

# Chapitre I

## Le mouvement apparent des étoiles

### Introduction

La nuit, le ciel étoilé nous offre un spectacle d'une très grande beauté. Le contempler à l'œil nu ne manque pas de charme mais mieux le connaître décuplerait notre plaisir.

Aux yeux de certains, apprendre les constellations afin de reconnaître les étoiles les plus brillantes est sans intérêt car bien souvent ils ignorent les curiosités célestes que sont les nébuleuses et les galaxies qui se cachent derrière elles. Il est vrai que les observer n'est possible qu'avec des instruments optiques performants : en effet, leur éclat est beaucoup trop faible pour qu'elles puissent être visibles à l'œil nu. C'est la raison pour laquelle, en général, les constellations servent de cartes « routières » pour se repérer dans le ciel.

Dans une première partie nous donnerons des méthodes rapides pour apprendre les principales constellations et nommer les quelques étoiles brillantes qui les composent. A l'aide d'un modèle descriptif et conventionnel du ciel, nous étudierons les mouvements apparents des étoiles relatifs aux positions géographiques d'un observateur sur la Terre. En l'absence d'une connaissance même succincte des mathématiques, il n'est pas toujours évident de comprendre le déplacement observé des étoiles et notamment celui du Soleil. Pourtant, grâce à des observations attentives du ciel étoilé, de la logique et surtout avec un peu de mémoire, il est facile de connaître les moments propices pour trouver l'astre désiré. Ainsi l'étude du mouvement diurne servira-t-elle non seulement de prévoir la place qu'occupe chaque étoile dans le ciel en fonction des époques choisies par un observateur et permettra-t-elle également d'introduire de nouveaux concepts dont l'un d'entre eux, le temps sidéral, est considéré aujourd'hui comme la clé de voûte de l'astronomie de position.

Enfin, dans le cadre d'une étude sur le mouvement du Soleil, nous montrerons comment certains phénomènes combinés entre eux, peuvent expliquer des résultats parfois surprenants comme, par exemple, le fait que la Terre tourne sur elle-même en moins de vingt-quatre heures ou qu'au pôle nord, le jour dure six mois en été.

L'objectif de ce chapitre est de donner à chacun les moyens de retrouver rapidement les étoiles pour son seul plaisir personnel. Mais apprendre le ciel ne se fait pas en une nuit, beaucoup de pratique et de patience sont nécessaires pour y parvenir. Toutefois, si nous disposons de moyens faciles à mettre en œuvre pour regarder, avec un télescope, des milliers de galaxies en ne

connaissant les noms que d'une vingtaine d'étoiles seulement alors notre but sera atteint.

## I. L'observation du ciel à l'œil nu

### 1. Des étoiles et des constellations

#### a. Les constellations : des formes dans le ciel

Si vous sortez le soir, par temps clair et sans Lune, loin des villes et des agglomérations, levez la tête vers le ciel et regardez toutes les étoiles briller. Regardez-les attentivement. Vous verrez des formes se dessiner dans le ciel. Certaines configurations vous sembleront presque familières comme, par exemple, les sept étoiles de la Grande Ourse, de la Petite Ourse ou même celles de la constellation d'Orion, toutes des figures caractérisées par la brillance de leurs étoiles.

Cependant, les étoiles les plus lumineuses ne sont pas nécessairement les plus proches de la Terre. Certaines d'entre elles paraissent autant ou à peine plus brillantes que d'autres beaucoup plus éloignées de nous. C'est le cas de l'étoile Sirius, la plus brillante du ciel, située environ à une distance de 9 années-lumière (90000 milliards de kilomètres). Elle n'apparaît que deux fois plus lumineuse que sa voisine Rigel distante de plus de 900 années-lumière de la Terre. C'est également le cas observé pour l'étoile Alkaïd de la Grande Ourse qui apparaît très scintillante. Pourtant, comme l'indique la figure ci-dessous, parmi les sept étoiles de la constellation, Alkaïd demeure la plus éloignée de notre planète. L'observateur perd ainsi toute notion de profondeur du ciel et c'est pourquoi, les étoiles d'une figure donnée ne sont pas systématiquement regroupées dans l'espace interstellaire.

