



## IDENTIFIER LES OBJETS ET LES CLASSER

### Contenu

Ce document propose une approche du ciel nocturne, en prenant comme point de départ notre planète Terre et en s'éloignant progressivement, vers les planètes, les étoiles et autres objets plus exotiques de notre Galaxie puis jusqu'au ciel profond extragalactique ...

Il est destinés aux enseignants qui souhaiteraient avoir une vue générale des objets visibles la nuit et de leur place dans l'Univers.

### Dans le système solaire

---

#### o Les "étoiles" filantes

Voici des objets fugaces mais qui n'en sont pas moins connus de tous, et dont chaque apparition soulève des exclamations ! Témoin de l'entrée dans notre atmosphère d'une météorite, la traînée lumineuse visible est due à sa vaporisation à très haute température, accompagnée de l'ionisation de l'air sur la trajectoire (entre 120 et 85 kilomètres d'altitude<sup>1</sup>).

La plupart des étoiles filantes visibles proviennent de poussières laissées par des comètes au cours de leur voyage dans le système solaire. Lorsque la Terre croise ces nuages diffus, on observe une recrudescence d'étoiles filantes à ces périodes de l'année, selon un calendrier connu : les dates de ces essaims météoritiques sont faciles à trouver.

Cependant, il arrive d'observer des étoiles filantes dites sporadiques, qui ne sont associées à aucun essaim particulier. Chaque nuit, on a donc une chance d'observer des étoiles filantes (et pas seulement au mois d'Août).

Comme leur nom l'indique (Perséides, Léonides, Géminides, etc.), chaque essaim est associé à une constellation dont il semble provenir ... simple effet de perspective dû à la course de la Terre sur sa trajectoire et sans rapport avec les étoiles des constellations situées immensément plus loin (au-delà de notre système solaire).

---

<sup>1</sup>Il peut être intéressant de replacer (par un calcul) ce lieu d'apparition des étoiles filantes par rapport à un globe : pour un globe de 30cm de diamètre, les étoiles filantes laissent leur traînée lumineuse entre 2 et 3mm au-dessus de la surface du globe ...





*Note : le mot "météore" vient du grec "meteôros" qui signifie « qui est en haut ». Dans le passé, et dans un sens large, les météores désignaient tous les phénomènes ayant un rapport avec le ciel : tonnerre, foudre, tornades, arc-en-ciel, halos lumineux, ... et étoiles filantes.*

### Observation réalisable : reporter les étoiles filantes sur une carte du ciel

Cette observation est à réaliser de préférence lors d'une période favorable à un essaim d'étoiles filantes.

(Voir liste des essaims sur <http://www.imcce.fr/promenade/pages3/318.html> )

Se munir d'une carte du ciel nocturne autour du moment de l'observation : une fois la carte orientée (Nord-Sud-Est-Ouest), repérer la constellation associée à l'essaim. Puis à chaque étoile filante observée, reporter sa trajectoire sur la carte au crayon à papier (comme sur l'illustration 1) en prenant comme repère étoiles et constellations.

On devrait alors voir apparaître sur la carte le radiant, c'est à dire le point d'origine apparent de ces étoiles filantes (apparence due au déplacement de la Terre par rapport aux poussières donnant les étoiles filantes ... et sans aucun rapport physique avec les étoiles en arrière-plan).

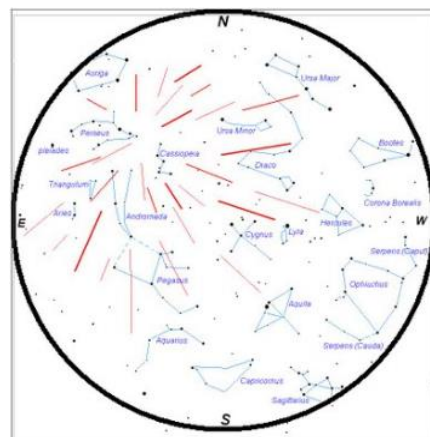


Illustration 1: Relevé d'étoiles filantes.

