

LE SYSTEME INTERNATIONAL DES UNITES DE MESURE

Décret du 3 mai 1961

présenté et commenté par F. BRACHET
Inspecteur Général de l'Instruction Publique (honoraire)

Depuis le 1^{er} janvier 1962, les unités de mesure sont légalement définies par le décret du 3 mai 1961, qui abroge les textes antérieurs, notamment la loi du 14 janvier 1948.

Ce décret est accompagné d'un *Tableau général des unités de mesure légales*, qui reproduit intégralement les définitions du décret, rangées en colonne, en les complétant par de nombreuses et abondantes notes et observations.

L'ensemble est un peu disparate, et d'une consultation malaisée ; nous avons rassemblé ici, pour la commodité de nos lecteurs, l'essentiel du décret, en élaguant les passages purement juridiques ou très spécialisés, et en y insérant, à leur place naturelle, les compléments et observations qui figurent dans le tableau annexé au décret.

*
**

Article premier. — Système international S.I.

Le système de mesures obligatoire en France est, sous réserve des dispositions du troisième alinéa ci-dessous, le système métrique décimal à six unités de base, appelé, par la conférence générale des poids et mesures, Système international S.I.

Il comporte les unités de base dénommées et définies à l'article 2 et les unités, dites secondaires, dénommées et définies à l'article 3.

Est autorisé l'emploi d'unités hors système dénommées et définies à l'article 4.

Les unités dénommées et définies dans les articles sus-mentionnés sont les seules unités légales.

Article 2. — Unités de base (Système S.I.)

Les unités de base sont :

- le mètre, unité de longueur ;
- le kilogramme, unité de masse ;
- la seconde, unité de temps ;
- l'ampère, unité d'intensité de courant électrique ;
- le degré Kelvin, unité de température ;
- la candela, unité d'intensité lumineuse.

Le *mètre* (m) est la longueur égale à 1 650 763,73 longueurs d'onde, dans le vide, de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux $2p_{10}$ et $5d_5$ de l'atome de Krypton 86.

Le *kilogramme* (kg) est la masse du prototype en platine iridié, sanctionné par la conférence générale des poids et mesures en 1889 et déposé au pavillon de Breteuil, à Sèvres.

La *seconde de temps* (s) est la fraction $1/31\,556\,925,9747$ de l'année tropique pour 1900 janvier zéro à 12 heures de temps des éphémérides.

L'*ampère* (A) 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, produit, entre ces conducteurs, une force de 2×10^{-7} newton par mètre de longueur, le newton étant l'unité de force définie à l'article 3.

Le *degré Kelvin* ($^{\circ}\text{K}$) est le degré de l'échelle thermodynamique des températures absolues dans laquelle la température du point triple de l'eau est 273,16 degrés.

On peut employer l'échelle Celsius, dont le degré (*degré Celsius* ; $^{\circ}\text{C}$) est égal au degré Kelvin et dont le zéro correspond à 273,15 degrés de l'échelle thermodynamique Kelvin ci-dessus définie.

La *candela* (cd) est l'intensité lumineuse, dans une direction déterminée, d'une ouverture perpendiculaire à cette direction, ayant une aire de $1/60$ de centimètre carré et rayonnant comme un radiateur intégral (corps noir) à la température de solidification du platine.

OBSERVATIONS

I. — Au sujet du mètre

La mise en pratique de la définition du mètre en longueurs d'onde se fera dans les conditions fixées par le Comité international des Poids et Mesures et la Conférence générale des Poids et Mesures.

Étalon. — L'ancien étalon national du mètre, constitué par la copie n° 8 du prototype international en platine iridié, sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures en 1889, sera conservé dans les conditions fixées à l'article 7 du décret.

Sous-multiple ayant une dénomination particulière.

Le *micron* (μ), qui vaut 10^{-6}m .

II. — Au sujet du kilogramme

Étalon. — Pour la France, l'étalon du kilogramme est la copie n° 35 du kilogramme prototype international.

III. — Au sujet du degré Celsius

Températures Celsius. — Les températures Celsius, déduites de l'échelle thermodynamique Kelvin, sont pratiquement déterminées selon l'échelle internationale des températures et conformément aux règles fixées par la Conférence générale des Poids et Mesures.

Article 3. — Unités secondaires (Système S.I.)

Les unités secondaires de mesure sont dénommées et définies ainsi qu'il suit :

Unités géométriques.

Aire ou superficie.

L'unité de superficie est le mètre carré.

Le *mètre carré* (m^2) est l'aire d'un carré ayant 1 mètre de côté.