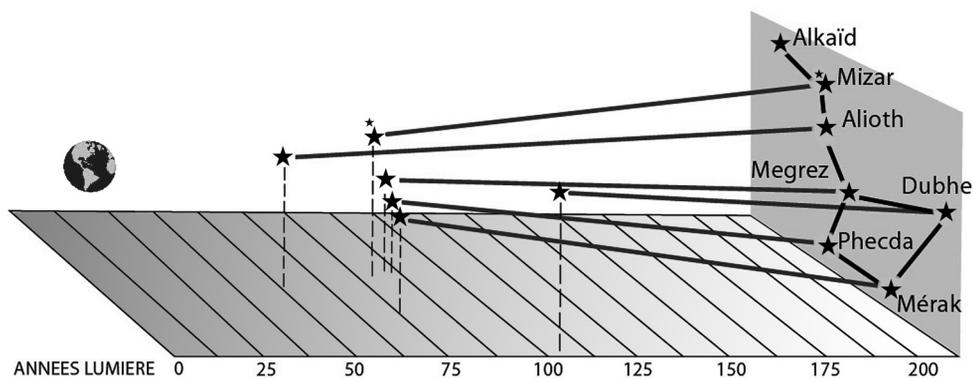
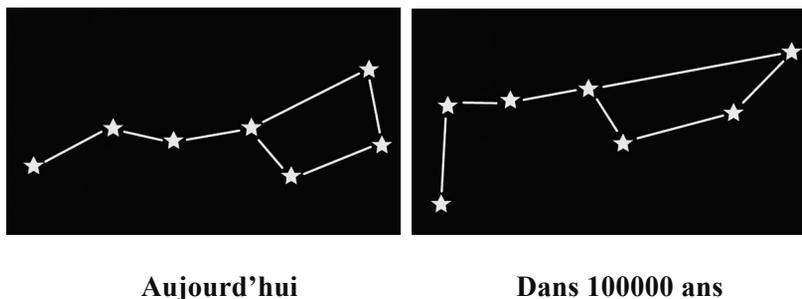


Figure 1. Image de la Grande Ourse en perspective

Par ailleurs, ces groupements apparents d'étoiles dus aux effets de perspective ne sont pas permanents. Les figures se modifient au fil des

millénaires puisque chacune d'elles possède un mouvement propre dans l'espace. Seulement, vus de la Terre, leurs déplacements sont si lents qu'ils ne sont pas perceptibles au cours d'une vie humaine.



**Figure 2. Images de la Grande Ourse aujourd'hui et dans cent mille ans**

Ce sont les savants chinois et égyptiens qui ont dressé les premières cartes du ciel. Comme ces derniers pensaient que les étoiles étaient éternellement immobiles les unes par rapport aux autres, elles furent regroupées en constellations auxquelles ils donnèrent des noms. Les cartes, semble-t-il, étaient destinées à la réalisation de calendriers et d'horloges stellaires. Beaucoup plus tard, vers le VI<sup>e</sup> siècle avant notre ère, les grecs établirent à leur tour des nouvelles cartes du ciel et c'est d'ailleurs de leur système qu'a hérité l'Astronomie moderne.

A l'époque de la Grèce Antique, des nouvelles constellations furent inventées par l'astronome grec Claudius PTOLEMAEUS, dit Ptolémée (100-178). Il les baptisa de noms mythologiques (Céphée), de noms de créatures vivantes (le Taureau) et plus rarement de ceux d'objets inanimés (la Lyre). Sa liste recensait exactement 48 constellations. Elles correspondaient aux étoiles visibles depuis Alexandrie. C'est bien plus tard, vers la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, que les cartes du ciel furent complétées par les astronomes et les navigateurs. La constellation de la Croix du Sud, visible, seulement, depuis l'hémisphère sud, ne fut baptisée qu'en 1679. Par la suite, la liste des constellations fut officiellement achevée et leurs frontières définies par l'Union Astronomique Internationale en 1934.

