

## DE L'OBSERVATOIRE POPULAIRE DE LAVAL

O.P.L. Astronomie - 33bis, allée du Vieux-Saint-Louis, B.P. 1424, 53014 LAVAL CEDEX.  
tél. 02 43 67 05 06 (direct) ou 02 43 56 43 42 fax 02 43 67 01 73 e-mail opl.astronomie@fal53.asso.fr

# Les distances en astronomie

1 Unité Astronomique ( UA ) = 150 millions de kilomètres.

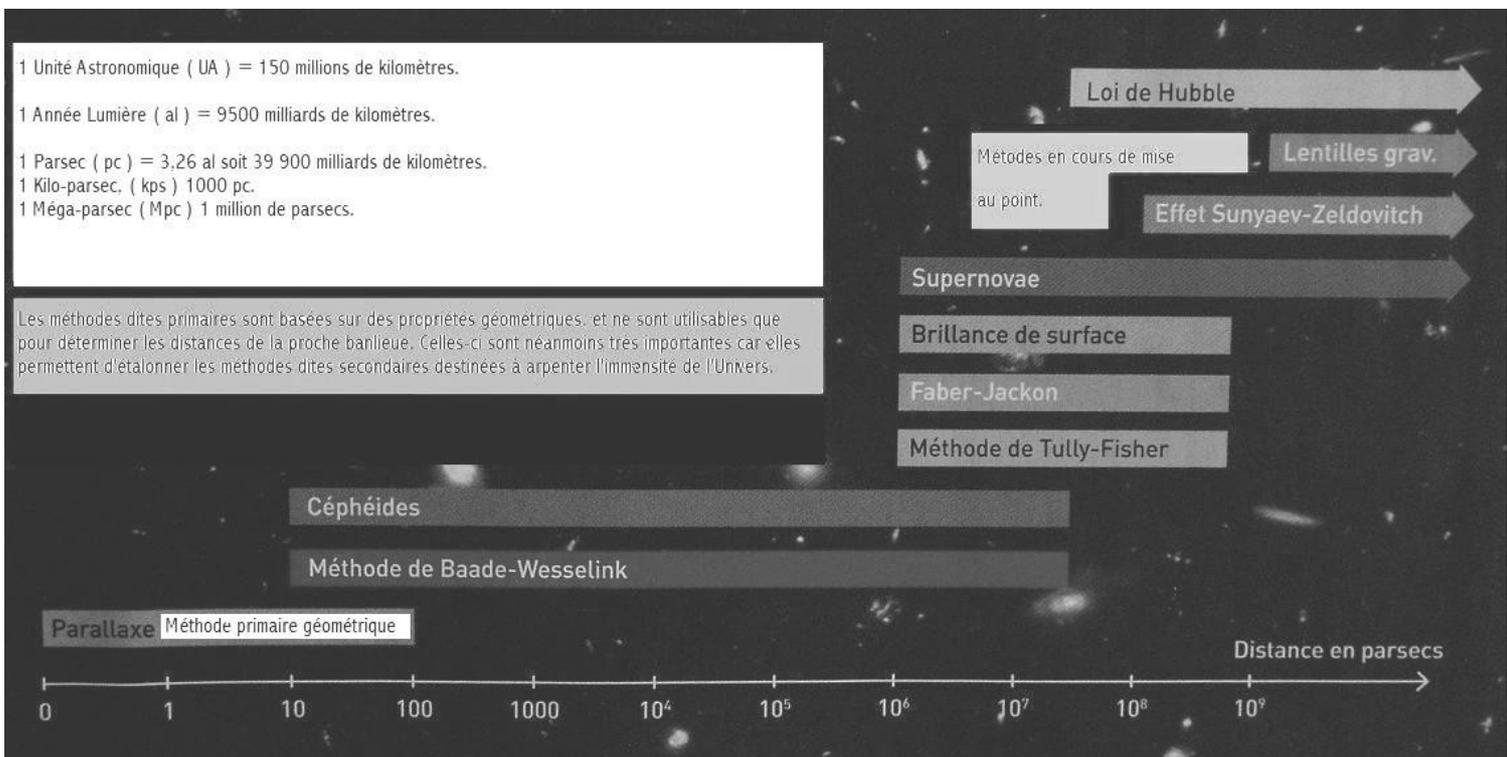
1 Année Lumière ( al ) = 9500 milliards de kilomètres.