### o Les satellites artificiels et autres objets volants identifiés

Toujours en "rase-motte" au-dessus de la Terre, il peut être utile de différencier les avions de ligne et les satellites artificiels. La différence est évidente :

- Les avions présentent généralement un clignotement de feux vert-rouge d'environ 1 seconde de période.
- Les satellites artificiels (Station Spatiale Internationale, télescope Hubble, satellites de télécommunication ou d'observation, ...) présentent toujours un éclat fixe, ou dont la luminosité ne variera que très lentement (plusieurs secondes). Situés entre quelques centaines et quelques milliers de kilomètres au-dessus de la surface de la Terre, leur lumière provient généralement de la réflexion de la lumière du Soleil sur leurs panneaux photovoltaïques. On les observe donc plutôt quelques heures après le crépuscule ou avant l'aube, quand ils sont éclairés par le Soleil.





Il arrive fréquemment qu'ils "disparaissent" en plein ciel, lorsqu'ils passent dans l'ombre de la Terre (Illustration 2).

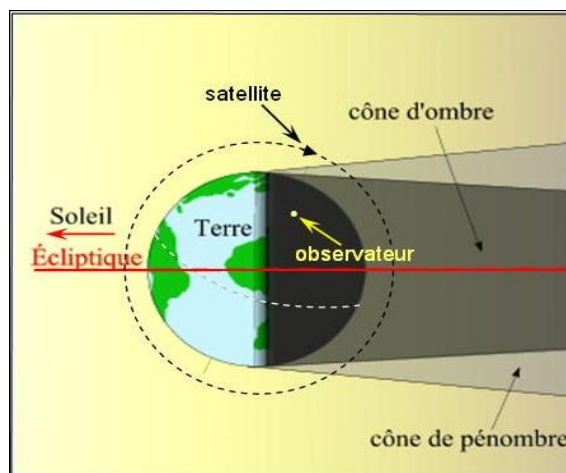


Illustration 2: Schéma de la trajectoire d'un satellite

Il est intéressant de regarder avec les élèves, à l'aide d'un globe terrestre, la position réelle de ces satellites, tels que la station spatiale internationale. Située à environ 360km d'altitude, à l'échelle d'un globe de 30 cm de diamètre, cela ne représentera qu'un petit centimètre au-dessus de la surface ...

Les passages de satellites peuvent être identifiés ou prévus sur le site anglophone <http://www.heavens-above.com/>, en ayant bien pris soin d'avoir indiqué les coordonnées géographiques de son site d'observation (à partir d'une carte ou du nom de la ville).

### o La Lune

Compagne et satellite de la Terre, la Lune est souvent observable la nuit ... mais pas toujours, contrairement à ce que croient souvent les élèves. Bien entendu, un travail d'observation des phases de la Lune au cours d'un mois leur permettra de comprendre pourquoi ... (la Lune orbitant autour de la Terre, elle est présente dans le ciel diurne autant de temps que dans le ciel nocturne).

Voir à ce sujet le module de la Main à la Pâte "*Calendriers, miroirs du ciel et des cultures*" (cycle 3) <http://www.fondation-lamap.org/calendriers> qui propose des activités d'observation spécifiques.

L'aspect de la Lune, connu de tous à l'œil nu, se révèle tout autre dès que l'on a accès à une simple paire de jumelles, une lunette ou bien à un petit télescope.

**La Lune autour du premier ou du dernier quartier est la plus spectaculaire** puisque le relief lunaire (cratères et chaînes montagneuses) est révélé par les ombres portées (Illustration 3). A l'instar de Galilée, le premier véritable observateur de la Lune, les élèves pourront dessiner et tenter de reconnaître les cratères, les mers, sur des atlas lunaires papier ou en ligne.





Illustration 3: La Lune photographiée dans une petite lunette (focale 500mm).

La Pleine Lune sera plus décevante puisque à l'apparence très plate (pas d'ombres portées), néanmoins elle pourra révéler des zones d'aspect plus ou moins lumineux. En outre, elle se révèle vraiment très éblouissante au travers de jumelles !... et aura tendance à "gommer" les étoiles faibles dans le ciel.

#### o Les planètes – l'usage du planétaire pour comprendre leur position

Il peut être délicat de repérer les planètes dans le ciel puisque leur position change constamment au cours des semaines et des mois. Un logiciel de calcul astronomique et de simulation du ciel nocturne, tel que Stellarium (<http://stellarium.org/>) permettra de les identifier.

