



Grâce à ce livre que tu as fabriqué toi-même, et aux maquettes que tu as construites, tu as découvert les secrets de la lumière, comment fonctionne un télescope, et bien d'autres choses encore... tu es maintenant plus savant que ne l'était Galilée !



aurel-illus.com
Conception/réalisation: Aurélie Bordenave - aurel-illus.com
Projet supervisé par Roland Lehoucq, astrophysicien au CEA.



C'EST QUOI L'ASTROPHYSIQUE ?





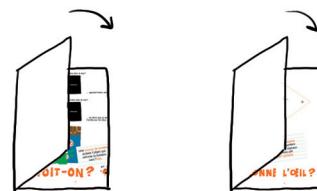
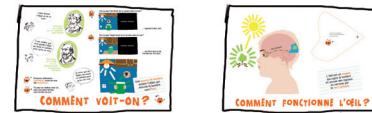
Découvre ce qu'est l'astrophysique grâce à ce livret à construire toi-même !



Pour cela, imprime les feuilles au format A4 ...



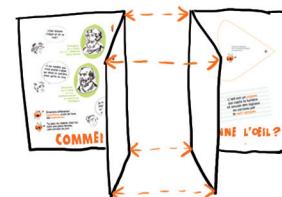
Attention à bien choisir 100% dans les paramètres de ton imprimante !



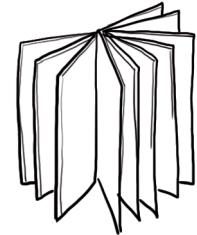
Plie soigneusement chaque feuille en deux, ajoute les maquettes lorsque elles sont indiquées.



Assemble les pages ensemble comme indiqué ci-contre.



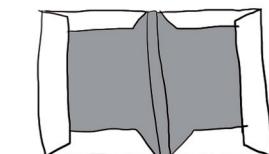
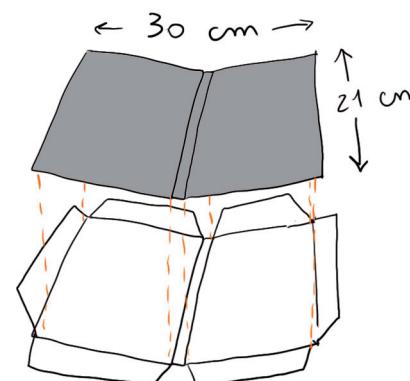
Colle toutes les pages entre elles [suis bien l'ordre des pages !]



Laisse sécher un moment.



Imprime ta couverture au format A3, en veillant de bien choisir 100%.



Pour terminer ton livret, construis d'abord ta couverture en mettant du carton dedans [boîte de céréales par exemple]



Enfin, colle la première et la dernière feuille à l'intérieur de la couverture.

Bravo, tu as achevé la réalisation de ton livret !

COMMENT CONSTRUIRE TON LIVRET ?

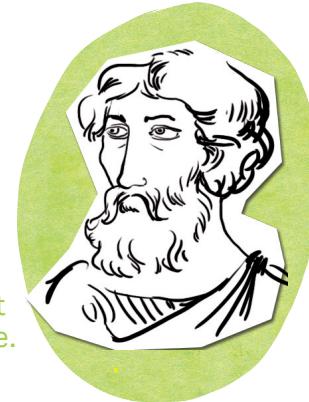
C'EST QUOI L'ASTROPHYSIQUE ?



Aurélie Bordenave - Roland Lehoucq

je me
pose des
questions

L'œil éclaire
l'objet et on le
voit !



Pythagore,
au v^e siècle
av J.-C., défendait
cette théorie.



Est-ce que l'œil émet de la lumière dans le noir ?



... apparemment, non.



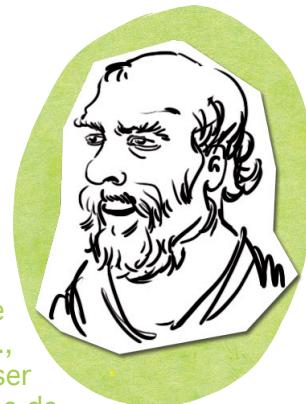
Est-ce que l'objet émet de la lumière dans le noir ?



... on dirait que ça ne
marche pas non plus.



Démocrite,
au iv^e siècle
av J.-C.,
préférait penser
à l'inverse de
Pythagore.



je crois que les
objets renvoient
la lumière pour
qu'on les voie



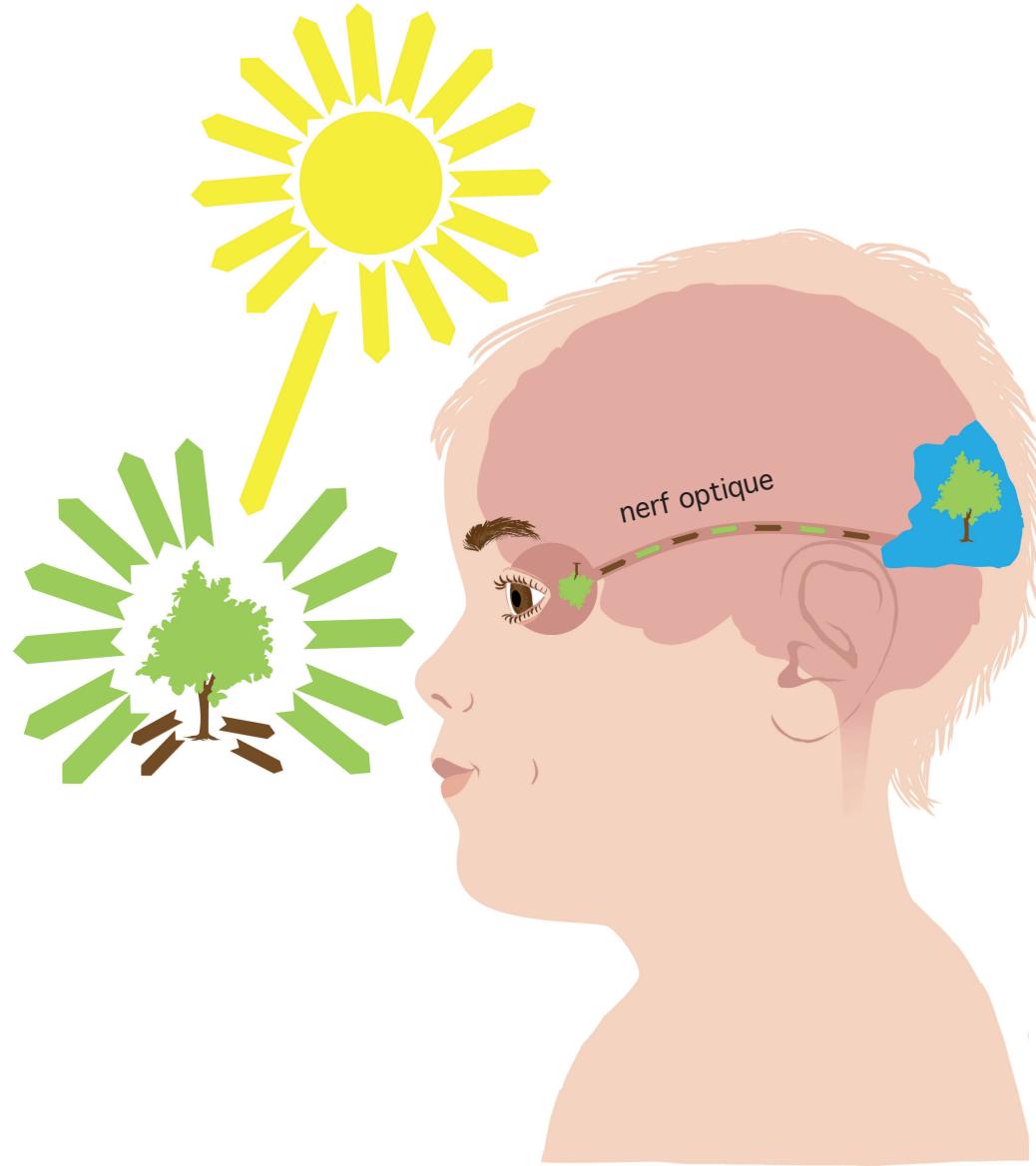
Tu peux les réaliser chez toi,
dans une pièce fermée,
sans lumière du jour.



Une source de lumière
éclaire l'objet qui
renvoie la lumière
vers l'œil.



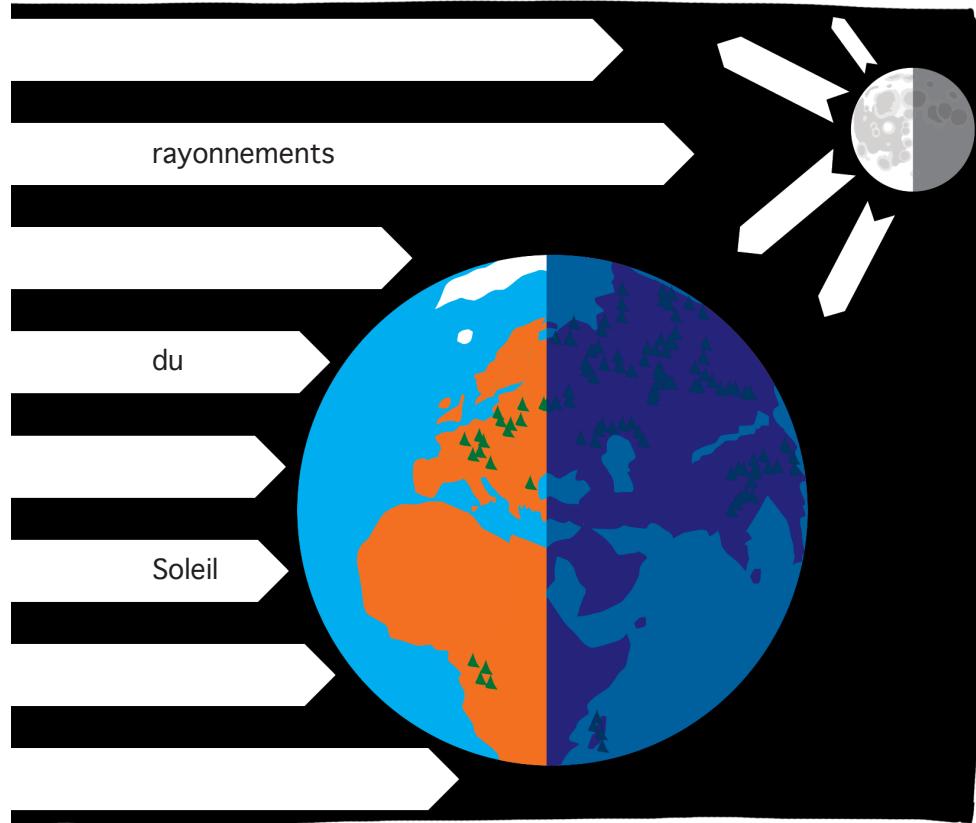
COMMENT VOIT-ON ?