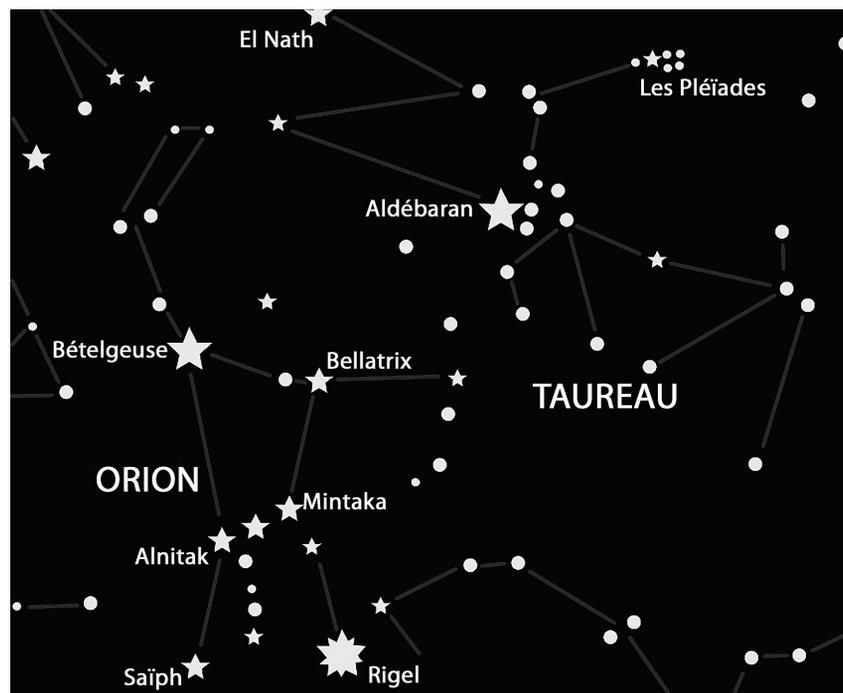
Aujourd'hui, dans les atlas du ciel, sont répertoriées 88 constellations et pour toutes les observer, il faut se déplacer à la surface de la Terre. En réalité, le ciel entier visible sous nos latitudes en compte une soixantaine, mais on ne peut jamais les voir toutes en même temps. Tout au plus, lors d'une observation nocturne, on n'en dénombre pas plus d'une trentaine.

En moyenne, chaque constellation regroupe une vingtaine d'étoiles assez brillantes, mais si l'on tient compte de celles dont l'éclat est faible, alors, par une nuit claire et sans Lune, on en aperçoit jusqu'à 2500 environ. Lorsque les gens parlent de millions d'étoiles, on peut se demander s'ils ont déjà regardé

le ciel ou, au contraire, s'ils ne sont pas des astronomes avertis possédant de puissants télescopes.

Il est vrai qu'il est possible de voir, à l'œil nu, jusqu'à 7500 étoiles. Ce nombre correspond à celles du ciel tout entier. Maintenant, avec une paire de jumelles, on en voit environ 50000 et dix fois plus avec une petite lunette astronomique. Le télescope spatial Hubble possède, en mémoire, la position de plus de 20 millions d'étoiles à observer. Evidemment, pour nous, il est hors de question de connaître la position et le nom de toutes ces étoiles. Seules, les plus brillantes ont un nom et une histoire qui nous intéressent. Si chaque constellation possède une étoile particulière, soit par son éclat, soit par sa couleur, il est utile de connaître son nom. Tout au plus, une dizaine d'étoiles très lumineuses demeure bien visible à chaque sortie la nuit.

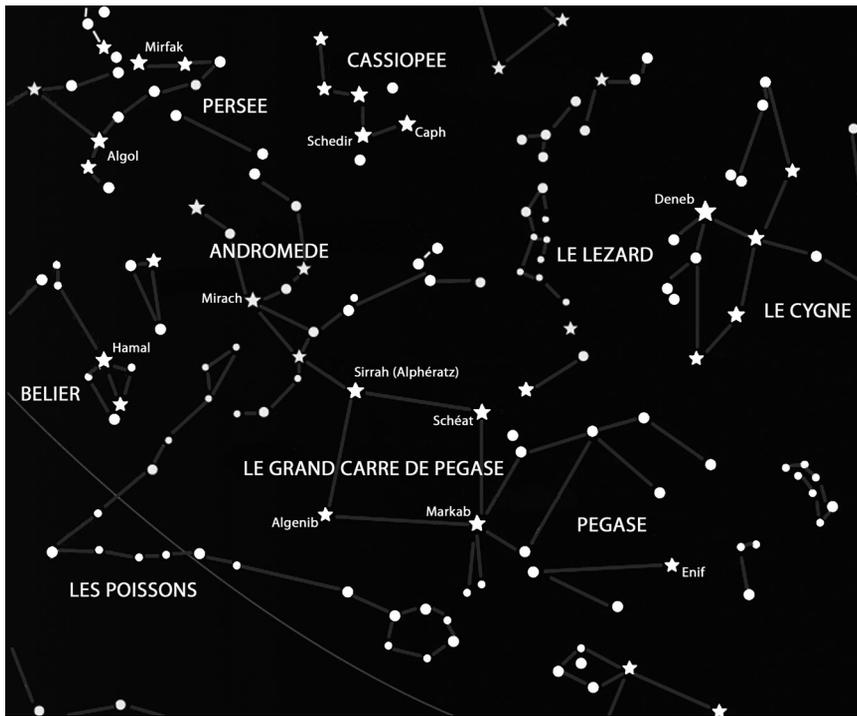
On trouve de nombreux ouvrages d'Astronomie possédant des cartes du ciel sur lesquelles sont représentées toutes les étoiles visibles à l'œil nu. Si l'on observe attentivement ces cartes, on remarque au premier abord que les constellations sont inégales en taille et en densité d'étoiles. Chacune d'entre elles est composée de quelques étoiles dont les plus brillantes sont reliées schématiquement par des lignes conventionnelles de façon à représenter la forme de tous ces êtres tirés de la mythologie<sup>1</sup>.



