



ASSOCIATION
DE MAILLET

Club d'astronomie

Caroline H



Unités et grandeurs

Définitions

Grandeur :

Une *grandeur* est une dimension qui peut être estimée ou mesurée.

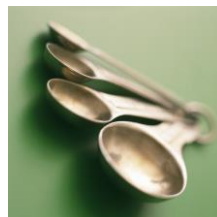
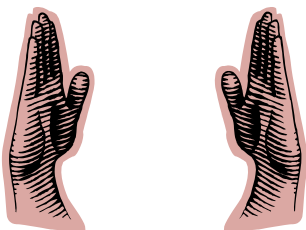
Unité :

Une *unité* est une grandeur prise comme base de comparaison avec des grandeurs de même espèce.

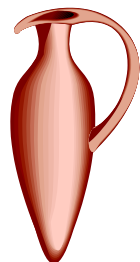
Une unité (le mètre, le kilogramme, la seconde) est un étalon de grandeur (longueur, masse, temps).

Une mesure est le nombre de fois qu'il faut reproduire l'étalon pour obtenir la valeur recherchée. S'il faut reporter 10 fois la longueur du mètre étalon sur le côté d'un jardin, on dira que la longueur de ce côté est de 10 mètres.

Historique du système métrique



Dans les anciens temps, les unités de mesure faisaient référence aux dimensions du corps humain, en particulier celles du roi, référence parmi les références (pied, pouce, pas, coudée, brasse...) au travail agricole pour les quantités (mines de blé, muids de légumes secs, setiers de sel, queues de vin, mirres d'huile, cordes de bois, penses de fromage...), et la mesure du temps restait assez rustiquement la succession du jour et de la nuit, des lunaisons et des saisons.



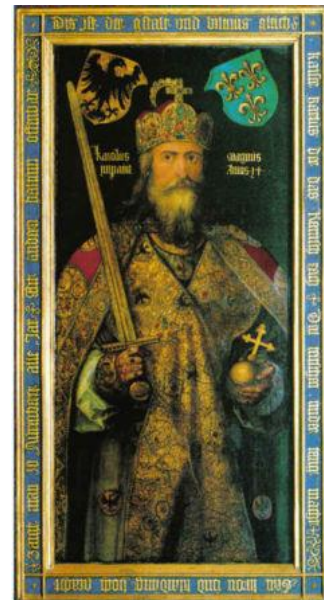
Sauf pour le temps, le problème est que ces unités étaient variables d'une région à l'autre et d'une époque à l'autre, d'une récolte à l'autre. Une livre pesait 9 216 grains de blé, ou 9 456 grains d'orge. Les étalons de mesure des volumes (récipients ouverts) outre qu'ils variaient d'une région à l'autre, pouvaient être « emplies, rases ou combles »...

Historique du système métrique

Dagobert, au VII^{ème} siècle, entassa dans son palais des étalons, qui bien sûr, faute de moyens de communications ne furent pas utilisés.

Pour la petite histoire, on a longtemps utilisé le pied de Charlemagne pour mesurer les longueurs !

Ce même Charlemagne fit en sorte que ces étalons soient utilisés, mais chaque seigneur continua à appliquer ses propres unités dans sa région.



D'autres souverains tentèrent sans succès d'imposer les unités en vigueur à Paris. Unités d'ailleurs tout aussi capricieuses que les autres, et qui ne méritaient pas de privilège. Charles le Chauve, Louis le Hutin, Philippe le Bel, Philippe le Long, Louis XI, François 1er, Henri II échouèrent.

Il fallait mettre de l'ordre dans tout ça, au moins pour faciliter le commerce et la collecte des impôts. La première nécessité était d'avoir des unités invariables selon le temps, la région, et le fait que l'on donne et que l'on reçoit...

Historique du système métrique

Paradoxalement, le précurseur du système métrique est un ecclésiastique et scientifique anglais : John Wilkins (1614-1672).

Dans son ouvrage « ballad of Gresham Collège », en 1663, il propose (sans succès) un système d'écriture analytique basé non pas sur un alphabet, mais sur des idéogrammes compréhensibles internationalement.



