

## Sommaire



**Introduction** ..... **Page 34**

### Réfraction de la lumière (lentilles)

**Loupe** ..... **Page 35**

**Loupe à éclairage** ..... **Page 36**

**Visionneuse** ..... **Page 37**

**Microscope** ..... **Page 38**

**Télescope astronomique** ..... **Page 39**

**Télescope terrestre** ..... **Page 39**

### Réflexion (miroir)

**Parcours à miroir** ..... **Page 40**

**Périscope** ..... **Page 41**

### Clair et obscur

**Cadran solaire** ..... **Page 42**

**Ombre pure et pénombre** ..... **Page 43**

**Modèle planétaire** ..... **Page 44**

### Fibres optiques

**Jeu de lumière** ..... **Page 46**

**Jeu de lumière à manivelle** ..... **Page 46**

**Manipulateur de morse** ..... **Page 47**

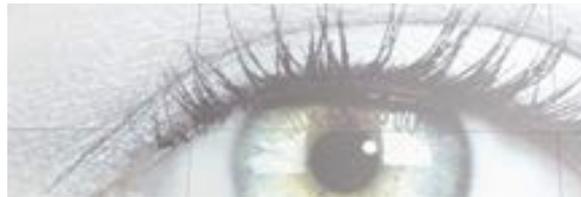
**Illusion optique** ..... **Page 48**



« Très bien

! Vous avez décidé d'en savoir plus sur l'optique ? C'est exactement ce que je voulais vous proposer. Je trouve que c'est un sujet captivant et je m'y connais déjà un petit peu. J'apparais de temps en temps dans ce manuel pour vous donner des conseils utiles et des informations. Alors allez-y et prenez-plaisir à essayer tous ces montages et constructions ! »

■ Vous connaissez certainement le mot optique. L'opticien de la zone piétonne est celui qui vend des lunettes. Les lunettes de cet opticien forment partie de l'optique. Le mot provient de la Grèce antique et signifiait quelque chose comme « La science de la vision ». L'optique est présente partout dans notre environnement et c'est exactement ceci qui la rend si intéressante. Nous devons une chose bien plus importante à l'optique : la vision. Vous seriez uniquement en mesure de différencier le clair et l'obscur sans les lentilles de vos yeux. Vous ne pourriez ni reconnaître ce que vous voyez ou le voir nettement.



La vision est quelque chose qui préoccupe les hommes depuis longtemps, notamment s'il s'agit de savoir pourquoi quelqu'un voit mal ou sans contours nets. Et c'est pour cette raison qu'ils ont inventé les lunettes il y environ 700 ans, et la loupe qui permet

de corriger les défauts optiques de l'œil humain à l'aide de lentilles de verre. Nous en ferons de même. Il va de soi que nous ne pouvons pas inventer la loupe puisqu'elle existe déjà. Mais nous pouvons la copier et bien plus encore. Vous pourrez même construire des appareils qui vous permettront de contempler les étoiles. L'astuce derrière tout ceci est ce qu'on appelle la réfraction de la lumière.



Sauf qu'on peut non seulement briser la lumière, mais également la réfléchir. Vous connaissez certainement le fonctionnement d'un miroir, sauf que nous en ferons quelque chose de très spécial. Nous allons faire « tourner » la lumière autour du coin ; nous allons la renvoyer de  $180^\circ$ . Vous pourrez voir les autres tout en demeurant invisible à leurs yeux. Vous pourrez les observer sans qu'ils ne remarquent que vous les voyez.

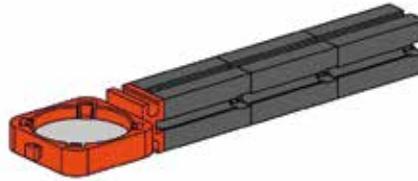
Un poète célèbre avait dit, à juste titre « qu'il n'y a pas de lumière sans ombre ». Il a raison. Il fait nuit lorsque la lune brille – ou que voulait-il dire ? Et, au juste, pourquoi voyons-nous parfois la lune à moitié pleine ou presque pas du tout ? Si tout ceci vous intéressait depuis toujours, nous vous donnons la possibilité de construire votre propre modèle planétaire tridimensionnel entièrement fonctionnel.

Vous serez un véritable expert en optique dès que vous aurez essayé toutes les maquettes. Mais n'oubliez pas qu'il vaut parfois mieux, malgré tant de savoir de – ne pas faire confiance à vos yeux – dans tous les cas. Mais attendons jusqu'à la fin.

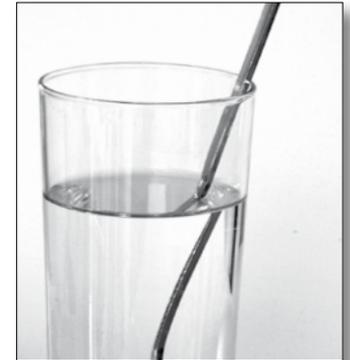


■ Il y a des centaines d'années, les hommes s'étonnaient et se demandaient pourquoi tout ce qu'on regarde à travers une goutte d'eau ou un verre d'eau prend un aspect tout à fait différent.

Avez-vous déjà remarqué qu'il semble qu'une cuillère placée dans un verre d'eau paraît être cassée net en dessous de la surface de l'eau. Cet effet provient de la réfraction. La lumière est légèrement déviée (brisée) lorsqu'elle traverse la surface de l'eau. Ce phénomène se produit chaque fois que la lumière touche un milieu transparent doté d'une densité divergente. C'est à dire chaque fois qu'elle passe de l'air vers l'eau ou comme dans le cas d'une lentille : de l'air vers le verre et vers l'air en retour.



## Réfraction de la lumière (lentilles) : Loupe



■ Montez la maquette de la loupe en vous servant des instructions de montage.

### Essai 1 :

**Ne placez pas la loupe à proximité d'un objet, mais regardez votre chambre avec la loupe. Écartez la loupe lentement de l'œil jusqu'à ce que l'image devienne nette.**

**Ceci se produit approximativement lorsque votre bras est légèrement replié. Que voyez-vous, où plus exactement : comment le voyez-vous ?**

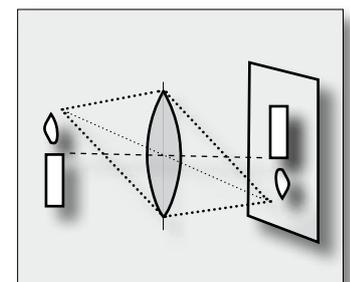


Est-ce que tout paraît à l'envers ? C'est parfait, car ceci signifie que la lentille dans votre loupe fonctionne correctement. Mais passez immédiatement au prochain essai pendant que vous continuez de vous demander ce qui se passe.

