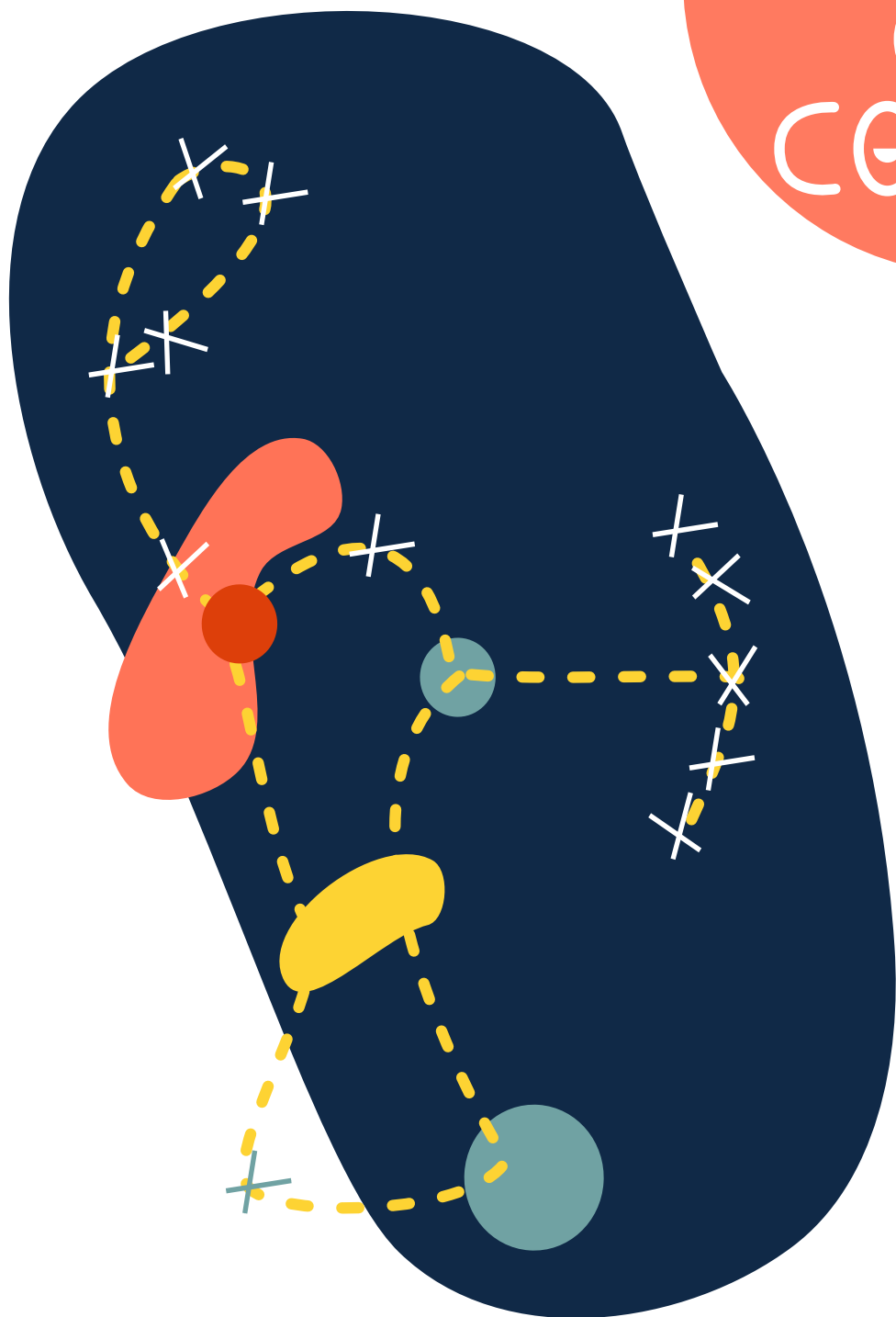


LA CONSTELLATION D'ORION

ASTRES EN COURS



N°1

EDITO

Ce premier numéro de la gazette Astres en cours s'adresse à tous les enseignants mais également à tous types d'éducateurs.

Chacun devrait y trouver matière à réflexion, une source d'inspiration pour des projets interdisciplinaires et des idées d'activités pour ses élèves, qu'ils soient écoliers, collégiens ou lycéens. Les professeurs des écoles l'utiliseront avec profit pour les aider à se repérer dans le temps et dans l'espace, à manipuler les nombres, à enrichir leur culture littéraire et artistique et à aborder les fondements de notre civilisation avec la mythologie. Les enseignants de matières scientifiques s'en serviront pour améliorer la pratique de la méthode scientifique par leurs élèves ou illustrer un point particulier du programme comme le lien entre la température et la couleur des étoiles. Les enseignants de matières littéraires pourront leur faire étudier des poèmes de René Char, Claude Roy, André Chenier, Blaise Cendrars ou Christophe Van Rossum ou travailler, en langue anglaise, sur une chanson du groupe Blur.

Pour bien appréhender cet épisode ou approfondir vos connaissances, nous vous conseillons la lecture préalable du dossier général

« **Les constellations** ».

Disponible sur :
<https://www.cite-sciences.fr/fr/vous-etes/enseignants/ressources-en-ligne>

Département Education & Formation
Universcience
educ-formation@universcience.fr

SOMMAIRE

1

OBSERVONS ORION !

Page 4

2

LE PERSONNAGE D'ORION
DANS LA MYTHOLOGIE GRECQUE

Page 11

3

QUAND LES ARTISTES
NOUS PARLENT D'ORION

Page 13

4

ORION, NOTRE GUIDE
DANS LE CIEL D'HIVER

Page 15

5

ORION SE DEVOILE

Page 17

6

PLANETE EN VUE !

Page 21

7

LA TEMPERATURE DES ETOILES

Page 22

8

BETEGEUSE
EST-ELLE EN TRAIN DE S'ETEINDRE ?

Page 25

9

RESSOURCES

Page 28

3

1

OBSERVONS ORION !

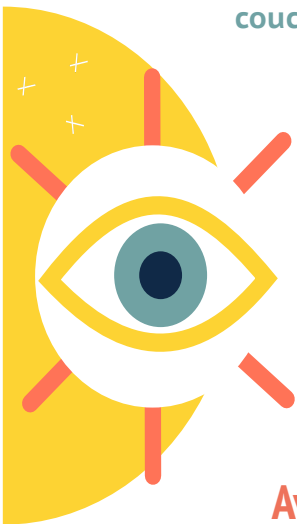
Orion est l'une des constellations les plus anciennes que l'on connaisse. Déjà mentionnée par Homère dans *l'Iliade* et *l'Odyssée* et présente dans *Les travaux et les jours* d'Hésiode au VIII^e siècle avant notre ère, elle est répertoriée parmi les quarante-huit constellations de *l'Almageste* de Ptolémée au II^e siècle de notre ère. Elle représente le guerrier légendaire Orion qui se vantait de pouvoir tuer n'importe quel animal.



Sa forme est reconnaissable entre toutes : quatre étoiles qui forment un grand rectangle, au centre duquel trônent trois étoiles alignées. Ces dernières constituent la ceinture (ou le baudrier) d'Orion.

Comment pouvez-vous repérer Orion ?

Début février, elle se trouve déjà à bonne hauteur vers le sud-est alors que la nuit tombe. La constellation culmine plein sud vers 21 h 30 et entame ensuite sa lente descente vers l'horizon ouest. En raison de son étendue, elle mettra plusieurs heures à se coucher, à partir de 3 h du matin.

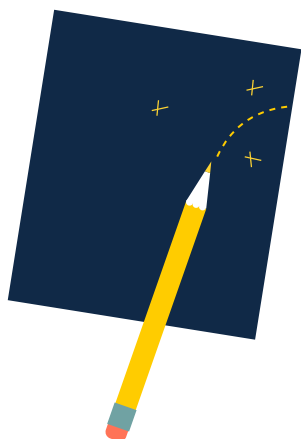


Plus les semaines défilent, plus ces phénomènes prendront place tôt. Ainsi, début mars, Orion culminera vers 20 h et débutera son coucher vers 1 h du matin. Début avril, il ne sera plus observable qu'en soirée vers le couchant. Début mai, seules ses étoiles les plus brillantes seront marginalement visibles au crépuscule. S'ensuivra une période d'invisibilité de quelques mois, au cours de laquelle le Soleil noiera de son éclat la région de la sphère céleste où se trouve Orion. Ce n'est que durant le courant du mois d'août qu'en toute fin de nuit, la constellation fera une timide réapparition vers le levant. Elle deviendra de mieux en mieux observable au cours de l'automne jusqu'à devenir visible toute la nuit au mois de décembre.

Avez-vous remarqué que toutes les étoiles ne sont pas blanches ?

Certaines, parmi les plus brillantes, possèdent des couleurs qui vont du rouge au bleu en passant par l'orange et le jaune... voire le blanc. Selon vous, de quelle couleur sont les étoiles les plus froides ? On lèvera le suspense dans la septième partie, « La température des étoiles ».

Activités d'observation



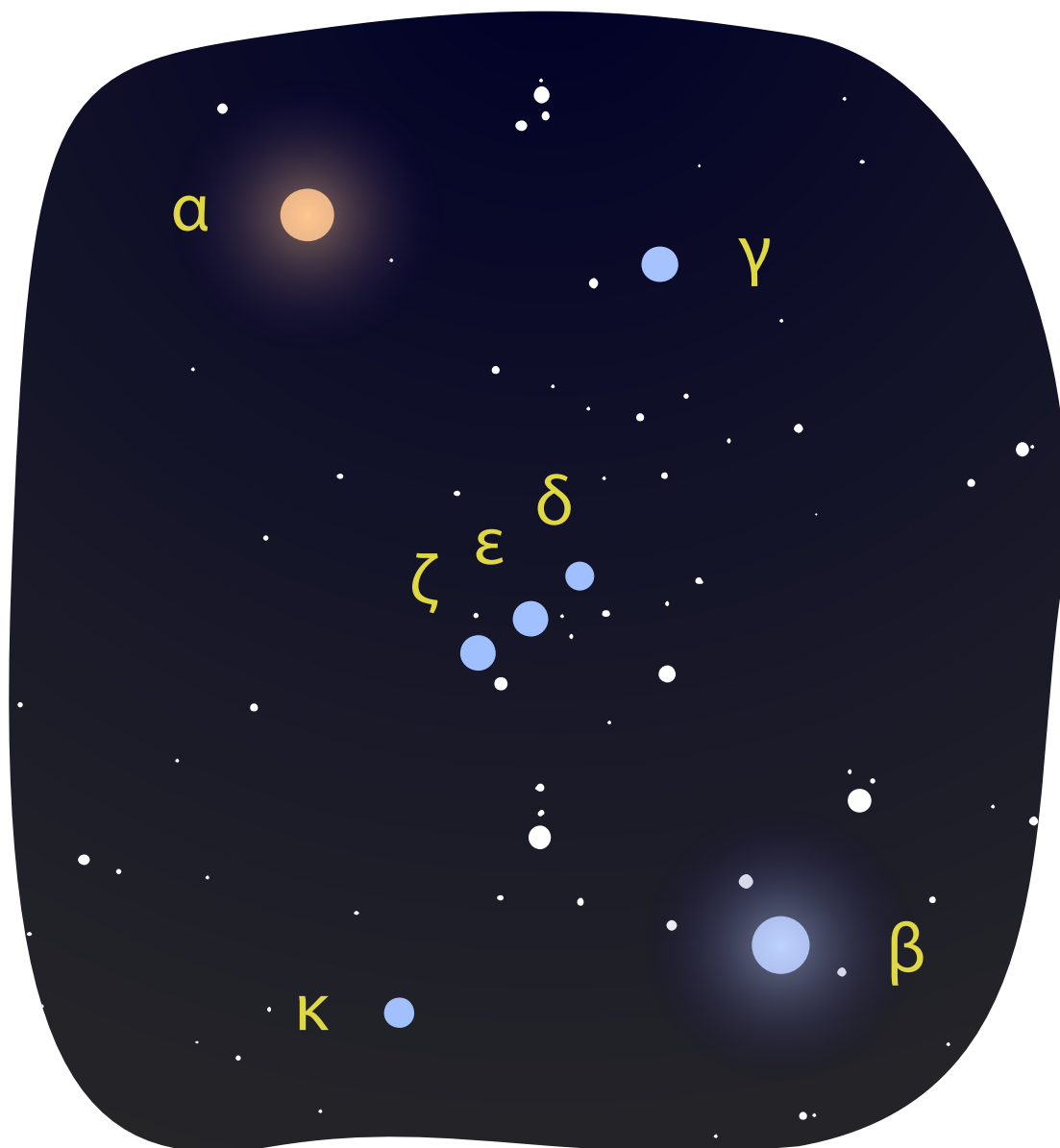
Primaire / Collège :

Les élèves doivent trouver la constellation d'Orion dans le ciel et la dessiner en conservant bien les positions respectives de ses étoiles.