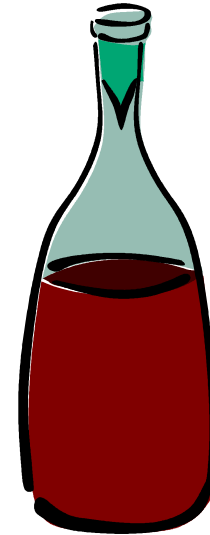
Il imagine dans ce même livre, l'adoption d'une mesure universelle d'unité décimale de longueur qui deviendra quelques années plus tard le mètre.

Son unité fondamentale mesure 38 pouces de Prussie ($38 \times 26,15 = 993,7$ mm).

Il définit une unité de volume (cube de 1 unité de longueur de côté), puis de masse (masse de l'eau contenu dans son volume unitaire), enfin une unité de temps, celle de la demi-période des petites oscillations d'un pendule d'une unité de longueur.

Historique du système métrique

Tout commence officiellement en 1680 avec Colbert qui, en bon français, définit la pinte de vin (0,93 litre).



Puis, énormément de scientifiques, surtout des français, comme Borda, Monge, Laplace, Lagrange, Condorcet... participèrent à la confection d'un système cohérent de mesures. La révolution française a été un accélérateur de ce phénomène. Les unités faisant référence au roi furent abandonnées...

Historique du système métrique

Le système métrique est adopté par l'assemblée nationale le 8 mai 1790, sur proposition de Talleyrand.

La première unité adoptée est l'unité de temps basé sur un pendule battant la seconde.

Le mètre fut adopté le 30 mars 1791 comme la dix millionnième partie du quart nord du méridien de Paris.

Le 7 avril 1795, le système métrique devint légal et obligatoire en France par un décret de la Convention. Les « nouvelles mesures républicaines » sont :

le mètre (longueur)
l'are (superficie)
le litre (volume)
le gramme (masse)
le bar (pression)



Historique du système métrique

Restait à mesurer le quart nord du méridien de Paris. Ceci fut réalisé par triangulation entre 1792 et 1799 par Pierre Méchain (1744-1804) et Jean-Baptiste Delambre (1749-1822), entre Dunkerque et Barcelone.

Différentes références firent prises comme étalon par la suite, évoluant en précision avec les progrès techniques.

La touche (provisoirement) définitive a lieu en 1960, à la XI^{ème} conférence internationale des poids et mesures, qui définit le

« **Système International** »



Le système international

Il définit 7 unités principales indépendantes du point de vue de leurs dimensions, avec leurs multiples et sous multiples. Il est basé sur le système métrique, système décimal (à base 10).

Le système SI n'est pas figé, et s'adapte aux évolutions des techniques.

Le tableau suivant donne la définition actuelle de ces 7 unités de base.