Toutefois, il est possible de faire la différence entre étoiles et planètes en observant attentivement la présence ou non d'un scintillement. Le scintillement des étoiles est provoqué par la turbulence atmosphérique qui distord le fin faisceau lumineux en provenance de l'étoile et qui le décompose en ses différentes couleurs par effet de réfraction (comme un prisme). L'effet est très atténué pour les planètes dont le faisceau lumineux est plus large (étant donnée leur distance proche) et donc bien moins affecté par la turbulence. **Ainsi, on peut admettre qu'un astre qui scintille est une étoile, et qu'un astre qui ne scintille pas est une planète.**

On rappellera aux élèves que, même si leur apparence est la même à l'œil nu, les planètes sont éclairées par le Soleil, ce qui les rend lumineuses, tandis que les étoiles émettent leur propre lumière.





Une manière de comprendre la position variable des planètes dans le ciel est d'utiliser un planétaire (Illustration 4). Ce bricolage, facile et intéressant à concevoir en classe, consiste en un assemblage (autour d'un axe) de disques de différents diamètres, représentant à l'échelle les orbites des différentes planètes. Un point sur chaque disque représente la planète, dont la position est ajustée par simple rotation

Illustration 4: Planétaire, réalisé dans du carton.

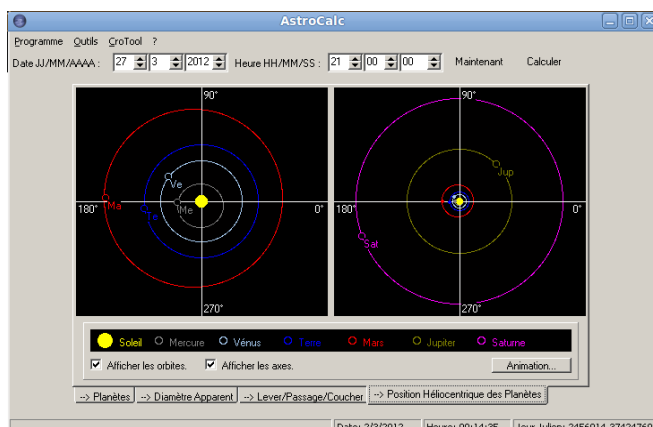
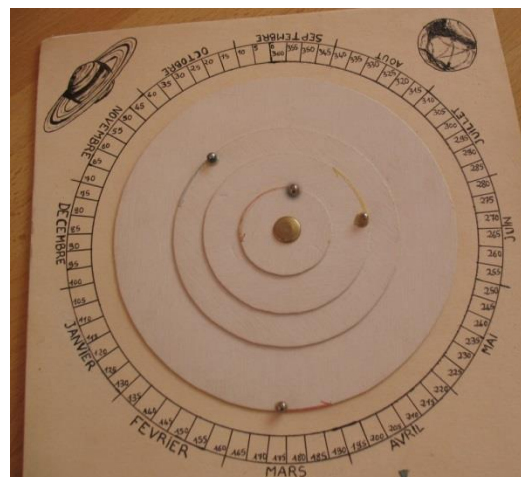


Illustration 5: Copie d'écran du logiciel AstroCalc.

depuis la Terre, en déduire sans trop de mal quelles planètes sont visibles dans le ciel. Un planétaire portatif, de petites dimensions, facilitera ces visées.

On peut remarquer que, étant données les distances plus grandes de Jupiter et Saturne, il est conseillé de ne faire des disques mobiles que pour Mercure, Vénus, la Terre et Mars. La position de Jupiter et Saturne pourra simplement être reportée sur les graduations en bord du planétaire.

Faisons un tour des planètes observables :

**Mercure** : Première planète après le Soleil, sa position apparente ne la rend visible que peu avant le lever de Soleil ou peu après son coucher, dans les lueurs de l'aube ou du crépuscule (chose que l'on comprend bien avec le planétaire : il est impossible d'observer Mercure en pleine nuit !). Il s'agit donc d'une planète difficile à observer. Son faible diamètre apparent la rend également difficile à observer dans un instrument.