Collège / Lycée :

Concours de la plus belle photographie de la constellation d'Orion, avec un smartphone ou un appareil photographique reflex numérique. Avec ces appareils désormais très sensibles, une pose de quelques secondes devrait suffire.

En fonction de la qualité de votre ciel (est-il bien sombre ? Résidez-vous dans une métropole très éclairée ?), il vous faudra jouer avec le temps de pose et la sensibilité ISO pour trouver un compromis satisfaisant.



Le contraste de couleur entre Bételgeuse (α), l'étoile située en haut à gauche du rectangle et Rigel (β), située en bas à droite, est saisissant ! Bételgeuse arbore une teinte plutôt rougeâtre alors que Rigel est d'un blanc-bleuté.

Les autres étoiles colorées présentées dans la figure de la page

précédente ci-dessus (γ , δ , ϵ , ζ et κ) sont toutes (légèrement) bleutées.

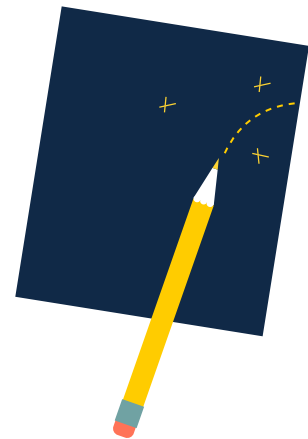
Le tableau suivant donne la correspondance entre ces lettres grecques, introduites par l'astronome Johann Bayer (1572-1625) pour désigner les étoiles d'une constellation, et le nom officiel des étoiles.

Désignation	α	β	γ	κ	ζ	ϵ	δ
Nom	Bételgeuse	Rigel	Bellatrix	Saiph	Alnitak	Alnilam	Mintaka

Activités de comparaison

Primaire / Collège :

Les élèves observent attentivement les étoiles les plus brillantes d'Orion et doivent tenter de leur attribuer une couleur. Chose moins évidente que ne le laisse penser l'illustration de la page précédente !



Il faut bien se rappeler que seule l'Union astronomique a le pouvoir de nommer les astres.

Les sites internet qui vous proposent, moyennant argent, de donner le nom de votre choix à une étoile sont... des escroqueries.

La magnitude quantifie l'éclat apparent d'un astre. Plus sa magnitude est élevée, moins il est brillant. Des objets très brillants ont une magnitude négative et les magnitudes supérieures à 6 caractérisent les objets nécessitant un instrument d'optique pour être détectés.

Ainsi, la pleine lune possède une magnitude de -12,7 et Vénus de -4,9 à son maximum d'éclat. À Paris, on peut déceler des astres jusqu'à la magnitude 3. Une paire de jumelles classique vous permettra de descendre jusqu'à la magnitude 9-10 et un télescope de 200 mm de diamètre, à la magnitude 13 ou 14.

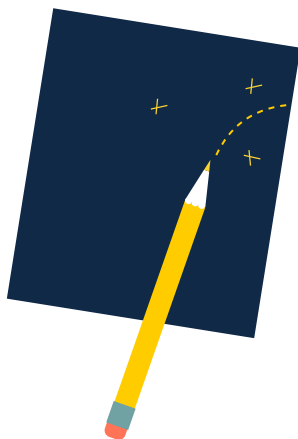
Examinons maintenant les magnitudes de ces sept étoiles.

Nom	Bételgeuse	Rigel	Bellatrix	Saiph	Alnitak	Alnilam	Mintaka
Magnitude	Variable, moy. 0,5	0,1	1,6	2,1	1,8	1,7	2,2

Orion est donc facilement visible au cœur même des grandes villes car pas moins de huit étoiles de cette constellation possèdent une magnitude inférieure à 3. Une fois n'est pas coutume, α (Bételgeuse) n'est pas l'étoile la plus brillante d'Orion. Ce privilège revient à β (Rigel). Fait intéressant, il existe 34 constellations (sur 88) dans lesquelles l'étoile la plus lumineuse n'est pas désignée par la lettre α .

Orion ne se réduit pas à ces quelques étoiles. La constellation, dont les frontières sont présentées dans la figure en page suivante, compte plus d'une centaine d'étoiles visibles à l'œil nu sous un ciel dénué de pollution lumineuse.

Activités de comparaison



Collège / Lycée :

À partir d'une photographie ou d'une observation du ciel réel, faites classer par vos élèves ces sept étoiles par ordre d'éclat croissant.

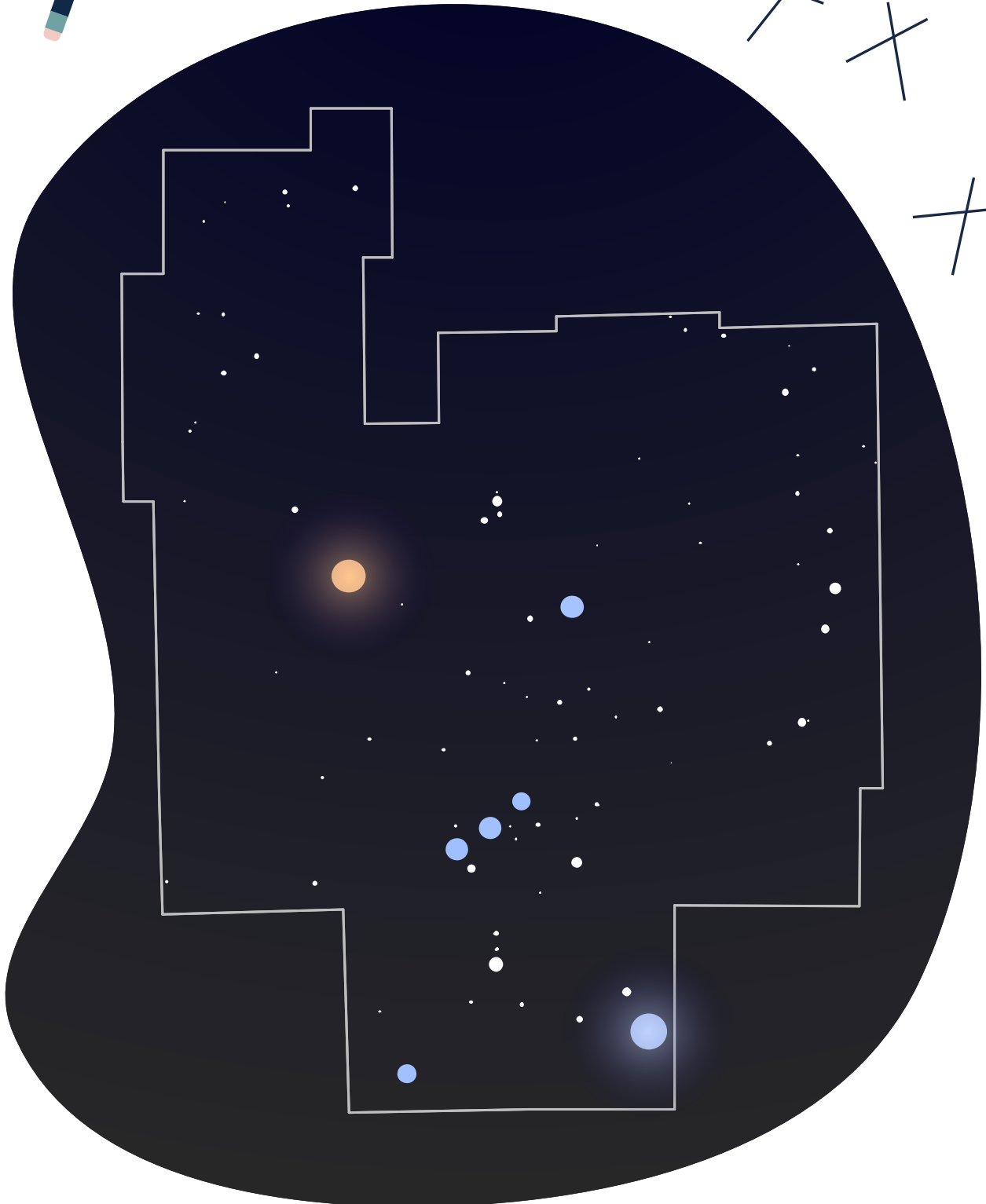
Il leur devrait être particulièrement difficile de proposer un classement entre Alnitak, Alnilam et Bellatrix ainsi qu'entre Mintaka et Saiph, une différence de 0,1 magnitude étant quasiment indétectable.