COMMENT FONCTIONNE L'ŒIL ?



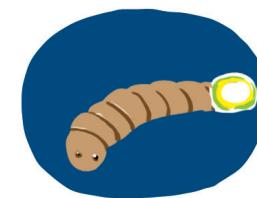
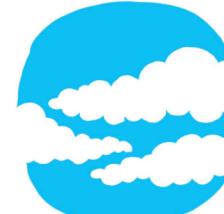
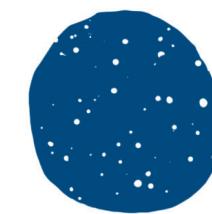
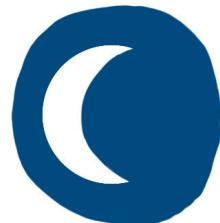
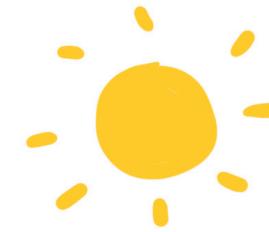
Le Soleil est tellement chaud qu'il brille et produit sa propre lumière.
Il est une **source primaire** de lumière.
Dans le ciel, on peut voir la Lune car elle renvoie les rayons du Soleil.
Elle est une **source secondaire** de lumière.



La Terre tourne sur elle-même.
Ce n'est donc pas toujours le même côté qui est éclairé par les rayons du Soleil:
on a ainsi une alternance de jours et de nuits.



Écris sous chaque image si c'est une **source primaire** ou une **source secondaire** de lumière.



QUELLES SONT LES SOURCES DE LUMIÈRE ?

L'écran d'ordinateur : source primaire, [L'ordinateur] : source secondaire.
L'écran d'ordinateur : source primaire, [L'ordinateur] : source secondaire.
Lune : source secondaire. Mais lune : source primaire.
Lune : source secondaire. Mais lune : source primaire.
[Lampe] : source secondaire. Nuages : sources secondaires.
Nuages : sources secondaires. Lampe : source primaire.
Etoiles : sources primaires. Amoule : source primaire.
Amoule : source primaire. Etoiles : sources primaires.

C'EST QUOI LA LUMIÈRE ?



C'est comme une toute petite bille qui va très très vite !

Isaac Newton (1643-1727) pensait que la lumière était constituée de petites particules.



Je crois que c'est une onde qui se déplace trèèèès vite !



C'est exactement le débat qu'avaient les scientifiques au XVIII^e siècle !



Christian Huygens (1629-1695) préférait concevoir la lumière comme une onde.



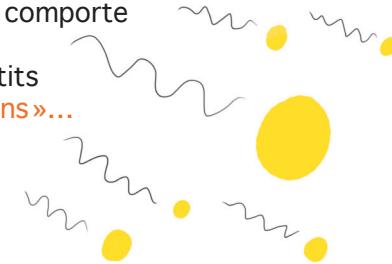
Place ici le sténopé que tu as construit et réalise l'expérience présentée sur la page d'après !

* on dit que c'est une «onde électromagnétique»!

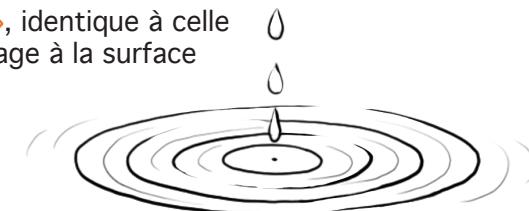


Et si c'était... un peu des deux ?

En effet, la lumière se comporte comme si elle était à la fois formée de petits grains appelés «photons»...



... et comme si c'était une «onde», identique à celle qui se propage à la surface de l'eau.



La lumière est à la fois un photon et une onde*.

En une seconde et dans le vide, elle parcourt 300 000 km !



Est-ce qu'elle fait
des slaloms
comme
un skieur?



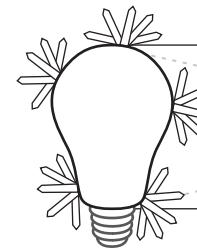
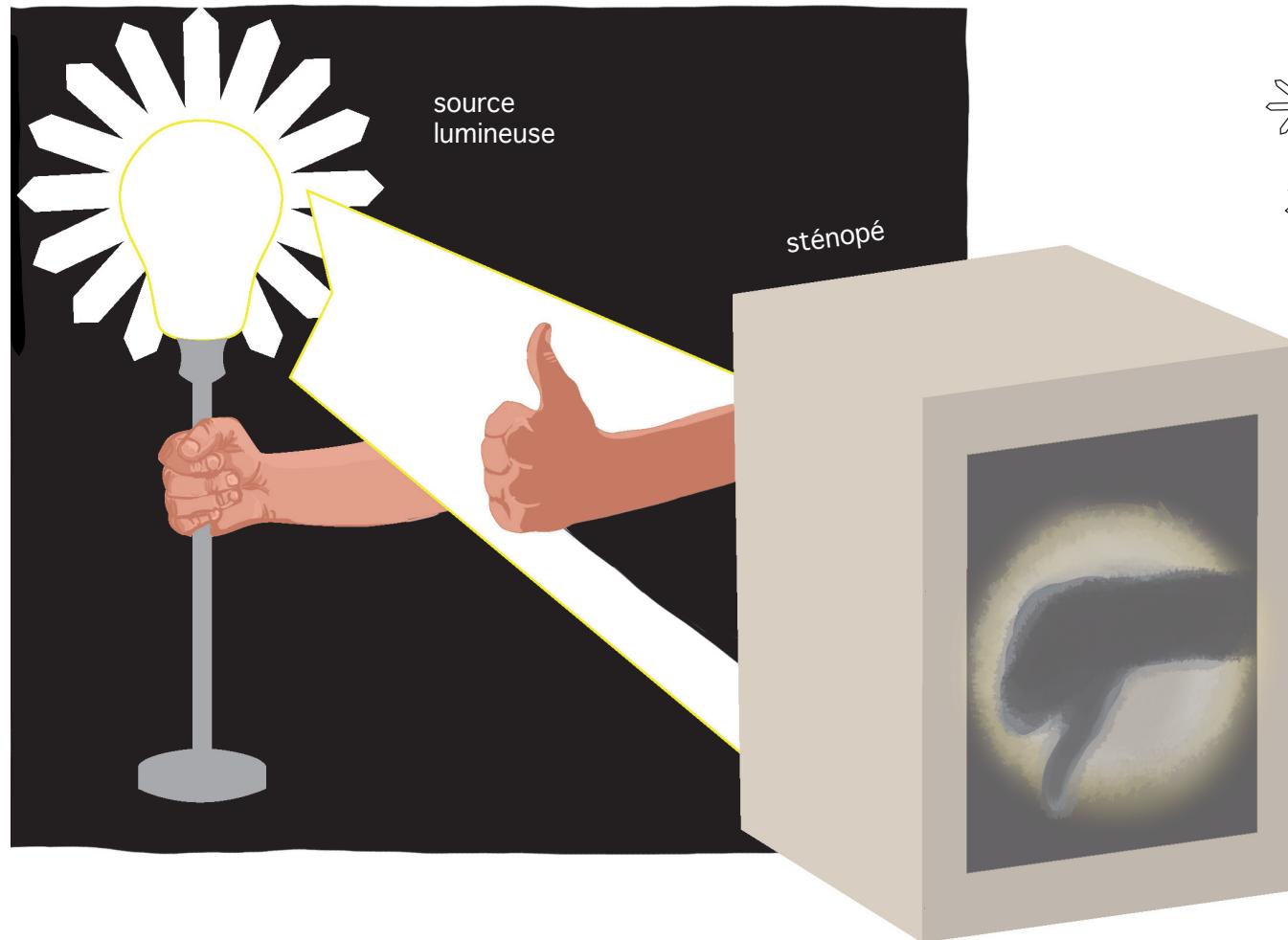
Réalise l'expérience
avec le sténopé en
pop-up que tu as
construit!



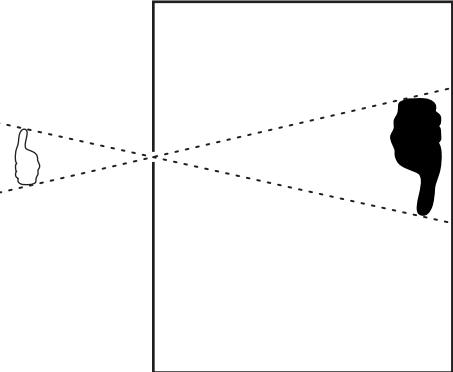
Mais pourquoi
l'image est-elle
formée à l'envers?



En physique, on peut
-presque- tout expliquer!
As-tu une idée?



source
lumineuse
étendue



main pouce
vers le haut

trou qui ne
laisse passer
qu'un seul rayon

main pouce
vers le bas

La lumière se déplace
en ligne droite.

COMMENT SE DÉPLACE LA LUMIÈRE?



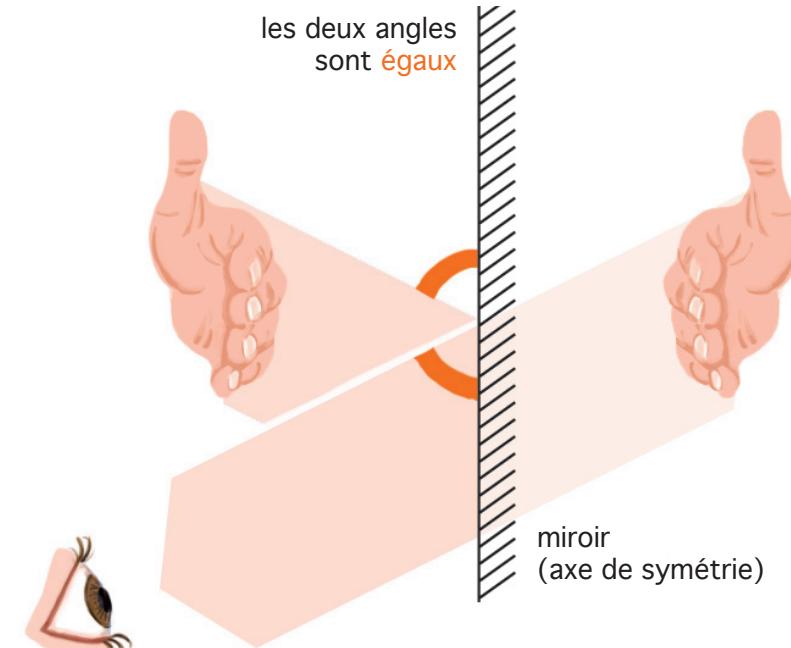
Lorsque tu te trouves face à un miroir,
tes mouvements semblent inversés.
Ta main gauche devient, **dans le miroir**,
ta main droite. Et ta main droite devient,
dans le miroir, ta main gauche.

je lève ma main
gauche!