1 Parsec ( pc ) = 3,26 al soit 39 900 milliards de kilomètres.

1 Kilo-parsec. ( kps ) 1000 pc.

1 Méga-parsec ( Mpc ) 1 million de parsecs.

Les méthodes dites primaires sont basées sur des propriétés géométriques, et ne sont utilisables que pour déterminer les distances de la proche banlieue. Celles-ci sont néanmoins très importantes car elles permettent d'étalonner les méthodes dites secondaires destinées à arpenter l'immensité de l'Univers.



# Les distances en astronomie

par Régis Dezalleux

Nous sommes à la fin août, aux alentours de 23 heures. En cette fin d'été, le petit port de Molène baigne dans une nuit noire déjà fraîche. Sur la jetée, pendant que nous attendons le retour de l'annexe, notre regard est tout naturellement attiré par les feux de quelque navire croisant en mer.

Nous nous mettons alors à dissenter, (le mot peut paraître un peu fort), sur la distance à laquelle il se trouve. Très vite, chacun de nous peut constater la difficulté à évaluer celle-ci. Il ne s'agit pourtant que des feux d'un petit bateau navigant à quelques milles !

Une fois à bord, admirant le ciel étoilé, exempt de toute pollution lumineuse, nous nous posons la même question, mais cette fois, il s'agit de l'univers ! Comment déterminer sa mesure ou plutôt... sa démesure.. !

## Un peu d'histoire

Depuis l'antiquité, les hommes ont tenté d'évaluer la distance des étoiles. Jadis, les Grecs les positionnaient sur une sphère dont la Terre était le centre. Aujourd'hui, elles sont dispersées dans un espace aux dimensions impensables pour les anciens.

**Eratosthène** effectue les premières mesures d'arpentage de la Terre en -241.

Au III<sup>ème</sup> siècle avant J-C **Aristarque de Samos** affirme le premier que la terre tourne autour du Soleil. Il propose une méthode trigonométrique pour mesurer la distance Terre - Soleil, et conclut que celle-ci est 20 fois inférieure à celle mesurée aujourd'hui ! Soit 7 950 000 km au lieu de 159 000 000 km.

Cette méthode inspirera néanmoins ses successeurs. L'astronomie se bornera pendant 20 siècles à l'étude du système planétaire.

Au II<sup>ème</sup> siècle avant J-C **Hipparque** mesurera la distance Terre Lune.

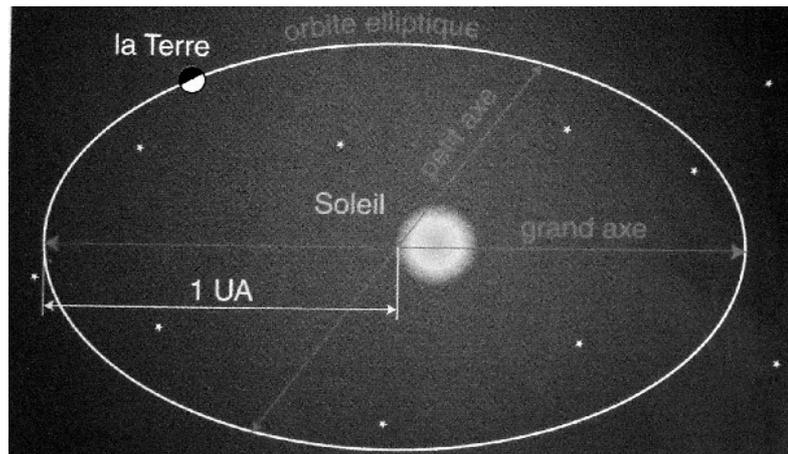
## Les unités utilisées.

L'unité astronomique (UA), est la distance moyenne Terre - Soleil, soit 149 597 870 km  $\pm$  2 km !

Elle est utilisée essentiellement à l'intérieur du système solaire.

L'année lumière (al), c'est la distance parcourue par la lumière en une année à la vitesse de 300 000 km/sec, soit 9500 milliards de km.