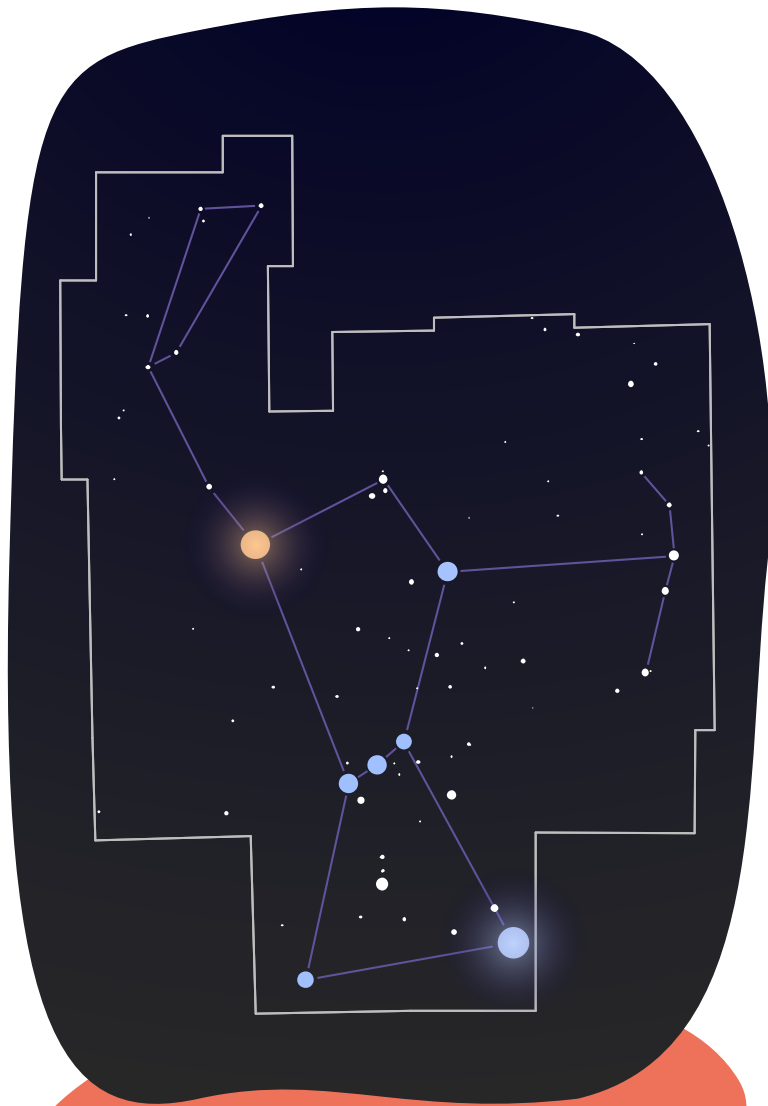


Activités d'imagination

Primaire / Collège :

Vous pouvez proposer à vos élèves de dessiner la constellation d'Orion de leur choix, en reliant les étoiles comme bon leur semble. Qu'y verront-ils ?





Chaque civilisation, chaque peuple, chaque cité antique a développé sa propre mythologie. Les contacts et les échanges entre ces entités, étalés sur plusieurs siècles, ont fourni le matériel à d'innombrables légendes aux variations infinies. Schématiquement, les Sumériens voyaient en Orion un mouton, les Babyloniens un berger, les Égyptiens le dieu Osiris ou une offrande à ce dieu et les Grecs un géant, grand chasseur devant l'éternel.

Quelle distance nous sépare des sept étoiles sur lesquelles nous avons focalisé notre attention ?

Le tableau suivant exprime en années-lumière ces distances sous forme d'intervalle intégrant l'incertitude sur la mesure, calculées à partir de la parallaxe des étoiles. Si vous souhaitez connaître les principes de cette technique, nous vous invitons à vous reporter au dossier « Les constellations », dont le lien est donné en page 2.

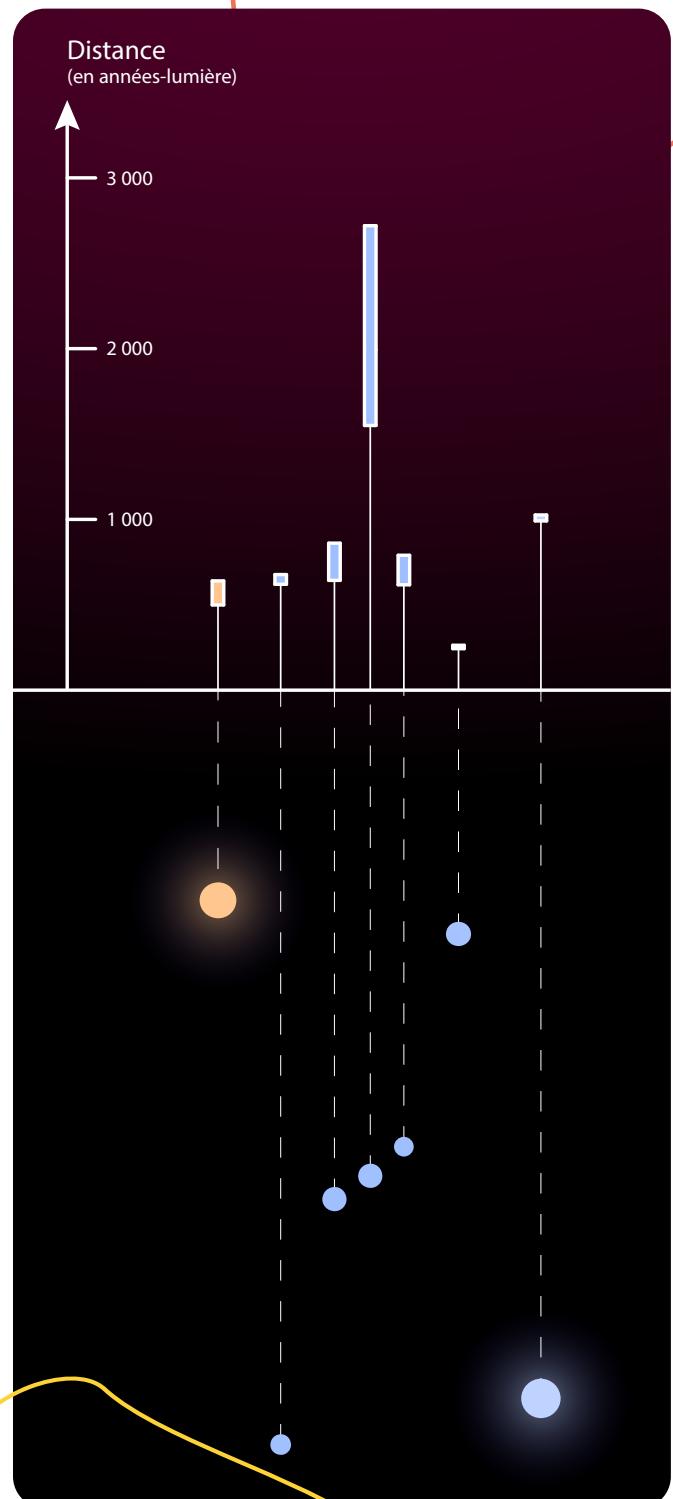
Nom	Distance (a.-l.)
Bételgeuse	[499 ; 640]
Rigel	[991 ; 1026]
Bellatrix	[243 ; 263]
Saiph	[620 ; 677]
Alnitak	[643 ; 861]
Alnilam	[1550 ; 2720]
Mintaka	[617 ; 790]

L'exploitation de nouvelles mesures, de nouvelles techniques et de nouveaux instruments font qu'inévitablement, ces estimations seront revues à la hausse et/ou à la baisse (avec, on l'espère, des barres d'incertitude revues toutes à la baisse). Elles représentent « l'état de l'art » en cet instant. Toutefois, on sait déjà que Mintaka est sans doute deux fois plus lointaine qu'indiqué. À confirmer !

Un constat s'impose : pour être si brillantes dans notre ciel malgré leur distance, toutes ces étoiles doivent être intrinsèquement très, très lumineuses. Songez que notre Soleil ne serait déjà plus visible à l'œil nu si on l'observait depuis une distance supérieure à une cinquantaine d'années-lumière...

Le graphique ci-contre vous offre une représentation graphique des distances nous séparant des principales étoiles d'Orion, accompagnées des barres d'incertitude sur ces mêmes distances.

Il est clair que la forme familière de cette constellation n'est qu'une conséquence fortuite de notre situation actuelle dans la Voie lactée. Eussions-nous évolué à quelques milliers d'années-lumière d'ici, l'aspect du ciel aurait été complètement différent. De plus, les étoiles d'Orion se trouvent non seulement à des distances très différentes de nous, mais aussi à des distances considérables les unes des autres, sans aucun lien physique entre elles. Enfin, les plus lumineuses dans notre ciel ne sont pas forcément les plus proches.



2

LE PERSONNAGE D'ORION DANS LA MYTHOLOGIE GRECQUE

La légende d'Orion que nous présentons ici, une des nombreuses qui existent, est intimement liée à nos constellations du Grand Chien et du Scorpion. Elle met en scène Hyriée, roi de la cité grecque de Thèbes, Œnopion, roi de l'île de Chios en mer Égée et Méropé, sa fille.

Descendus parmi les hommes sous la forme de simples voyageurs, Zeus et son messager Hermès furent accueillis par le roi Hyriée. Au cours du repas, il leur confia

sa peine de ne pas avoir d'enfant. Les dieux l'informèrent de leur véritable nature et lui apprirent qu'un fils lui viendrait, conçu par la Terre ensemencée par leur soin près du Palais. Effectivement, un fils naquit, déjà debout et fort. Il reçut le nom d'Orion par le roi et acquit une force et une adresse extraordinaires.

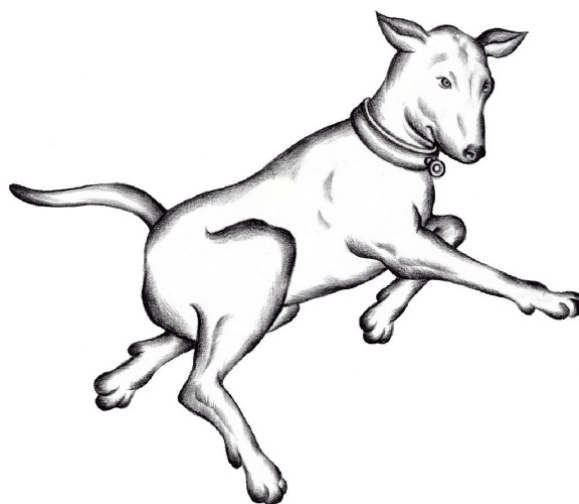
Orion fut bientôt appelé sur l'île de Chios par son roi Œnopion, pour la débarrasser de serpents voraces et colossaux qui dévastaient les troupeaux. Armé de son poignard, protégé par un puissant bouclier, il délivra l'île de ces monstres. Malheureusement, enivré au banquet donné en son honneur, il déshonora la fille de son hôte illustre, la belle Méropé. Fou de rage et de honte, Œnopion le rejoignit dans la prairie où il s'était endormi après son crime. Au moment où il allait abattre son épée sur le géant à peine éveillé, le Soleil se leva. Le destin fit en sorte qu'un reflet éblouissant vint frapper Orion et le rendit aveugle. Ses serviteurs le menèrent sur l'île de Lemnos, où Héphaïstos, le dieu du feu, lui rendit la vue. Ivre de vengeance, le fils de Zeus et d'Hermès revint sur l'île de Chios avec l'intention de massacrer ses habitants mais les paroles sages



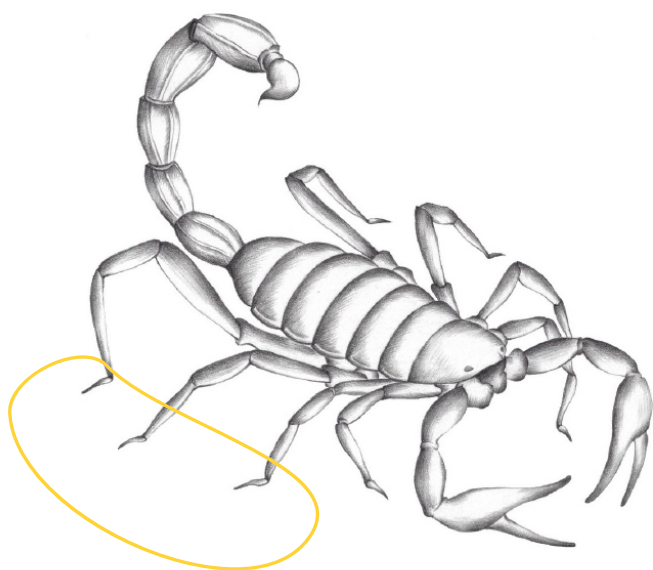
du seul homme qu'il put trouver – tous s'étaient cachés dans des grottes – l'apaisèrent.