Comment expliquer physiquement ce phénomène ?

les deux angles
sont **égaux**



La lumière que reçoit l'œil semble venir
d'une main droite de l'autre côté du miroir!

L'image d'une source
dans un miroir
est son **symétrique**
par rapport au plan du miroir.

COMMENT SE COMPORTE LA LUMIÈRE FACE À UN MIROIR ?



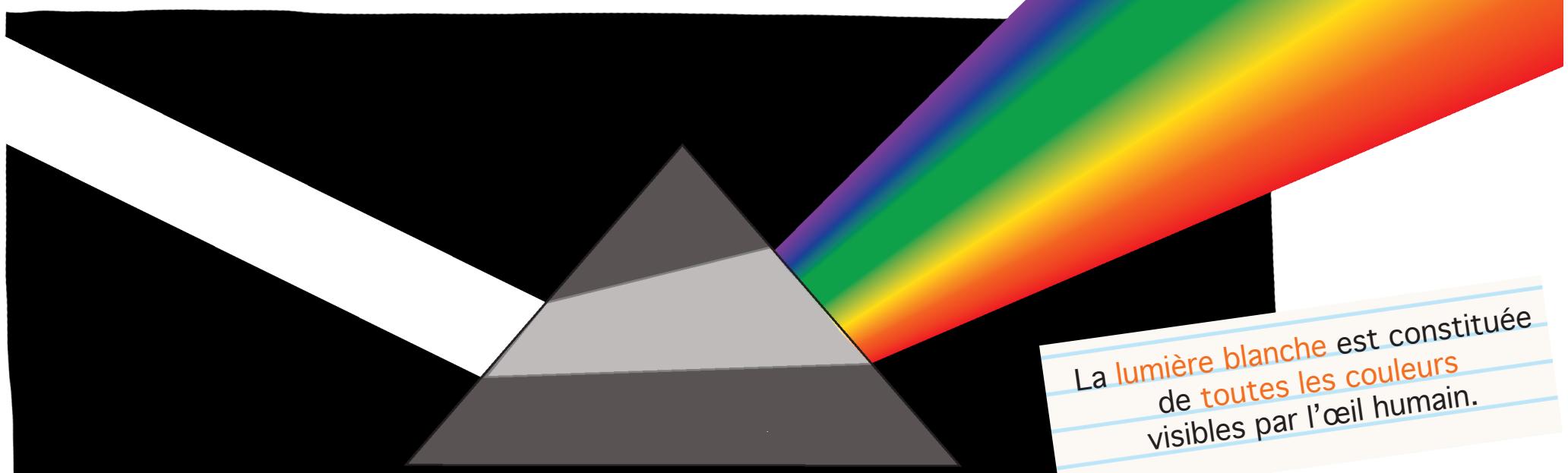
Isaac Newton
(1643-1727)
a beaucoup travaillé
sur la lumière.
Il a réalisé
une expérience
importante
pour déterminer
ce que sont
les couleurs.



...et on obtient les couleurs de l'arc-en-ciel !
Le bleu est plus dévié que le rouge,
et les couleurs sortent toujours
dans le même ordre.



On projette de la lumière blanche
sur un prisme de verre...



C'EST QUOI LES COULEURS ?



À la plage, c'est agréable de rester au soleil mais...



... si on reste trop longtemps, on brûle. C'est ce qu'on appelle un **coup de soleil**.



Johann Ritter (1776-1810) a découvert la lumière ultra-violet, qui provoque les coups de soleil.



Lorsque tu dégustes ton chocolat sorti du **four à micro-ondes**, sais-tu qu'est-ce qui l'a fait chauffer ?



L'hiver, certains cafés installent des drôles de parasols en terrasse pour **avoir chaud**. Mais grâce à qui ? à quoi ?



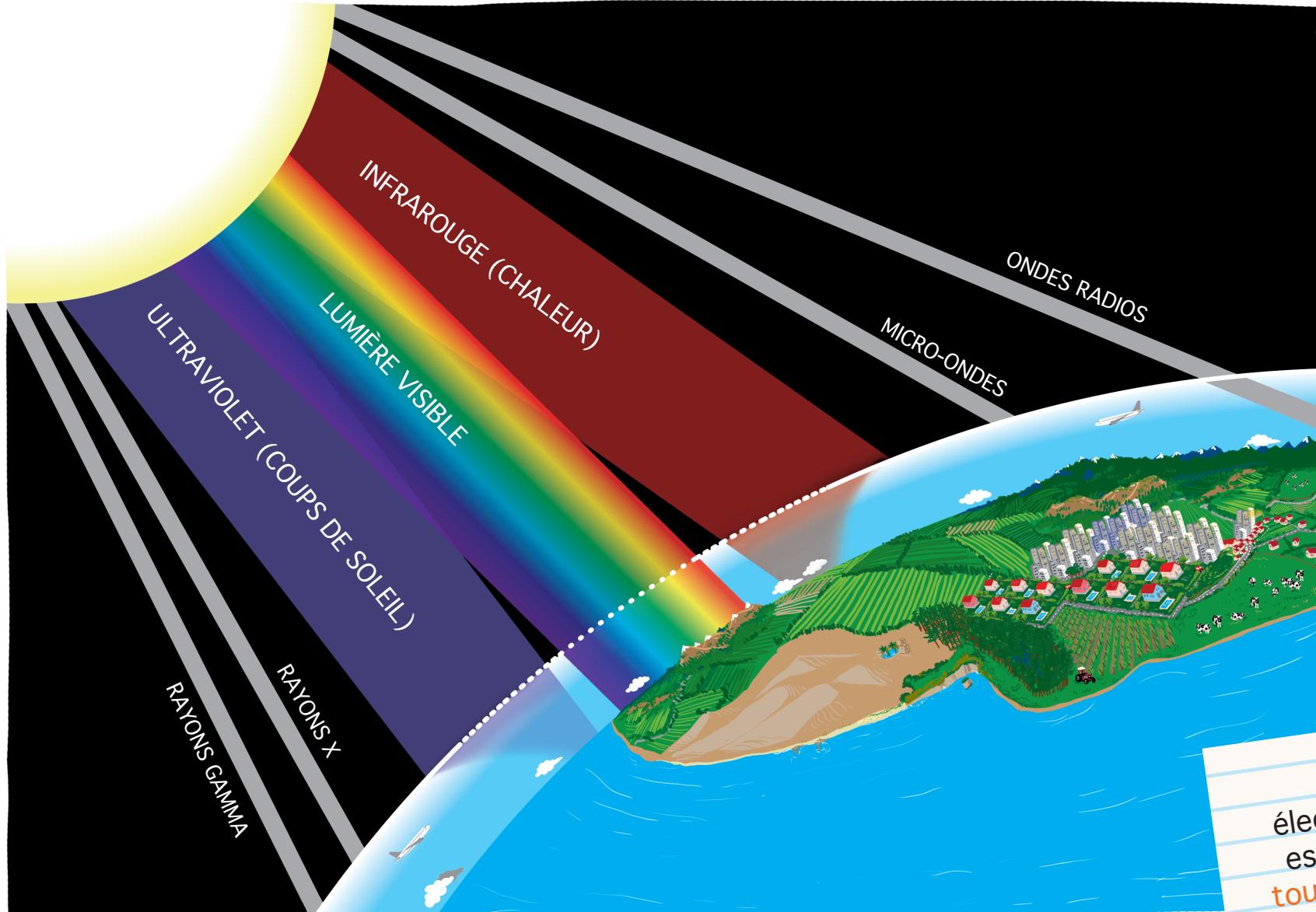
William Herschel (1738-1822) C'est lui qui a découvert la lumière infrarouge.



Percy Spencer (1894-1970) travailla sur les micro-ondes, utilisées aussi pour les téléphones portables.

Il existe d'autres lumières, elles sont **invisibles** pour l'œil humain.

Y-A-T-IL D'AUTRES LUMIÈRES ?



Le Soleil rayonne dans toutes les directions. Il émet toutes sortes de lumières, visibles ou invisibles pour l'œil humain.



Certaines sont indispensables à la vie, d'autres sont dangereuses.

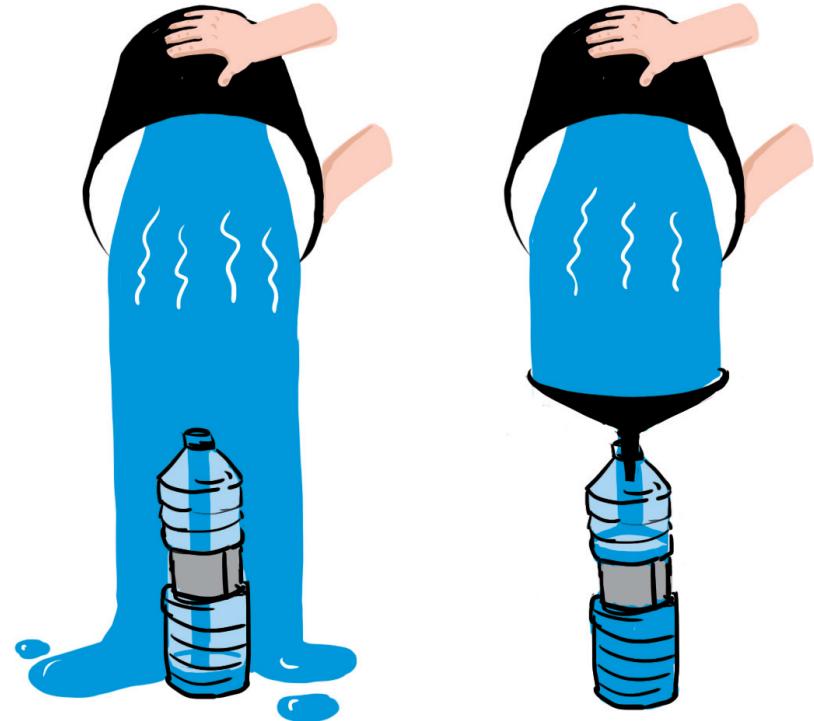
Grâce à l'atmosphère de la Terre, certaines lumières sont arrêtées et ne parviennent pas au sol.