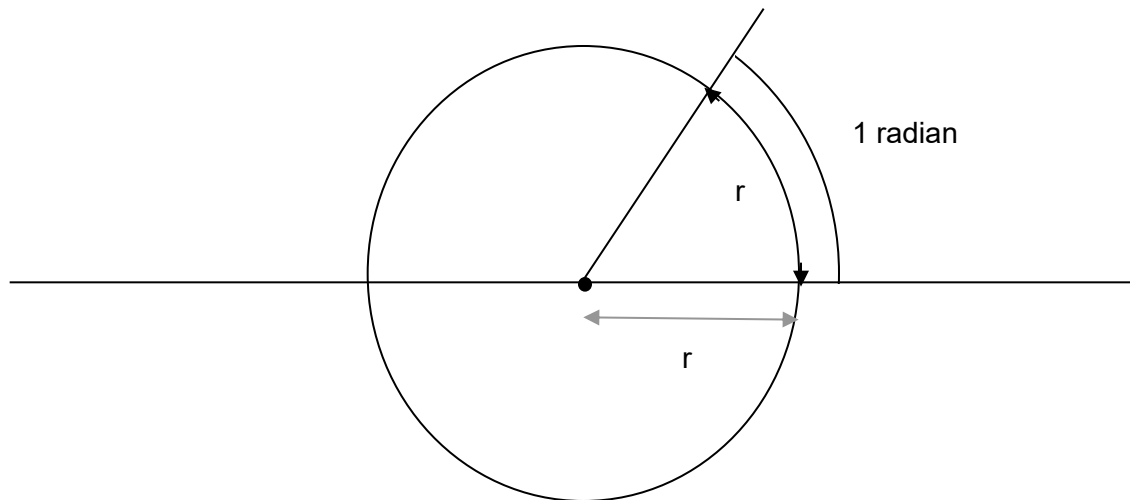
Le système international

<i>Nature</i>	<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>	<i>Définition</i>
Longueur	mètre	m	<i>Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde. (1983)</i>
Masse	kilogramme	kg	<i>Le kilogramme est la masse du prototype en platine iridié, déposé au Bureau International des Poids et Mesures. (1889)</i>
Temps	seconde	S	<i>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 de césium 133. (1967) précision : 10^{-12}</i>
Courant électrique	ampère	A	<i>L'ampère est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance d'un mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs, une force égale à $2 \cdot 10^{-7}$ newton par mètre de longueur. (1948)</i>
Température	kelvin	K	<i>Le kelvin est égal à la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau. (1967) Le degré Celsius est égal au kelvin.</i>
Quantité de matière	mole	mol	<i>La mole est la quantité de matière contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone 12. (1971) La mole (mol) est l'abréviation de molécule par gramme.</i>
Intensité lumineuse	candela	cd	<i>La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet une radiation monochromatique de fréquence $540 \cdot 10^{12}$ hertz (longueur d'onde $0,555 \mu\text{m}$) et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian. (1979)</i>

Le système international

On ajoute à ce système l'unité d'angle, qui est le « radian ».

Sur un cercle, un angle de 1 radian est l'angle soutenu par une portion de circonférence égale au rayon du cercle.



Le système international

Les autres unités peuvent être exprimées à partir de ces 7 unités principales. Mais en 1996, le comité international des poids et mesures a accepté l'usage de certaines unités en raison de leur côté pratique dans certains domaines.

Par exemple, en, astronomie, on parle d'Angström ou d'année-lumières. Les deux sont des unités de longueur, et on voit l'avantage de les utiliser, plutôt que le mètre, selon le domaine abordé. D'ailleurs, l'Angström disparaît depuis quelques dizaines d'années, au profit du nanomètre, sous multiple du mètre.

Le système international

<i>Grandeur</i>	<i>Unité</i>		
	<i>Nom</i>	<i>Symb.</i>	<i>Valeur en unités SI</i>
temps	minute	min	1 min = 60 s
	heure	h	1 h = 60 min = 3600 s
	jour	d	1 d = 24 h = 86 400 s
angle plan	degré ⁽¹⁾	°	1° = ($\pi/180$) rad
	minute	'	1' = (1/60)° = ($\pi/10\,800$) rad
	seconde	"	1" = (1/60)' = ($\pi/648\,000$) rad
volume	litre ⁽²⁾	L, l	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
masse	tonne	t	1 t = 10 ³ kg
	neper ⁽³⁾	Np	1 Np = 1
	bel ⁽⁴⁾	B	1 B = (1/2) ln 10 (Np)

Le système international

<i>Grandeur</i>	<i>Unité</i>		
	<i>Nom</i>	<i>Symb.</i>	<i>Valeur en unités SI</i>
longueur	mille marin ⁽¹⁾		1 mille = 1852 m
	angström ⁽²⁾	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
vitesse	nœud ⁽¹⁾		1 mille/h = (1852/3600) m/s
aire	are ⁽³⁾	a	1 a = 10 ² m ²
	hectare ⁽³⁾	ha	1 ha = 10 ⁴ m ²
section efficace	barn ⁽⁴⁾	b	1 b = 10 ⁻²⁸ m ²
pression	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa

Le système international

Les autres unités sont dérivées de celles-ci. Elles peuvent être exprimées avec des unités SI :