Orion mit le cap sur l'île de Crète, où l'accueillit Artémis la chasseresse. Émerveillée par ses talents, la déesse lui offrit un chien qui avait la faculté de ramener toutes les proies que son maître tuerait, même les plus grosses. Un jour, Orion lança à Artémis un défi et lui assura qu'il était capable de tuer tout ce qui était né de la Terre. Ce grave péché d'orgueil causa sa perte. La Terre, en fureur, fit sortir d'une crevasse un immense scorpion qui piqua de son dard le pied du chasseur et le fit passer de vie à trépas.

À la demande d'Artémis, Zeus plaça le chasseur et son chien parmi les constellations mais aussi le scorpion, afin de rappeler aux hommes que personne ne doit avoir une confiance excessive en ses propres forces.



Depuis ce temps, Orion se promène au-dessus de nos têtes avec son chien, dont la gueule étincelante n'est autre que Sirius, l'étoile la plus brillante du ciel nocturne. L'arrivée de celle-ci est annoncée par l'apparition de l'étoile Procyon (du grec ancien προκύων (prokýōn), « avant le chien »), qui se lève moins d'une heure avant elle aux latitudes européennes. De plus, Orion et le Scorpion sont presque à l'opposé l'un de l'autre sur la sphère céleste : on ne les voit jamais en même temps !



Pour en savoir plus sur la mythologie d'Orion et sur les légendes entourant les autres constellations, nous vous conseillons la lecture de l'ouvrage passionnant *Les constellations et leurs légendes grecques* de Marie-Françoise Serre (paru aux éditions Vuibert en 2005) ainsi que celle de ses sources : Homère, Aratos de Soles, Eratosthène de Cyrène, le pseudo-Apollodore et Hygin.

Vous découvrirez que d'après d'autres variantes, Orion est en lutte avec le Taureau qui le précède ou encore que son chien poursuit un lièvre, animal qu'illustre une petite constellation au sud d'Orion.

3

QUAND LES ARTISTES PARLENT D'ORION !

Blaise Cendrars (1887 – 1961)

Le poème *Orion* appartient à la première partie du recueil de Blaise Cendrars *Au cœur du Monde* (1924-1929), intitulée *Feuilles de route*. Il a été écrit au cours d'un voyage sur l'océan. Le poète passait sa nuit sur le pont et observait la constellation d'Orion qui évoquait pour lui la guerre et sa mutilation. Plus tard, il écrira *La Main coupée* (1946) deuxième volume d'une Tétralogie de Mémoires.

«
C'est mon étoile
Elle a la forme d'une main
C'est ma main montée au ciel
Durant toute la guerre je voyais Orion
par un créneau
Quand les Zeppelins venaient bombarder
Paris ils venaient toujours d'Orion
Aujourd'hui je l'ai au-dessus de ma tête
Le grand mât perce la paume de cette main
qui doit souffrir
Comme ma main coupée me fait souffrir
percée qu'elle est par un dard continu
»

Christophe Van Rossom (1969-)

La constellation d'Orion est le point de repère que l'on devrait prendre pour guide comme il l'est suggéré au quatrième de couverture d'un de ses recueils de poésie.

«
Lorsque la nuit est à ce point opaque,
le plus sage n'est-il pas
de se laisser guider
par un chasseur aveugle ?
»

Quatrième de couverture d'*Orion, de nuit*
(éditions de La Lettre volée)

René Char (1907-1988)

La constellation d'Orion apparaît à de très nombreuses reprises dans son œuvre.

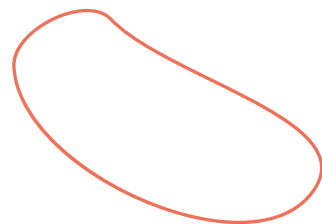
«
Orion,
Pigmenté d'infini et de soif terrestre,
N'épointant plus sa flèche à la faucille
ancienne,
Les traits noircis par le fer calciné,
Le pied toujours prompt à éviter la faille,
Se plut avec nous
Et resta.
Chuchotement parmi les étoiles. »

»
Évadé d'Archipel, dans *Aromates Chasseurs*
(p. 511, éditions de la Pléiade, Gallimard)

André Chenier (1762-1794)

Poète et journaliste, André Chenier s'inscrit dans une tradition de réécriture de poèmes antiques avant d'entreprendre la rédaction de poèmes philosophiques et politiques marqués par un contexte prérévolutionnaire puis révolutionnaire. Il fut guillotiné le 7 thermidor de l'an 2, soit le 25 juillet 1794. Il se serait vu adresser la phrase « La République n'a pas besoin de poète » par l'accusateur public du Tribunal révolutionnaire Antoine Fouquier-Tinville... comme Lavoisier s'était vu répondre par le président du tribunal révolutionnaire « La République n'a pas besoin de savants, ni de chimistes ; le cours de la justice ne peut être suspendu » quelques mois auparavant.

Dans son poème épique *L'Amérique*, Chenier s'exprime à travers la bouche du poète espagnol Alonso de Ercilla (1533-1594), en appelle à Uranie, la muse qui présidait à l'astronomie et à l'astrologie et cite, parmi d'autres, le Lion, la Voie lactée, Cassiopée, le Dauphin, l'Aigle, le Cygne, la Lyre, Pégase... et « **les triples feux du superbe Orion** ».



Claude Roy (1915 – 1997)

De cet écrivain et journaliste d'une grande culture, vous pouvez faire étudier les poèmes *Bestiaire des étoiles* et *Bestiaire du rouge-gorge qui s'est perdu au ciel*, dont voici un extrait :

«
Un rouge-gorge entre Andromède et
Bételgeuse
pas étonné du tout d'être envolé si haut
un rouge-gorge avec sa voix claire et
rieuse
un tout petit oiseau prend le ciel en défaut
»

Groupe de rock britannique Blur, album *Parklife* (1994)

Et enfin, dans un style complètement différent, *Far out* une chanson composée par Alex James, le bassiste du groupe. Inspirée par sa passion pour l'astronomie, elle met en scène des satellites de Jupiter, de Saturne et d'Uranus ainsi que des étoiles de toutes les tailles et de toutes les couleurs, de l'étoile naine à la supergéante (dont Bételgeuse).

4

ORION, NOTRE GUIDE DANS LE CIEL D'HIVER

Si vous prolongez la ceinture d'Orion vers la droite (vers l'ouest), vous tomberez sur une étoile orangée, Aldébaran. Il s'agit d'une géante située à 65 années-lumière, dont la température de surface est d'environ 3900 K. 14^e étoile la plus brillante du ciel nocturne, elle marque l'extrémité d'un amas en forme de « V », l'amas des Hyades. Au nord-ouest d'Aldébaran, on trouve un splendide amas d'étoiles, les Pléiades. Aldébaran et les Pléiades font partie de la constellation du Taureau.

Si, maintenant, vous prolongez la ceinture d'Orion vers la gauche (vers l'est), vous tomberez sur l'étoile la plus brillante du ciel nocturne, Sirius. 25 fois plus lumineuse que le Soleil, elle doit son grand éclat (magnitude de -1,4) à sa relative proximité puisqu'elle ne se trouve qu'à 8,6 années-lumière. Sirius fait partie de la constellation du Grand Chien.

Si l'on prolonge la ligne passant par les épaules d'Orion vers la gauche (vers l'est), on atteint Procyon, la 8^e étoile la plus lumineuse du ciel nocturne. Deux fois plus large que le Soleil, elle doit, elle aussi, son éclat à sa proximité (11,5 années-lumière). Procyon est l'étoile principale du Petit Chien, une constellation qui ne présenterait aucun sans intérêt sans sa

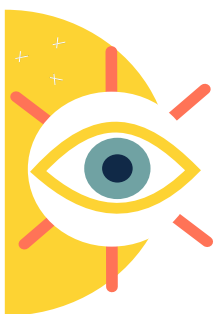
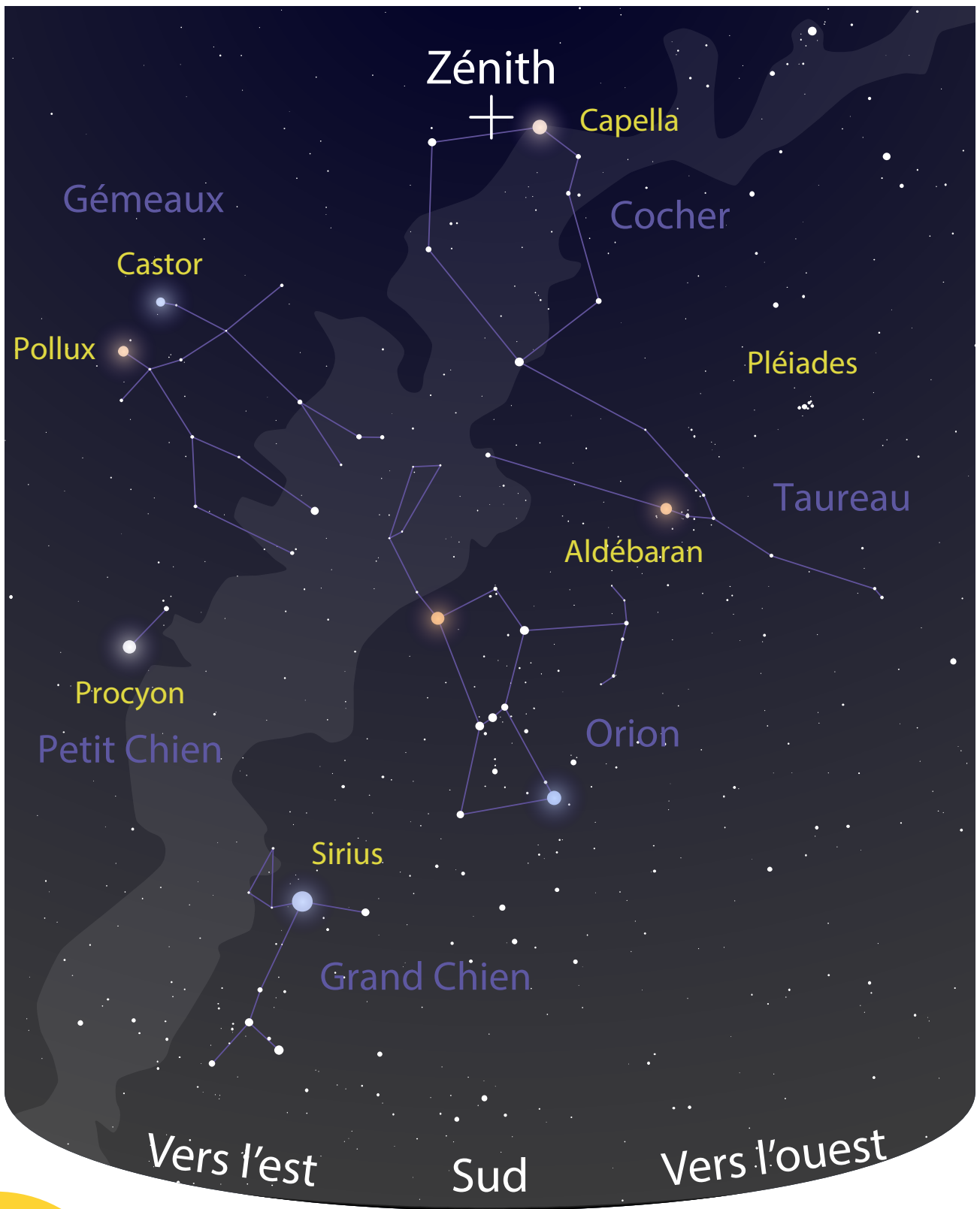
présence immanquable.