Le Parsec (pc), qui est la distance à laquelle il faut ce placer pour voir 1 UA sous un angle de 1 seconde



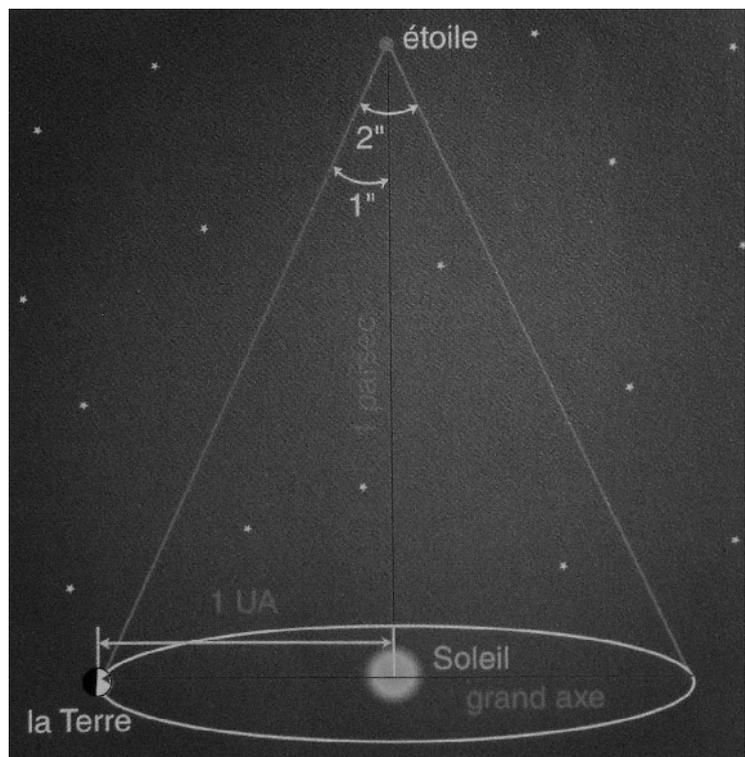
d'arc. Le parsec vaut 3,26 al soit 30 857 milliards de kilomètres.

## Il existe deux types de méthodes de mesures.

Les méthodes dites primaires reposent sur des propriétés géométriques, elles servent à l'obtention des informations sur notre proche banlieue. Celle-ci, sont très importantes car elles permettent d'étalonner des méthodes plus indirectes dites secondaires plutôt destinées à arpenter le ciel profond.

Voici les principales méthodes.

## La Parallaxe : (méthode dite primaire).



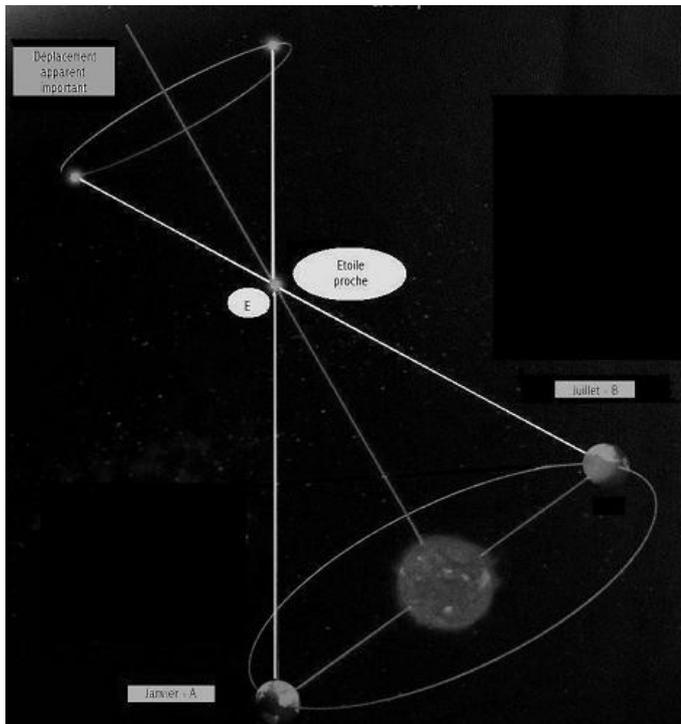
La Terre se déplaçant sur son orbite, on ne voit pas une étoile proche au même endroit sur le fond du ciel à deux moments différents. Dû au mouvement

de révolution de la Terre autour du Soleil, cet effet appelé parallaxe traduit le fait que certaines étoiles sont plus ou moins éloignées que les autres. Vu la distance des étoiles (même les plus proches) l'angle de parallaxe est très faible et difficile à déterminer. Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche à une parallaxe de 0,76'' ce qui correspond à une distance de 1,29 pc ou 4,20 al, soit 266082 UA.

