I 11

La magnitude des étoiles

Association Française d'Astronomie

Une échelle de luminosité

En regardant le ciel, par une nuit sans nuages, nous pouvons observer de quelques dizaines à plus d'un millier d'étoiles et l'on a la curieuse impression qu'elles sont toutes différentes. Certaines sont très lumineuses, d'autres sont de faible éclat, certaines clignotent ou sont colorées.

Les étoiles les plus lumineuses portent des noms comme Sirius, Véga ou Bételgeuse.

Pour parler d'une étoile ou la montrer à une autre personne, nous indiquons alors sa position dans le ciel (on peut s'aider des constellations) et sa brillance.

L'une des cartes de référence de l'Antiquité (1080 étoiles) a été tracée par le célèbre Hipparque au IIe siècle avant notre ère. Pour indiquer l'éclat (ou la brillance) des astres, il a alors défini 6 grandeurs : de la première pour les étoiles les plus lumineuses telles Sirius ou Véga, jusqu'à la sixième pour les étoiles les moins lumineuses.

• une différence de 1 magnitude c'est équivalent à 2,5 en éclat ;

• une différence de 10 magnitudes c'est équivalent à 10 000 en éclat.

Magnitudes des astres proches

Allons un peu plus loin dans la définition de la magnitude. Vous avez pu remarquer que certains astres comme les planètes sont parfois plus lumineux que les étoiles : leur magnitude est donc inférieure à 1 voire à 0. On obtient ainsi des magnitudes négatives pour Mars, Vénus, Mercure, Jupiter ou Saturne, de 0 à - 4. Mais il y a encore plus lumineux : La Lune et le Soleil !

Ainsi, le Soleil possède une magnitude apparente négative de - 26, c'est l'astre le plus brillant du ciel, la Pleine Lune possèdant quant à elle une magnitude de - 12.

La magnitude limite visuelle est de 6 sous un ciel bien noir. Malheureusement, comme vous pouvez vous en douter, les éclairages urbains de plus en plus nombreux nous permettent difficilement de voir autant d'étoiles à l'oeil nu. Il ne faut donc guère espérer apercevoir des étoiles ayant des magnitudes inférieures à 3 ou à 4 en raison de cette pollution lumineuse : la Voie Lactée est alors invisible mais, même en ville, vous pouvez tout de même voir les principales constellations.

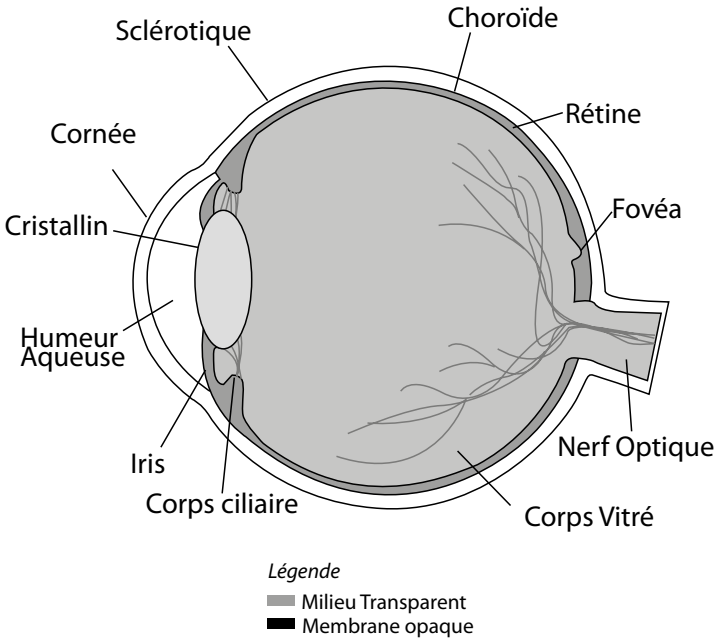
Voici un tableau qui permet de connaître la magnitude des principaux astres visibles dans le ciel. Il vous permettra de vous rendre compte des différences de magnitude entre les astres :

Soleil	-26,7
Pleine Lune	-12,7
Quartier de Lune	-10,2
Jupiter	-1,8
Saturne	-0,2
Vénus	-3,9
Sirius	-1,5
Véga	0,0
Étoile polaire	2,0
Alkaïd	1,9

Un oeil photographique

Pour présenter notre œil, on pourrait le comparer à un appareil photo :
- le boîtier serait le globe oculaire ;
- l'objectif serait le cristallin ;
- le diaphragme (l'ouverture) serait l'iris ;
- la sensibilité (notée iso sur les APN) serait la pupille ;
- la pellicule (ou capteur sur les numériques) serait la rétine.
De même, pour voir de près, nous accomodons, ce qui s'apparenterait à faire une mise au point.

Lorsque la lumière rentre dans l'appareil et traverse l'objectif, elle vient imprimer la pellicule. De la même manière, dans notre œil, la lumière traverse le cristallin et va "exciter" les cellules du fond de notre œil, avant que l'image ne soit transmise au cerveau.



11

Les étoiles brillantes sont-elles proches ?

Objectif :
comprendre la difficulté de mesurer la distance des étoiles.
Matériel :
- 10 lampes de poches ;
- du carton.

