

Gilbert Burki

# QUE RACONTE LE CIEL ÉTOILÉ ?

Parcours en images et réponses simples



# PARTIE 1

# LES ÉTOILES



Image, prise par le Télescope spatial Hubble, montrant le très jeune amas d'étoiles NGC 602, situé dans la galaxie le Petit Nuage de Magellan, à la distance de 200 000 années-lumière. Les étoiles se sont formées il y a seulement 5 millions d'années par la contraction d'une partie du nuage de matière interstellaire encore visible.

# 1 VUES DU CIEL

## Que révèlent les photographies du ciel ?

À l'œil nu, donc sans l'aide d'un instrument optique grossissant, environ 5 000 étoiles sont visibles. Mais on ne voit pas l'ensemble du ciel depuis un endroit et à un instant donnés. Ce n'est qu'environ 2 000 étoiles qui sont alors visibles. Par ailleurs, ce nombre dépend de la transparence de l'atmosphère terrestre, la présence de nuages limitant la perception des étoiles. De plus, la brillance du ciel due à la présence de la Lune ou à des lumières terrestres est un autre élément limitatif. Dès lors, les meilleures conditions d'observation demandent :

- ◆ Un très beau temps, sans nuages, et une nuit sans Lune.
- ◆ Une position en altitude, pour diminuer l'absorption par l'atmosphère.
- ◆ Un environnement à l'abri des lumières artificielles.

L'œil humain est un organe extraordinaire, mais ses performances pour capter la lumière sont quand même limitées. Comparons les capacités de l'œil avec celles des instruments utilisés par les astronomes, un télescope pour collecter la lumière et un détecteur semblable à un appareil photographique pour enregistrer l'image :

- ◆ La lumière entrant dans l'œil passe à travers la pupille dont le diamètre n'est que de quelques millimètres. Avec un télescope, c'est la taille du miroir collectant la lumière qui joue le rôle de la pupille.
- ◆ L'œil a une vision presque instantanée, son « temps de pose » pour enregistrer une image n'étant que d'environ un dixième de seconde. Avec un détecteur astronomique, le temps de pose peut être de plusieurs secondes, de plusieurs minutes, voire de plusieurs heures.
- ◆ En plus, la rétine de l'œil humain ne détecte qu'une partie de la lumière qui lui parvient, alors que les détecteurs électroniques actuels enregistrent presque la totalité de la lumière captée par un télescope.

C'est ainsi qu'en faisant une pose d'une minute avec un détecteur moderne installé sur un télescope d'un mètre, la lumière collectée est plusieurs millions de fois plus importante que celle captée par l'œil en un dixième de seconde ! Grâce à ces performances, l'instrumentation astronomique nous révèle des merveilles du ciel inaccessibles à l'œil nu (images 1.1).



### Questions.

- 1.1.** Pourquoi ne voit-on pas l'ensemble du ciel depuis un lieu d'observation ?
- 1.2.** Pourquoi l'absorption de la lumière des étoiles par l'atmosphère terrestre est-elle plus faible en altitude ?
- 1.3.** Comment l'œil s'adapte-t-il à des intensités d'éclairage très différentes ?



### Images 1.1. Deux vues globales du ciel

**A.** Image de Nicolas Bourgeois montrant le ciel tel qu'il apparaît à l'œil nu au-dessus de l'observatoire du Pic-du-Midi dans les Pyrénées françaises. Cette image est une photographie, mais avec un temps de pose court reproduisant la vision instantanée de l'œil. La constellation d'Orion (images 2.1) est visible à gauche.

**B.** Image de Petr Horálek, combinaison de 15 poses photographiques de 15 secondes prises le 29 septembre 2019. Elle montre que le

ciel contient en réalité une multitude d'étoiles. Cette image, prise depuis la côte adriatique en Croatie, met en évidence le ruban de la Voie lactée (cf. chapitre 26). Elle est formée par l'ensemble des quelque 300 milliards d'étoiles les plus proches de nous dans l'Univers et formant notre Galaxie. La Lune croissante se couche à l'horizon Ouest.

## Que révèlent les télescopes ?

C'est l'Italien Galilée qui a fabriqué en 1609 la première lunette astronomique en montant deux lentilles en verre de part et d'autre d'un tube. Sa lunette lui a permis de découvrir ce que l'œil nu ne pouvait pas montrer, en particulier les montagnes sur la Lune, les quatre satellites principaux de Jupiter et l'explication de la Voie lactée en fourmière d'étoiles (cf. chapitres 11, 17 et 26). Chacun peut retrouver l'émerveillement de Galilée en observant le ciel avec une paire de jumelles. Faites-le, cela en vaut la peine ! C'est une première approche simple et peu coûteuse de l'observation astronomique.