Le spectre électromagnétique est l'ensemble de toutes ces lumières.

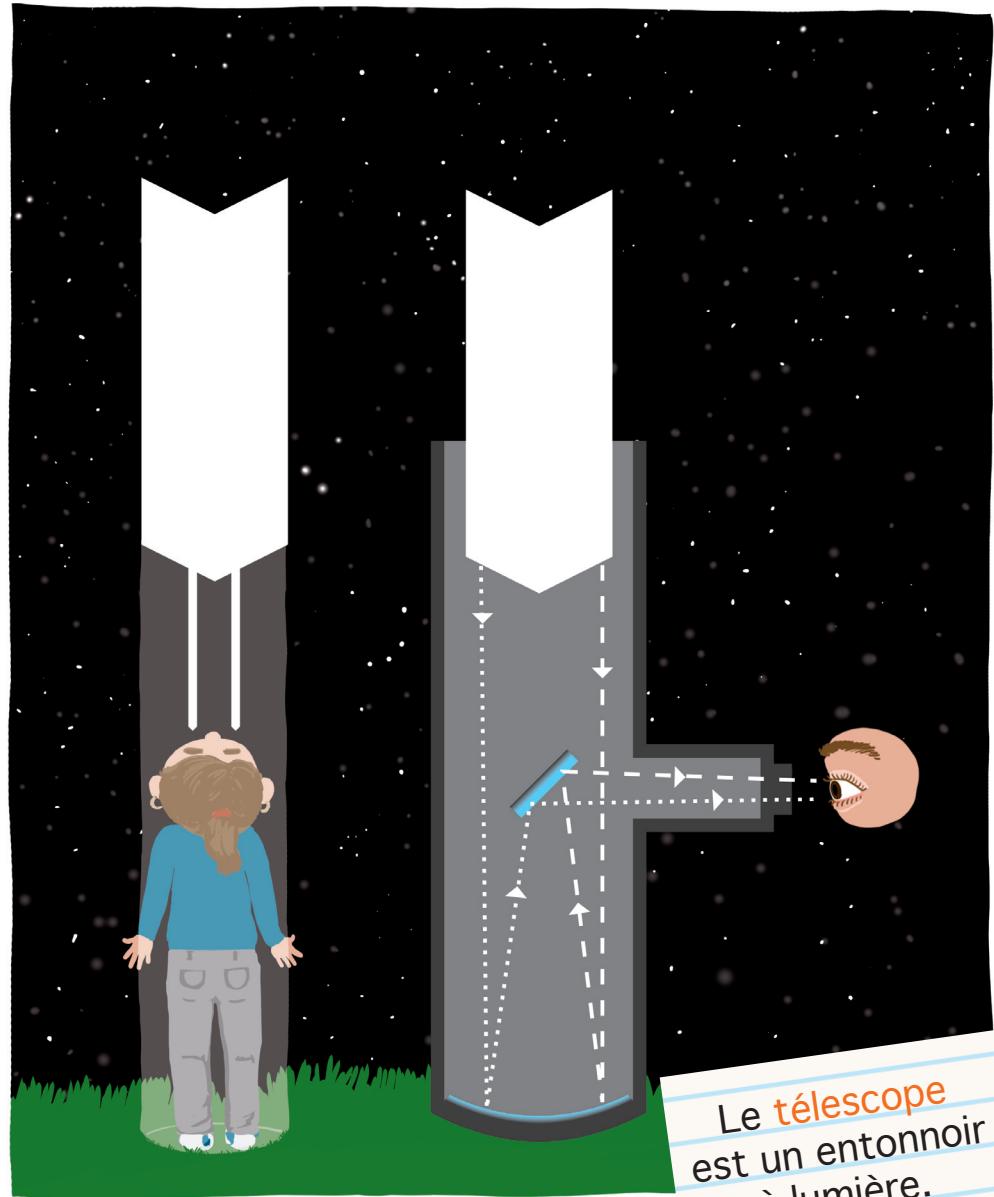
C'EST QUOI LE SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE ?



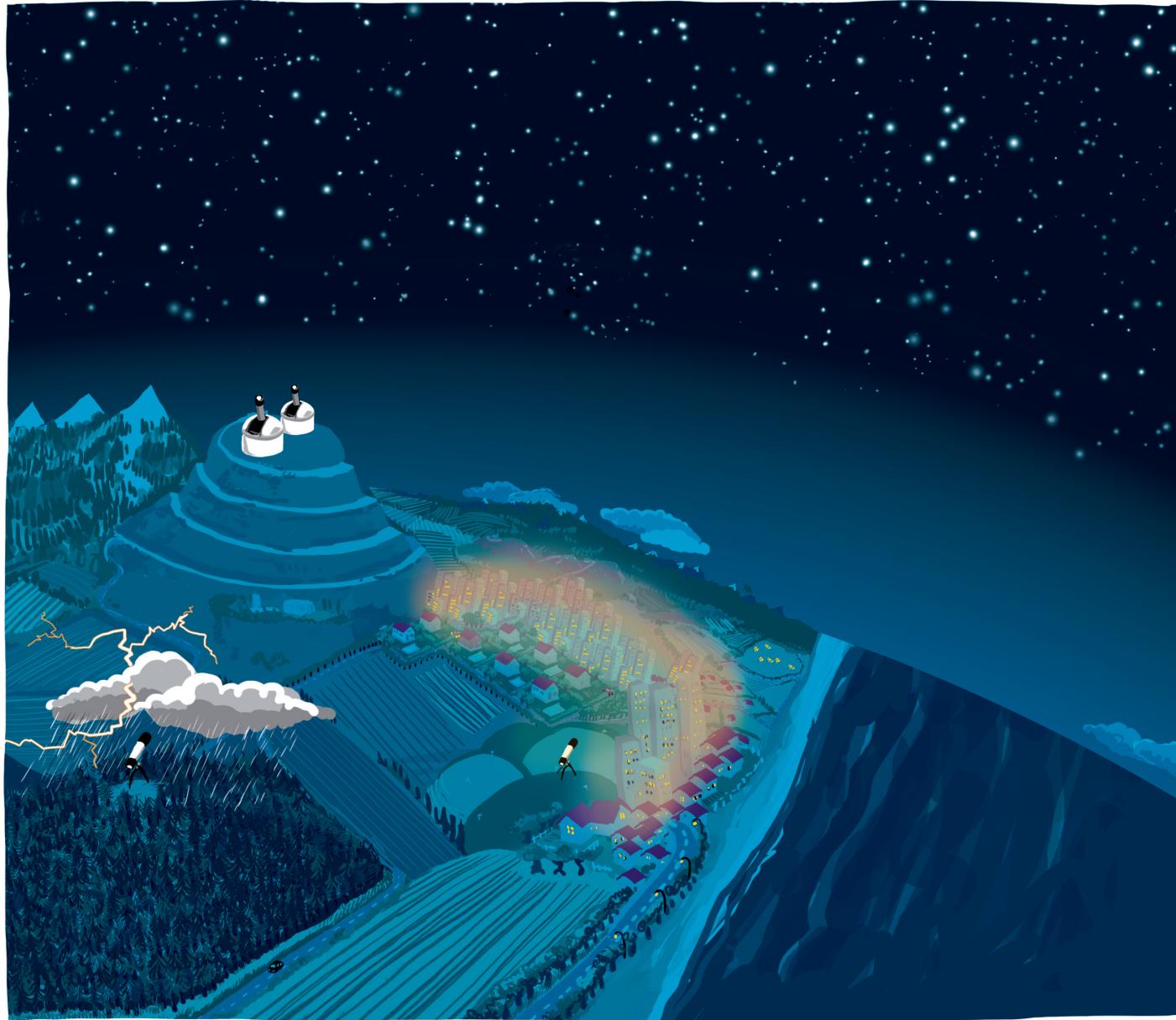
En astrophysique,
plus on capte de lumière,
plus on peut voir des astres faibles.



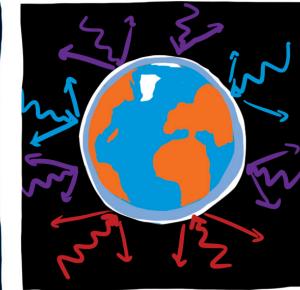
Quand tu verses de l'eau
dans une bouteille, tu perds moins
d'eau en utilisant un entonnoir, non ?



COMMENT CAPTER PLUS DE LUMIÈRE AVEC NOTRE ŒIL ?



OÙ SONT PLACÉS LES TÉLESCOPIES ?



L'atmosphère empêche certains rayonnements venus de l'espace d'atteindre le sol.

Heureusement, sinon nous ne pourrions pas vivre sur Terre !

L'atmosphère nous protège.

Toutefois, elle ne permet pas à certaines informations d'arriver jusqu'à nous, ce qui gêne notre étude des astres et de l'univers.

Alors, les astrophysiciens placent les télescopes en haut des montagnes, pour que la couche d'atmosphère qui les surplombe soit plus fine et moins gênante.

Quelles sont les autres perturbations qui gênent les astrophysiciens ?