Multiple ayant une dénomination particulière.

L'are (a), qui vaut 100 m^2 .

L'are est employé pour mesurer les surfaces agraires.

Volume.

L'unité de volume est le mètre cube.

Le *mètre cube* (m^3) est le volume d'un cube ayant 1 mètre de côté.

Multiple et sous-multiple ayant une dénomination particulière.

Le stère (st), qui vaut 1 m^3 .

Le stère est employé pour mesurer le volume du bois de chauffage empilé.

Le litre (l), qui vaut un millième de mètre cube (10^{-3} m^3).

Angle plan.

L'unité d'angle est le radian.

Le *radian* (rd ou rad) est l'angle qui, ayant son sommet au centre d'un cercle, intercepte sur la circonférence de ce cercle un arc d'une longueur égale à celle du rayon du cercle.

Angle solide.

L'unité d'angle solide est le stéradian.

Le *stéradian* (sr) est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère une aire équivalente à celle d'un carré dont le côté est égal au rayon de la sphère.

Unités de masse.

Multiples ayant une dénomination particulière.

Le quintal (q), qui vaut 100 kg.

La tonne (t), qui vaut 1 000 kg.

Masse volumique

Titre alcoométrique

Unités de temps.

Fréquence (le Hertz) (Hz)

Unités mécaniques.

Vitesse.

L'unité de vitesse est le *mètre par seconde* (m/s), vitesse d'un mobile qui, animé d'un mouvement uniforme, parcourt une distance de 1 mètre en 1 seconde.

Accélération.

L'unité d'accélération est le *mètre par seconde par seconde* (m/s^2), accélération d'un mobile, animé d'un mouvement uniformément varié, dont la vitesse varie, en 1 seconde, de 1 mètre par seconde.

Force.

L'unité de force est le newton.

Le *newton* (N) est la force qui communique à un corps ayant une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 mètre par seconde par seconde.

Travail et énergie.

L'unité de travail et d'énergie est le joule.

Le *joule* (J) est le travail produit par 1 newton dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.

Quantité de chaleur.

L'unité de quantité de chaleur est le joule, unité d'énergie.

Puissance.

L'unité de puissance est le watt.

Le *watt* (W) est la puissance de 1 joule par seconde.

Contrainte et pression.

L'unité de contrainte et de pression est le pascal.

Le *pascal* (Pa) est la contrainte qui, agissant sur une surface plane de 1 mètre carré, exerce sur cette aire une force totale de 1 newton.

Viscosité dynamique (le Poiseulle) (Pl)

Viscosité cinématique

Unités électriques.

Force électromotrice, différence de potentiel (ou tension).

L'unité de force électromotrice et de différence de potentiel est le volt.

Le *volt* (V) est la différence de potentiel électrique qui existe entre deux points d'un fil conducteur parcouru par un courant constant de 1 ampère, lorsque la puissance dissipée entre ces deux points est égale à 1 watt.

Résistance.

L'unité de résistance électrique est l'ohm.

L'*ohm* (Ω) est la résistance électrique qui existe entre deux points d'un fil conducteur lorsqu'une différence de potentiel constante de 1 volt, appliquée entre ces deux points, produit dans ce conducteur un courant de 1 ampère, ledit conducteur n'étant le siège d'aucune force électromotrice.

Quantité d'électricité.

L'unité de quantité d'électricité est le coulomb.

Le *coulomb* (C) est la quantité d'électricité transportée en 1 seconde par un courant de 1 ampère.

Capacité électrique.

L'unité de capacité électrique est le farad.

Le *farad* (F) est la capacité d'un condensateur électrique entre les armatures duquel apparaît une différence de potentiel de 1 volt, lorsqu'il est chargé d'une quantité d'électricité de 1 coulomb.

Inductance électrique (le Henry) (H)

Flux magnétique (le Weber) (Wb)

Induction magnétique (le Tesla) (T)

Unités optiques.

Flux lumineux.

L'unité de flux est le lumen.

Le *lumen* (lm) est le flux lumineux émis dans un stéradian par une source ponctuelle uniforme située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité de 1 candela.

Eclairement (le lux) (lx)

Luminance

Vergence des systèmes optiques (la dioptrie) (δ)

Article 4. — Unités hors-système

Les unités hors-système sont dénommées et définies ainsi qu'il suit :

Unités géométriques.

Longueur.

Le *mille* correspond à la distance moyenne de deux points de la surface de la terre qui ont même longitude et dont les latitudes diffèrent d'un angle de 1 minute.