Avec des télescopes et des détecteurs enregistrant les images, l'observation du ciel donne le vertige ! Les images 1.2 présentent des vues de plus en plus détaillées de la même région du ciel contenant l'amas d'étoiles Oméga Centauri. Des millions d'étoiles apparaissent alors que la vue à l'œil nu permet à peine de distinguer l'amas comme un simple point lumineux très faible.

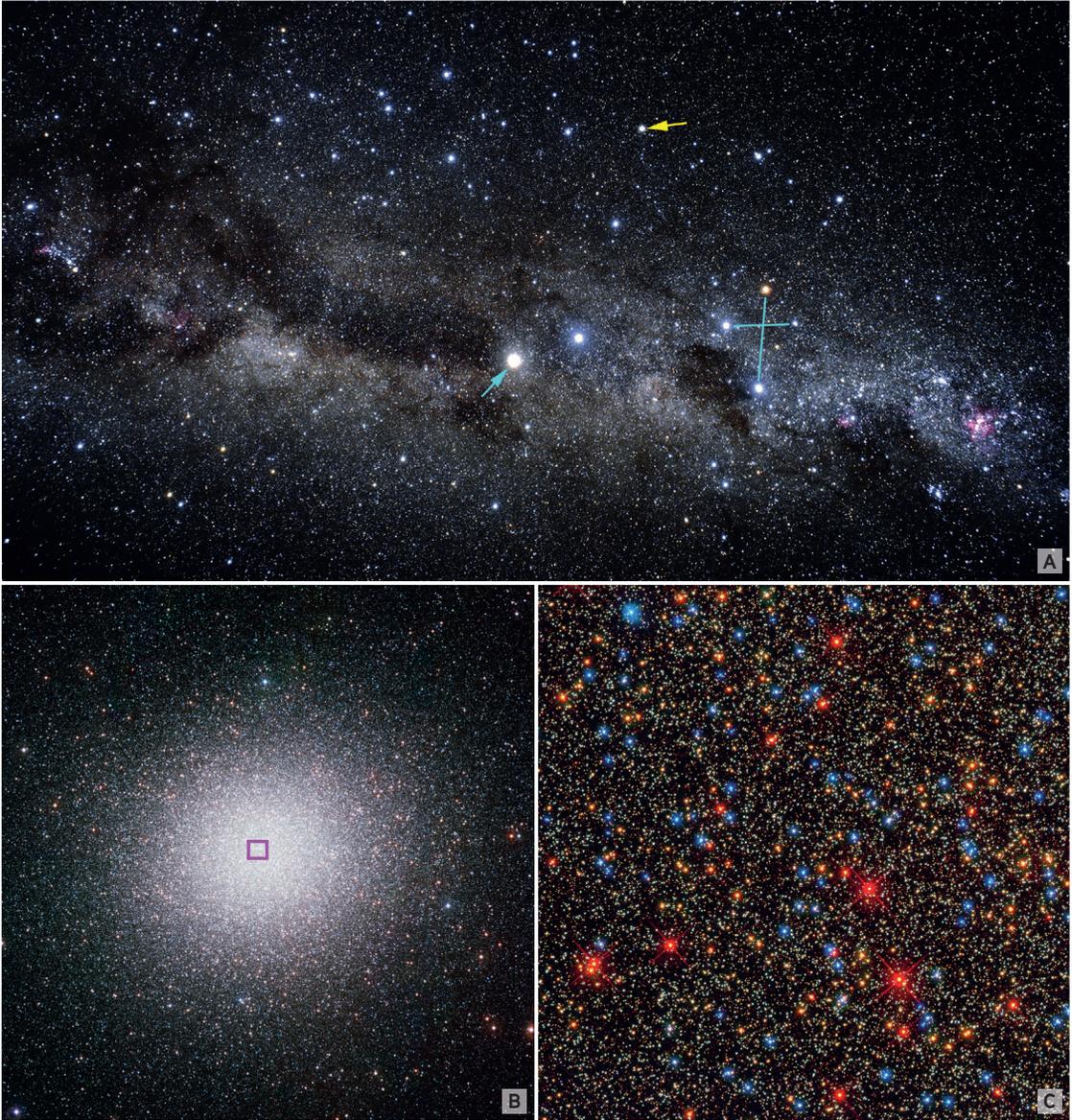
On voit aussi apparaître des différences de couleur entre les étoiles alors que l'observation à l'œil nu n'en donne qu'une vision marginale sur certaines étoiles brillantes. Deux telles étoiles peuvent être mentionnées, les deux plus brillantes de la constellation d'Orion (image 2.1.A) : Bételgeuse est rouge alors que Rigel est bleue ! Cette différence de couleur provient de la température de leur surface, les étoiles rouges étant plus froides que les bleues (cf. chapitre 4).