Grandeur	Unité		
	Nom	Symbole	Expression
angle plan	radian	rad	1 m/m
angle solide	stéradian	sr	1 m ² /m ²
fréquence	hertz	Hz	1 s ⁻¹
force	newton	N	1 kg.m/s ²
pression, contrainte	pascal	Pa	1 N/m ²
énergie, travail, quantité de chaleur	joule	J	1 N.m
puissance, flux énergétique	watt	W	1 J/s
charge électrique, quantité d'électricité	coulomb	C	1 A.s
potentiel électrique, différence de potentiel, tension, force électromotrice	volt	V	1 W/A
capacité électrique	farad	F	1 C/V
résistance électrique	ohm	Ω	1 V/A
conductance électrique	siemens	S	1 Ω ⁻¹
flux d'induction magnétique	weber	Wb	1 V.s
induction magnétique	tesla	T	1 Wb/m ²
inductance	henry	H	1 Wb/A
température Celsius	degré Celsius	°C	1 K
flux lumineux	lumen	lm	1 cd/sr
éclairement	lux	lx	1 lm/m ²
activité d'un radionucléide	becquerel	Bq	1 s ⁻¹
dose absorbée, énergie massique communiquée, kerma, indice de dose absorbée	gray	Gy	1 J/kg
équivalent de dose, indice d'équivalent de dose	sievert	Sv	1 J/kg

Le système international

Lorsque l'origine du nom d'une unité est un nom propre, l'abréviation de l'unité s'écrit en majuscule. Le Watt s'écrit W, en l'honneur de James Watt, ingénieur ayant contribué à l'invention de la machine à vapeur. Les autres unités s'écrivent avec une minuscule. Le mètre a pour symbole m, car il n'existe pas de Monsieur ou Madame Mètre.

On définit également des sous multiples de ces unités. Milli veut dire millième, déca dix, kilo mille...

Voici la liste complète :

Le système international

Valeur	Préfixe	Symbole	Observations
1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{30}	weka	W	non légal
1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{27}	xenna	X	non légal
1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{24}	yotta	Y	1991 - octo*, huit ($10^{3n} n = 8$)
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{21}	zetta	Z	1991 - hepta*, sept ($10^{3n} n = 7$)
1 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E	1975 - hexa, six ($10^{3n} n = 6$)
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P	1975 - penta, cinq ($10^{3n} n = 5$)
1 000 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T	1960 - teras, monstre ou tetra quatre
1 000 000 000 = 10^9	giga	G	1960 - gigas, géant
1 000 000 = 10^6	mega	M	1870 - megas, grand
1000 = 10^3	kilo	k	1795 - khilioi, mille
100 = 10^2	hecto	h	1795 - hekaton, cent
10 = 10^1	deca	da	1795 - deka, dix
0,1 = 10^{-1}	déci	d	1795 - decimus, deci
0,01 = 10^{-2}	centi	c	1795 - centimus, centi
0,001 = 10^{-3}	milli	m	1795 - millesimus, milli
0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ	1870 - mikros, petit
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n	1960 - nannos, nain
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p	1960 - piccolo, petit
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f	1964 - femten, 15 (même racine que fifteen)
0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a	1964 - atten, 18 (même racine que eighteen)
0,000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-21}	zepto	z	1991 - même racine que zetta
0,000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-24}	yocto	y	1991 - même racine que yotta
0,000 000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-27}	xenno	x	non légal
0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-30}	weko	w	non légal
10 000 = 10^4	myria		1795 - murioi, dix mille, non légal
100 000 = 10^5	hectokilo		1919 - non légal depuis 1961
10^{140}	asankhyeya		origine bouddhique, non légal
10^{600}	centillion		non légal
10^{100}	gogol		1938 - Kasner et Newman, non légal
10^{gogol}	gogolplex		non légal

Equation aux dimensions

L'équation aux dimensions est la formule qui permet de déterminer l'unité ou l'association d'unités dans laquelle un résultat doit être exprimé.

C'est une équation de grandeurs, c'est-à-dire dans laquelle on représente les phénomènes mesurés par un symbole. Par exemple, une longueur est représentée par la lettre « L », une masse par la lettre « M », et un temps par la lettre « T ».