Au-dessus d'Orion, presque au zénith en soirée, la constellation du Cocher domine le ciel d'hiver. Son étoile la plus remarquable est Capella, 6^e étoile la plus brillante du ciel nocturne. Elle se situe à 43 années-lumière de nous et, au-dessus du 44^e parallèle nord, ne se couche jamais, se contentant de raser l'horizon nord au plus bas de sa course. Capella est un système multiple, dont les deux principales composantes, plus massives et plus grandes que le Soleil, tournent l'une autour de l'autre en une centaine de jours. Elle fait partie de la constellation du Cocher.

Enfin, si l'on prolonge la ligne passant par Rigel et Bételgeuse, on tombe sur deux étoiles dont le contraste en couleur est assez évident. Castor, la moins brillante, est blanche (il s'agit en réalité d'un système sextuple organisé en trois paires d'étoiles binaires) tandis que Pollux est orangée. Castor et Pollux appartiennent à la constellation des Gémeaux.

Le dossier général

« Les constellations » vous expliquera pourquoi on ne voit pas les mêmes constellations au fil des saisons.



Primaire / Collège / Lycée :

La constellation d'Orion se trouve au cœur d'un ensemble de superbes constellations constituées d'étoiles brillantes. Nous vous invitons à les découvrir, même au cœur des grandes villes.

5

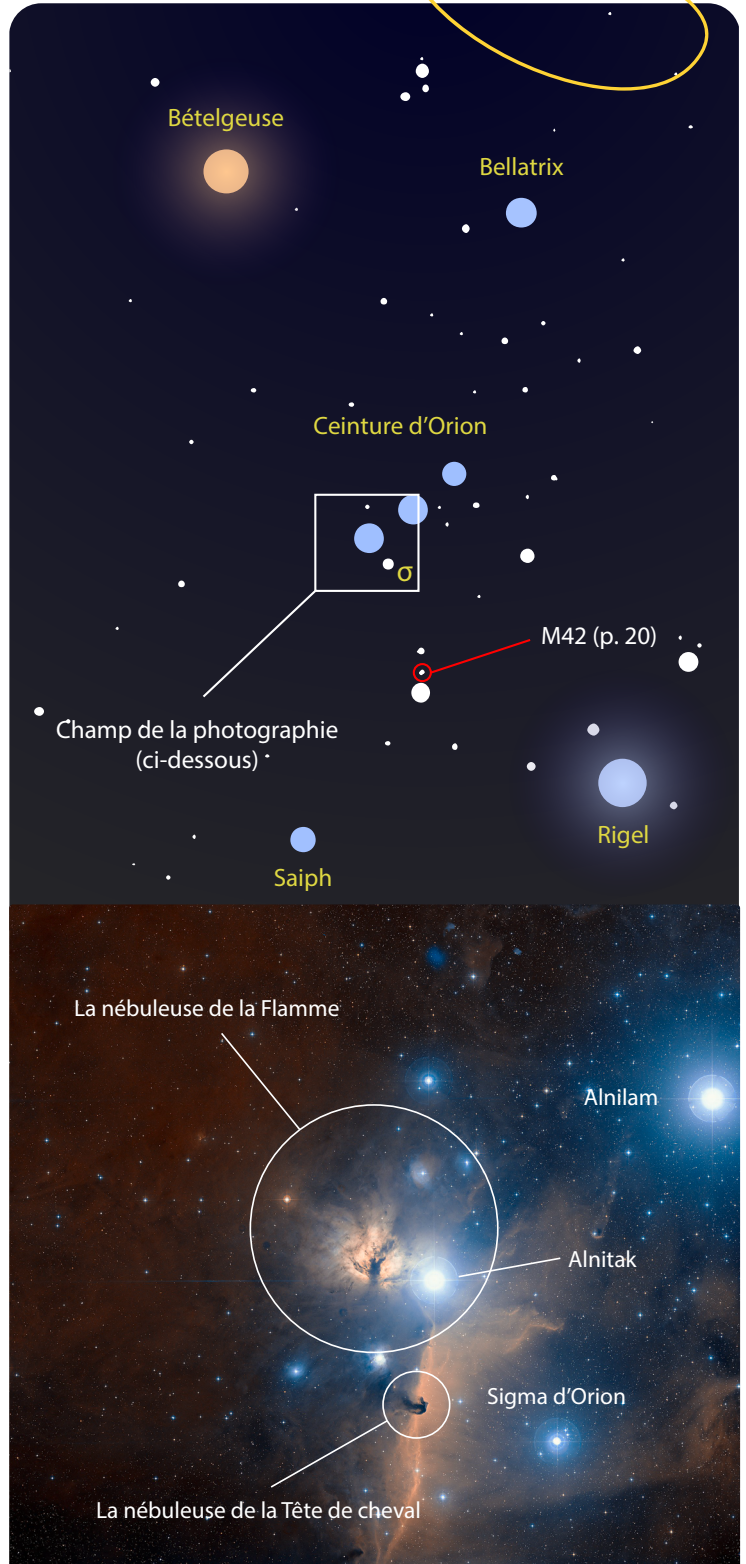
ORION SE DEVOILE !

Voici quelques cibles sur lesquelles vous pouvez focaliser votre attention. Certaines sont faciles à observer à l'œil nu, d'autres nécessitent un télescope et un ciel pur pour être décelées.

À la différence du Soleil, la plupart des étoiles ne mènent pas une vie solitaire. Il existe des couples d'étoiles et des systèmes multiples dans lesquels les étoiles sont suffisamment proches les unes des autres pour être liées par l'attraction gravitationnelle. Ces rapprochements ne sont très majoritairement pas le fruit du hasard et sont la conséquence d'une gestation commune au sein des grands nuages de gaz interstellaire qui donnent naissance aux étoiles.

Orion ne fait exception et sur ses sept étoiles principales, trois font partie, à notre connaissance, d'un système multiple : Rigel, Alnitak et Mintaka. Apparaissant à l'œil nu comme une seule étoile, Alnitak est en réalité un système triple, Rigel un système au moins quadruple et Mintaka, un système au moins quintuple.

On ne soulignera jamais assez l'importance du suivi des étoiles multiples sur plusieurs décennies : grâce à l'étude de leurs mouvements, on peut accéder directement à leur masse, un paramètre fondamental pour l'astrophysique.



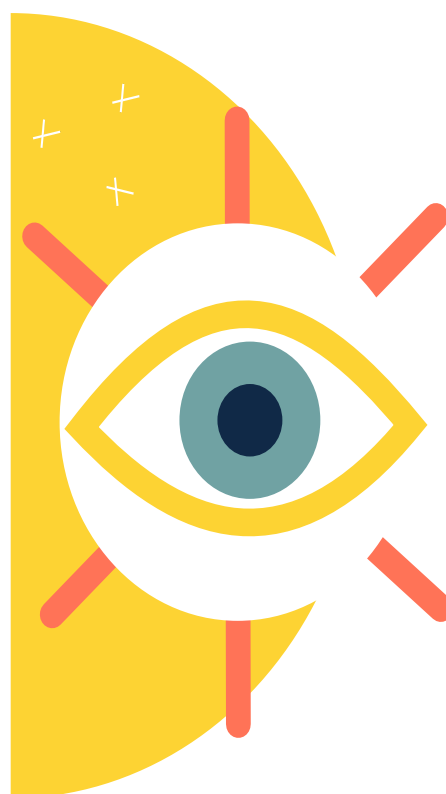
Observation à réaliser à l'œil nu, sans difficulté.

La ceinture d'Orion

Avec l'étoile sigma d'Orion décrite plus bas et une centaine d'étoiles plus faibles, Alnitak, Alnilam et Mintaka, qui forment la ceinture d'Orion, font partie d'un amas ouvert connu sous le nom de Collinder 70. Alnitak est un système stellaire triple, Alnilam est plusieurs centaines de milliers de fois plus brillante que le Soleil et Mintaka est un système quintuple.

Bételgeuse et Rigel

Bételgeuse et Rigel, les deux étoiles les plus brillantes de la constellation d'Orion, sont des célébrités du ciel d'hiver. Bételgeuse est une supergéante rouge, dont la teinte orangée est amplifiée par une paire de jumelles ou un télescope. Si vous placiez Bételgeuse au centre de notre système solaire, elle engloutirait toutes les planètes jusqu'à Jupiter incluse. Dans un avenir lointain, Bételgeuse explosera en supernova et sera si brillante qu'elle projettera des ombres sur le sol. Rigel est une étoile supergéante bleue 100 000 fois plus lumineuse que notre propre Soleil. Avec une magnitude de 0,12, c'est la 7^e étoile la plus brillante du ciel nocturne.

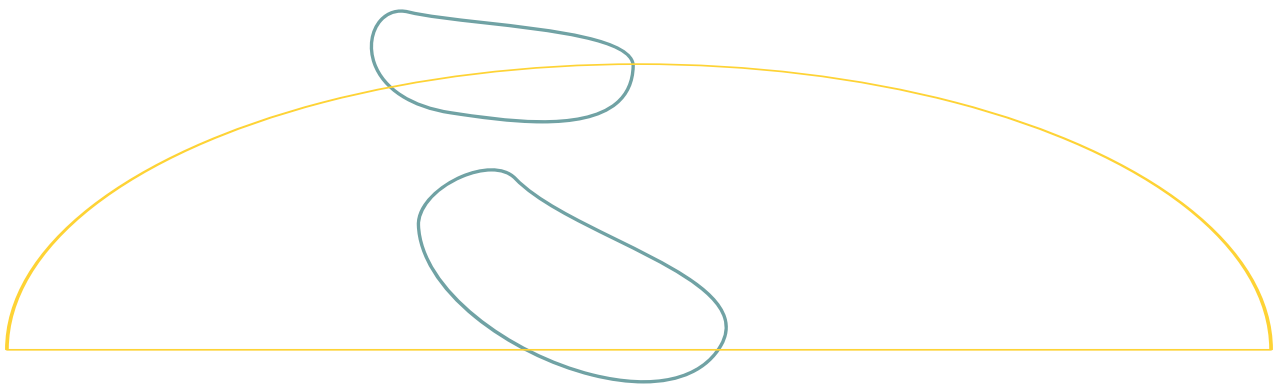


Bellatrix

La troisième étoile la plus brillante d'Orion, Bellatrix, se trouve dans le coin supérieur droit du rectangle, à 5° à l'ouest de Bételgeuse. Son nom signifie « la guerrière » en latin. Cette étoile géante bleue, qui fait près de six fois le diamètre du Soleil, n'a que 25 millions d'années. Avec sa magnitude de 1,6, c'est la 26^e étoile la plus brillante du ciel nocturne.