**Vénus** : Tout comme Mercure, c'est une planète du soir ou du matin, d'où son surnom d'étoile du berger ("étoile" étant ici utilisé à tort). Cependant sa position apparente depuis la Terre s'éloigne souvent suffisamment du Soleil pour qu'elle soit observable parfois plusieurs heures avant le lever ou après le coucher du Soleil. Elle se caractérise par un éclat vif : généralement l'astre le plus brillant du ciel nocturne ! Dans une lunette ou un télescope, il est possible d'observer les phases de Vénus (en croissant, en quartier, ...) surtout lorsqu'elle est proche de la Terre (à vérifier par logiciel).

Les planètes suivantes, au-delà de l'orbite terrestre peuvent être observées parfois toute la nuit (contrairement à Mercure et Vénus).

**Mars** : Sa luminosité peut varier, selon son éloignement à la Terre, mais elle est caractérisée par un éclat orangé (d'où son surnom de "Planète rouge"). Son diamètre apparent varie beaucoup, mais les années favorables, un petit télescope pourra révéler sa calotte polaire et quelques détails de son disque.

À ne pas confondre avec d'autres étoiles géantes rouges telles que Aldébaran ou Antarès la bien nommée (de "anti-Arès", le "Rival de Arès" où Arès désigne Mars).

**Jupiter** : Certainement la planète dont l'observation est la plus gratifiante. Son diamètre apparent est en général suffisamment grand pour permettre de distinguer des détails (bandes gazeuses) même avec de bonnes jumelles (tenues sur pied ou en se calant sur un dos de chaise, un appui de fenêtre, ...). Également, il est possible de relever aux jumelles ou à la lunette le ballet de ses quatre satellites (Io, Europe, Ganymède et Callisto), tel que l'avait fait Galilée en 1610 (Illustration 6).

7 janvier 1610	Ori.	*	*	○	*	Occ.
8 janvier 1610				○	*	*
10 janvier 1610		*	*	○		
11 janvier 1610		*	*	○		
12 janvier 1610			*	○	*	
13 janvier 1610		*		○	*	*
15 janvier 1610				○	*	*
15 janvier 1610				○	*	*
16 janvier 1610		*		○	*	*

Illustration 6: Relevé des observations de Galilée sur les satellites de Jupiter.

Il sera possible de faire émettre des hypothèses sur ce qui a été observé (pourquoi ces "points" bougent de nuit en nuit autour de Jupiter ?) puis de les confronter à un logiciel tel Stellarium qui permet de vérifier les observations et d'identifier les satellites.

**Saturne** : D'un diamètre apparent plus modeste que celui de Jupiter, ses anneaux peuvent cependant être distingués dans des jumelles. Cependant, une vision à la lunette ou au télescope en révélera plus de détails et permettra de voir quelques-uns de ses satellites. L'angle d'inclinaison des anneaux varie lentement avec une périodicité de 14 ans (liée à la durée de révolution de la planète qui est d'environ 29 ans).

Les astres suivants sont seulement visibles au travers de télescopes adaptés :

**Uranus** : Son éclat la rend à peine repérable à l'œil nu, pour un observateur exercé, et elle fut parfois prise pour une étoile avant d'être officiellement reconnue comme planète en 1783.







**Neptune** : D'un éclat trop faible, elle n'est jamais visible à l'œil nu. On peut mentionner les conditions exceptionnelles de sa découverte, qui fut faite uniquement par le calcul. Constatant que la position d'Uranus ne suivait pas les prévisions de leurs modèles, les astronomes du XIX<sup>ème</sup> siècle sont partis à la recherche de l'hypothétique planète qui modifierait la trajectoire d'Uranus. C'est le mathématicien Urbain Le Verrier qui prédit sa position uniquement par le calcul : sur ses indications, l'astronome Johann Galle trouva Neptune le 23 septembre 1846, à moins de 1 degré d'angle de la position prévue par Le Verrier !

### o Une maquette du système solaire

Une observation du ciel nocturne est aussi l'occasion pour les élèves de recherches documentaires sur les planètes.

Il semble incontournable et très intéressant, afin de faire appréhender aux élèves les tailles et distances des planètes du système solaire, de réaliser une maquette du système solaire.