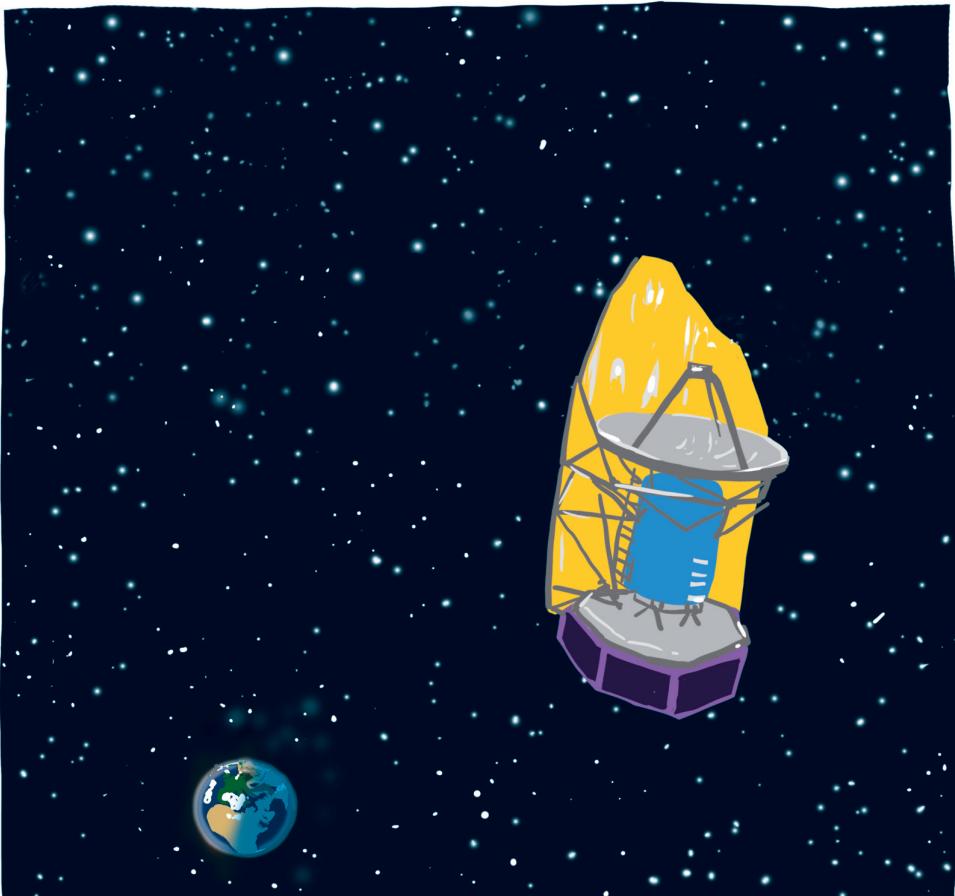


Retrouve-les sur l'illustration et note-les ci-dessous :

L'atmosphère est un **filtre à lumières**.



Pour ne plus subir le filtre atmosphérique, une seule solution: aller dans l'espace!



Le télescope dessiné ci-dessus s'appelle Herschel, il a été lancé en mai 2009.

Grâce à lui, les astrophysiciens vont observer le ciel en infrarouge pour étudier la formation des étoiles et des galaxies!

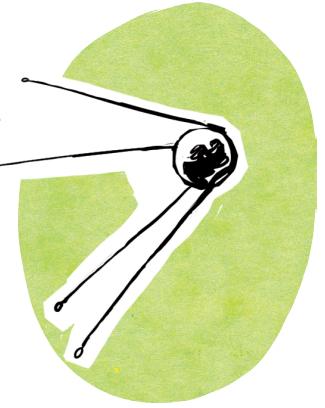


Le ciel est toujours noir!
Pas de problème d'alternance du jour et de la nuit.

En 1957,
le premier satellite artificiel de l'histoire est lancé par l'Union Soviétique.



Le seul souci c'est que, une fois en l'air, on ne peut plus réparer l'appareil!



telescope
panneaux solaires
réservoir
module de service
bouclier thermique

Un satellite artificiel est construit en un seul exemplaire. Il demande des années de travail à de grandes équipes de spécialistes, et coûte très cher.

Dans l'espace, il fait toujours nuit, il n'y a pas de météo ni de pollution lumineuse. Mais ça coûte très cher d'y installer un télescope.

POURQUOI NE PAS ALLER DANS L'ESPACE ?



Au fait, comment on fait pour connaître les propriétés des astres ?



Pour connaître les propriétés des astres, il faut **analyser la lumière** captée par les télescopes !



Avant, on observait les astres avec un instrument dans lequel l'œil regardait.

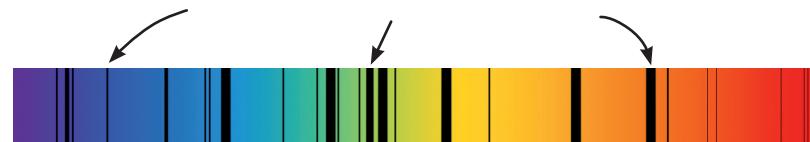


Aujourd'hui, les scientifiques utilisent des ordinateurs et écrivent des programmes.



Ainsi, ils analysent les informations récoltées par des capteurs électroniques.

Ces raies sombres sont une sorte de «code barre» qui identifient un atome.



Un spectre d'étoile

Ces raies sombres identifient un autre atome.

L'étude du spectre d'un astre permet de déterminer sa **composition chimique**, sa **température** et son **âge**.

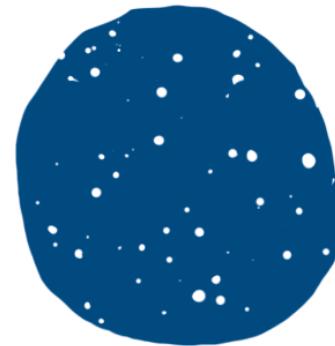
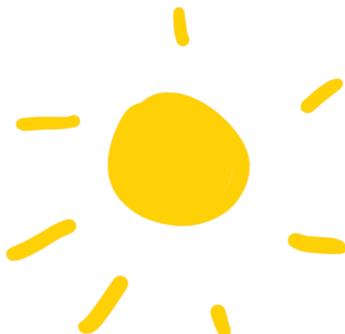
C'EST QUOI LA SPECTROSCOPIE ?



Le Soleil est une étoile, et toutes les étoiles sont des soleils.



Alors pourquoi les étoiles sont peu brillantes et toutes petites par rapport au Soleil?

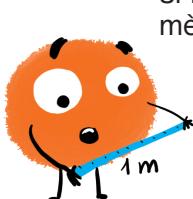


C'est parce que les étoiles sont très très loin de la Terre!

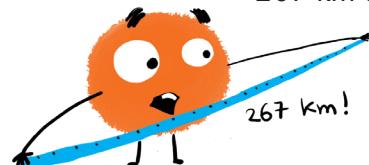
Par exemple, l'étoile Proxima*, est l'étoile la plus proche du Système solaire.

Pourtant elle est située **267 000 fois** plus loin que la Terre ne l'est du Soleil!

*L'étoile Proxima est située dans la constellation australe du Centaure.



Si le Soleil était à un mètre de la Terre...

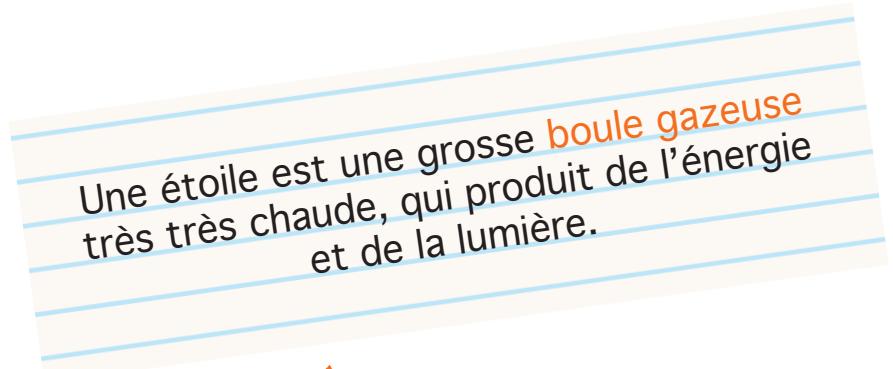


...alors Proxima serait à 267 km de distance!



Fixe ici ta maquette du Soleil

Découvre l'intérieur du Soleil avec ta maquette!

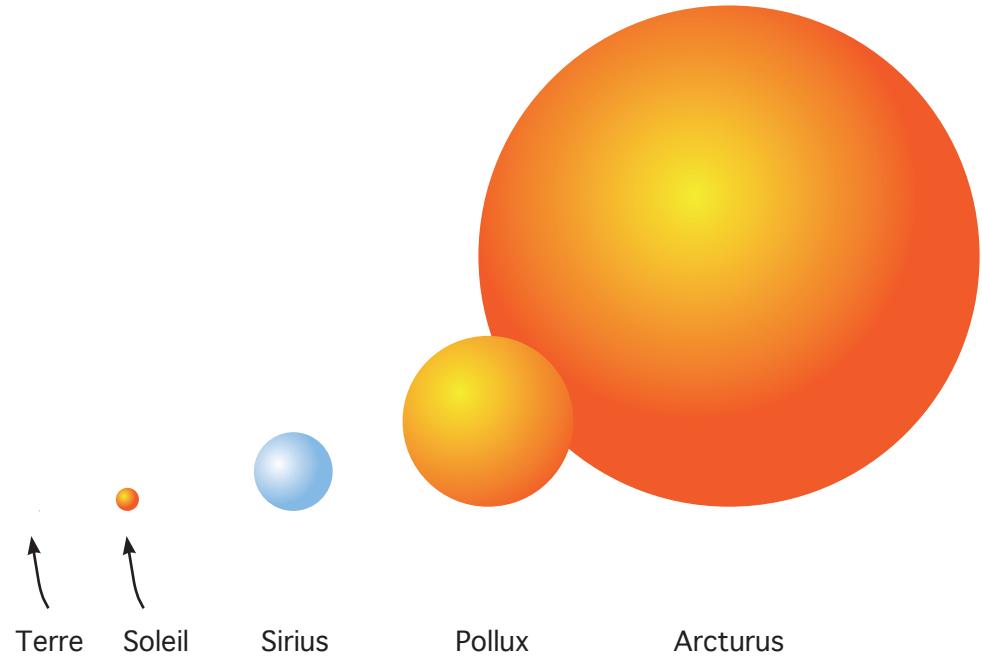


Une étoile est une grosse **boule gazeuse** très très chaude, qui produit de l'énergie et de la lumière.