Saiph

La plus faible des quatre étoiles du rectangle d'Orion, Saiph – du mot arabe pour « épée » – est une supergéante. Bien qu'elle soit près de 60 000 fois plus lumineuse que le Soleil, sa magnitude ne s'élève qu'à 2 en raison sa distance proche de 650 années-lumière.



Observations qui nécessitent l'utilisation d'une paire de jumelles, un instrument toujours très pratique pour voir les objets faibles et étendus comme les amas d'étoiles et certaines nébuleuses...

... ou d'un instrument plus lumineux, permettant d'accéder à des détails plus fins, comme la lunette astronomique ou le télescope.

La nébuleuse d'Orion (également appelée M42)

La nébuleuse d'Orion se trouve au centre de l'épée d'Orion, une courte ligne verticale de trois étoiles faibles qui pend de la ceinture d'Orion. Composée de poussière et de gaz et située à 1 350 années-lumière, elle peut être vue à l'œil nu. Une paire de jumelles 10 x 50 mettra en valeur la nébuleuse, tandis qu'un petit télescope fera ressortir des zones sombres et d'autres plus claires.

L'étoile Sigma d'Orion (σ Orionis)

À l'extrémité orientale de la ceinture d'Orion, juste au sud d'Alnitak, cette étoile multiple de quatrième magnitude est le membre le plus brillant d'un jeune amas d'étoiles ouvert, dont plusieurs dizaines de membres sont décelables. Sigma elle-même est un système quintuple et un petit télescope résoudra ses composantes les plus brillantes, ce qui en fait une cible très populaire chez les astronomes amateurs.

L'amas du Trapèze

Enchâssé au cœur de la nébuleuse d'Orion, l'amas du Trapèze est un amas d'étoiles nées de la poussière et du gaz environnants. L'amas apparaît ponctuel aux jumelles mais un petit télescope révélera ses quatre étoiles les plus brillantes. À travers un instrument de grand diamètre, la vue est époustouflante.

La nébuleuse de la Tête de cheval

La nébuleuse de la Tête de cheval est un nuage de poussière sombre se découpant sur fond brillant. Elle se situe sous Alnitak, l'étoile qui brille à l'extrémité orientale de la ceinture d'Orion. Pour la voir, vous aurez besoin d'un ciel sombre, d'un télescope de grand diamètre, d'un fort grossissement et d'une nuit sans Lune. Si ces conditions sont réunies, la nébuleuse vous apparaîtra comme un cavalier, la pièce du jeu d'échecs.

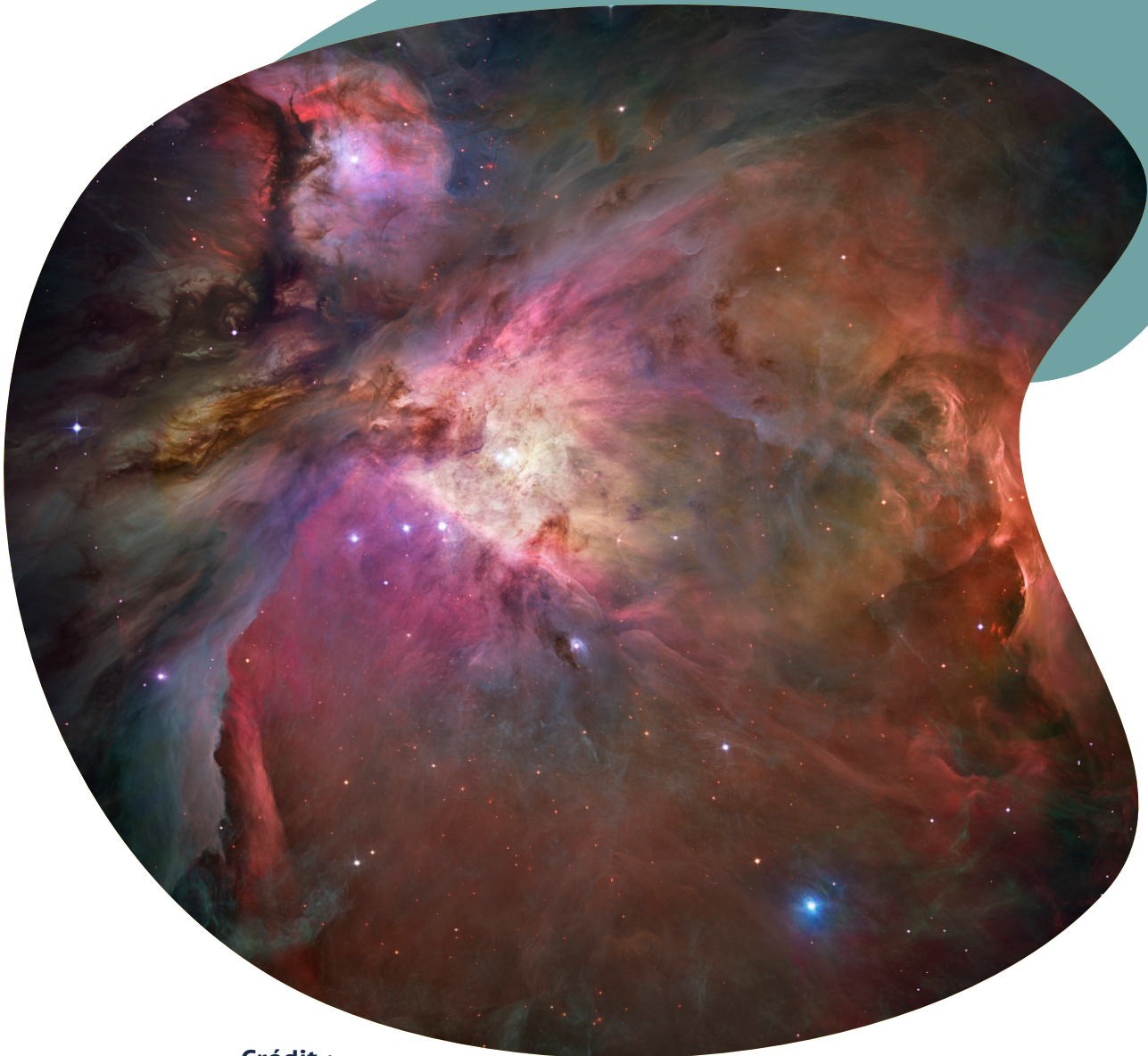
La nébuleuse de la Flamme



Quelque peu éclipsée par ses célèbres voisines les nébuleuses d'Orion et de la Tête de cheval, la Flamme est un nuage de gaz et de poussière rendu visible par l'étoile Alnitak. Dans un petit télescope, vous la verrez sous la forme d'une tache passablement conique. Un instrument plus grand vous la montrera coupée en deux par une bande de poussière sombre.

La nébuleuse de la Flamme est une excellente cible photographique : de courtes expositions non guidées avec un appareil photo reflex numérique fixé sur un trépied vous permettront de l'immortaliser.

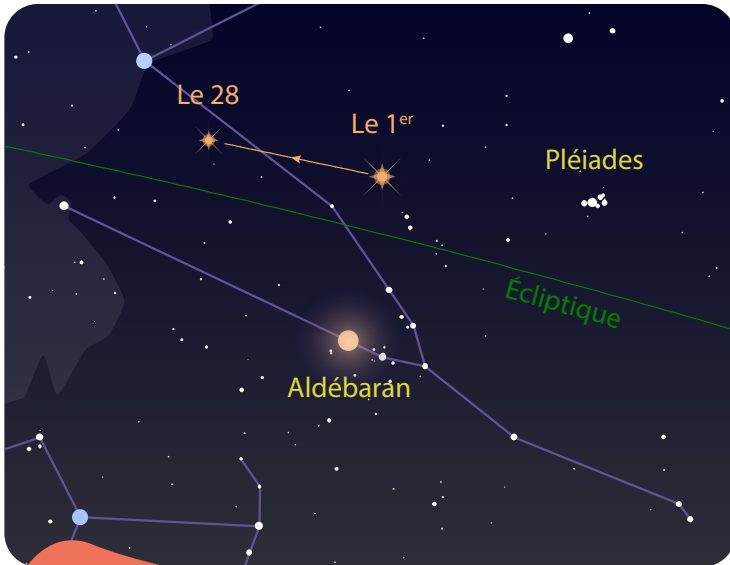
La nébuleuse d'Orion photographiée par le télescope spatial *Hubble*. En son cœur, l'amas du Trapèze.



Crédit :
NASA, ESA, M. Robberto (Space Telescope Science Institute / ESA),
Hubble Space Telescope Orion Treasury Project Team.

6

PLANETE EN VUE !



Si vous comparez la carte du ciel d'hiver (p. 16) au ciel réel, vous remarquerez là-haut, non loin d'Aldébaran du Taureau, un point brillant plutôt orangé non répertorié sur la carte : il s'agit de la planète Mars !

En effet, cette carte se veut « intemporelle » et toujours d'actualité, au moins sur la durée d'une vie humaine. Or, la Terre et les planètes tournent autour du Soleil et la composition de leur mouvement fait que pour un observateur terrestre, les planètes se déplacent dans notre ciel. Voilà comment, dès l'Antiquité, on a fait la différence entre les étoiles et les planètes : les premières restent fixes les unes par rapport aux autres et les secondes vagabondent à travers les constellations.

Les planètes tournant autour du Soleil dans des plans presque confondus, elles ne se déplacent pas n'importe où dans le ciel et on les trouve uniquement devant une bande de constellations appelées *constellations du zodiaque*. Voici la course de Mars dans la constellation du Taureau du 1^{er} au 28 février.

La planète Rouge perd près de la moitié de son éclat au cours du mois, glissant de la magnitude $-0,24$ à $+0,41$. En effet, au cours de la même période, sa distance à la Terre passe de 132 à 170 millions de kilomètres. Mars demeurera observable jusqu'au début de l'été vers le couchant. En cette période, sa magnitude proche de 2 fera alors d'elle un astre relativement anonyme.

7

LA TEMPERATURE DES ETOILES

Les étoiles ne sont pas toutes blanches, elles possèdent des couleurs. Nous avons déjà rencontré Bételgeuse la rougeâtre et Rigel la bleutée. Ailleurs, comme dans le Bouvier par exemple, la très brillante Arcturus est orangée alors qu'Antarès du Scorpion est franchement rougeâtre, couleur renforcée par sa faible hauteur sur l'horizon sous nos latitudes.

Ces différences de couleur traduisent des différences de températures de surface. Un simple coup d'œil permet donc d'estimer la température d'une étoile, si elle est suffisamment brillante. Voici la correspondance entre couleur et température de surface :

Teinte de l'étoile	Température de surface (K)
Rouge	2 400 - 3 700
Orange	3 700 - 5 200
Jaune	5 200 - 6 000
Blanc-jaune	6 000 - 7 500
Blanc	7 500 - 10 000
Blanc-bleuté	10 000 - 30 000
Bleu	> 30 000 K

Les étoiles les plus froides sont rouges alors que les plus chaudes sont bleues : c'est l'inverse des couleurs que l'on retrouve sur nos robinets dans la salle de bain !

Attention toutefois à ne pas se laisser abuser par ce vocabulaire : lorsqu'on parle d'étoile rouge, il faut imaginer dans le ciel réel une étoile blanchâtre avec une légère teinte rouge. Les couleurs sont subtiles.