Comme point de départ, il sera possible de comparer les diamètres des planètes pour aboutir à des observations du type :

- "Vénus est de taille comparable à la Terre",
- "Mercure est environ trois fois plus petit que la Terre",
- "Jupiter est environ onze fois plus grand que la Terre", etc.

Les élèves pourront ensuite constituer une collection de sphères de différents diamètres, choisir celle représentant la Terre et en déduire lesquelles représenteront les autres planètes.

Il est possible qu'à ce stade certaines planètes ne puissent pas être représentées par une sphère, auquel cas on pourra la fabriquer en papier mâché, ou à défaut dessiner le cercle de même diamètre sur une feuille, sur le sol, ...

Une fois chaque planète représentée par un objet, il s'agira de déterminer l'échelle des distances :

- soit en les reliant à des constatations complémentaires (en observant par exemple que le Soleil est 110 fois plus gros que la Terre et que la distance Terre-Soleil est environ 110 fois plus grande que le diamètre solaire, on peut en déduire que la distance Terre-Soleil est proche de  $110 \times 110 = 12000$  fois le diamètre terrestre);
- soit par calculs directs de proportionnalité si cette notion est maîtrisée.

Afin de préparer ce travail, d'aiguiller les élèves et d'avoir une idée rapide des tailles et dimensions du Système Solaire qu'ils choisiront, nous avons préparé une feuille de calcul qui vous permettra de calculer un système solaire à l'échelle (c'est à dire en adoptant la même échelle pour les dimensions et pour les distances des planètes entre elles). Voir sur le site Sciences 65 : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/sciences65/planete-terre/maquette-du-systeme-solaire/>





Pour l'utiliser, deux démarches sont possibles :

- Démarche 1 : définir l'échelle de la maquette, en fixant le coefficient diviseur (1 mètre sur la maquette représentera par exemple 350 000 000 mètres).
- Démarche 2 : définir la taille de la Terre dans la maquette, par exemple si vous souhaitez partir d'un objet connu pour représenter la Terre (balle de ping-pong ou grain de poivre par exemple).

Démarche 2 : définir la taille de la Terre		
Échelle : 1 m dans la maquette représentera		
318 900 000 mètres en réalité	Distance à l'échelle (en mètres)	Diamètre à l'échelle (en millimètres)
Soleil		4 361,9
Mercure	181,9	15,6
Vénus	339,5	37,9
Terre	469,4	40,0
Mars	715,1	21,3
Jupiter	2 439,6	447,5
Saturne	4 474,8	378,8
Uranus	9 006,0	159,9
Neptune	14 113,5	150,5
Proxima (plus proche étoile)	125 192 850,4	

Dist Terre-Lune	Diamètre Lune
384000	3500
à l'échelle (m)	à l'échelle (mm)
1,2	11,0

Illustration 7: Extrait du tableur de calcul de la maquette du Système Solaire.

L'illustration 7 montre un exemple de calcul d'une maquette où la taille de la Terre a été rapportée à celle d'une balle de ping-pong (40 mm de diamètre). Sa distance au Soleil serait d'environ 470 m (ce dernier étant une sphère de 4,36 m de diamètre !). Et par exemple Jupiter serait 11 fois plus gros (45 cm de diamètre) et situé à 2,4 km du Soleil.

Il est alors possible de placer les premières planètes à l'échelle d'une ville ou d'un village, puis de reporter sur des cartes les planètes les plus éloignées.

On peut bien sûr faire choisir aux élèves une échelle plus réduite qui permettrait de placer le Système Solaire dans la cour de l'école, mais alors les planètes seront toutes petites !

### o Dans la banlieue du Soleil ... appréhender les distances dans l'Univers

C'est certainement un défi en soi que de prendre conscience des distances réelles dans le Système Solaire, puis dans la Galaxie et dans l'Univers tout entier, les rapports de dimensions étant proprement inimaginables. Cependant, on peut tenter de s'en faire une idée, en se servant notamment de la notion d'année-lumière.

L'échelle de notre système solaire adoptée précédemment (Terre = 40 mm) peut nous y aider. En effet, à cette échelle, la distance Terre-Lune est approximativement de 1m (entre 300 000 et 400 000 km en réalité). Or, il est bien connu que la lumière se propage à une vitesse finie : sa vitesse dans le vide est d'environ 300 000 km/s.