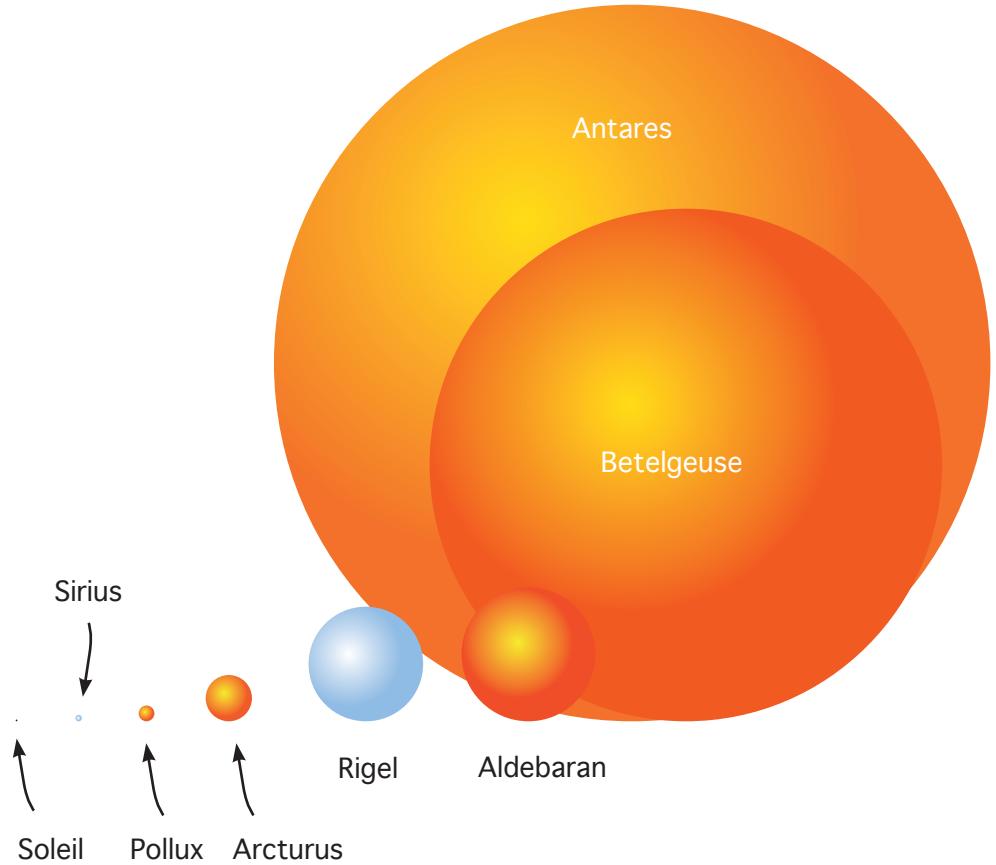
QU'EST-CE QU'UNE ÉTOILE ?



Certaines sont plus grosses que le Soleil,
d'autres sont plus petites, d'autres encore plus chaudes
ou plus froides, plus ou moins lumineuses...

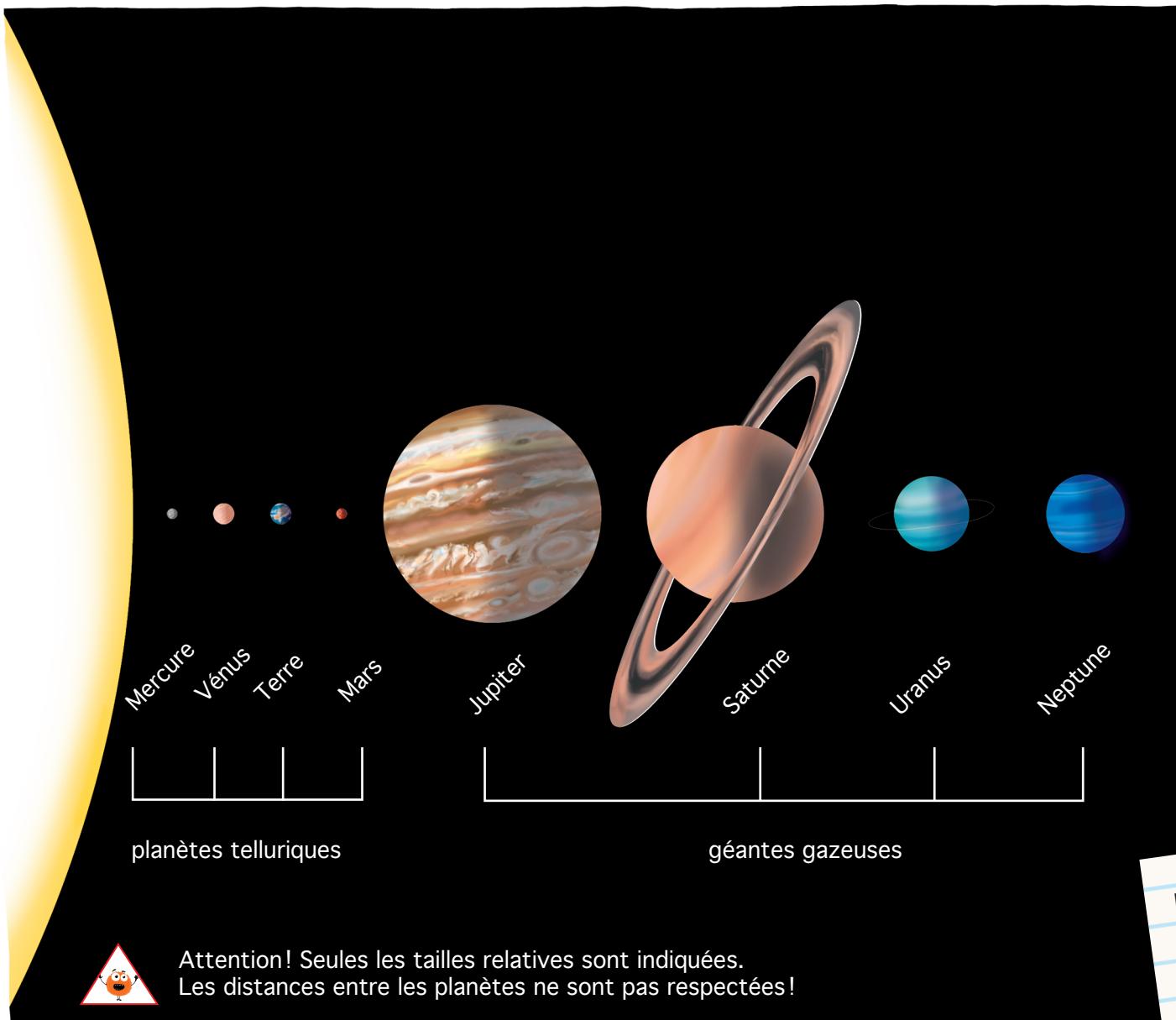


Voici quelques tailles relatives entre différentes étoiles.



Il y a toutes sortes d'étoiles,
et notre Soleil est une étoile
tout à fait quelconque.

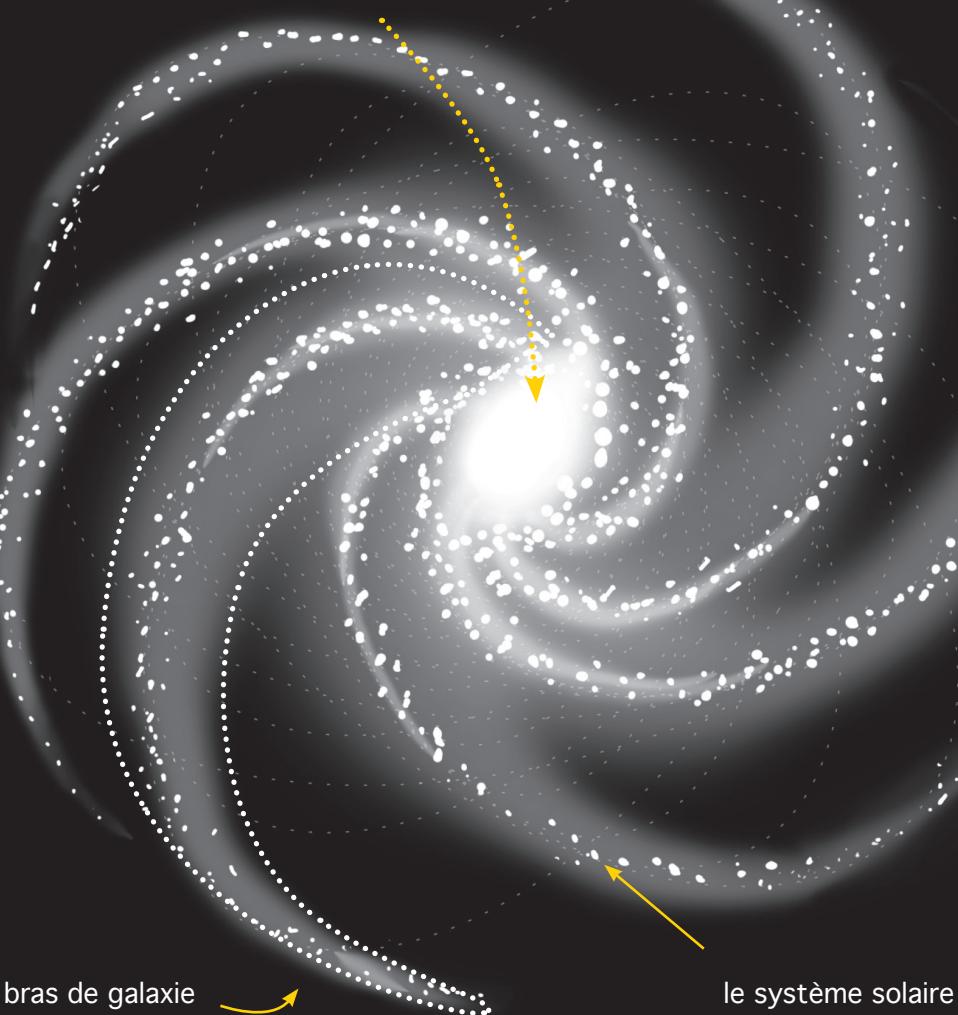
QUELLE TAILLE ONT LES ÉTOILES ?



33

34

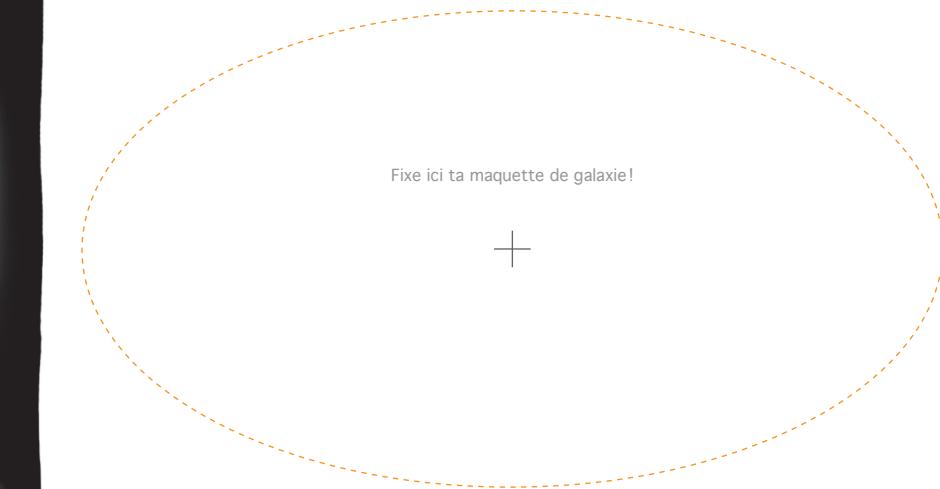
Au centre de notre galaxie,
se trouve un trou noir.