**Figure 3. Exemple de constellations : Orion et le Taureau**

<sup>1</sup> Dans la représentation des constellations, nous utiliserons la schématisation de l'astronome H.A. REY plutôt que celle conventionnellement employée dans la plus part des ouvrages. Cette représentation possède l'avantage de donner une forme à chaque constellation qui soit en accord avec ce que son nom est censé évoquer.

On retrouve ainsi le grand guerrier Orion prêt à combattre le Taureau (figure 3) ou bien le cheval ailé Pégase s'enfuyant avec Andromède sur son dos (figure 4).



**Figure 4. Exemple de constellations : Pégase et Andromède**

Malheureusement, sur toutes les cartes du ciel, les formes des constellations ne donnent pas toujours une idée précise du nom qu'elles devraient évoquer. A l'observation de la Grande Ourse, il est aisé de constater qu'elle ressemble plus à une casserole qu'à un Ours. Notons tout de même que cette dénomination reste un moyen pratique pour mémoriser les constellations et identifier leurs étoiles brillantes.

#### **b. Les cartes du ciel**

Habituellement, les cartes stellaires sont faites en deux parties : une carte du ciel de l'hémisphère boréal et une autre de l'hémisphère austral. Ces cartes correspondent à la vision qu'aurait un observateur placé, respectivement, aux pôles nord et sud géographiques.

Pour se repérer dans le ciel, nous allons utiliser des cartes saisonnières. Les deux cartes stellaires classiques (figure 5) ne sont pas pratiques pour une observation nocturne. L'une des deux ferait très bien l'affaire d'un habitant du pôle nord souhaitant apprendre les constellations, mais pour nous, situés à des latitudes très différentes, la vision du ciel ne correspond à aucune de ces deux représentations cartographiques. Pour vous en convaincre, observez le ciel pendant quelques heures, vous verrez les étoiles se déplacer lentement : celles situées à l'est, basses sur l'horizon, seront montées dans le ciel, d'autres situées

au zénith, seront légèrement plus basses en direction de l'ouest, alors que les étoiles vues sur l'horizon à l'ouest, auront disparu. C'est un mouvement perpétuel et sans fin. Pourtant voilà, le ciel change non seulement d'une heure à l'autre, mais aussi d'une nuit à l'autre, de sorte qu'après plusieurs semaines, on ne soit plus en mesure de reconnaître certaines étoiles vues auparavant. Nous utiliserons donc des cartes différentes, selon les saisons, pour un observateur situé entre le 30° et le 50° parallèle. Nous verrons effectivement que la position de ce dernier a une incidence sur la vision du ciel étoilé.