### Essai 2 :

**Maintenez la loupe entre une feuille de papier blanche et une source de lumière, p. ex. une lampe de chevet ou une lampe sur pied. Placez la feuille à une distance d'environ 30 cm de la source de lumière. Placez la loupe environ au milieu, soit entre la lampe et la feuille. Déplacez ensuite la loupe très lentement et rapprochez-la en alternance de la lumière et de la feuille.**

**Astuce : l'utilisation d'une bougie est possible, à condition de prendre un maximum de précautions en raison de la flamme ! Le téléviseur peut aussi servir de source de lumière.**



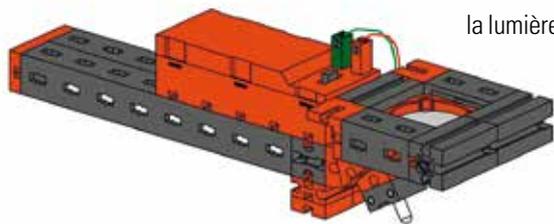
La trajectoire de la lumière à travers la lentille

Votre source de lumière (lampe) est visible sur la feuille de papier, mais elle apparaît à l'envers. Les rayons lumineux ont été déviés par la lentille. Ils ont pratiquement interverti leur place : de haut en bas et de gauche à droite (le graphique ci-contre vous aidera à comprendre ce qui s'est passé).



## Loupe à éclairage

- Si vous ne pouvez pas lire ou identifier quelque chose correctement, ce ne sont fréquemment pas les caractères ou les objets qui sont trop petits (parce que vous pouvez vous servir de votre loupe) ou la lumière qui est insuffisante. Le moment est donc venu de mettre votre loupe à niveau.



- Montez la loupe à éclairage en vous servant des instructions de montage.

### Essai 1 :



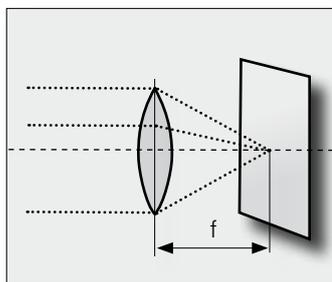
**Prenez la loupe en main et lisez les lignes du manuel d'accompagnement. Lisez-les une fois avec et une fois sans lumière.**

Il est surprenant que les lettres semblent immédiatement plus nettes sous l'effet d'un si petit peu de lumière. Observez une personne âgée qui voit déjà moins bien. Vous verrez qu'elle se rapproche de la fenêtre ou qu'elle branche la lumière lorsqu'elle tente de mieux voir ce qui est écrit en petit caractère sur un emballage. La lumière augmente le contraste ou, en d'autres mots, la différence entre les endroits clairs et obscurs et fait que les lettres paraissent plus nettes.

- En regardant les lettres avec la loupe, vous avez avancé et reculé l'instrument un petit peu jusqu'à ce que les lettres soient nettement visibles. Pourquoi la netteté est-elle fonction de l'espacement ?

### Essai 2 :

**Posez la loupe à plat sur le manuel d'accompagnement. Éloignez la loupe lentement du manuel et regardez les lettres à travers la lentille. Que remarquez-vous ?**

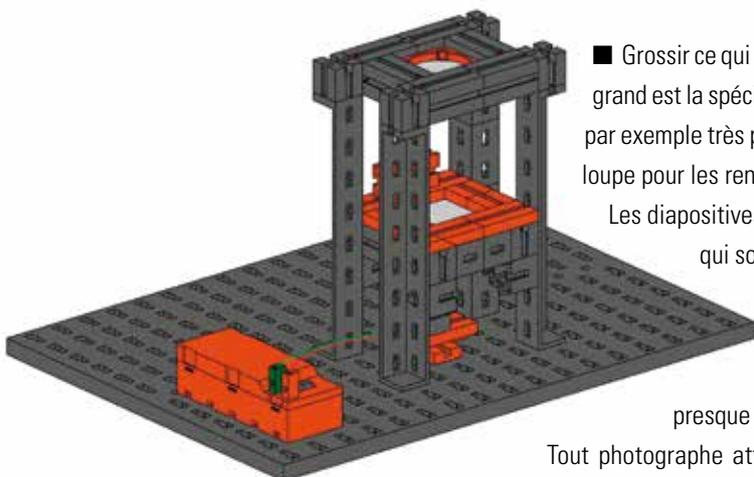


$f =$  distance focale

Les lettres deviennent de plus en plus grandes et demeurent nettes pour un premier temps. Jusqu'à ce qu'elles atteignent une certaine distance et deviennent floues. Ceci se produit pour chaque lentille convergente. Cet espacement correspond à approximativement à la distance focale ( $f$ ). Il s'agit de la distance de la lentille jusqu'à l'endroit où les rayons lumineux touchent le point. Les lentilles épaisses possèdent une distance focale plus courte que les lentilles minces parce qu'elles « brisent » la lumière plus fortement. Vous pouvez même mesurer la distance focale de votre lentille lorsque le soleil brille. Pour ce faire, maintenez la loupe au-dessus d'une pierre, de sorte que le point lumineux est aussi petit que possible. La distance focale correspond alors à l'espacement exprimé en centimètres entre la pierre et la lentille. Mais attention : les rayons du soleil ainsi focalisés peuvent être brûlants.



- Ne regardez jamais à travers la loupe dans le soleil -> **risque de blessures !**
- Ne maintenez jamais la loupe exposée à la lumière du soleil au-dessus d'un matériau inflammable tel que le bois ou le papier -> **risque d'incendie !**
- Ne laissez pas traîner la loupe à la lumière du soleil -> **risque d'incendie !**



■ Grossir ce qui est tout petit pour le faire paraître tout grand est la spécialité des loupes. Les diapositives sont par exemple très petites, mais il suffit de se servir d'une loupe pour les rendre énormes.

Les diapositives sont des photos sur film transparent qui sont obtenues avec un appareil photo. Il suffit de les placer dans un projecteur afin de les rendre énormes et de les projeter sur le mur d'une pièce, presque comme au cinéma.

Tout photographe attentionné veillera à trier les photos ennuyeuses et floues avant de les montrer à ses amis et parents sur le grand écran. C'est exactement à cet effet que la visionneuse a été créée. Il suffit de glisser les petites photos dans cet appareil et de les agrandir avec de la lumière et une loupe à la taille souhaitée afin d'apprécier la qualité.

C'est exactement ce que vous ferez maintenant.

■ Montez la visionneuse en vous servant des instructions de montage.

Demandez à quelqu'un que vous connaissez de vous prêter quelques diapositives et réjouissez-vous d'un saut en arrière dans un univers où vous n'étiez peut-être pas encore né.