L'équation aux dimensions permet de contrôler la validité d'une formule. Par exemple, une vitesse est exprimée en km par heure. C'est une longueur divisée par un temps :

$$[V] = \frac{L}{T}$$

$$[V] = L.T^{-1}$$

Equation aux dimensions

Exemple 1 : Retrouver dans quelles unités SI s'exprime une force ?
La physique nous dit qu'une force est le produit d'une masse par une accélération, soit :

$$F = m\gamma$$

D'autre part, une accélération est une vitesse par unité de temps :

$$[\gamma] = L.T^{-2}$$

En combinant avec la masse, on obtient, pour la force :

$$[F] = M.L.T^{-2}$$

La force s'exprime donc en kilogramme.mètre par seconde et par seconde (kg.m.s^{-2}). On retrouve cette valeur dans le tableau des unités dérivées. Cette unité compliquée s'appelle le Newton (N).

Equation aux dimensions

Grandeur	Unité		
	Nom	Symbole	Expression
angle plan	radian	rad	1 m/m
angle solide	stéradian	sr	1 m ² /m ²
fréquence	hertz	Hz	1 s ⁻¹
force	newton	N	1 kg.m/s ²
pression, contrainte	pascal	Pa	1 N/m ²
énergie, travail, quantité de chaleur	joule	J	1 N.m
puissance, flux énergétique	watt	W	1 J/s
charge électrique, quantité d'électricité	coulomb	C	1 A.s
potentiel électrique, différence de potentiel, tension, force électromotrice	volt	V	1 W/A
capacité électrique	farad	F	1 C/V
résistance électrique	ohm	Ω	1 V/A
conductance électrique	siemens	S	1 Ω ⁻¹
flux d'induction magnétique	weber	Wb	1 V.s
induction magnétique	tesla	T	1 Wb/m ²
inductance	henry	H	1 Wb/A
température Celsius	degré Celsius	°C	1 K
flux lumineux	lumen	lm	1 cd/sr
éclairement	lux	lx	1 lm/m ²
activité d'un radionucléide	becquerel	Bq	1 s ⁻¹
dose absorbée, énergie massique communiquée, kerma, indice de dose absorbée	gray	Gy	1 J/kg
équivalent de dose, indice d'équivalent de dose	sievert	Sv	1 J/kg

Equation aux dimensions

Exemple 2 : Quelle est l'unité de la constante de la gravitation universelle ?

La force de gravité est définie par : $F = G \cdot \frac{m.m'}{r^2}$

ou F est la force de gravitation s'exerçant sur deux étoiles, m et m' leurs masses respectives et r la distance qui les sépare.

On en déduit

$$G = \frac{F.r^2}{m.m'}$$

L'équation aux dimensions donne : $[G] = M.L.T^{-2}.L^2.M^{-1}.M^{-1}$

Soit, en simplifiant : $[G] = L^3.M^{-1}.T^{-2}$

G s'exprime en m³/kg/s².

Equation aux dimensions

Exemple 3 : Quelle est l'unité de Pi ?

On sait que la circonférence C d'un cercle est donné par

$$C = 2\pi.r$$

r étant le rayon du cercle.

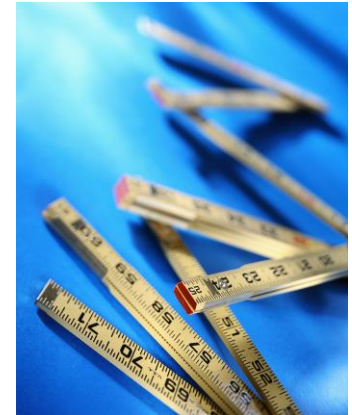
On en déduit facilement que la dimension de Pi est L/L , soit 1.

Pi est un nombre sans dimension.

Les unités en astronomie

Les unités de longueur

La définition du mètre est la distance parcourue dans le vide par la lumière en $1/299\,792\,458^{\text{ème}}$ de seconde. La seconde est l'unité mesurée avec la meilleure précision



Mais cette unité n'est pas adapté à la mesure des longueurs d'ondes, ni à celle des distances dans le système solaire, dans la Galaxie ou entre les galaxies.