Ainsi, on peut constater que la Lune se situe à environ une seconde-lumière de la Terre (oui, nous la voyons telle qu'elle était il y a une seconde). On peut alors, grâce à cette réduction d'échelle, voyager







"aussi vite que la lumière" : il suffira de marcher à un rythme de 1m/s (soit environ un pas toutes les secondes). On devrait alors mettre environ 8 minutes pour franchir les 470 m nous séparant du Soleil (qui est bien situé à 8 minutes-lumières).

Atteindre Neptune, dernière planète du Système Solaire (située à 14 km dans notre maquette) nous prendra alors environ 4 heures.

Si l'on décide de poursuivre notre voyage au-delà du Système Solaire (dont la frontière est par convention considérée à environ 4 jours-lumière) afin d'atteindre la première étoile la plus proche de la Terre (Proxima du Centaure), il nous faudra voyager dans le vide intersidéral pendant ... 4 années !

*Note : Ce "voyage par la pensée" se fait à la vitesse de la lumière (300 000 km/s). On peut rappeler que la vitesse atteinte par les sondes interplanétaires les plus rapides est d'environ 15 km/s, soit 1/20 000<sup>e</sup> de la vitesse de la lumière. A cette vitesse, il faudrait donc près de 80000 ans pour atteindre Proxima du Centaure.*

Les logiciels gratuits Mitaka (<http://4d2u.nao.ac.jp/>) ou Celestia (<http://celestia.fr/>) permettent une exploration dynamique de notre système solaire et des étoiles de notre galaxie. Il est ainsi possible de se déplacer instantanément sur une étoile proche et de constater la distribution en trois dimensions des étoiles voisines de la Terre : l'aspect du ciel aura totalement changé : les constellations ne sont qu'une vue de l'esprit ...

## Notre galaxie – objets du ciel profond

Notre galaxie, est très probablement une galaxie spirale barrée dont l'apparence (vue par-dessus) se rapproche de la vue d'artiste de l'illustration 8.

Son diamètre approche les 100 000 années-lumière et son épaisseur avoisine les 1500 années-lumière.

Le Système Solaire est situé dans l'un des bras, à environ 26 000 années-lumière du centre galactique.

L'observation nocturne sous un ciel bien noir nous permet de voir une portion des bras voisins du notre, comme un fourmillement d'étoiles et de nuages de poussières: la Voie Lactée. Toutes les étoiles visibles la nuit à l'œil nu font partie de notre galaxie, et les plus brillantes sont en général très proches de nous (jusqu'à quelque milliers d'années lumières tout au plus).

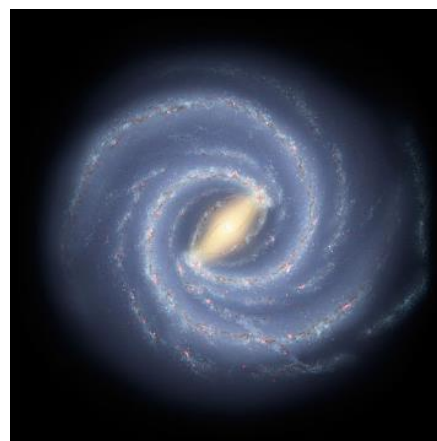


Illustration 8: Notre galaxie  
(Vue d'artiste)





Son aspect est plus frappant sur ce planisphère intégral de la sphère céleste, où l'on distingue bien le centre galactique (illustration 9).