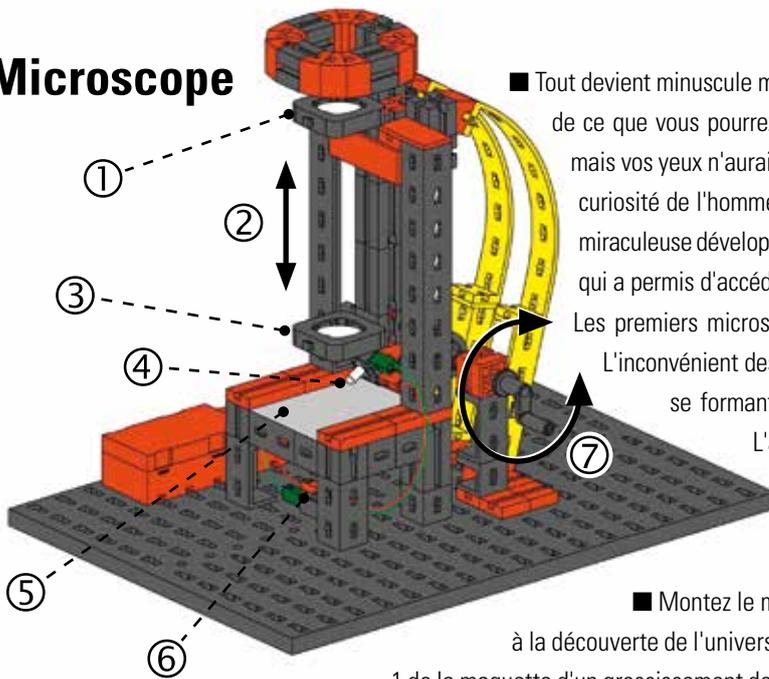
En alternative, vous pouvez dessiner votre propre image sur la pellicule transparente de la boîte de construction et la posez dans la visionneuse.

**Astuce :** il suffit de poser les diapositives sur le cadre rouge de la maquette. Il ne faut pas retirer la pellicule transparente. Cette pellicule répartit la lumière de la lampe uniformément sur la diapositive.

## Visionneuse



## Microscope



■ Tout devient minuscule maintenant. Nous ne parlons évidemment pas de la maquette, mais de ce que vous pourrez examiner. Le grossissement de la loupe était une bonne chose, mais vos yeux n'auraient certainement pas vu un grain de poussière. La loupe a attisé la curiosité de l'homme à découvrir ce qui est tout petit. Le microscope est une machine miraculeuse développée il y a environ 300 ans par des naturalistes et tailleurs de lentilles, qui a permis d'accéder à l'univers fantastique du microcosme.

Les premiers microscopes étaient plutôt comparables à des loupes très puissantes. L'inconvénient des loupes épaisses est qu'elles disproportionnent fortement l'image se formant. C'est un peu comme si on regardait dans une boule de verre.

L'astuce d'ajouter une deuxième lentille a finalement permis d'obtenir l'efficacité du microscope. La deuxième lentille a un véritable effet turbo et grossit encore une fois l'image de la première lentille.

■ Montez le microscope en vous servant des instructions de montage et partez à la découverte de l'univers des petites et toutes petites choses. Commencez avec la version 1 de la maquette d'un grossissement de triple à quintuple. Pour comparer, vous montez ensuite la version 2 en permutant les lentilles pour obtenir un grossissement de 7 à 10 fois.

- 1 Lentille oculaire
- 2 Réglage en hauteur
- 3 Lentille de l'objectif
- 4 Lampe à lumière réfléchie
- 5 Porte-objet
- 6 Lampe à lumière transmise
- 7 Manivelle de réglage de la netteté

### Exercice 1 :

**Choisissez un objet transparent que vous voulez examiner. Par exemple une feuille fine d'une plante légèrement séchée dans l'idéal. Retirez la fiche de la lampe à lumière réfléchie et examinez la feuille sous votre nouveau microscope.**



Servez-vous ensuite de la manivelle (7) pour régler la netteté de l'appareil et vous voyez, non seulement, la feuille, mais également à travers la feuille, un peu comme avec un appareil radiologique. Voyez-vous les fines ramifications qui alimentent la feuille en eau jusque dans les moindres détails. C'est fascinant. Le fait que la lumière traverse l'objet posé sur le support est appelé « microscopie en lumière transmise ».

### Facteur de grossissement :

Maquette

Version 1 = 3 à 5 fois

Version 2 = 7 à 10 fois

### Exercice 2 :

**Branchez la lumière de la lampe à lumière réfléchie en repoussant la fiche dans le culot de la lampe. Regardez bien votre feuille maintenant. La différence devient encore plus évidente si vous branchez et débranchez la lumière réfléchie en regardant à travers.**



La lumière incidente fait que vous ne pouvez plus voir si bien à travers la feuille, mais elle met la surface mieux en évidence. C'est un avantage si vous voulez examiner des objets non transparents. La particularité de votre nouveau microscope est qu'il est approprié au deux : c'est un microscope à lumière transmise et un microscope par réflexion en un.

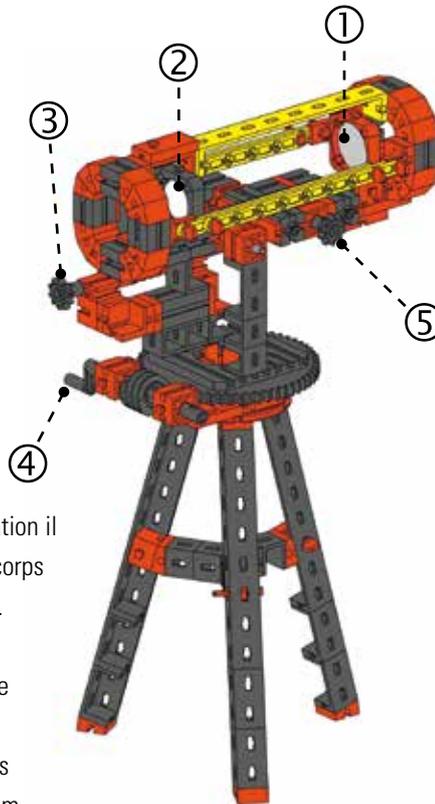
En avant pour l'aventure de la découverte. Avez-vous déjà examiné une aiguille à coudre au microscope ? Vous pensez certainement qu'il s'agit d'un objet lisse et pointu à l'avant ? Vous faites fausse route ! Ou saviez-vous que les images couleurs des quotidiens ne composent d'innombrables petits points multicolores ? Non ? Alors découpez une image et examinez-la dans l'éclairage incident et vous serez épaté.

■ Galileo Galilei. Personne ne saurait ignorer ce savant lorsqu'il s'agit d'astronomie qui est la « science de l'observation des étoiles ». Galilée était un savant et astronome génial. Le télescope avait déjà été découvert aux environs de 1600, sauf que cet appareil n'était pas particulièrement performant à cette époque. Il a perfectionné la lunette astronomique de sorte qu'il fut le premier homme sur terre capable d'observer exactement la surface de la lune et d'y découvrir des montagnes, des vallées et des cratères. Une véritable sensation il y a 400 ans. À cette époque, tout le monde pensait que les corps célestes étaient ronds et lisses comme des boules de billard.