La couleur des étoiles apparaît beaucoup mieux sur des images photographiques qu'à l'œil nu. C'est une caractéristique de l'œil : la vision des faibles luminosités, et c'est le cas des étoiles, est essentiellement faite en noir et blanc. La photo de la partie centrale de l'amas Oméga Centauri (image 1.2.C) en est une belle illustration avec toute la gamme des couleurs, du rouge au bleu en passant par le jaune et le vert. Notons que ce sont les composantes naturelles de la lumière, visualisées par le phénomène de l'arc-en-ciel (image 3.3.C).



### Questions.

- 1.4.** Pourquoi l'épaisseur de l'atmosphère traversée par la lumière d'une étoile est-elle plus grande proche de l'horizon qu'au zénith ?
- 1.5.** Les étoiles rouges sont plus froides que les bleues. Est-ce seulement par un malheureux hasard que la couleur rouge a été choisie pour indiquer l'eau chaude sur les robinets dans les salles de bains ?
- 1.6.** Avec sa lunette astronomique, Galilée a vu des montagnes sur la Lune, invisibles à l'œil nu. Certaines personnes incrédules lui ont alors rétorqué que les montagnes lunaires n'étaient pas réelles mais étaient « une invention de la lunette ». Galilée a alors fait une expérience simple, mais scientifique, pour démontrer la réalité de ce que montrait la lunette. Comment a-t-il fait ? Ou comment auriez-vous fait à sa place ?



**Images 1.2. L'amas d'étoiles Oméga Centauri (3 vues de plus en plus détaillées)**

**A.** Une partie de la Voie lactée (cf. chapitre 26) visible depuis l'hémisphère Sud. La flèche bleue identifie l'étoile brillante  $\alpha$  Centauri (cf. complément 2) et l'étoile à sa droite est  $\beta$  Centauri (images 4.3). La croix bleue marque la constellation Crux, nommée La Croix du Sud en français, utilisée pour identifier le pôle céleste Sud ; c'est l'équivalent de Polaris, l'étoile polaire, qui identifie le pôle céleste Nord. La flèche jaune marque la position de l'amas Oméga Centauri (image B).

**B.** Vue détaillée de l'amas Oméga Centauri, prise avec un télescope. La taille de l'image dans le ciel est similaire à celle de la Lune.

Cet amas, dit « globulaire » en raison de sa forme, contient environ dix millions d'étoiles.

**C.** Vue encore plus détaillée d'une partie de la zone centrale de l'amas Oméga Centauri, aussi prise avec un télescope. La taille de cette partie est illustrée par un carré rose sur l'image B. Plusieurs dizaines de milliers d'étoiles sont visibles sur le cliché original en très haute résolution. Les différences de couleurs des étoiles sont bien visibles : les rouges ont les surfaces les plus « froides », les bleues les plus « chaudes » (cf. chapitre 4).

# 2 CONSTELLATIONS

## Voyez-vous vraiment un chasseur dans le ciel ?

Les humains ont de tout temps donné des noms aux ensembles d'étoiles brillantes repérés dans le ciel, en laissant libre cours à leur imagination. Chaque civilisation a défini sa propre nomenclature de ces ensembles d'étoiles proches et une certaine confusion pouvait régner. Pour une gestion efficace et simplifiée des objets célestes, l'Union astronomique internationale a défini une liste « officielle » de 88 constellations qui recouvrent l'ensemble du ciel. Les constellations sont nommées par des noms latins, mais chaque langue utilise de plus des traductions et ce sont les noms en français qui sont utilisés ici. C'est ainsi que, par exemple, la constellation Aquila est l'Aigle en français.

Les « structures » apparentes ayant servi de base à la définition des constellations ne résultent toutefois que du hasard de la projection des étoiles brillantes sur le ciel terrestre alors qu'elles sont à des distances différentes.

Les objets brillants situés à l'intérieur de la zone couverte par une constellation portent un nom qui s'y réfère. Par exemple, l'étoile Bételgeuse

appartenant à la constellation d'Orion est nommée  $\alpha$  Orionis ou  $\alpha$  Ori en abrégé, où  $\alpha$  est la lettre grecque « alpha » (cf. complément 2).