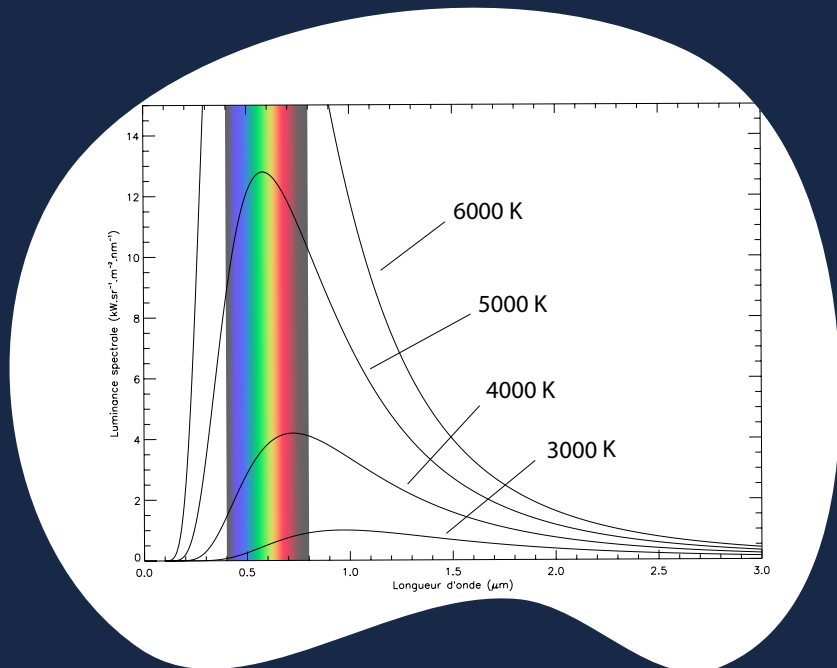
Une étoile se comporte en première approximation comme ce qu'en physique, on appelle un corps noir. Ce comportement est à l'origine du lien entre sa température et sa couleur. Mais comment le Soleil peut-il être qualifié de corps noir alors qu'il est éblouissant ?! Il faut revenir à la définition même de corps noir : il s'agit d'un objet idéal qui absorbe parfaitement toute la lumière qu'il reçoit, sans la réfléchir ni la diffuser, quels que soient sa fréquence et son angle d'incidence. Cette absorption chauffe l'objet qui, lorsqu'il atteint l'équilibre thermique, émet un rayonnement caractéristique appelé *rayonnement du corps noir*, qui dépend uniquement de

température et pas de sa forme ni de sa composition. Une petite ouverture taillée dans la paroi d'un four rayonnera comme un corps noir. Voilà donc un concept qui porte très mal son nom : un corps noir n'est pas noir et mieux que cela, il rayonne très bien !

Suivons un photon émis dans les régions centrales du Soleil : il est absorbé par la matière environnante, émis, réabsorbé, réémis tant et si bien que son parcours est une véritable marche au hasard entrecoupée d'incessantes absorptions et émissions. Il lui faudra environ un million d'années pour enfin quitter le Soleil et s'enfoncer dans l'espace. On peut donc dire que la matière solaire se montre un excellent absorbant pour les photons que notre étoile crée en son cœur. Son spectre est ainsi semblable à celui d'un corps noir.

La figure suivante donne le spectre du corps noir, c'est-à-dire l'intensité du rayonnement du corps noir en fonction de la longueur d'onde (ici, entre 0 et 3 μm) pour quatre températures (3000 K, 4000 K, 5000 K et 6000 K), auquel on a superposé le spectre visible. À sa gauche, on trouve le domaine ultraviolet et à sa droite, le domaine infrarouge. Peu importe l'unité qui figure en ordonnée, ce qu'il faut retenir, c'est que :

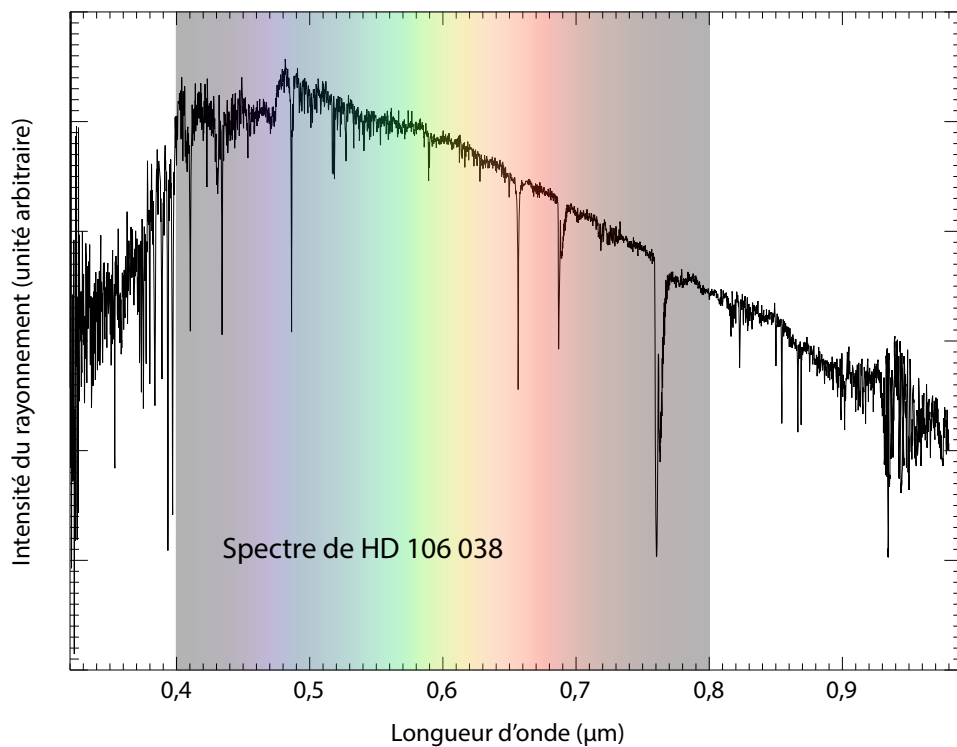
- un corps noir plus chaud qu'un autre corps noir émet plus d'énergie à toutes les longueurs d'onde ;
- le pic d'émission du corps noir le plus chaud se trouve à une longueur d'onde plus petite que l'autre.



Plus précisément, on démontre que :

- la puissance émise par un corps noir est proportionnelle à la puissance quatrième de sa température ; un corps noir deux fois plus chaud qu'un autre rayonne donc $2^4 = 16$ fois plus ;
- la position du pic d'émission λ_{max} est intimement liée à la température T selon la formule $\lambda_{\text{max}} \approx 3\,000 / T$ où T est exprimée en kelvin et λ_{max} en micromètre. Ainsi, un corps noir porté à 3 000 K émet son maximum d'énergie dans l'infrarouge proche, à 1 μm , mais s'il l'était à 30 000 K, ce serait dans l'ultraviolet, vers 0,1 μm .

Dans le spectre visible, une étoile froide, dont la surface est à 3 000 K, émet sensiblement plus aux grandes longueurs d'onde qu'aux petites : elle nous semble rougeâtre. Inversement, une étoile dix fois plus chaude émet bien plus aux courtes longueurs d'onde qu'aux grandes : elle nous semble bleutée. Le Soleil, qui affiche une



température de surface proche de 6 000 K, émet avec un maximum vers 0,5 μm, en plein cœur du spectre visible. Notre œil intégrant sur tout le spectre, nous devrions le voir... blanc. Toutefois, l'atmosphère terrestre lui donne la teinte jaunâtre que nous connaissons tous.

Un peu plus haut, nous avons écrit qu'une étoile se comportait *en première approximation* comme un corps noir. En effet, à haute résolution, il apparaît qu'à l'enveloppe du rayonnement du corps noir se superposent des raies en absorption (et parfois en émission), qui rendent compte de la nature et de l'état physique de la matière dans les couches superficielles des étoiles.

Voici, à titre d'exemple, le spectre de l'étoile HD 106 038 (d'après les données du service STELIB développé par l'[Observatoire Virtuel Espagnol](#) dans le cadre du [Groupe de travail G5 de la Commission de l'Union astronomique internationale : bibliothèques de spectres stellaires](#)), une étoile dont la température de surface est proche de 6 000 K. La forme générale du spectre d'un corps noir à cette température est aisément identifiable mais la présence de très nombreuses raies d'absorption lui donne un aspect quelque peu décousu.

8

BETELGEUSE EST-ELLE EN TRAIN DE S'ETEINDRE ?

Notre Soleil est un modèle de constance. Sa luminosité ne varie quasiment pas, tout au plus de 0,1% sur un cycle de 11 ans. Contrairement à lui, certaines étoiles voient leur éclat varier de manière non négligeable. Cela peut être dû à une cause extérieure – dans un système binaire à éclipses, la luminosité d'une étoile peut chuter parce qu'une autre étoile s'interpose à intervalles réguliers entre elle et nous – ou à une cause interne, comme des changements de la structure même de l'étoile.

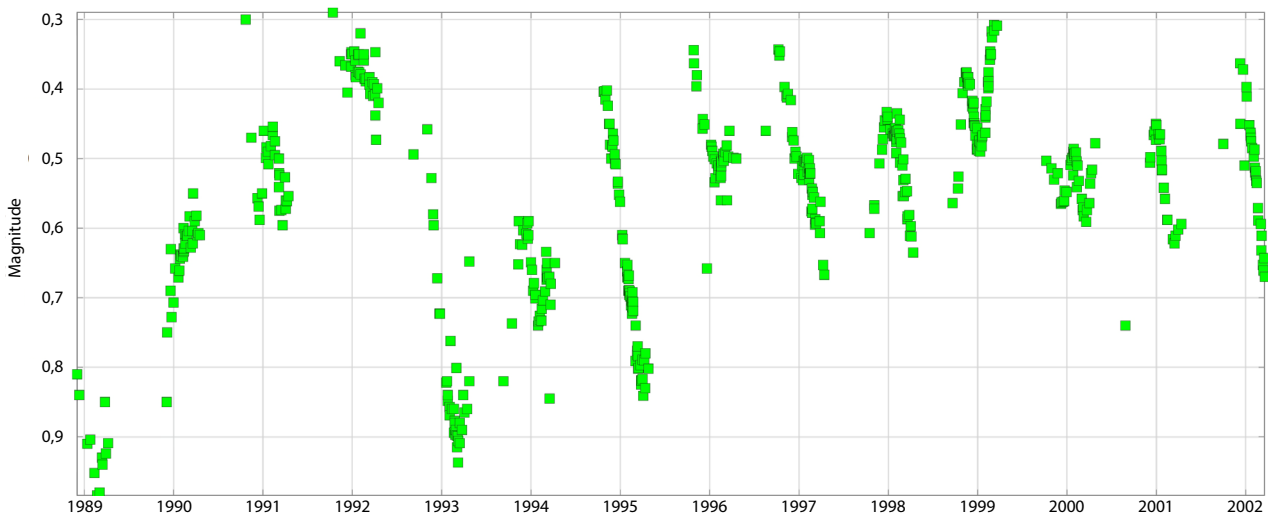
Dans Orion, Mintaka Aa et Ab forment une binaire à éclipses qui imposent une légère variation de magnitude du système entre 2,14 et 2,23 selon une période de 5,73 jours.