■ Montez le télescope en vous servant des instructions de montage et découvrez le lointain.

Le télescope dispose d'un facteur de grossissement de 3,2 très facile à calculer. Distance focale du verre de l'objectif (1) = 80 mm, divisée par la distance focale de la lentille oculaire (2) = 25 mm →  $80 : 25 = 3,2$ .

■ En regardant à travers le télescope, vous constaterez certainement que tout ce que vous voyez est à l'envers. Ceci est sans importance en observant les corps célestes, sauf que ce type de télescope ne peut pas servir sur terre.



## Télescope astronomique

- 1 Lentille de l'objectif (f = 80 mm)
- 2 Lentille oculaire (f = 25 mm)
- 3 Inclinaison du télescope
- 4 Rotation du télescope
- 5 Réglage de la netteté



### Exercice 1 :

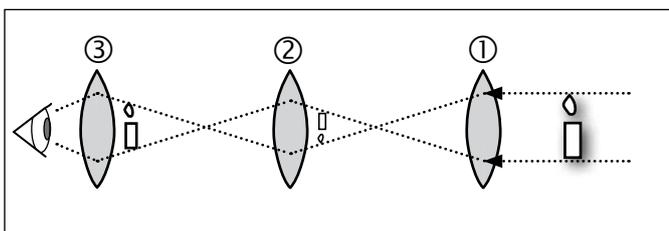
Que devons-nous intégrer ou modifier sur le télescope pour retourner l'image à l'envers dans la bonne direction ?

En vous rappelant le premier essai avec la loupe au début du manuel d'accompagnement, vous avez certainement remarqué qu'on peut tourner une image en positionnant une loupe à la distance correcte.

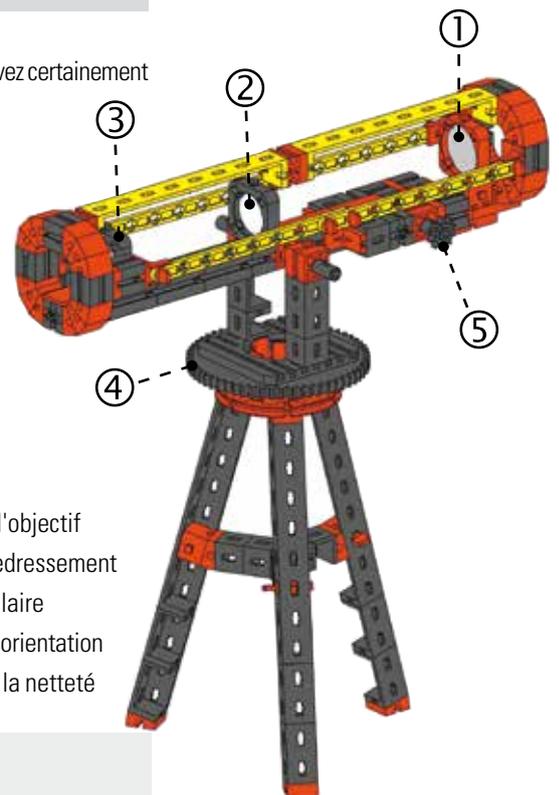


### Exercice 2 :

Construisez la maquette du télescope terrestre en vous servant des instructions de montage. Pour ce faire, servez-vous de toutes les trois lentilles et vérifiez si l'image réapparaît correctement avec la troisième lentille.



- 1 Lentille de l'objectif
- 2 Lentille à redressement
- 3 Lentille oculaire
- 4 Couronne d'orientation
- 5 Réglage de la netteté

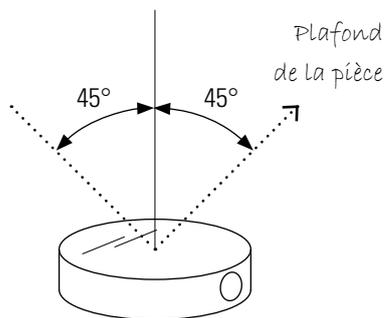
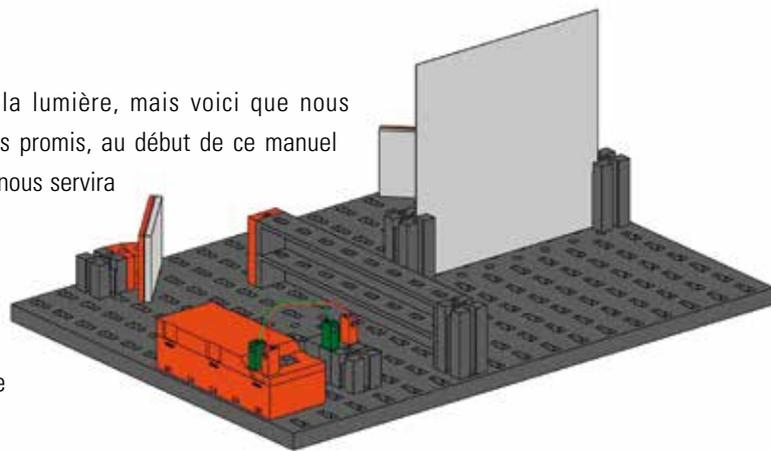


## Télescope terrestre

# Réflexion (miroir) Parcours à miroir

■ Nous avons d'abord brisé la lumière, mais voici que nous voulons la réfléchir. Je vous avais promis, au début de ce manuel d'accompagnement, que le miroir nous servira à bien plus qu'à regarder dedans.

■ Montez le parcours à miroir en vous servant des instructions de montage.



**Exercice :**

**Branchez la lampe et observez la trajectoire de la lumière (de préférence dans une pièce occultée).**

**Pourquoi la lumière est-elle retournée exactement dans la même direction de laquelle elle est venue ?**



Il va de soi que les miroirs en sont responsables, sauf que l'angle d'incidence de la lumière sur le miroir est tout aussi important.

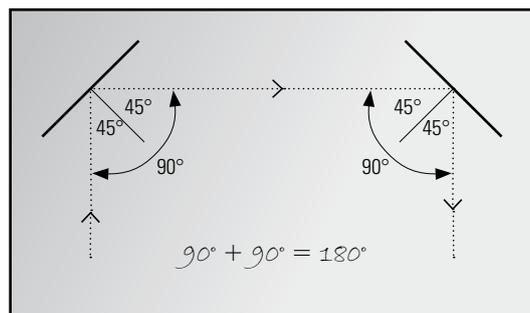
Parlons d'une petite expérience que vous avez tous vécue. Par exemple en vous servant de votre montre-bracelet pour réfléchir la lumière du soleil et faire apparaître un point clair au plafond.

