

# LES CONSTANTES DE L'ASTRONOMIE

Nous définirons dans ce chapitre les constantes utiles à la compréhension des mouvements et des mesures de distance dans le système solaire. Nous donnerons cependant la définition de la plupart des unités et constantes fondamentales de l'astronomie en général.

## Les systèmes d'unités

Avant de définir les constantes, il est nécessaire de rappeler que, pour toute mesure, il faut au préalable définir un système d'unité. Nous présentons ci-après le système international d'unités (SI). les unités se distinguent en 3 classes : les unités de base, les unités dérivées et les unités supplémentaires.

Rappelons les **unités de base** du système international :

Grandeur	Unité	Symbole
Longueur	mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Intensité de courant électrique	ampère	A
Température thermodynamique	kelvin	K
Quantité de matière	mole	mol
Intensité lumineuse	candela	cd

La définition de ces unités a changé au cours du temps, chaque définition étant compatible avec la précédente mais permettant une réalisation plus exacte. Les dernières définitions (la date en est donnée entre parenthèses après chaque définition) publiées par le Bureau International des Poids et mesures (BIPM) sont les suivantes :

- **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)
- **unité de masse** : le kilogramme est l'unité de masse égale à la masse du prototype international du kilogramme en platine irridié conservé au Bureau International (1889, 1901)
- **unité de temps** : la seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 (1967)
- **unité de courant électrique** : 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 de un mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à  $2 \times 10^{-7}$  newton par mètre de longueur (1946, 1948)
- **unité de température hydrodynamique** : le kelvin est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau (1967)
- **unité de quantité de matière** : la mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de Carbone 12, atomes non liés, au repos et dans leur état fondamental (1971)
- **unité d'intensité lumineuse** : la candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian (1979).

Les **unités dérivées** sont formées par combinaison des unités de base à l'aide de relations algébriques liant les grandeurs correspondantes.

Les **unités supplémentaires** sont les unités d'angle plan et d'angle solide :

- le **radian** est l'angle plan compris entre deux rayons qui, sur la circonférence d'un cercle, interceptent un arc de longueur égale à celle du rayon;
- le **stéradian** est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère une aire égale à celle d'un carré ayant pour côté le rayon de la sphère.

## Le système d'unités astronomiques

Les **unités de base** sont :

- **unité de longueur** : unité astronomique (ua). C'est le demi-grand axe d'une orbite que décrirait autour du Soleil une planète de masse négligeable, non perturbée, dont le moyen mouvement est égal à  $k$  radians par jour,  $k$  étant la constante de Gauss, les unités de temps et de masse étant comme suit.  $1 \text{ ua} = 1,495\,978\,7061 \times 10^{11} \text{ m}$  (1992).
- **unité de temps** : le jour, égal à 86400 secondes du Système International.
- **unité de masse** : la masse du Soleil  $1,9889 \times 10^{30} \text{ kg}$  (1992).

Les **unités auxiliaires** sont données grâce à leur correspondance avec les unités de base dans les tableaux ci-dessous.

Unités de temps :

	seconde	jour	année julienne
1 seconde	1		
1 jour	86 400	1	
1 année julienne	31 557 600	365,25	1
1 siècle julien	3 155 760 000	36 525	100

Note sur les unités de temps :

- le jour ne dépend plus de la rotation de la Terre qui n'est pas uniforme;
- l'année et le siècle sont juliens et non grégoriens.

Unités de longueur :

	en mètres (m)	en unités astronomiques (ua)	en années de lumière (al)	en parsec (pc)
1 mètre (1976) 1 mètre (1992)	1 1			
1 ua (1976) 1 ua (1992)	149 597 870 000 149 597 870 610	1 1		
1 al (1976) 1 al (1992)	$9,460\,730\,472\,5808 \times 10^{15}$ $9,460\,730\,472\,5808 \times 10^{15}$	63 241,077 38 63 241,077 10	1 1	0,306 601 395 22 0,306 601 393 87
1 pc (1976) 1 pc (1992)	$3,085\,677\,5671 \times 10^{16}$ $3,085\,677\,5807 \times 10^{16}$	206 264.806 248 206 264.806 248	3,261 563 7619 3,261 563 7763	1 1

la vitesse de la lumière est 299 792 458 m/s

Note sur les unités de longueur :

- l'année de lumière est la distance parcourue par la lumière en une année julienne dans un espace-temps vide de matière.;
- le parsec est la distance d'une étoile dont la parallaxe annuelle est égale à une seconde de degré, c'est-à-dire la distance à laquelle une unité astronomique est vue sous un angle d'une seconde de degré.

## Le système de constantes astronomiques

On classe les constantes en trois catégories :

- *les constantes de définition dont la valeur est fixée arbitrairement. D'elles dépend le système de constantes;*
- *les constantes primaires dont les valeurs ne peuvent être déterminées que par l'observation;*
- *les constantes dérivées des constantes précédentes selon des relations algébriques simples.*

Les valeurs des principales constantes sont données dans la table ci-après :

	1976 (UAI)	1992 (IERS)
<b>Constantes de définition</b>		
k, constante de Gauss (radian/jour)	0,017 202 098 95	0,017 202 098 95
c, vitesse de la lumière (mètres/seconde)	-	299 792 458
<b>Constantes primaires</b>		
c, vitesse de la lumière ( $m\ s^{-1}$ )	299 792 458	-
temps de lumière pour 1 ua (secondes)	499,004 782	499,004 783 53
rayon équatorial de la Terre (m)	6 378 140	6 378 136,3
GM, constante géocentrique de la gravitation ( $m^3\ s^{-2}$ )	$3,986\,005 \times 10^{14}$	$3,986\,004\,418 \times 10^{14}$
G, constante de la gravitation ( $m^3\ kg^{-1}\ s^{-2}$ )	$6,672 \times 10^{-11}$	$6,672\,59 \times 10^{-11}$
obliquité de l'écliptique pour J2000	23°26' 21",448	23° 26' 21",4119
<b>Constantes dérivées</b>		
unité astronomique (en mètres)	149 597 870 000	149 597 870 610
masse du Soleil (en kg)	$1,9891 \times 10^{30}$	$1,9889 \times 10^{30}$

Notes :

- la constante de Gauss correspond à une vitesse angulaire de 0,985 607 668 601 425 degré/jour;
- la vitesse de la lumière est passée du statut de constante primaire en 1976 à celui de constante de définition en 1992;
- il y a beaucoup d'autres constantes dérivées comme, par exemple, le rapport de la masse du Soleil aux masses des planètes;
- certaines constantes sont en fait des fonctions du temps. Dans ce cas, la date choisie, dite "origine des temps" ou "époque standard" est J2000, soit le 1 janvier 2000 à 12h de l'échelle de temps utilisée.

Crédit : Bureau des longitudes/IMCCE

<http://www.bdl.fr/Granpub/Promenade/pages5/523.html>