Sa valeur est fixée conventionnellement à 1 852 mètres.

Son emploi est autorisé seulement en navigation (maritime ou aérienne).

Angle plan.

Le *tour* (tr) est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à celle de cette circonférence.

Le *grade* (gr) est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à $1/400$ de cette circonférence.

Le *degré* (°) est l'angle au centre qui intercepte sur la circonférence un arc d'une longueur égale à $1/360$ de cette circonférence.

La *minute d'angle* (') vaut $1/60$ de degré.

La *seconde d'angle* (") vaut $1/60$ de minute.

Voici les valeurs de ces unités en radians (unité SI) :

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ tour} = 2\pi ; & 1 \text{ grade} = \pi/200 ; & \\ 1^\circ = \pi/180 & 1' = \pi/10\,800 ; & 1'' = \pi/648\,000. \end{array}$$

Heure d'angle.

En astronomie et en navigation, il peut être fait usage de l'heure d'angle qui vaut $(2\pi : 24)$ radian, soit 15 degrés.

Unités de masse.

Masse.

Dans les transactions relatives aux diamants, perles fines et pierres précieuses, la dénomination de *carat métrique* peut être donnée au double décigramme.

Unités de temps.

Temps.

La *minute de temps* (mn) vaut 60 secondes.

L'*heure* (h) vaut 60 minutes.

Le *jour* (j ou d) vaut 24 heures.

Unités mécaniques.

Vitesse.

Le *nœud* est la vitesse uniforme qui correspond à 1 mille par heure.

Son emploi est autorisé seulement en navigation (maritime ou aérienne).

Travail ou énergie.

Le *watt-heure* (Wh) est l'énergie fournie en 1 heure par une puissance de 1 watt. Il vaut 3 600 joules.

L'*électron-volt* (eV), unité d'énergie couramment utilisée en physique nucléaire, est l'énergie acquise par un électron accéléré sous une différence de potentiel de 1 volt. Il vaut $1,59 \times 10^{-19}$ joule.

Quantité de chaleur.

La *calorie* (cal) est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré Celsius la température de 1 gramme d'un corps dont la chaleur massique est égale à celle de l'eau à 15 degrés Celsius, sous la pression atmosphérique normale (101 325 pascals).

Elle équivaut, expérimentalement, à 4,1855 joules.

Unités électriques.

Quantité d'électricité (l'ampère-heure) (Ah)

Unités de la radioactivité.

Activité nucléaire.

L'unité d'activité nucléaire est le curie.

Le *curie* (ci) est l'activité nucléaire d'une quantité de radioélément (ou nuclide radioactif) pour laquelle le nombre de désintégrations par seconde est de $3,7 \times 10^{10}$.

La masse de radium dont l'activité nucléaire est 1 curie est très voisine de 1 gramme.

Quantité de rayonnement X ou γ (le Röntgen) (R) . . .

Article 5

La division décimale des unités est seule admise, sous réserve, toutefois, des dispositions de l'article 4 qui, outre la division décimale, prévoient d'autres divisions pour les unités d'angle et pour les unités de temps.

Pour les masses marquées, les mesures de capacité et la graduation de tout instrument de mesure, chaque unité et chaque multiple ou sous-multiple décimal ne peuvent avoir que leur double ou leur moitié.

Article 6

La dénomination des multiples et sous-multiples des unités de mesure, ainsi que les symboles qui représentent les unités, leurs multiples et sous-multiples, sont fixés dans le tableau général des unités de mesure légales annexé au présent décret.

Les unités de mesure, leurs multiples et sous-multiples ne peuvent être désignés que par leurs noms ou leurs symboles tels qu'ils sont déterminés dans le présent décret et son tableau annexe ci-dessus visé.

Article 7

Les étalons nationaux établis pour représenter les unités légales et mentionnés au tableau annexé au présent décret sont déposés au Conservatoire national des arts et métiers.

Article 10

Pour les grandeurs mentionnées au tableau annexé au présent décret, les unités de mesure qui y sont définies sont les unités enseignées et utilisées dans les établissements scolaires.

Article 15

Les unités légales de mesure sont définies par décret en Conseil d'Etat, après avis de la Commission technique des instruments de mesure, du Bureau national scientifique et permanent des poids et mesures et de l'Académie des sciences.

Article 18

Le présent décret entrera en vigueur le 1^{er} janvier 1962.