Si vous préférez, 39 787 290 000 000 km !

Il y a peu, les astronomes déterminaient cette parallaxe à quelques centièmes de seconde d'arc près, il en résultait une erreur d'environ 20% pour des distances inférieures à 20 parsec. Aujourd'hui, grâce au satellite européen Hipparcos ( High Précision PARallax COLlecting Satellite), les scientifiques possèdent un catalogue de 180 000 étoiles « proches » dont la parallaxe est connue avec une précision de 0,002''.

Pour déterminer la distance de l'étoile E, la Terre étant située au point A sur son orbite annuelle autour du Soleil, on mesure l'angle Soleil - Terre - Etoile. Six mois plus tard, la Terre étant à l'opposé au point B, on refait une mesure du même angle et on compare. Connaissant la distance A - B ( diamètre de l'orbite terrestre ), et les deux angles, on en déduit la distance par calcul trigonométrique.



**La méthode Tully-Fisher : ( méthode dite secondaire ).**

Quand une galaxie est trop éloignée, on ne peut y observer les étoiles individuellement. On utilise alors les critères de distances empiriques basés sur la luminosité absolue Globale ( M ). Il y a une trentaine d'années, les astronomes américains Brent Tully et Rick Fisher ont montré que la magnitude absolue globale d'une galaxie spirale est liée à la vitesse de

rotation maximale ( Vmax ) selon la relation de la forme :  $M = a \log V_{max} + b$ . ( a et b ) sont des coefficients à calibrer avec des galaxies proches dont on connaît les distances.

Les quatre étapes de la méthode :

- 1- On mesure par photométrie la magnitude apparente de la galaxie à étudier.
- 2- Par radiotélescope on mesure la largeur de la raie de l'hydrogène à 21 cm pour en obtenir sa vitesse maximum de rotation.
- 3- Par la formule de Tully-Fisher, on obtient la magnitude absolue ( M ).
- 4- Par la formule de distances :  $m - M = 5 \log d - 5$ , on obtient d ( en parsec ).

A propos des magnitudes :

La magnitude apparente ( m ), ressentie par l'œil, ne tient pas compte de la distance !

Ainsi, à luminosité égale, une étoile proche paraîtra brillante, se sera l'inverse, pour une étoile éloignée.

Pour pallier à ce problème, les astronomes ont décidé de créer une seconde valeur;

la magnitude absolue ( M ).

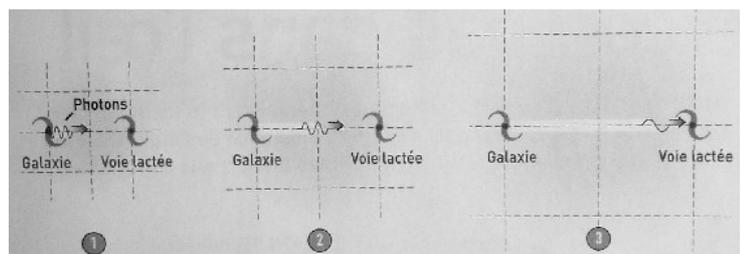
Ils ont décidé de « placer les étoiles » à une distance conventionnelle de 10 parsecs soit 32,6 années-lumière pour déterminer la magnitude apparente qu'elles auraient à cette distance.

Bien d'autres méthodes existent :

Méthode dite primaire – Du point de convergence.

Méthodes dites secondaires des parallaxes :

- Parallaxe Spectroscopique.
- Parallaxe Photométrique.
- Parallaxe Dynamique.
- Parallaxe Séculaire.



Le casse-tête des distances cosmologiques.

L'expansion de l'Univers lointain complique notre notion de distance. En effet, pendant que les photons voyagent vers notre galaxie, la trame de l'Univers s'étend.

Ainsi, lorsque les astronomes tentent de mesurer la distance d'un très lointain corps céleste, selon les données prises en compte, plusieurs réponses sont alors possibles... !

**Conclusion :**

Plus le temps passe, plus nos connaissances s'accroissent, plus l'Univers s'étend, plus petits nous sommes ... !