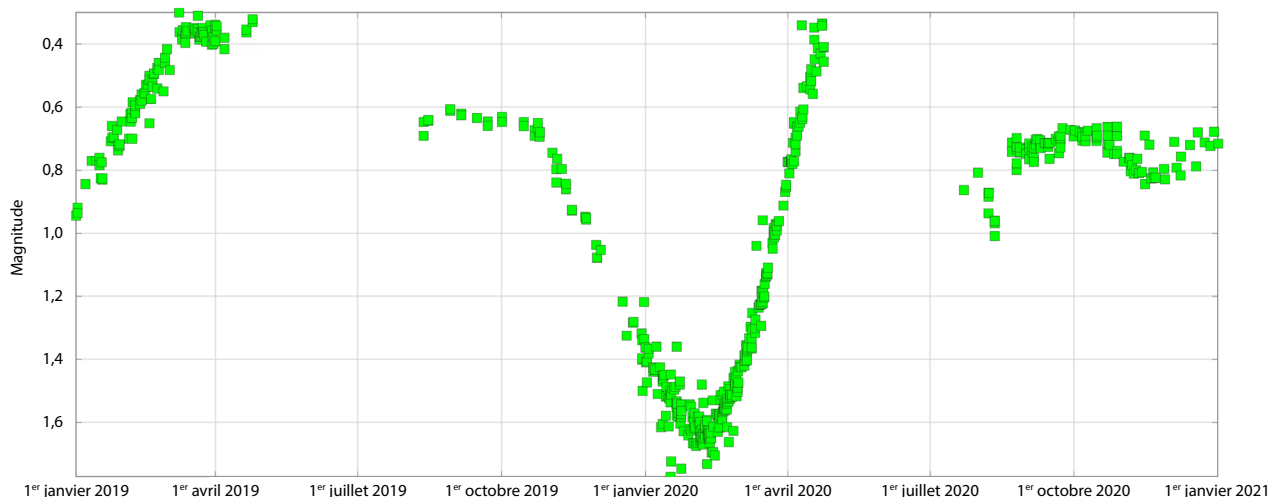
La magnitude de Rigel varie de 0,05 à 0,18, conséquence d'une pulsation de son atmosphère sans que n'apparaisse une période claire.

Bételgeuse, elle, voit sa magnitude osciller généralement entre 0,3 et 1,0. On la classe dans la catégorie des variables semi-régulières, ce qui indique qu'une certaine périodicité est perceptible dans les changements de luminosité (ici, 400 jours et, plus discrètement, 2 300 jours), mais les amplitudes peuvent varier, les cycles peuvent avoir des durées différentes et il peut y avoir des arrêts ou des périodes d'irrégularité.

Courbe de lumière de Bételgeuse entre le 2 décembre 1988 et le 18 mars 2002.

Crédit : American Association of Variable Star Observers.





Courbe de lumière de Bételgeuse entre le 1^{er} janvier 2019 et le 1^{er} janvier 2021.

Crédit : American Association of Variable Star

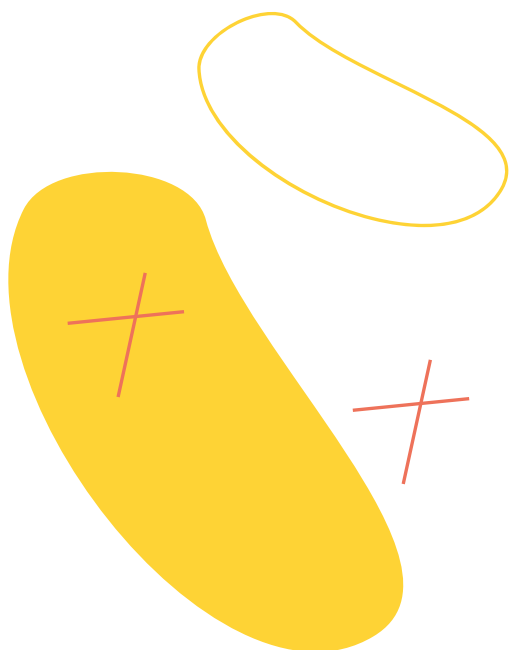
Observers (AAVSO), <https://www.aavso.org/>.

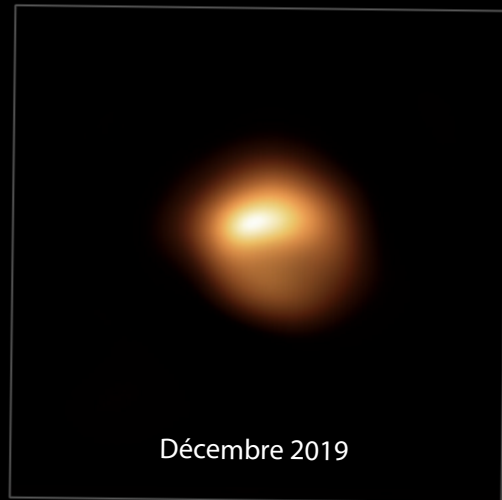
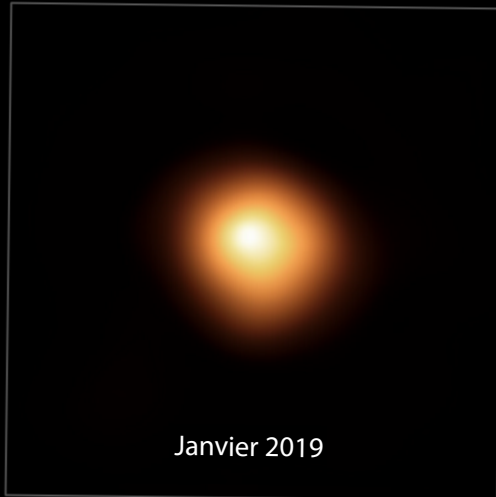
À la fin de l'année 2019 et au début de l'année 2020, un événement inattendu s'est produit. Bételgeuse a vu sa magnitude chuter lourdement, avant de repartir à la hausse et retrouver son niveau habituel.

Était-ce le signe d'une fin proche ?

On sait que cette étoile monstrueuse, âgée de 8 millions d'années, près de 20 fois plus massive que le Soleil et d'un diamètre presque 1 000 fois plus élevé, explosera en une supernova dont l'éclat rivalisera avec celui d'un quartier de Lune. Toutefois, on ne sait quand... ce pourrait être demain, dans un million d'années mais plus vraisemblablement dans les 100 000 ans à venir.

En seulement trois mois, la magnitude de Bételgeuse a diminué d'une unité et a atteint le niveau le plus faible observé depuis au moins 150 ans. Que s'est-il donc passé ? On sait déjà que cette étoile, 100 000 fois plus lumineuse que le Soleil, perd continuellement de la matière sous la forme d'un vent stellaire très intense. Son environnement est complexe, elle est entourée de plusieurs coquilles de gaz asymétriques et de la poussière se forme dans sa haute atmosphère.





Bételgeuse avant et pendant son affaiblissement. En raison de sa taille gigantesque, c'est l'une des seules étoiles dont on parvient à résoudre le disque, malgré son éloignement colossal.

Crédit : ESO / M. Montargès *et al.*

Grâce à la contribution de nombreux instruments au sol et dans l'espace, les astronomes ont apporté un scénario cohérent du phénomène :

« Selon les scientifiques, l'étoile a éjecté dans l'espace une importante quantité de matière. À partir de cette éruption, un immense nuage de gaz s'est partiellement transformé en poussières en se refroidissant, conduisant à l'occultation de l'étoile. L'étoile se remet lentement de cette convulsion ; sa photosphère se rétablit progressivement. Toutefois, son cycle de pulsation habituel est perturbé : son intérieur résonne désormais comme une « cloche légèrement désaccordée ». Cela ne veut pas forcément dire que l'étoile supergéante va bientôt exploser, mais elle pourrait continuer à surprendre les astronomes. »

Note de presse de l'Observatoire de Paris, août 2022

<https://www.observatoiredeparis.psl.eu/une-lente-convalescence-pour.html>

9

RESSOURCES

Logiciels et applications

Les logiciels de planétarium vous permettent de simuler l'aspect du ciel étoilé à n'importe quel moment depuis n'importe quel endroit sur Terre.

Programmes gratuits

C2A

Windows, GNU-Linux, Mac OS X
<http://www.astrosurf.com/c2a/>

Cartes du ciel

Windows, GNU-Linux, Mac OS X
<https://www.ap-i.net/skychart/fr/start>

Stellarium

Windows, GNU-Linux, Mac OS X
<https://stellarium.org/fr/>

Programme commercial

Starry Night

Windows, Mac OS
<https://www.starrynight.com/>

Bibliographie

M.-F. Serre, *Les constellations et leurs légendes grecques*, éd. Vuibert, 2005.

H. A. Rey, *The Stars : A new way to see them*, éd. Houghton Mifflin Co., 1952. Un classique intemporel pour repérer les constellations, souvent réédité. Disponible en français sous le titre *Sachez lire les étoiles*.

Applications pour smartphones et tablettes

Sky Map, Cartes du ciel, Heavens above, Sky Tonight, SkySafari, SkEye, Stellarium Mobile, Constellation Map, Nightshift, WinStars 3, Star Walk 2, GoSkyWatch, SkyView...

Certaines applications ne fonctionnent que sous Android, d'autres sous iOS, d'autres ont été développées sur les deux systèmes d'exploitation. Certaines sont disponibles en français, d'autres en anglais. Enfin, certaines applications sont payantes, d'autres comportent des achats intégrés et d'autres sont entièrement gratuites.

En podcast

Dans sa collection « savoirs » dédiée à la jeunesse, France culture vous propose de « repérer les constellations et de voyager dans l'espace avec Chloé, sa grand-mère un peu sorcière et l'astrophysicienne Françoise Combes. Un voyage initiatique en 12 nuits, à écouter en famille dès 8 ans ».

<https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/les-mondes-de-chloe-a-la-belle-etoile>

La onzième nuit est vouée à Orion et à la diminution d'éclat temporaire de l'étoile Bételgeuse. Lien direct vers cette onzième nuit :

<https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/les-mondes-de-chloe-a-la-belle-etoile/onzieme-nuit-orion-4689846>

Sur le blob

Universcience, l'établissement public qui réunit la Cité des sciences et de l'industrie et le Palais de la découverte, a lancé en mars 2019 **le blob, l'extra-média**. Gratuit, sans abonnement et sans publicité, le blob est un média de service public. Le blob propose une nouvelle vidéo à la une chaque jour, avec un fil d'actualité scientifique quotidien et des enquêtes mensuelles sur les grands enjeux contemporains, mêlant donc sujets de fond et actualité « chaude ».



Une recherche avec le mot-clé « Orion » vous conduira à plusieurs courtes vidéos de qualité qui vous permettront de repérer sans ambiguïté cette constellation et de découvrir les merveilles qu'elle recèle. Attention toutefois à ne pas confondre la constellation d'Orion avec le véhicule spatial habité américain *Orion* du programme aujourd'hui abandonné *Constellation* ! Détail amusant, le programme *Artemis*, qui lui a succédé, porte le nom de la déesse qui causa la perte du chasseur légendaire.

Sur site

Et bien sûr, si vous le pouvez, n'hésitez pas à réserver pour vos élèves une séance au planétarium de la Cité des sciences et de l'industrie ou à celui des Étincelles du Palais de la découverte !

Département Education & Formation
Rédaction & photographie : J. KIEKEN
Illustration & graphisme : H. MALCUIT
Nous contacter :
educ-formation@universcience.fr