**Chapitre 2 : Système International de Mesure (ou S.I.)**

Le monde des techniciens abonde de grandeurs qui chacune a sa mesure et une ou plusieurs unités pour en exprimer la dimension. Le système international définit ces unités à partir de sept unités de base :

## Sept unités de base

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grandeur | Unité | Dimension |
| Nom | Symbole | Nom | Symbole |
| Longueur | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_4.png | [mètre](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_5.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_6.png |
| Masse | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_7.png | [kilogramme](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_8.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_9.png |
| Temps - durée | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_10.png | [seconde](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_11.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_12.png |
| Intensité du courant électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_13.png | [ampère](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_14.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_15.png |
| Température thermodynamique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_16.png | [kelvin](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_17.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_18.png |
| Quantité de matière | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_19.png | [mole](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_20.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_21.png |
| Intensité lumineuse | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_13.png | [candela](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_22.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_23.png |

Les définitions des unités de base sont données ci-dessous, avec leur date d'adoption par la Conférence générale des poids et mesures.

* Le mètre **m**, unité de longueur

Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 seconde (1983).

* Le kilogramme **kg**, unité de masse

Le kilogramme est égal à la masse du prototype international du kilogramme (1901).

* La seconde **s**, unité de temps.

La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'[atome](https://www.universalis.fr/encyclopedie/atome/) de césium 133 (1967).

* L'ampère **A**, unité de courant électrique.

L'ampère est l'intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à 2 × 10-7 newton par mètre de longueur (1948).

* Le kelvin **K**, unité de température.

Le kelvin (K) est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau (1967) ; le degré Celsius (0C) est égal au kelvin.

* La mole **mol**, unité de quantité de matière.

La mole (mol) est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone 12 (1971).

* La candela **cd**, unité d'intensité lumineuse.

La candela (cd) est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540 × 1012 hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian (1979).

Toutes les autres unités sont dérivées des unités de base. Elles s'obtiennent en les multipliant ou en les divisant les unes par les autres. C'est ce font les formules de la physique.

La vitesse par exemple s'exprime en mètres par seconde [m/s] C'est le résultat de la division d'une distance mesurée en mètres [m] par le temps qu'il a fallu pour la parcourir en secondes [s].

Mais on aurait tout autant pu l'écrire en kilomètres par heure [km/h] quand elle est le résultat de la division d'une distance exprimée en kilomètres [km] par le temps mesuré en heures [h].

Certaines grandeurs bien que dérivées des unités de base auront un nom particulier. Ainsi une quantité d'électricité est donnée en ampère heure [Ah] si le temps est compté en heures.

1 A \* 1 h = 1 Ah

Mais on exprime aussi la quantité d'électricité en coulombs [C].

1 C = 1 A \* 1 s.

Le coulomb est une unité dérivée dont a été choisi en l'honneur du physicien [Charles-Augustin Coulomb](https://fr.wikipedia.org/wiki/Charles-Augustin_Coulomb).

## Deux unités supplémentaires

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grandeur | Unité | Dimension |
| Grandeur | Symbole | Nom de l'unité | Symbole |
| Angle plan | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_24.png | [radian](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_25.png |  |
| Angle solide | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_26.png | [stéradian](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_27.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_26.png (\*) |

* (\*) Ces deux unités supplémentaires sont sans dimension, mais en photométrie le symbole du stéradian est maintenu. (Par exemple, l'Eclairement lumineux  , dont l'unité est le lux  a pour dimension  ).

## Des unités dérivées

Celles-ci résultent de la combinaison d'unités de base d'après des relations algébriques (multiplication et division) liant les grandeurs correspondantes.

### Dix-neuf d'entre elles ont reçu des noms et des symboles spéciaux :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grandeurs dérivée | Unités dérivée | Dimension |
| Nom | Symbole | Nom | Symbole |
| Fréquence | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_31.png | [hertz](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_32.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_33.png |
| Force - Poids | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_34.png | [newton](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_21.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_35.png |
| Pression - Contrainte | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_36.png | [pascal](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_37.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_38.png |
| Travail - EnergieQuantité de chaleur | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_39.png | [joule](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_23.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_40.png |
| Puissance | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_41.png | [watt](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_42.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_43.png |
| Quantité d'électricitéCharge électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_44.png | [coulomb](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_45.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_46.png |
| Différence de potentiel électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_47.png | [volt](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_48.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_49.png |
| Capacité électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_50.png | [farad](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_51.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_52.png |
| Résistance électrique (Réactance, Impédance) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_53.png | [ohm](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_26.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_54.png |
| Conductance électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_55.png | [siemens](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_56.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_57.png |
| Flux d'induction magnétique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_58.png | [weber](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_59.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_60.png |
| Induction magnétique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_61.png | [tesla](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_12.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_62.png |
| Induction électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_63.png | [henry](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_64.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_65.png |
| Température Celsius | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_66.png | [degré Celsius](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_67.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_68.png |
| Flux lumineux | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_69.png | [lumen](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_70.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_71.png |
| Eclairement lumineux | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_72.png | [lux](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_73.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_30.png |
| Activité radioactive | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_74.png | [becquerel](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_75.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_33.png |
| Dose absorbée | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_76.png | [gray](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_77.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_78.png |
| Equivalent de dose | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_79.png | [sievert](http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/co/apprendre_03.html) | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_80.png | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_78.png |