Sources utilisées :  
 Science et Vie n°978- Mars 1999.  
 Astronomie magazine n°23 –  
 Avril 2001.  
 Ciel et Espace – Septembre 2005.

On peut consulter :  
[www.larecherche.fr](http://www.larecherche.fr)  
[www.astronome.fr/parsec.htm](http://www.astronome.fr/parsec.htm)  
<http://savar.astronomie.ch/volume6/page5/distances.htm>  
[www.ulg.ac.be/sciences/pedagogique/dossierpds2004/distanceYN.pdf](http://www.ulg.ac.be/sciences/pedagogique/dossierpds2004/distanceYN.pdf)  
<http://hebergement.ac-poitiers.fr/l-vh-poitiers/physique/distance/diap/index.htm>  
[www.perso.wanadoo.fr/emmanuel.hourdequin/Actualite/constante\\_hubble/hubble.html](http://www.perso.wanadoo.fr/emmanuel.hourdequin/Actualite/constante_hubble/hubble.html)  
<http://www.gettysburg.edu/academics/physics/clea/CLEAhome.html>

## Le mot du secrétaire

Bienvenue au Collège de Martonne.

Les circonstances nous obligent à nous décentraliser, mais c'est un atout dans le sens où nous allons toucher des personnes intéressées qui ne seraient peut être pas venues à Restagri, lieu habituel de nos réunions. Bienvenue à l'OPL si vous êtes un «nouveau».

Aujourd'hui, c'est Régis qui nous parle des distances en astronomie, vaste programme, si je peux me permettre !

## Le secrétaire Roland Beunaiche



Observation avec l'OPL sur la Place de la Mairie le Samedi 7 janvier à 20h30

Je souhaite adhérer à l'Observatoire Populaire de Laval

NOM : Prénom :

Adresse :

Ville et code postal :

Et je verse 20 Euros (adulte) ou 12 Euros (jeune) en chèque au nom de l'O.P.L. L'adhésion permet de recevoir le bulletin d'information de l'O.P.L. pendant une année.(2005-2006)

\* A remettre à un responsable ou à retourner à : O.P.L., 33 allée du Vieux-Saint-Louis, 53000 LAVAL.



Affiliée à la Fédération de la Ligue de l'enseignement-FAL53  
 Membre des associations nationales :  
 - L'Association Française d'Astronomie  
 - Association des Planétariums de Langue Française  
 Membre des associations nationales :  
 - L'Association Française d'Astronomie  
 - Association des Planétariums de Langue Française  
 - Planète Sciences  
 - Association nationale de protection du Ciel Nocturne



## Ephémérides, Février 2006

**Saturne** dans la constellation du Cancer (à côté du Lion) très haut dans le ciel du soir est toujours majestueuse toute la nuit.

**Mars** est toujours visible mais s'éloigne de la Terre.

**Jupiter** se lève en milieu de nuit dans la constellation de la Balance.

**Mercure** : aux alentours du 18 février, Mercure est visible en tout début de soirée

**28 février** Nouvelle Lune

**1<sup>er</sup> mars** Vous pouvez essayer de voir la Lune et Mercure à 3° l'une de l'autre (6 fois le diamètre de la Lune) juste après le coucher du Soleil.

**6 mars** Premier quartier de Lune. Mars se trouve juste à côté de la Lune (2,5°)

**10 mars** C'est Saturne cette fois qui est en conjonction avec la lune (3,5°)

## Quelques dates

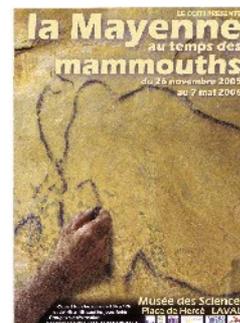
**Mardi 14 mars** soirée éclipse de lune à partir de 22h à Restagri

**Mercredi 29 mars** observation de l'éclipse partielle de soleil place de la Mairie de 10à12h

**Mardi 18 avril à 20h30** à Restagri : sujets : les exoplanètes

**Vendredi 4 août 2006** : Nuit des étoiles

**10 au 12 novembre 2006** à la Villette à Paris : Salon du ciel et de l'espace



Exposition du CCSTI au musée des sciences

La Mayenne au temps des mammoths Du 26 novembre 2005 au 7 mai 2006.

Tous les jours de 10h à 12h et de 14h à 18h sauf jours fériés.