Il suffit de déplacer le poignet pour éblouir votre voisin au lieu de projeter la lumière au plafond. Plus l'angle d'incidence de la lumière sur le verre de la montre est plan plus la réflexion est plane. Vous venez tout simplement d'appliquer une loi naturelle ! La loi de la réflexion qui veut dire :

**angle d'incidence = angle de réflexion**

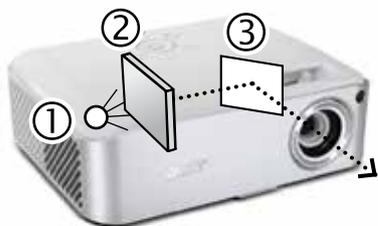
Et nous allons appliquer cette loi immédiatement à notre maquette.

La lumière tombe sur le premier miroir : 45° à l'aller et 45° en retour donnent 90°. Ceci équivaut à 180° en utilisant deux miroirs. Et nous savons maintenant pourquoi la lumière est renvoyée dans la direction d'où elle avait pris son départ : elle fait tout simplement volte-face de 180°.



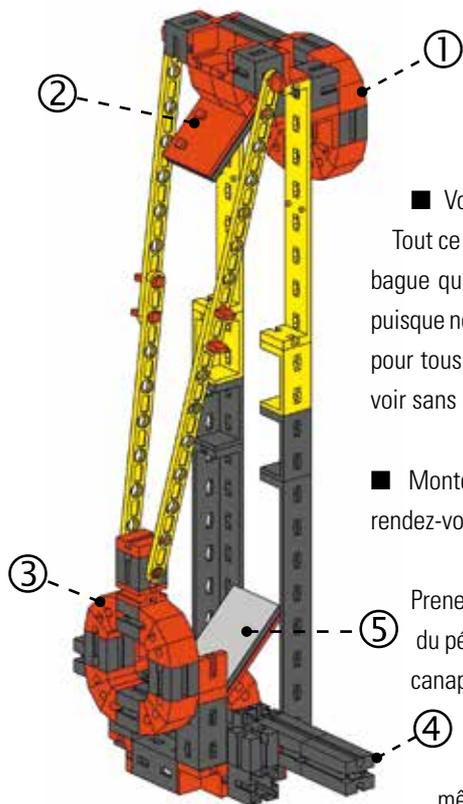
La réflexion est un phénomène utilisé dans de nombreux d'appareils optiques :

- Appareil photo reflex
- Projecteur de lumière du jour
- Projecteur vidéo (beamer)
- Périscope



- 1 Lampe
- 2 Écran TFT
- 3 Miroir





- 1 Objectif
- 2 Miroir de l'objectif
- 3 Oculaire
- 4 Miroir de l'oculaire
- 5 Poignée

■ Vous avez certainement déjà rêvé d'être invisible pour les autres ? Tout ce qu'il vous faut est une bonne formule magique, une cape ou une baguette qui rend invisible. Vous ne les avez pas ? C'est sans importance puisque nous vous proposons un autre moyen. Il ne vous rendra pas invisible pour tous, mais, avec un peu d'habileté, vous pouvez vous en servir pour voir sans être vu.

■ Montez le périscopie en vous servant des instructions de montage et rendez-vous « invisible ».

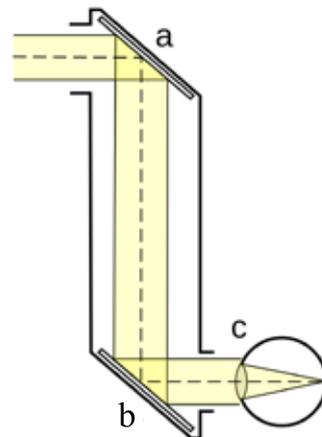
Prenez place derrière le canapé et positionnez l'extrémité supérieure du périscopie juste ce qu'elle passe tout juste au-dessus du dossier du canapé. Maintenant, vous pouvez observer tout ce qui se passe dans la pièce sans être vu.

Et le périscopie maintenu en position horizontale vous permet même d'observer ce qui se passe derrière le coin de la pièce. Par exemple de jeter un coup d'œil dans le couloir, de l'autre côté du cadre de la porte, dans la salle de séjour.

Vous pouvez regarder par la fenêtre sans vous placer devant ou voir ce qui se passe derrière la haie ou le mur de votre voisin ou...

Vous trouverez certainement d'innombrables choses intéressantes à découvrir avec votre nouveau périscopie.

## Périscopie

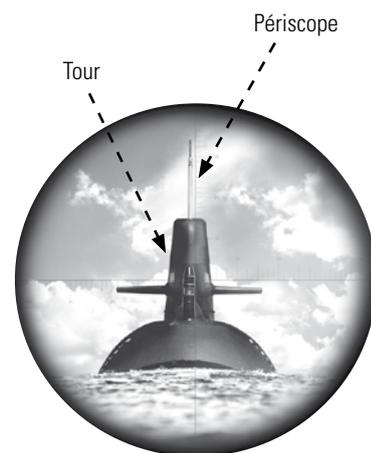


- a Miroir de l'objectif
- b Miroir de l'oculaire
- c Œil

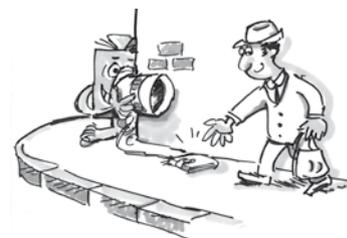
■ À l'origine, le périscopie était un moyen de fortune destiné aux astronomes afin de leur faciliter l'observation des étoiles et comètes. Par la suite, les forces armées ont constaté qu'il est avantageux de voir ce qui se passe tout en demeurant dans les tranchées et sans être vu, voire sans risquer d'être touché par une balle de l'ennemie.



Il était vital lorsque les premiers sous-marins ont commencé à sillonner les océans de pouvoir voir ce qui se passe à la surface de la mer sans émerger de l'eau. Le périscopie avait été développé à cette fin. Les bateaux demeuraient en plongée à faible distance de la surface de l'eau et télescopaient le périscopie de leur « tour » au-dessus du niveau de l'eau. Il va de soi que le périscopie intégré à ce qui était initialement une longue-vue a été perfectionné pour répondre à ce besoin. Des lentilles ont été intégrées pour lui conférer la fonction d'une lunette astronomique. De nos jours, les périscopies montés dans les sous-marins sont équipés de télémètres à laser et d'appareils d'enregistrement des images thermiques permettant de voir dans l'obscurité.