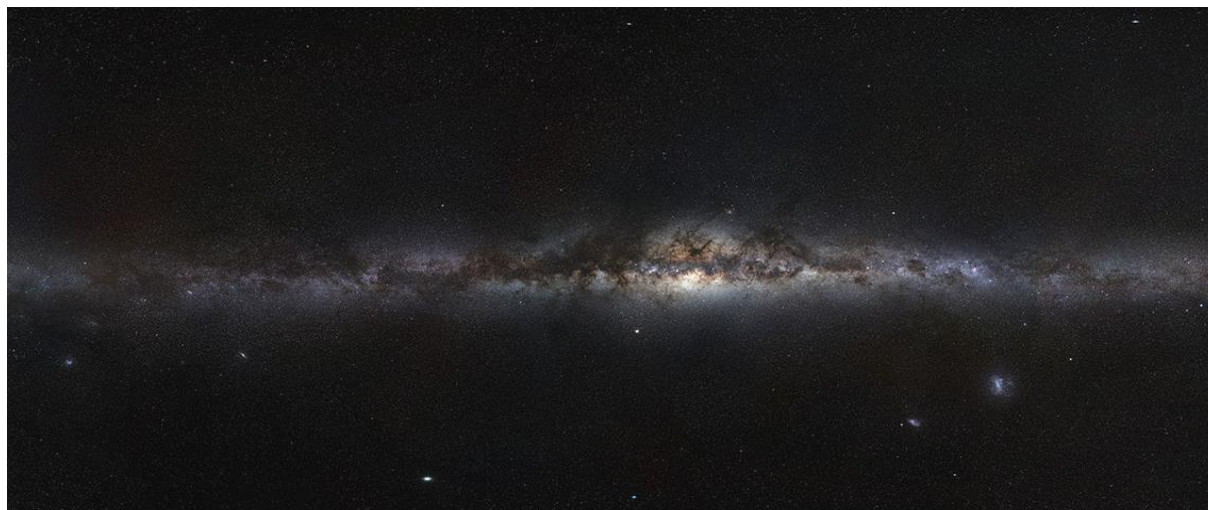


Illustration 9: Planisphère de la sphère céleste.

Parmi les objets célestes de notre galaxie observables facilement on peut citer :

**Les étoiles doubles :** Il s'agit d'étoiles observées proches l'une de l'autre. On distingue les "doubles optiques", proches en apparence mais sans rapport physique, et les "binaires visuelles" liées par la gravitation (en orbite l'une autour de l'autre). Il est généralement facile de les repérer en s'aidant d'une carte du ciel, et leur observation dans un petit instrument révèle souvent des différences de couleurs (dus aux températures de surface des étoiles qui sont différentes). Parmi les plus belles étoiles doubles, on peut citer  $\beta$  Cygne ou Albireo (jaune – bleue),  $\eta$  Persée (orangée – bleue),  $\zeta$  Grande Ourse (Mizar), ...

**Les nébuleuses diffuses :** Aussi surnommées "pouponnières d'étoiles", les nébuleuses diffuses (ou nébuleuses gazeuses) sont en effet d'immenses nuages de gaz (principalement de l'hydrogène) et de poussières au sein desquels se forment lentement des disques d'accrétion qui donneront naissance à une étoile et souvent à son cortège de planètes. Leurs couleurs vives révélées par les photographies ne sont malheureusement pas très visibles à l'œil, trop peu sensible à leur faible luminosité. Cependant, quelques nébuleuses offrent des formes bien visibles aux jumelles, comme la Grande Nébuleuse d'Orion (M42), située dans "l'Épée d'Orion", ou encore M8 et M17 dans le Sagittaire, ...

**Les nébuleuses planétaires :** Les premiers observateurs ont remarqué leur aspect généralement circulaire, mais elles n'ont aucun rapport avec de quelconques planètes. Il s'agit de nuages de matière s'étendant autour d'une étoile en fin de vie. Quelques nébuleuses planétaires sont bien visibles dans de bons instruments (lunette, télescope), telles M1 dans le Taureau ou M57 dans la Lyre.





**Les amas ouverts** : Il s'agit de groupes d'étoiles jeunes, nées d'une nébuleuse gazeuse, dont l'observation est généralement facile dans une paire de jumelles. Certains peuvent même être distingués à l'œil nu. Les amas des Hyades et des Pléiades sont des amas ouverts évidents. Aux jumelles, on peut distinguer la faible clarté bleu-tée du gaz entourant les Pléiades. Quelques amas ouverts spectaculaires :

- M45, Les Pléiades, dans le Taureau,
- M11, dans l'Aigle,
- M41 dans le Grand Chien,
- Le "double amas de Persée", entre Persée et Cassiopée (illustration 10),
- M36, M36 et M38 dans le Cocher,
- M44, "l'amas de la Crèche", dans le Cancer.



Illustration 10: Le double amas de Persée.