### Unités dérivées des unités de base et des unités supplémentaires

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Grandeur | Formule de définition | Unités SI | Symbole |
| Volume | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_81.png | mètre cube | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_82.png |
| masse volumique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_83.png | kilogramme par mètre cube | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_84.png |
| vitesse angulaire | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_85.png | radian par seconde | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_86.png |
| moment d'inertie | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_87.png | kilogramme mètre-carré | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_88.png |
| moment cinétique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_89.png | kilogramme mètre-carré radian par seconde | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_90.png |
| densité de courant | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_91.png | ampère par mètre-carré | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_92.png |
| concentration molaire | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_93.png | mole par mètre-cube | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_94.png |

### Unités dérivées des unités de base, des unités supplémentaires et des unités de noms spéciaux

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Grandeur | Formule de définition | Unités SI | Symbole |
| moment d'une force | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_95.png | newton-mètre | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_96.png |
| champ électrique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_97.png | volt par mètre | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_98.png |
| conductivité | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_99.png | siemens par mètre | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_100.png |
| entropie | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_101.png | joule par kelvin | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_102.png |
| conductivité thermique | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_103.png | watt par mètre - kelvin | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_104.png |
| luminance | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_105.png | watt par mètre carré - stéradian | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_106.png |
| coefficient de compressibilité volumique. | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_107.png | pascal à la puissance moins un | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_108.png |
| coefficient de pression | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_109.png | pascal par kelvin | http://uel.unisciel.fr/physique/outils_nancy/outils_nancy_ch02/res/apprendre_03_110.png |

### L'écriture des unités

**Écriture en toutes lettres**

Les noms des unités écrites en toutes lettres, s'écrivent toujours en minuscules, même si ces noms d'unités proviennent de noms propres.

Exemples : La pression en pascals, l'énergie en joules, les forces en newtons, etc.

Les noms des unités prennent la marque du pluriel : deux mètres, trois volts, cinq watts, six mètres cubes.

**Symboles des unités - Majuscules ou minuscules ?**

Les symboles des unités commencent par une majuscule quand elles proviennent d'un nom propre : **V** pour volt, **A** pour ampère, **Pa** pour pascal, **Hz** pour Hertz, **N** pour newton, ...

Les unités dont le nom n'est pas un nom propre s'écrivent toutes en minuscules : **m** pour mètre, **g** pour gramme, **s** pour seconde, **h** pour heure, etc.

Seul le litre fait exception. Le symbole **L** majuscule est permis afin d'éviter la confusion entre la lettre **l** minuscule et le chiffre 1.

**Unités composées**

Très souvent quand les unités sont le produit ou le quotient d'autres unités, les notations de la multiplication ou de la division sont simplement reprises pour écrire et nommer les unités dérivées.

Exemples :

Le **kilowatt-heure** utilisé pour mesurer la consommation électrique est le produit d'une puissance et d'un temps. Deux notations sont autorisées **kWh** et **kW·h** ; le point qui marque la multiplication entre kW et h est un point à mis hauteur.

De même le symbole de l'**ampère-heure** peut s'écrire **Ah** ou **A·h** pour marquer qu'il s'agit du produit de deux unités, l'ampère et l'heure

Le **kilomètre par heure** et le **mètre par seconde** sont des unités composées obtenues par le calcul d'une division.

Le signe **/**, en tant que signe de la division fait partie des symboles **km/h** et **m/s**.

Quand une même unité figure plusieurs fois dans un produit, un exposant indique le nombre de répétition.

Exemples :

1 m \* 1 m = 1 m2 mètre carré, unité de surface

1 m2 \* 1 m = 1 m3 mètre cube, unité de volume

L'accélération qui exprime la variation de la vitesse, ce sont donc des" (mètres par seconde) par seconde". (m/s)/s s'écrira m/s2 mètre par seconde au carré.

Plus étrange encore ! ... des exposants négatifs

Il ne faudra pas vous étonner de voir des notations telles que ms-1, L'exposant -1 est une autre manière d'écrire « par seconde ». Ainsi 1**ms-1** est simplement l'équivalent de 1**m/s**.

De même les m/s2 peuvent aussi s'écrire ms-2