Les images 2.1 donnent l'explication de l'appellation choisie pour la constellation d'Orion. Son orientation dans le ciel, par rapport à l'horizon, dépend toutefois du lieu et du moment de son observation. Depuis l'hémisphère Nord, quand elle est dans la direction du Sud, le chasseur Orion est positionné verticalement avec ses pieds vers l'horizon. Mais la constellation se déplace dans le ciel, comme tous les astres, en raison de la rotation terrestre : ils se lèvent à l'Est, culminent dans la direction Sud et se couchent à l'Ouest. Il en résulte une rotation apparente de la constellation, par rapport à l'horizon du lieu. C'est ainsi que le chasseur Orion apparaît penché sur sa gauche quand il se lève et penché sur sa droite quand il se couche. De plus, Orion n'est visible toute la nuit dans le ciel que durant l'hiver dans l'hémisphère Nord. En automne, on assiste à son lever en deuxième partie de la nuit, au printemps on voit son coucher en première partie de la nuit.

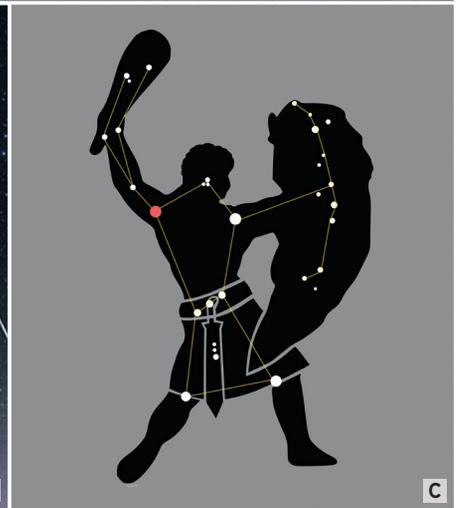
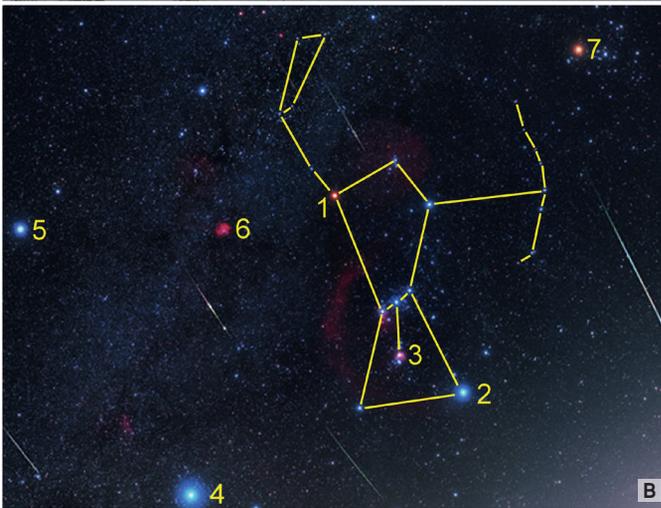


### Questions

**2.1.** Quelle est l'étoile marquée par un point rouge sur l'image 2.1.C ?

**2.2.** Quelle partie du chasseur Orion n'est pas visible sur l'image 2.1.A ?

**2.3.** Orion est une des constellations dont l'identification est la plus pertinente : un chasseur avec un gourdin et un bouclier. En faisant preuve d'imagination, à quelle autre identification pourrait-on associer les étoiles de cette constellation ?



### Images 2.1. La constellation d'Orion

**A.** Image de Petr Horálek depuis la Slovaquie, le 3 janvier 2020, centrée sur les étoiles de la constellation d'Orion. Les traces verticales sont des étoiles filantes de l'essai des Quadrantides (cf. chapitre 22). L'étoile à gauche d'Orion est Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel. Les deux étoiles les plus brillantes d'Orion sont la rouge Bételgeuse (1) et la bleue Rigel (2).

**B.** Le tracé des lignes virtuelles décrivant la forme de la constellation d'Orion. Sont identifiés : Bételgeuse (1), Rigel (2), la nébuleuse

d'Orion (3, image 7.2.A), Sirius (4) dans la constellation du Grand Chien, Procyon (5) dans la constellation du Petit Chien, la nébuleuse de la Rosette (6, image 6.2.B) et Aldébaran (7, image 9.C) dans la constellation du Taureau.

**C.** La représentation imaginaire d'Orion, chasseur-guerrier géant de la mythologie grecque, qui a donné son nom à la constellation.