L'usage est d'utiliser des multiples ou sous multiples du mètre. C'est le cas pour les longueurs d'ondes où le nanomètre est courant maintenant, et a remplacé l'Ångström.

Les unités en astronomie

Les unités de longueur

L' Ångström (Å)

1 Å = 10^{-10} m (d'après Anders Jonas Ångström, physicien suédois 1814-1874)

L'Ångström est utilisé pour la mesure des distances interatomiques, et pour les longueurs d'ondes courtes (jusqu'à l'infrarouge). Il est de moins en moins accepté, et remplacé par l'unité officielle, le sous multiple du mètre : le nanomètre qui vaut un milliardième de mètre, soit 10^{-9} m.

$$1 \text{ Å} = 0,1 \text{ nm.}$$

La raie $H\alpha$ est située à 656,28 nm, soit 6 562,8 Å.

La raie OIII est à 500,7 nm, soit 5007 Å.

Les unités en astronomie

Les unités de longueur

Le mile marin

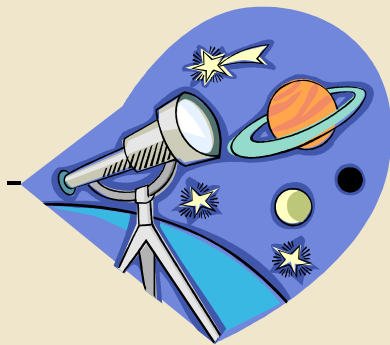


1 mile = 1 852 m.

C'est la longueur de l'arc d'une minute d'angle sur un grand cercle terrestre.

Cette unité est réservée à la navigation marine et aérienne. Le nœud est la vitesse exprimée en mile/h.

L'ua



1 ua = $1,495978706 \cdot 10^{11}$ m (environ 150 millions de km)

L'ua est l'unité de distance dans le système solaire. C'est la distance moyenne entre la Terre et le Soleil, autrement dit, le rayon moyen de l'orbite terrestre autour du Soleil.

Distance Terre-Soleil = 1 ua

Distance Mars-Soleil = 1,52 ua

Distance Jupiter-Soleil = 5,4 ua

Les unités en astronomie

Les unités de longueur

L'année lumière

1 al = 9 460 730 472 580 800 m

ou environ 9 500 milliards de km, ou 9,5 pétamètres.

C'est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année julienne de 365,25 jours (31 557 600 secondes), à la vitesse de 299 792 458 m/s, en dehors de tout champ gravitationnel ou magnétique.

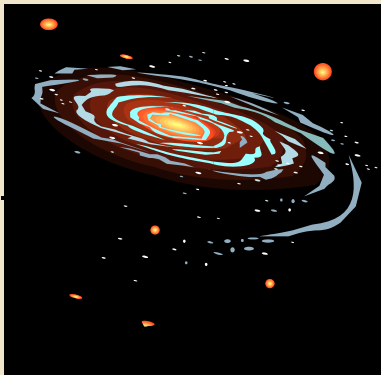
1 al = 63 241,077 ua.

Proxima du centaure, l'étoile la plus proche du Soleil est à 4,28 al de nous.

Le Soleil est situé à 28 000 al du centre de la Voie Lactée.

Le diamètre du halo de la Galaxie mesure environ 100 000 al.

La grande galaxie la plus proche de nous, Andromède, est à 2,6 millions d'al.



Les unités en astronomie

Les unités de longueur

Le parsec $1 \text{ pc} = 3,261564 \text{ al} = 3,085677 \cdot 10^{16} \text{ m}$.

Son nom vient de la contraction de « Parallaxe-seconde ».

Les astronomes professionnels parlent plus facilement en parsecs qu'en années-lumière. Les raisons en sont d'ordre pratique, des simplifications apparaissant dans les formules avec cette unité. La mesure de la parallaxe d'un astre en secondes est l'inverse de sa distance en parsecs.