Notre galaxie s'appelle la Voie lactée,
et a une forme de spirale.
Il y a environ 100 milliards d'étoiles
dans une galaxie.



On estime qu'il existe
100 milliards de galaxies
dans tout l'univers!



Fixe ici ta maquette de galaxie!
+

Les bras spiraux ne sont pas «solides». Ils résultent d'une accumulation de matière et d'étoiles.
Tu peux expérimenter le phénomène avec ta maquette, en décalant différentes orbites à l'intérieur de la galaxie.



Une galaxie est un ensemble
d'étoiles et de gaz liés ensemble
par la force de gravité.

QU'EST-CE QU'UNE GALAXIE ?

Depuis que l'Homme a levé les yeux au ciel, il s'est interrogé sur les phénomènes qu'il y observait: lever et coucher du Soleil, mouvement apparent des étoiles, alternance des saisons, mouvement et phases de la Lune.



Environ 3 000 ans avant Jésus-Christ, les Chaldéens ont commencé à étudier en détail les objets célestes: les deux luminaires (Soleil et Lune), les étoiles fixes, et les planètes, qui se déplacent par rapport aux étoiles. Ils vivaient près de Babylone, dans l'actuel Moyen-Orient.



Les Égyptiens furent les premiers à estimer la durée d'une année: 365 jours environ. C'est à eux que l'on doit l'un des premiers calendriers et la découpe d'un jour en 24 heures.
Environ 2 000 ans avant Jésus-Christ.



Entre le IV^e et le II^e siècle avant Jésus-Christ, les astronomes grecs construisent la première représentation mathématique des mouvements célestes. Pour eux, la Terre est au centre de l'univers et tous les astres tournent autour d'elle en suivant un mouvement circulaire: c'est le **modèle géocentrique**. C'est aussi à cette époque qu'Erastosthène montre que la Terre est ronde et qu'il en mesure la circonférence.



Au XVII^e siècle, l'astronome italien Galilée adhère à l'idée que Nicolas Copernic avait avancée en 1543 : le Soleil est au centre du monde et les planètes tournent autour. En 1609, Galilée pointe pour la première fois une lunette vers le ciel. Il découvre les cratères de la Lune, les phases de Vénus et les quatre principaux satellites de Jupiter.



Ce fut difficile pour Galilée et ses successeurs de modifier nos représentations du Monde. Aujourd'hui il reste encore plein de choses à découvrir et des tas de phénomènes à comprendre!

Pour devenir chercheur, il faut faire de longues études en maths et en physique.

ET AVANT LES TÉLESCOPIES ?

ENVIE D'EN SAVOIR PLUS ?



Visite donc ces quelques sites sur Internet !

Découvre tout ce qui constitue le système solaire:
solarviews.com/french/homepage.htm

L'actualité de l'astronomie:
cidehom.com

Un véritable planétarium sur ton ordinateur!
stellarium.org/fr

Comprends les phases de la Lune, les saisons,
grâce à des animations interactives!
lamap.fr/calendriers/eleve

Les belles images réalisées par le satellite Hubble.
<http://heritage.stsci.edu>

Écoute les scientifiques te raconter l'univers
avec les podcasts de Ciel et espace radio!
cieletespacerradio.fr

Tu pourras tout savoir sur les sciences de l'univers.
<http://porteauxetoiles.afanet.fr>

Le CNES te propose des bons plans pour réaliser des ateliers,
lire et t'amuser avec l'espace!
cnes-jeunes.fr

Le site internet du service d'astrophysique, pour découvrir
les projets auxquels participent les chercheurs français.
<http://irfu.cea.fr/Sap>

MAQUETTES ACCOMPAGNANT LE LIVRET "C'EST QUOI L'ASTROPHYSIQUE?"



aurel-illus.com



Conception/réalisation: Aurélie Bordenave - aurel-illus.com
Projet supervisé par Roland Lehoucq, astrophysicien au CEA.

ANATOMIE DE L'OEIL

PLAN DE MONTAGE - (30 MIN ENVIRON)

zone où coller

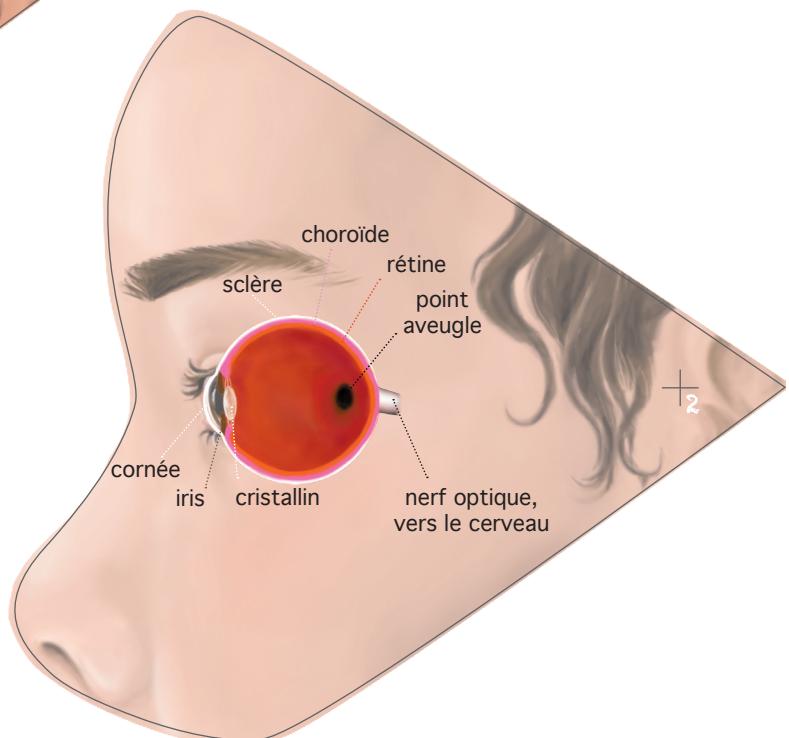
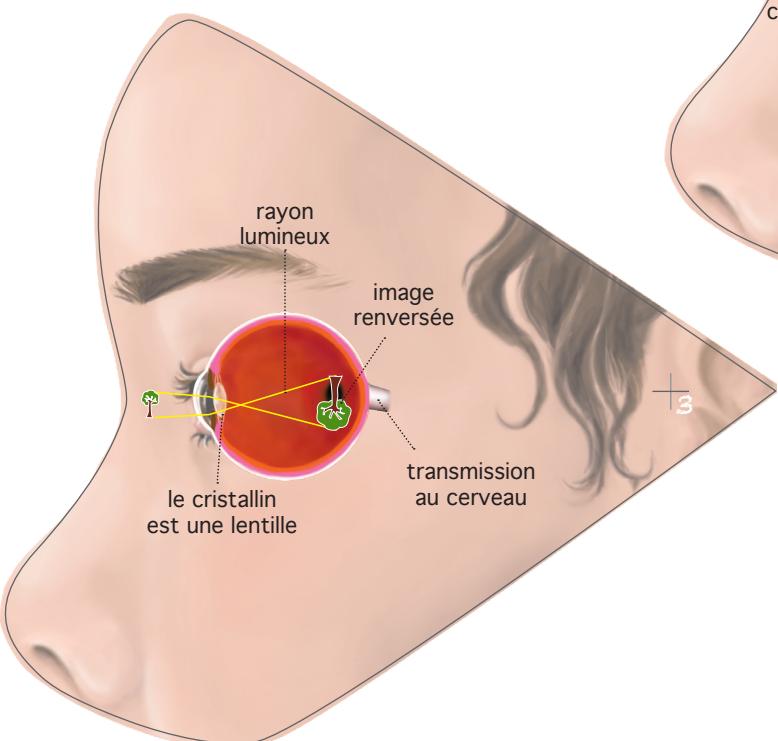
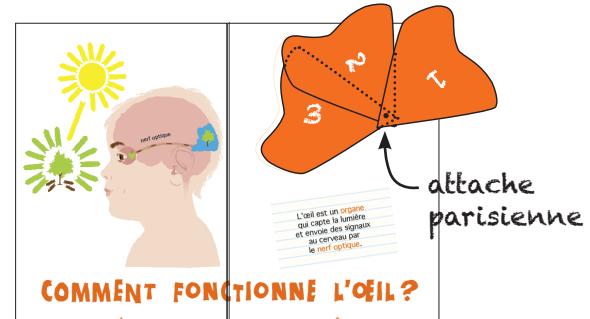
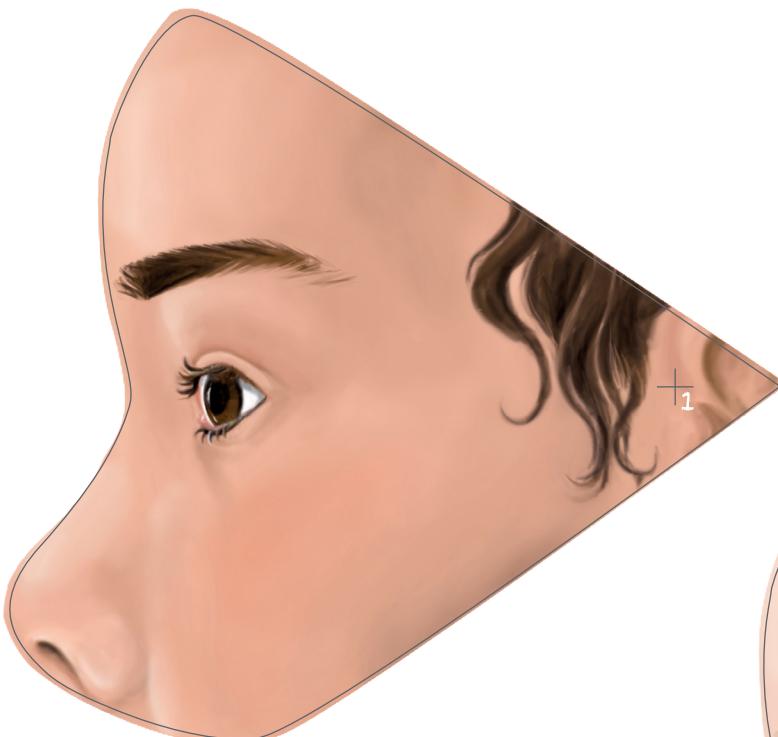
découper avec des ciseaux

+ glisser une attache parisienne

MATÉRIEL

- pointe de compas
- ciseaux
- attache parisienne

• carton d'une boîte de céréale
(si tu utilises la maquette sans le livret)



1- Découpe les trois parties.