## Pourquoi y a-t-il 88 constellations ?

Les constellations définies par l'Union astronomique internationale sont un peu le fruit du hasard puisque d'autres groupements auraient pu être imaginés. Par exemple, les constellations voisines du Bouvier et de la Couronne Boréale (numérotées 6 et 17 sur l'image 2.2) auraient pu être groupées pour former, pourquoi pas, la « Couronne du Bouvier ».

Le nombre de 88 est donc arbitraire. Il pourrait y en avoir plus, ou moins, si les instances astronomiques l'avaient voulu. Mais l'important est d'avoir un standard pour que les mêmes appellations soient utilisées partout dans le monde. C'est indispensable pour que chacun sache, par exemple, que  $\alpha$  Lyrae est Véga, l'étoile la plus brillante de la Lyre.

L'image 2.2 montre une carte avec les positions sur le ciel des 49 constellations de l'hémisphère céleste Nord, les 39 autres constellations étant dans l'hémisphère céleste Sud. Ces deux hémisphères célestes sont les projections vers le ciel des hémisphères terrestres Nord et Sud et entre ces hémisphères se trouvent les équateurs, céleste ou terrestre. Les constellations proches des bords de la carte circulaire sont situées sur l'équateur céleste. Quant aux pôles célestes Nord et Sud, ce sont les points centraux des hémisphères célestes, situés sur le ciel exactement à la verticale des pôles terrestres.

En observant le ciel depuis un lieu sur la Terre, on ne voit pas l'ensemble des 88 constellations puisque seule une partie du ciel est visible (cf. question 1.1). Il y a même des constellations qui ne sont jamais visibles depuis ce lieu. Par exemple, la constellation du Centaure est située trop au Sud pour

être observée depuis l'Europe. C'est pourquoi la photo de l'amas Oméga Centauri présentée sur l'image 1.2.B a été prise depuis l'observatoire de La Silla au Chili, dans l'hémisphère terrestre Sud.

En plus d'avoir une appellation liée à une constellation, les 227 étoiles les plus brillantes du ciel portent des noms provenant aussi de dénominations historiques. C'est ainsi que, par exemple, Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel (1 dans l'image 4.2.A) et appartenant à la constellation du Grand Chien, est le nom de  $\alpha$  Canis Majoris ou  $\alpha$  CMa en abrégé.

### Image 2.2. Les constellations de l'hémisphère céleste Nord

Cette carte du ciel montre les 49 constellations les plus proches du pôle céleste Nord repéré par l'étoile polaire, Polaris (point P en rouge), qui en est très proche. La trace grise traversant l'image représente la position de la Voie lactée (image 1.1.B).

Les noms en français de ces 49 constellations sont : 1. Andromède ; 2. Verseau ; 3. Aigle ; 4. Bélier ; 5. Cocher ; 6. Bouvier ; 7. Girafe ; 8. Cancer ; 9. Chiens de Chasse ; 10. Grand Chien ; 11. Petit Chien ; 12. Capricorne ; 13. Cassiopée ; 14. Céphée ; 15. Baleine ; 16. Chevelure de Bérénice ; 17. Couronne Boréale ; 18. Coupe ; 19. Cygne ; 20. Dauphin ; 21. Dragon ; 22. Petit Cheval ; 23. Eridan ; 24. Gémeaux ; 25. Hercule ; 26. Hydre ; 27. Léopard ; 28. Lion ; 29. Petit Lion ; 30. Lièvre ; 31. Balance ; 32. Lynx ; 33. Lyre ; 34. Licorne ; 35. Serpente ; 36. Orion ; 37. Pégase ; 38. Persée ; 39. Poissons ; 40. Flèche ; 41. Écu de Sobieski ; 42. Serpent ; 43. Sextant ; 44. Taureau ; 45. Triangle ; 46. Grande Ourse ; 47. Petite Ourse ; 48. Vierge ; 49. Petit Renard.

Les 10 étoiles les plus brillantes de l'hémisphère céleste Nord sont indiquées en jaune :

A. Sirius (constellation du Grand Chien) ; B. Arcturus (Bouvier) ; C. Véga (Lyre) ; D. Rigel (Orion) ; E. Procyon (Petit Chien) ; F. Bételgeuse (Orion) ; G. Capella (Cocher) ; H. Altaïr (Aigle) ; I. Aldébaran (Taureau) ; J. Spica (Vierge).

## Questions

**2.4.** Comment visualiser les hémisphères célestes et les pôles célestes Nord et Sud ? Le plus simple est d'utiliser une mappemonde et de faire preuve d'imagination.

**2.5.** Depuis quel endroit sur la Terre voit-on le pôle céleste Nord exactement à la verticale ? Quelle étoile se trouve presque exactement à cet endroit ?