Le parsec est la distance à laquelle le rayon de l'orbite terrestre (1 ua) est vu sous un angle de 1''.

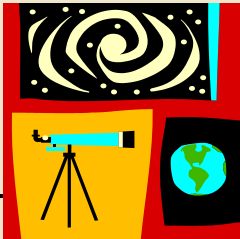
Avec cette nouvelle unité, Proxima du centaure est à 1,316 pc (parallaxe de 0,76 seconde).

Les distances dans l'univers étant très grandes, on utilise plutôt des multiples du parsec, comme le kilo ou le méga parsec (Mille ou un million de parsecs).

Le Soleil est situé à environ 8,6 kpc du centre de la Galaxie.

Le halo de la Galaxie fait environ 30,7 kpc de diamètre.

Andromède est situé à 0,8 Mpc, et l'amas de la Vierge à 15 Mpc.



Les unités en astronomie

Les unités de masse

L'étalon du kilogramme est le seul étalon matériel existant encore.

Il est réalisé dans un alliage de platine iridié (90% Pt, 10% Ir), et déposé à Sevres depuis 1889. Six copies existent, dont une pour les usages d'étalonnage. Des recherches tentent actuellement de relier cet étalon à une constante universelle. L'étalonnage des « poids » courants se fait par comparaison avec l'étalon, en utilisant des balances.



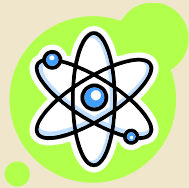
L'unité SI est le kilogramme, et non le gramme. En physique et en astronomie, cette unité n'est pas adaptée à la mesure des masses des particules atomiques, ni à celle des étoiles, galaxies ou amas.

La tonne (1 000 kg) est une unité dérivée conforme au système SI. Par contre, le quintal (100 kg) n'a pas été retenu.

Les unités en astronomie

Les unités de masse

L'unité de masse atomique



L'unité de masse atomique (*uma* ou *u*) n'est pas une unité SI reconnue, mais elle est très utilisée par les chimistes et les physiciens des particules.

Elle représente la douzième partie de la masse de l'atome de carbone 12 non lié, au repos. Ce qui veut dire qu'un atome de carbone pèse 12 uma.

L'uma est une unité obtenue expérimentalement. On n'en connaît pas la valeur exacte.

$1 \text{ uma} = 1,660538782 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ avec une incertitude relative de $5 \cdot 10^{-8}$.

1 atome d'hydrogène pèse 1 uma

1 atome d'oxygène pèse 16 uma

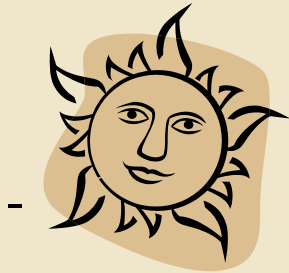
1 atome d'uranium 235 pèse 235 uma

Les unités en astronomie

Les unités de masse

La masse solaire

La masse solaire est la masse actuelle du Soleil et est notée M_S ou $M_\odot$.



$$1 M_S = 1,989.10^{30} \text{ kg}$$

La Voie Lactée a une masse d'environ 200 milliards M_S , soit le contenu de 200 milliards de Soleils.

Il n'existe pas d'unité permettant facilement de rendre compte de la masse des galaxies. On parle en millions ou milliards de $M_\odot$.

Les unités en astronomie

Les unités de temps

La seconde est l'unité SI de mesure du temps qui passe. Depuis 1967, la seconde est basée sur une fréquence spécifique de vibration d'un atome de Césium. La précision est d'un millième de milliardième (10^{-12}).

En astronomie, la seconde n'est guère utilisée que pour mesurer la période de rotation des pulsars, et pour évaluer les tous premiers temps de l'univers, ou des distances faibles en temps de lumière.



L'unité de temps la plus courante est l'année. Elle représente une révolution de la Terre autour du soleil. On utilise également, comme dans la vie courante, le mois, le jour, l'heure et la minute.

L'heure et la minute sont des divisions sexagésimales (base 60), héritées des babyloniens. L'avantage d'un tel système est que le nombre 60 est divisible par 11 nombres entiers, et permet de définir de nombreux sousmultiples (60 est divisible par 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 30 et 60).