EXTRAITS DU TABLEAU GENERAL DES UNITES DE MESURE LEGALES

annexé au décret n° 61-501 du 3 mai 1961

FORMATION DES MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES DÉCIMAUX DE L'UNITÉ

Cette formation résulte du tableau suivant :

FACTEUR par lequel est multipliée l'unité		PRÉFIXE à mettre avant le nom de l'unité	SYMBOLE à mettre avant celui de l'unité
<i>Multiples</i>			
10^{12}	soit 1 000 000 000 000	téra	T
10^9	soit 1 000 000 000	giga	G
10^6	soit 1 000 000	méga	M
10^3	soit 1 000	kilo	k
10^2	soit 100	hecto	h
10^1	soit 10	déca	da
<i>Sous-multiples</i>			
10^{-1}	soit 0,1	déci	d
10^{-2}	soit 0,01	centi	c
10^{-3}	soit 0,001	milli	m
10^{-6}	soit 0,000 001	micro	μ
10^{-9}	soit 0,000 000 001	nano	n
10^{-12}	soit 0,000 000 000 001	pico	p

CONVENTIONS

A. — *Numération des très grands nombres* : Pour énoncer les puissances de 10, à partir de 10^{12} , on applique la règle exprimée par la formule :

$10^{6N} = (N)$ illion.

Exemples : $10^{12} =$ billion, $10^{18} =$ trillion, $10^{24} =$ quadrillion, $10^{30} =$ quintillion, $10^{36} =$ sextillion, etc...

B. — *Noms des unités* : Les noms des unités, même constitués par des noms de savants, sont grammaticalement des noms communs, leur initiale est une lettre minuscule et ils prennent un s au pluriel.

C. — *Symboles* : Lorsque le symbole du multiple ou du sous-multiple d'une unité comporte un exposant, celui-ci ne se rapporte pas seulement à la partie du symbole qui désigne l'unité, mais à l'ensemble du symbole.

Par exemple, dam^2 signifie $[\text{dam}]^2$, aire du carré ayant un décamètre de côté, soit 100 mètres carrés ; dam^2 ne signifie pas $\text{da}[\text{m}^2]$, ce qui correspondrait à 10 mètres carrés.

Les symboles ne prennent pas la marque du pluriel.

*
**

Du point de vue particulier de l'enseignement des Mathématiques, signalons que :

1° le *litre* est désormais officiellement défini comme étant égal au décimètre cube ; ce n'est plus le volume d'un kilogramme d'eau ;

2° l'unité d'angle plan n'est plus l'angle droit, mais le *radian*.

Toutefois, la rédaction libérale de l'article 10 n'exclut pas, dans l'enseignement, l'emploi de l'angle droit comme unité d'angle.

Une nouvelle unité d'angle apparaît, le *tour*.

Le radian, le tour, le grade et le degré sont tous définis par la longueur de l'arc qu'ils interceptent dans la position d'angle au centre.

D'un point de vue plus général, il est naturel de se demander comment se sont élaborées des modifications si profondes, et d'une portée internationale.

Le fondement scientifique de ce décret si important se trouve dans les « *Comptes rendus des séances de la onzième Conférence générale des poids et mesures* », dont la lecture est du plus haut intérêt.

Les travaux de cette Conférence eurent lieu au Ministère des Affaires étrangères ; ils occupèrent cinq séances : mardi 11, mercredi 12, vendredi 14, mardi 18 et jeudi 20 octobre 1960.

L'ordre du jour de la séance inaugurale est libellé ainsi :

Discours de Son Excellence M. le Ministre des Affaires étrangères de la République Française (*M. Couve de Murville*).

Réponse de M. le Président du Comité International des Poids et Mesures (*M. A. Danjon, Directeur de l'Observatoire de Paris*).

Discours d'ouverture de M. le Président de l'Académie des Sciences de Paris, Président de la Conférence (*M. E.-G. Barrillon*).

L'ensemble de ces trois discours constitue un résumé, de la plus haute tenue, du programme des travaux de la Conférence, travaux dont on trouve l'exposé dans ces Comptes rendus ; nous ne saurions trop recommander la présence de ces Comptes rendus dans toutes les bibliothèques des Lycées et Collèges.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Unités de mesure (Décret du 3 mai 1961) (0,75 NF).

Centre des J.O. : 26, rue Desaix, Paris (15°) (C.C.P. 9063-13 Paris).

Comptes rendus des séances de la onzième Conférence générale des poids et mesures (10 NF).

Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6°) (C.C.P. 29.323 Paris).

Annuaire du Bureau des Longitudes 1962 (45 NF). Même éditeur.

Si on veut comparer la nouvelle réglementation à l'ancienne (loi du 14 janvier 1948), on trouvera cette dernière dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1960.