2- Avec la pointe de ton compas,
fais un petit trou sur la croix, attention
à ne pas déchirer le papier!

3- Enfile l'attache parisienne dans les
trous, en respectant l'ordre : 1, 2 et 3 !

4- Enfin, après avoir fait un petit trou
dans ton livret, enfile la maquette
et fixe-la au dos de la feuille, en
rabattant les deux bras.

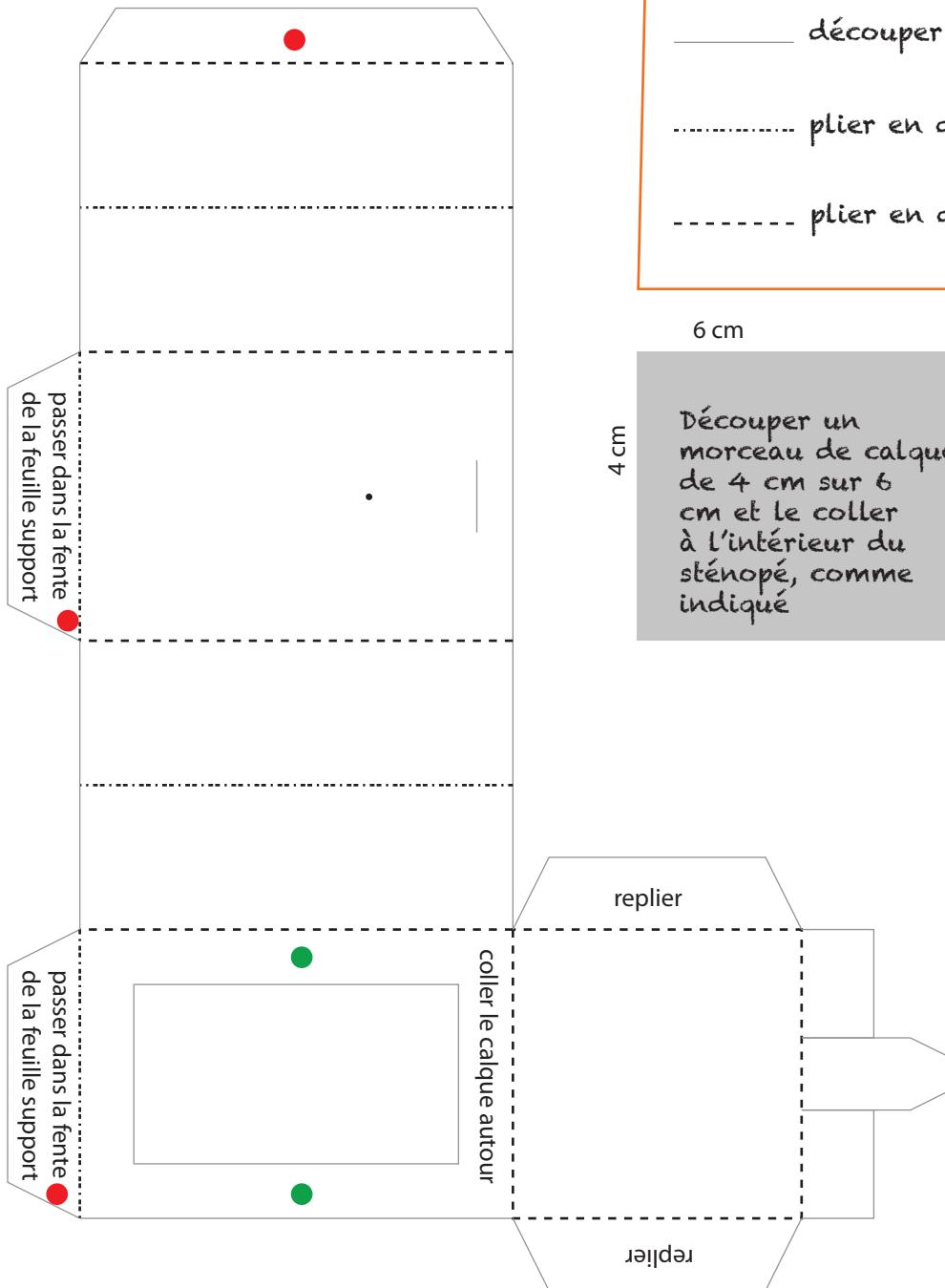
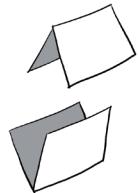
STÉNOPE EN POP-UP

PLAN DE MONTAGE - (45 MIN ENVIRON)

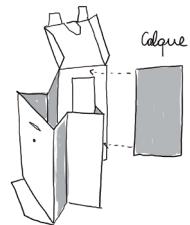
MATÉRIEL

- pointe de compas
- ciseaux
- cutter (avec un adulte!)
- colle

- percer zone où coller
- coller de l'autre côté
- coller sur ce côté
- découper avec des ciseaux
- plier en dehors
- plier en dedans



Découper un morceau de calque de 4 cm sur 6 cm et le coller à l'intérieur du sténopé, comme indiqué



Attention!

Pour plier le livret avec le sténopé pop-up, il faut soulever le chapeau du sténopé !

1- Découpe comme indiqué.

2- Avec la pointe de ton compas, fais un petit trou, attention à ne pas déchirer le papier !

3- Plie comme indiqué, en t'aideant d'une règle et d'une pointe dure pour casser le papier.

4- Enfin, enfile le sténopé comme indiqué ci-dessus.

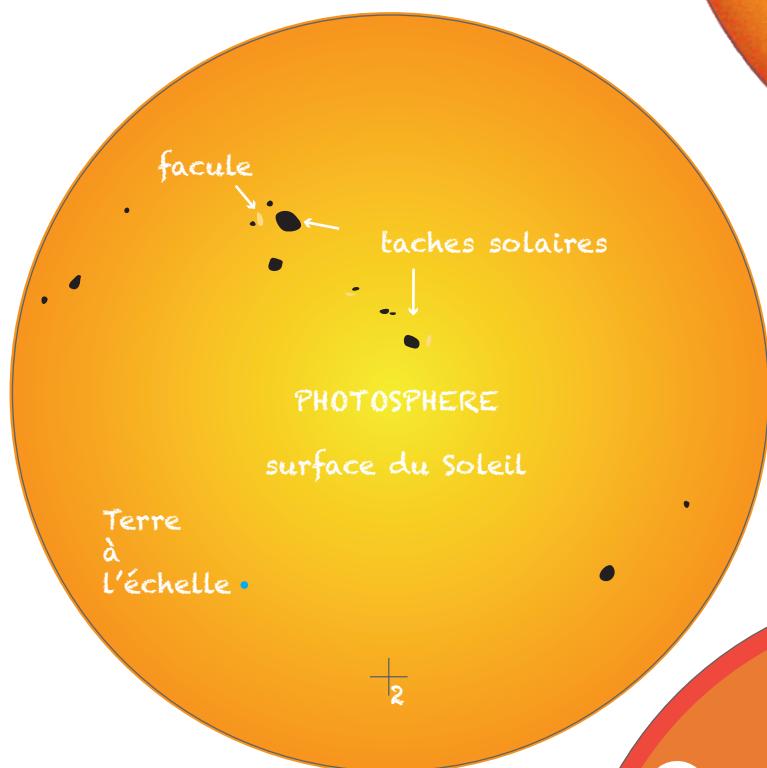
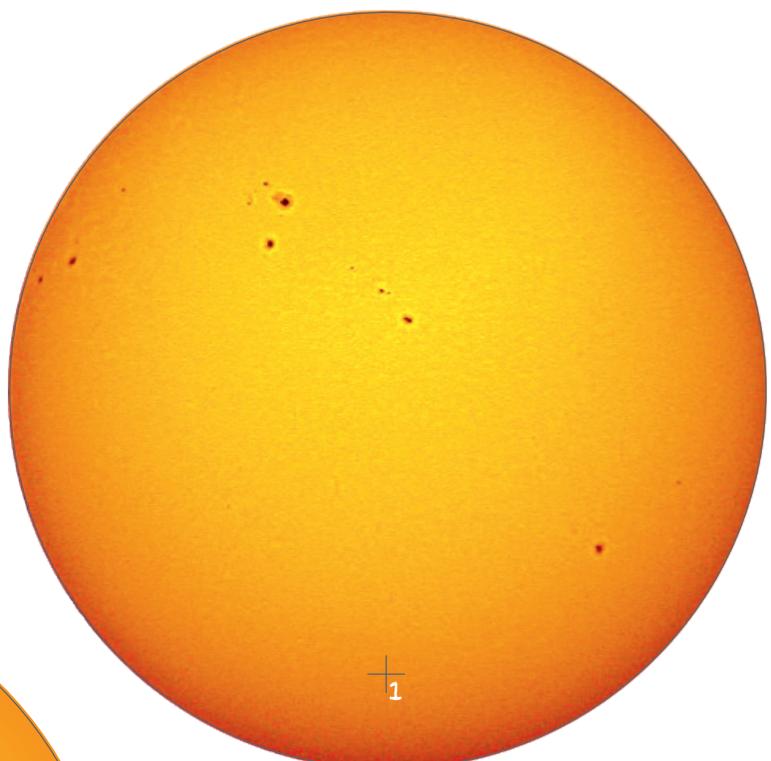
Note: tu peux réaliser un sténopé plus grand, avec une boîte de chaussures par exemple, l'expérience sera mieux réussie.

LE SOLEIL, NOTRE ÉTOILE

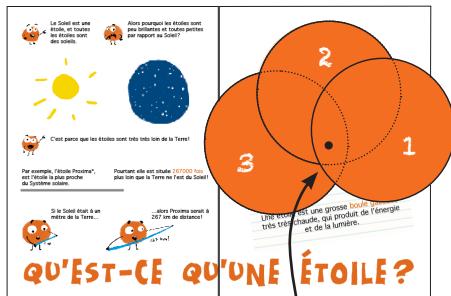
PLAN DE MONTAGE - (30 MIN ENVIRON)

MATÉRIEL

- pointe de compas
- ciseaux
- attache parisienne
- carton d'une boîte de céréale
(si tu utilises la maquette sans le livret)



+ glisser une attache parisienne
découper avec des ciseaux



attache parisienne

GALAXIE SPIRALE

PLAN DE MONTAGE - (30 MIN ENVIRON)

découper avec des ciseaux

+ glisser une attache parisienne

MATÉRIEL

- pointe de compas
- ciseaux

• carton d'une boîte de céréale
(si tu utilises la maquette sans le livret)

Enfiler l'attache parisienne
de la plus petite à la plus
grande ellipse.
Fixer ensuite au livret.