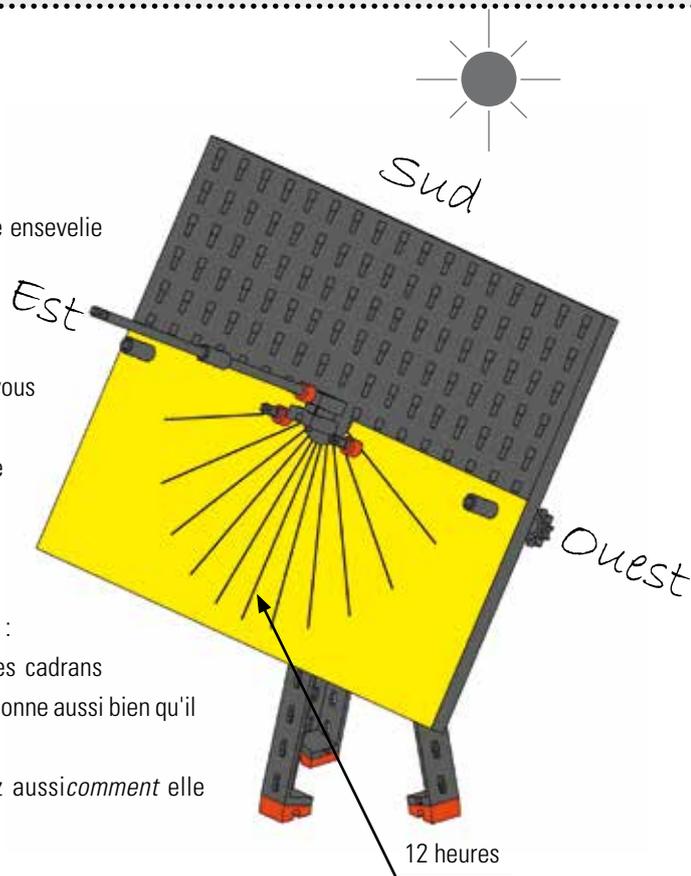


Vue à travers le périscopie en plongée



## Clair et obscur Cadran solaire

■ Le saviez-vous ? On a trouvé une horloge ensevelie dans le sable durant des centaines d'années et ce qu'il y a de plus incroyable dans tout cela est qu'elle fonctionne encore. « Mais oui » vous direz-vous « c'est certainement un cadran solaire ». Vous avez raison ! Et le cadran solaire ne remonte pas à des siècles mais à plus de 3000 ans. D'où sait-on tout cela ? Les archéologues ont découvert cette horloge dans la sépulture d'un pharaon. Ceci prouve : que les Égyptiens de l'antiquité avaient des cadrans solaires. Mais est-ce que cette horloge fonctionne aussi bien qu'il y a 3000 ans de nos jours ? Essayez-le immédiatement et vous saurez aussicomment elle fonctionne.



■ Montez la maquette du cadran solaire en vous servant des instructions de montage.

Mettez-vous à la recherche d'un endroit tranquille et ensoleillé pour votre horloge. Il peut p. ex. s'agir d'une tablette de fenêtre orientée vers le sud. C'est sur cette fenêtre que les rayons du soleil tombent directement aux environs de midi.

Un endroit tranquille veut dire qu'il doit s'agir d'une fenêtre qu'on n'ouvre pas continuellement afin de ne pas être dans l'obligation de réorienter l'horloge à tout moment. Vous pouvez également noter des repères avec un crayon à papier sur la tablette de la fenêtre.

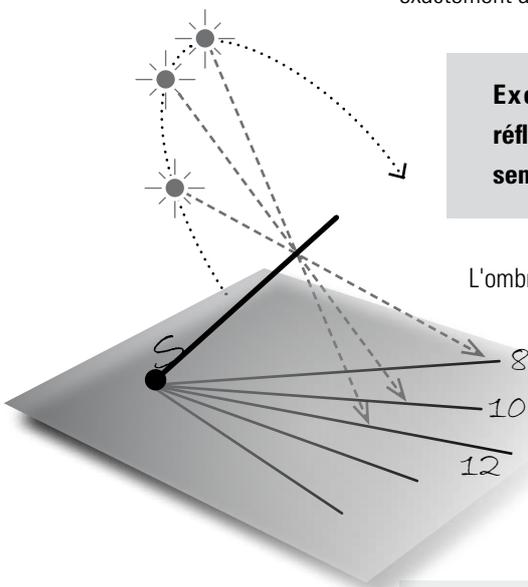
Orientez l'horloge sur le soleil. Le soleil doit briller par l'arrière sur le cadran. Réglez de préférence l'heure correcte sur midi = 12h00. Bougez ensuite l'horloge légèrement jusqu'à ce que l'ombre de l'aiguille coïncide exactement avec le trait vertical du cadran.

### Exercice :

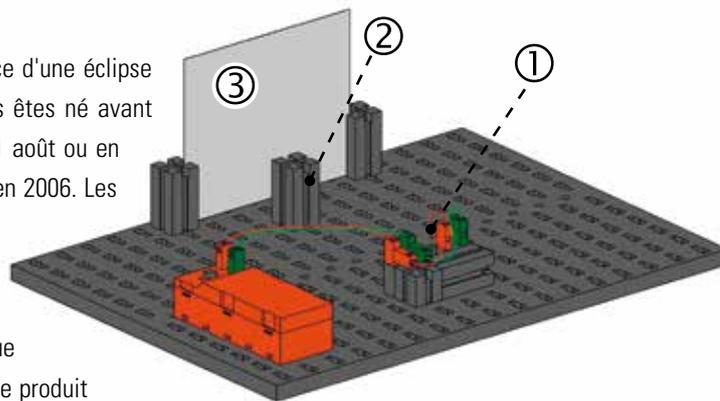
**réfléchissez où vous allez placer le prochain repère pour 13 heures. Dans quel sens l'ombre va-t-elle progresser maintenant ? Astuce : consultez le graphique.**



L'ombre de l'aiguille est plus courte en été et plus longue en hiver. Cette différence provient de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre autour du soleil qui est plus plan en hiver qu'en été. Les repères respectifs permettent même d'élargir votre cadran solaire en lui attribuant la fonction d'un calendrier solaire.



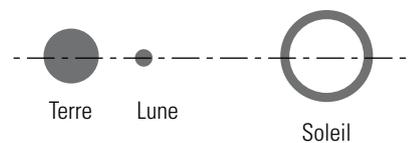
■ Avez-vous déjà fait l'expérience d'une éclipse solaire ? Dans l'affirmative, vous êtes né avant 1999 et étiez en Allemagne le 11 août ou en Australie en 2003 ou en Turquie en 2006. Les lieux cités ont vécu une éclipse solaire totale à la date ou au cours des années indiquées. Vous apprendrez maintenant ce que s'est exactement, comment elle se produit et ce qui y est si total.