**Les amas globulaires** : Situés en périphérie de notre galaxie, ces amas denses formés de plusieurs dizaines de milliers d'étoiles sont parmi les plus vieux objets de l'Univers. Plus difficiles à observer, ils apparaîtront comme une tache floue dans des jumelles, et seul un télescope permettra de commencer à distinguer leurs étoiles, très proches les unes des autres.

Parmi les plus faciles à voir on peut citer :

- M13, dans Hercule (situé à 22200 années lumières) (illustration 11),
- M22, dans le Sagittaire,
- M4, dans le Scorpion,
- M2, dans le Verseau.



Illustration 11: L'amas globulaire M13.

D'autres types de nébuleuses et d'objets variés peuplent notre galaxie, mais leur observation nécessite des instruments plus puissants ...





## Vers les profondeurs de l'Univers ...

Il est cependant possible de "sortir" de notre galaxie et même de voir à l'œil nu (sous un ciel bien noir!) une galaxie voisine !

Il s'agit de M31, la Galaxie d'Andromède. Située entre Cassiopée et Pégase, on la distingue à l'œil nu comme une petite tâche floue, que la vision avec des jumelles montrera plus brillante et de forme fuselée (Illustration 12).

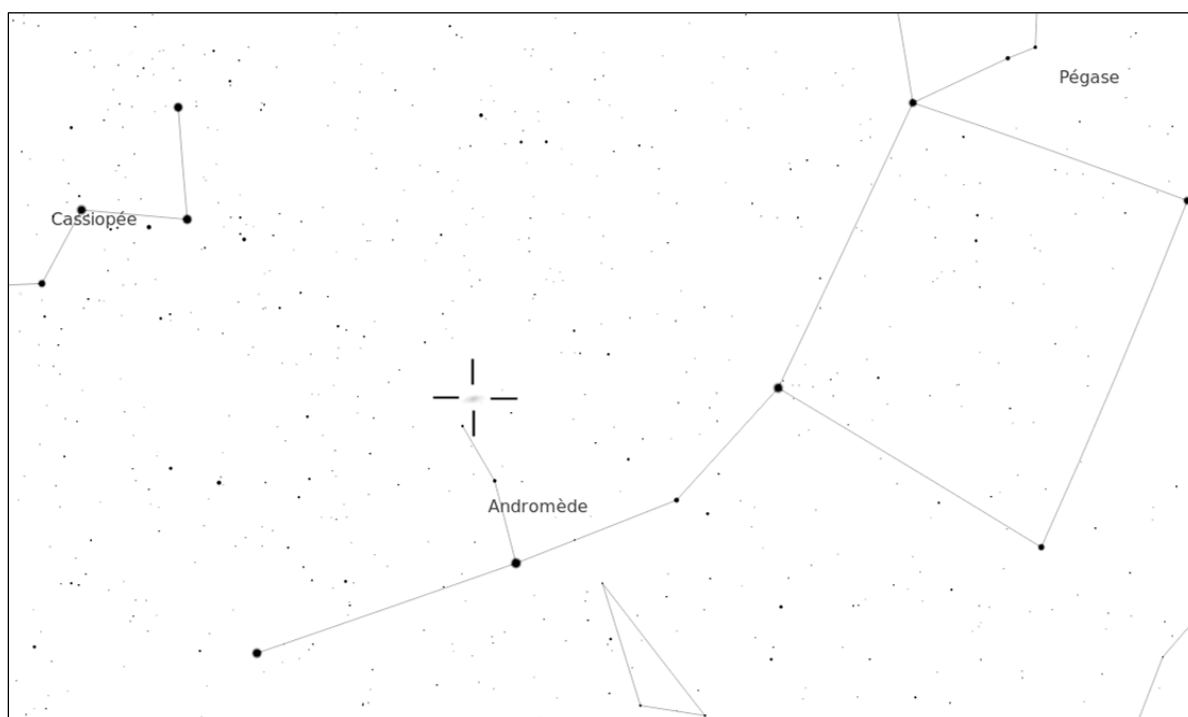


Illustration 12: Emplacement de M31, la Galaxie d'Andromède (croix).

C'est le plus lointain objet visible à l'œil nu puisque sa lumière a mis environ 2.5 millions d'années à nous parvenir.

Elle fait cependant partie du "Groupe Local", les galaxies voisines de la nôtre ...