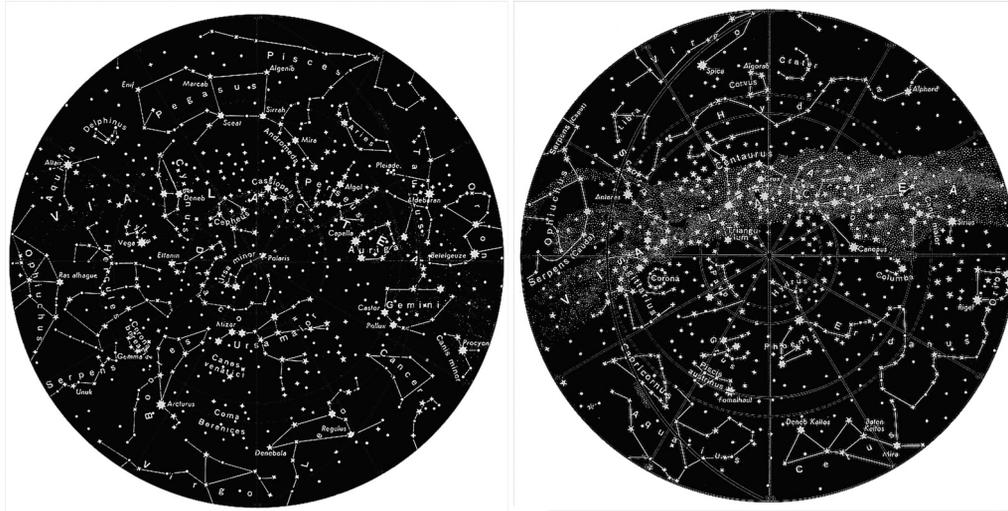


Figure 5. Les deux cartes stellaires classiques : hémisphères boréal et austral

Mais avant d'aller plus loin, il est indispensable de connaître les symboles utilisés sur les cartes saisonnières. Ils mesurent l'éclat des étoiles et sont en général de couleur identique à celles-ci. La mesure de l'éclat s'appelle la **grandeur** ou la **magnitude**. La magnitude est une grandeur logarithmique qui varie de 0 à 5 : plus l'éclat d'une étoile est faible, plus sa magnitude est élevée. Par exemple, une étoile de magnitude 0, est dite de première grandeur. L'étoile la moins brillante encore visible à l'œil nu est de 6<sup>e</sup> grandeur, sa magnitude vaut 5.

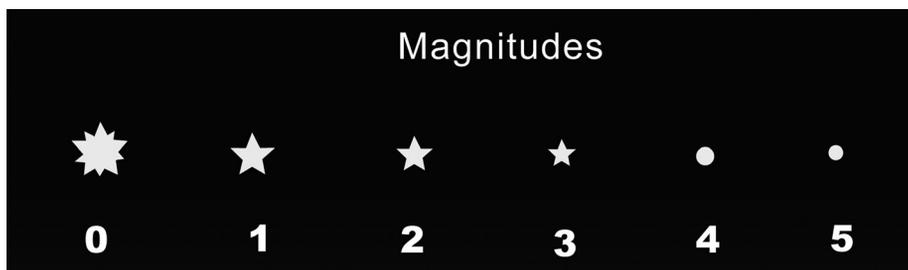


Figure 6. Les symboles utilisés

Au cours de l'Antiquité, Ptolémée avait classé les étoiles en fonction de leur brillance respective. Pour chacune des constellations, il fit correspondre une lettre à toute étoile visible. Il utilisa des lettres grecques qui, à son époque, correspondaient à des nombres. Il mesura autant de niveaux de luminosité des étoiles que l'œil pouvait en percevoir. Par exemple, dans la Grande Ourse, l'étoile la plus lumineuse fut désignée par la première lettre  $\alpha$ , la seconde par  $\beta$  et la septième étoile, la moins lumineuse de cette constellation encore visible à l'œil nu, portait la lettre  $\eta$ , la septième de l'alphabet grec.

Aujourd'hui, parmi les étoiles visibles à l'œil nu, les astronomes désignent généralement par cette lettre grecque  $\alpha$ , le nom de l'étoile principale appartenant à une constellation donnée. Par exemple, l'étoile la plus brillante d'Orion, Bételgeuse, s'appelle aussi  $\alpha$  d'Orion ou encore : «  **$\alpha$  Orionis** ».

### Lettres de l'alphabet grec :

1	$\alpha$	Alpha	13	$\nu$	Nu
2	$\beta$	Bêta	14	$\xi$	Xi
3	$\gamma$	Gamma	15	$\omicron$	Omicron
4	$\delta$	Delta	16	$\pi$	Pi
5	$\epsilon$	Epsilon	17	$\rho$	Rhô
6	$\zeta$	Dzêta	18	$\sigma$	Sigma
7	$\eta$	Eta	19	$\tau$	Tau
8	$\theta$	Thêta	20	$\upsilon$	Upsilon
9	$\iota$	Iota	21	$\varphi$	Phi
10	$\kappa$	Kappa	22	$\chi$	Khi
11	$\lambda$	Lambda	23	$\psi$	Psi
12	$\mu$	Mu	24	$\omega$	Oméga

### c. Repérage des principales constellations

Notre objectif est de nous familiariser avec les constellations. Même si cela demande un peu d'effort de mémoire, vous verrez que c'est un exercice très facile et vous prendrez sûrement plaisir à transmettre ces quelques connaissances à votre entourage. En général, avant d'apprendre les constellations, il faut d'abord s'orienter. La première chose à faire est de déterminer, sous nos latitudes et avec une boussole, la direction nord/sud. Pour cela de nombreuses autres méthodes sont possibles dont celle-ci : repérer la position du Soleil dans le ciel à midi. L'ombre d'un bâton en position verticale vous indiquera approximativement la direction nord/sud.