Faire des masques avec des trous de diamètre différent. Par exemple : 1 mm, 2 mm, 5 mm, 10 mm (maximum) sur différents cartons et placer ces "étoiles" à des distances comprises entre 20 et 100 m du public. On peut par exemple mettre les plus faibles à proximité et les plus brillantes au loin, mais on pensera à bien les mélanger. Si le champ d'expérience est très sombre on peut faire un jeu comme par exemple, deviner quelle est l'étoile la plus proche ou la plus lointaine.

Cette observation met en évidence que l'éclat des étoiles dans le ciel (magnitude relative) ne nous renseigne ni sur leurs distances ni sur leurs réelles luminosités si on les mettait toutes à la même distance de nous (magnitude absolue).

La couleur des étoiles

Objectif :
comprendre que l'œil ne voit pas les couleurs des objets d'une luminosité trop faible.
Matériel :
- une lampe de poche puissante (type torche) ;
- quelques feuilles transparentes de plastique coloré ;
- quelques feuilles de papier calque (ou papier blanc de faible grammage < 40 g/m²) ;
- du carton.

1 - Disposer une feuille de plastique de couleur devant la lampe puis faire un masque troué (petit trou d'environ 1 mm de diamètre) afin d'obtenir une étoile de couleur et se tenir à environ 5 mètres du public.
2 - Montrer que l'étoile est bien colorée. Placer un calque devant l'étoile, celle-ci faiblit mais ne change pas de couleur.
4 - Placer un autre calque… puis encore un autre… jusqu'à ce qu'une personne du public voit encore la lumière mais plus sa couleur.
5 - Continuer jusqu'à ce que plus personne ne voit de couleur.

Les photorécepteurs

Ce sont des cellules photosensibles (sensibles à la lumière) qui tapissent notre rétine : les cônes et les bâtonnets. Elles sont complémentaires et permettent à notre cerveau d'interpréter l'image formée sur la rétine suivant certaines conditions.

• les cônes sont sensibles aux couleurs et utilisés en lumière vive. Ils sont situés dans le prolongement de l'axe de l'œil (dans la fovea) et existent sous trois types : ceux sensibles à la lumière rouge, à la lumière verte et à la lumière bleue. Ils nous permettent de voir de jour et en couleurs.

• les bâtonnets sont spécifiques aux faibles luminosités et fonctionnent dans l'obscurité et la pénombre. Ils se répartissent sur toute la surface de la rétine. Ils sont tous identiques, réagissent à toutes les couleurs et ne permettent qu'une vision en nuances de gris (en noir et blanc). Dans des conditions de faible éclairage, nous voyons donc sans couleurs.
Ce n'est qu'au bout d'une vingtaine de minutes que l'on peut discerner les objets dans la nuit, la pupille devant se dilater au maximum. En effet, hormis pour admirer la Lune qui est très brillante, pour pouvoir observer le ciel, les yeux doivent s'habituer à l'obscurité.

Pour ne pas détériorer cette "aptitude optique", il faut donc faire attention à ne pas allumer de lumière vive au cours de la soirée d'observation, mais on peut utiliser de la lumière rouge, pour regarder une carte du ciel par exemple, les bâtonnets n'y sont pas sensibles.

La température des étoiles

Objectif :
estimer la température de surface de certaines étoiles à l'œil nu
Matériel :
une carte du ciel avec le nom des étoiles.

Repérer à l'aide d'une carte du ciel les étoiles suivantes et estimer leur couleur : Antarès (constellation du Scorpion), Capella (du Cocher), Véga (de la Lyre) et Altaïr (de l'Aigle).

Lorsque l'on regarde le ciel avec attention, on peut remarquer que les étoiles les plus brillantes présentent une légère coloration. Si le Soleil possède une couleur, le jaune, il en est de même pour toutes les étoiles. Dans le cœur de l'étoile se produisent des réactions nucléaires chauffant énormément. Suivant la masse de l'étoile et son âge, les réactions de fusion sont plus ou moins violentes et la température à sa surface est plus ou moins élevée. Or, une étoile ne brillera pas de la même couleur si sa température de surface est faible (3 000°C : étoiles rouges) ou élevée (15000°C : étoiles bleues). Ainsi, Antarès est rouge (3 000°C), Capella est orange (4 500°C), Véga est blanche (10 000°C) et Altaïr, bleutée (15 000°C).

Cette "température de couleur" peut aussi s'observer sur Terre (les lois de la Nature sont partout les mêmes !), comme par exemple chez le forgeron qui travaille le fer au rouge (métal chaud) ou au blanc (métal très chaud). A l'inverse des codes de couleur de nos robinets qui résultent d'une convention "culturelle" du rapport entre la couleur et la température.

La lumière de la Lune

La Lune ne brille pas par elle-même. Elle reçoit de la lumière du Soleil, comme la Terre et, c'est la lumière qu'elle nous renvoie que nous percevons. C'est elle qui donne le clair de lune. Si elle brillait par elle-même, comme le Soleil, elle serait toujours pleine ! Lorsqu'il y a le clair de Lune, on voit le sol et les arbres, les bâtiments...