## Ombre pure et pénombre

- 1 Source lumineuse
- 2 Obstacle
- 3 Mur de projection

La réussite d'une éclipse solaire pose pour condition que la Terre, la lune et le soleil soient disposés en ligne droite comme des perles sur le fil tendu d'un collier. La lune se situe alors entre la Terre et le soleil.



■ Montez la maquette pour l'ombre pure et la pénombre en vous servant des instructions de montage.

Un objet éclairé par une source lumineuse donne naissance à une ombre – c'est une vérité d'évidence. Une source lumineuse composée de deux lumières ponctuelles comme ceci est le cas de votre maquette ou une grande source de lumière comme le soleil crée deux zones d'ombre : la pénombre et l'ombre pure.

### Exercice

**Branchez la lumière de la maquette et observez le mur de projection. L'ombre sombre au milieu est l'ombre pure et le champ plus clair autour est la pénombre. Imaginez que votre maquette est notre constellation composée du soleil, de la lune et de la Terre. Lampe = soleil, élément de construction = lune. Le mur de projection représente la Terre. Dans quelle zone de la Terre (mur de projection) devriez-vous vous trouver pour faire l'expérience d'une éclipse solaire totale ?**



Éclipse solaire totale

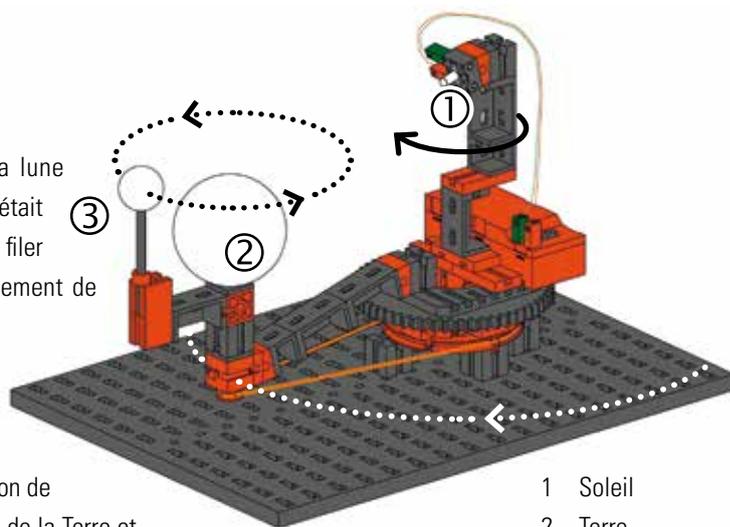
Vous devriez vous trouver dans l'ombre pure, soit dans la zone la plus sombre de l'ombre projetée. La bande presque noire au milieu de votre maquette constitue cette ombre. En supposant que vous vous trouviez dans cette zone, vous ne pourriez plus voir la petite lampe (soleil) parce qu'elle disparaîtrait complètement derrière l'élément de construction (lune).

L'ombre pure de l'éclipse solaire est une tache ronde sur la Terre. Et cette tache se déplace sur la surface parce que la Terre et la lune bougent. Toute cette apparition a disparu après quelques minutes. La lune a quitté la ligne commune et le soleil redevient visible.

Au juste, la prochaine éclipse solaire totale aura lieu le 03 septembre 2081 chez nous.

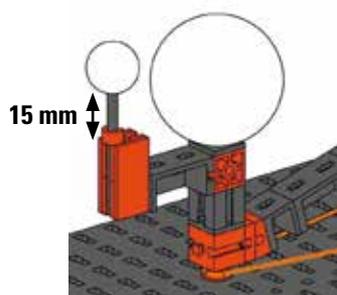
## Modèle planétaire

■ On dit habituellement que la lune est un compagnon fidèle. S'il en était vraiment ainsi, pourquoi doit-elle filer en douce, voire disparaître totalement de temps en temps ?  
Il va de soi que nous connaissons la lune croissante, la lune décroissante, la nouvelle lune et la pleine lune. Tout ceci est fonction de la lumière du soleil, de la position de la Terre et de l'ombre. Le modèle planétaire montre comment tout ceci fonctionne exactement.



- 1 Soleil
- 2 Terre
- 3 Lune

■ Montez la maquette en vous servant des instructions de montage. Apportez une attention particulière aux différents réglages en hauteur de la lune des exercices 1 et 2.



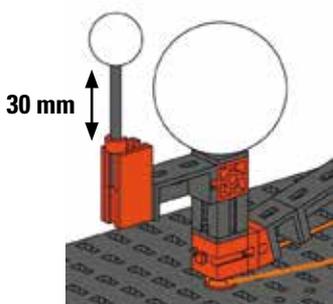
### Exercice 1 :

**Nous allons simuler une éclipse solaire pour commencer. Vous savez ce que vous devez faire, ou non ? Retournez une page en arrière au chapitre « Ombre pure et pénombre » si vous ne vous en souvenez plus. Bon – le soleil, la lune et la Terre sont positionnés exactement dans cet ordre sur une ligne. Le « soleil » est branché et projette l'ombre de la lune sur la Terre. Imaginez que vous vous trouvez au milieu de cette ombre et que vous regardez le soleil. Que voyez-vous ?**



Mais oui, vous voyez la lune, parce qu'elle couvre le soleil complètement dans l'idéal. Cette situation ne se produit pratiquement pas et c'est pour cette raison que nous voyons habituellement la nouvelle lune sur cette position.

Veillez à occulter la pièce pour le prochain exercice, afin que le clair et l'obscur puissent se reproduire de façon optimale.

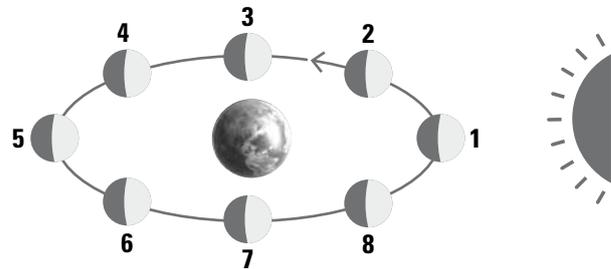
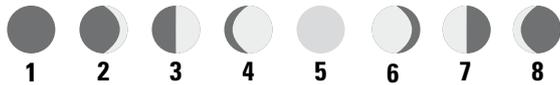


### Exercice 2 :

**Tournez votre modèle planétaire de sorte que la lune tourne contre le sens des aiguilles d'une montre (voir la figure du haut). Imaginez que vous vous trouvez sur la Terre et que vous regardez la lune. Vous pouvez reproduire toutes les phases lunaires maintenant. Quand la phase croissante / décroissante de la lune va-t-elle commencer ?**



Le graphique vous donne la réponse. Graphique à droite : la position de la lune par rapport à la Terre vue de l'espace. Graphique à gauche : position respective de la lune que nous voyons au départ de la Terre.



