = 1,26\text{ mN.m}$
- La tension  $U = 3250\text{ V}$  se notera  $U = 3,25 \cdot 10^3\text{ V} = 3,25\text{ kV}$

#### Conseil :

Lorsque l'ingénieur fait un calcul, il doit vérifier la cohérence du résultat.

On contrôlera facilement l'ordre de grandeur avec une notation ingénieur.

Exercice : Calcul de la hauteur d'une vanne dans une installation hydroélectrique



Le débit d'eau entrant dans une hydrolienne à vis d'Archimède est contrôlé par une vanne. On souhaite calculer la hauteur d'ouverture de la vanne assurant le bon fonctionnement du système.

Le débit d'écoulant dans la vanne peut être approximé par la relation :

$$Q = k \cdot h \cdot \sqrt{H_a} \text{ avec } \begin{cases} Q : \text{débit en } \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ h : \text{hauteur d'ouverture de la vanne en m} \\ H_a : \text{hauteur de l'eau en amont de la vanne} \\ k : \text{coefficient d'écoulement de la vanne} \end{cases}$$

L'installation est dimensionnée pour un débit nominal de  $Q = 2\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

La hauteur en amont de la vanne est de  $H_a = 6\text{ m}$

Le coefficient de débit pour cette vanne vaut  $k = 0,3$

Quelle est la hauteur h à laquelle doit être ouverte la vanne ?