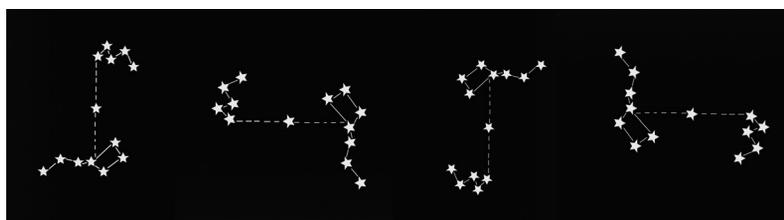
Destinée aux non-initiés et dans le but d'identifier correctement les étoiles, nous allons exposer ici une méthode d'identification empruntée à l'astronome contemporain Pierre BOURGE<sup>2</sup>. Plus généralement connue sous le nom de : **méthode des alignements**, elle consiste à rattacher les étoiles brillantes de deux constellations par des lignes arbitraires choisies

<sup>2</sup> P. BOURGE, *A l'affût des étoiles*, aux Editions BORDAS, Paris 1990.

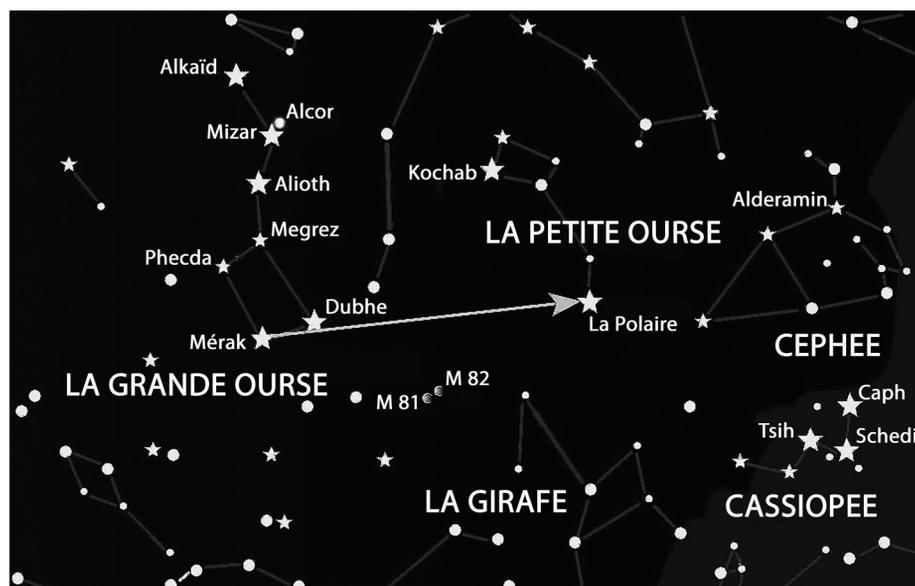
judicieusement. En effet, en partant des constellations les plus importantes visibles tout au long de l'année, elle permet de retrouver celles visibles suivant les saisons.

### *Les constellations visibles toute l'année*

La Grande Ourse est sûrement la constellation la plus connue de toutes, elle est facile à repérer dans le ciel car elle est composée d'étoiles très lumineuses, visibles sous nos latitudes à n'importe quelle saison. Cette constellation est si proche du pôle céleste, qu'on peut l'observer à tout moment, et seule son orientation dans le ciel change. Vous la trouverez en regardant en direction du nord à une hauteur comprise entre 30° et 60° environ au-dessus de l'horizon suivant l'époque de vos observations.



**Figure 7.** Les différentes orientations de la Grande Ourse et de Cassiopée



**Figure 8.** La Grande Ourse, la Petite Ourse et Cassiopée

Repérez dans le ciel et sur la carte (figure 8) les étoiles **Dubhe** et **Méraak**, les deux principales étoiles de la Grande Ourse. Remarquez alors que la ligne Méraak-Dubhe prolongée de cinq fois sa longueur rencontre l'étoile