Les unités en astronomie

Les unités de temps

Au niveau astronomique :

Un pulsar tourne sur lui-même en quelques millisecondes.

La lumière met 1,2 secondes à nous parvenir de la Lune.

Mars tourne autour du soleil en 1,8807 ans (années terrestres).

La Terre s'est formée il y a 4,55 milliards d'années terrestres.

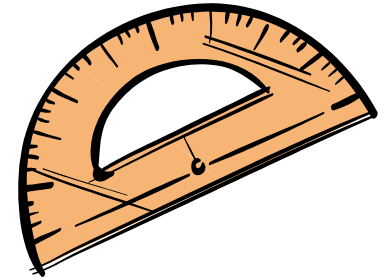
L'univers a environ 13,7 milliards d'années terrestres.

Les unités en astronomie

Les unités d'angle

Les angles sont très utilisés en astronomie pour mesurer entre autres la taille apparente des objets, ou les champs des oculaires et des astrophotographies.

L'unité courante d'angle est le degré, divisé, comme le temps, en minutes et secondes. Un cercle entier contient 360° .



Afin de ne pas confondre les degrés, minutes et secondes de temps et d'angle, on précise « minute d'angle », et « seconde d'angle » ou « minute d'arc » et « seconde d'arc ».

L'unité officielle d'angle est le radian (voir plus haut la définition du radian). Un cercle entier contient 2π radians. Cette unité est très utilisée en mathématiques, mais peu connue du grand public.

$$1 \text{ rd} = 360/2.\text{Pi}^\circ \approx 57,3^\circ$$

Les unités en astronomie

Les unités de température

La température représente le degré d'agitation des particules d'un milieu. Plus la température est élevée, plus l'agitation est forte (plus la vitesse des particules est élevée).

L'unité courante, en système décimal est le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Ne pas le confondre avec le degré d'angle...



Anders Celsius, astronome suédois (1701-1744) a pris comme références la fusion de l'eau pure (0°C) et son point d'ébullition (100°C). On parle également de degré centigrade, équivalent au degré Celsius.

Les unités en astronomie

Les unités de température

Les anglosaxons utilisent les degrés Fahrenheit (°F) du nom de Daniel Gabriel Fahrenheit, physicien allemand (1686-1736).

Les conversions suivantes :

$$^{\circ}\text{F} = 1,8^{\circ}\text{C} + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$$

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

Historiquement, le 0°F (-17,8°C) correspond à la température de fusion d'un mélange d'eau très salée, la plus basse température obtenue par Fahrenheit (1686-1736). Le 100°F était la température du corps humain ou, selon les sources, celle d'un cheval sain (37,8°C).

Les unités en astronomie

Les unités de température

L'unité officielle de température est le Kelvin (K). L'échelle est la même que celle du degré Celsius ($1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$), mais décalée selon la formule suivante :

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$$

Le zéro K correspond à la température la plus basse imaginable, température à laquelle les molécules, atomes et particules ne sont plus animés d'aucun mouvement. Il est impossible de descendre au dessous. C'est le zéro absolu (0 K ou $-273,15^{\circ}\text{C}$).

Sur Terre, on sait descendre à des fractions de K, dans des milieux extrêmement raréfiés, et pour de très petits volumes.

Les unités en astronomie

Les unités de température

L'univers baigne dans le « rayonnement de fond cosmologique », à 2,7 K.

Les nuages moléculaires sont typiquement entre 10 et 100 K, avec des exceptions.

Les étoiles ont une température de surface qui s'échelonne entre 3 000 et 20 000 °C (5 800 °C pour le Soleil).

Le centre du Soleil est lui estimé à plus de 15 millions de degrés. Ici il est inutile de spécifier s'il s'agit de degrés Celcius ou de Kelvin. L'erreur commise est négligeable.

Des températures plus hautes sont atteintes lors des explosions de supernovas ou au moment du Big Bang



Vivre mieux !

ASSOCIATION
DE MAILLET



Club d'astronomie

Caroline H