- |   |                   |   |                  |   |                   |
|---|-------------------|---|------------------|---|-------------------|
| 1 | Nouvelle lune     | 4 | Lune ascendante  | 7 | Dernier croissant |
| 2 | Lune ascendante   | 5 | Pleine lune      | 8 | Lune descendante  |
| 3 | Premier croissant | 6 | Lune descendante |   |                   |

La lune exige **29,53 jours** pour effectuer un cycle complet entre deux pleines lunes. Cette période correspond approximativement à un mois. Ce n'est pas un hasard, étant donné que notre calendrier s'oriente à la lune. La révolution de la lune dure approximativement 29 jours. Ceci signifie aussi que nous voyons toujours la même face lunaire. Les premières images de la face cachée de la lune remontent aux voyages sur la lune.

La Terre tourne autour du soleil à une vitesse de **107 000 km/h** et c'est à cette vitesse que vous tournez avec elle. Personne n'avait imaginé que nous fonçons à travers l'espace à une telle vitesse. Petite comparaison : il s'agit de trois fois la vitesse d'une navette spatiale.

La lumière a déjà parcouru **300 000 km** en l'espace d'une seule seconde. Ceci correspond à un milliard de kilomètres par heure. Petite comparaison : le son ne se déplace « qu'avec » 1200 km/h dans l'air.

La lumière n'a pas de masse et peut donc atteindre une vitesse si élevée de ce fait. Elle appartient aux ondes électromagnétiques telles que les ondes radioélectriques, les micro-ondes ou les faisceaux radar. Seule une petite plage du grand spectre des ondes électromagnétiques est visible pour l'œil humain : la lumière. Elle se déplace en ligne droite et c'est pour cette raison que nous représentons fréquemment les rayons de lumière comme des lignes droites.

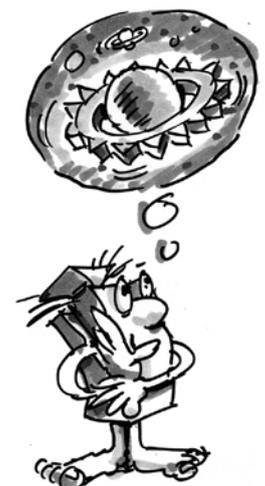
La lumière « blanche » du soleil se compose de toutes les couleurs du spectre des couleurs (ordre chromatique continu). Nous les voyons par exemple dans un arc-en-ciel. Les gouttes de pluie brisent la lumière et cette dernière se décompose en rouge en passant par l'orange, le jaune, le vert, le bleu jusqu'au violet. Cet ordre est par ailleurs toujours identique.

## Les phases lunaires

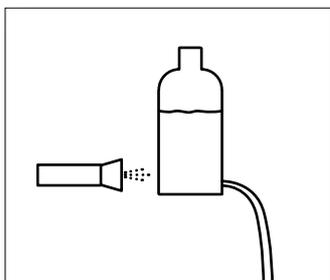
## L'heure lunaire

## La Terre

## La lumière

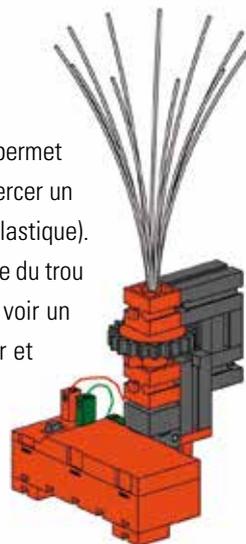


## Jeu de lumière



Essai de la bouteille d'eau

■ Connaissez-vous l'essai avec la bouteille d'eau et la lampe de poche ? Il permet de faire passer la lumière à travers un jet d'eau. Pour ce faire, vous devez percer un petit trou dans le bas et sur le côté de la paroi d'une bouteille d'eau (en plastique). Remplissez la bouteille d'eau. Dirigez la lumière de la lampe de poche en face du trou dans la bouteille – c'est-à-dire par derrière dans le jet d'eau. Vous pourrez voir un point brillant et clair là où le jet d'eau touche le sol (de préférence un évier et pas la moquette). Cet essai a été effectué pour la première fois par le physicien irlandais John Tyndall en 1870. Sauf qu'on ne disposait d'aucun matériau approprié susceptible de permettre une utilisation technique des conclusions de ces essais à son époque. Vous vous demandez certainement, tout comme Tyndall, pourquoi la lumière dans le jet d'eau ou la fibre optique demeure prisonnière et ne ressort qu'à la fin ?



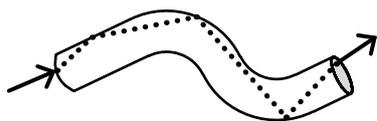
■ Montez la maquette du jeu de lumière en vous servant des instructions de montage. Important pour le montage :

- Servez-vous de la DEL Rainbow comme « lampe ». Seule cette DEL peut créer de la lumière multicolore. Elle a un culot blanc.
- Raccordez le pôle positif impérativement au repère rouge.
- Les fibres optiques doivent entrer en contact direct avec la DEL.



### Exercice :

**Branchez la torche à DEL et observez comment la lumière traverse la fibre optique. Remarquez-vous quelque chose ?**

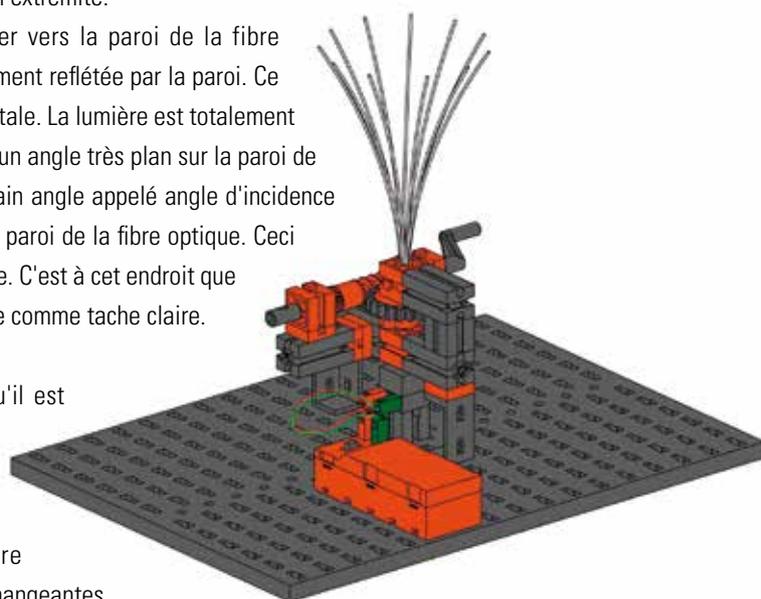


Faisceau lumineux traversant une fibre optique coudée

Vous avez l'impression, en regardant de côté sur la fibre optique, qu'il n'y pas de lumière dedans. La lumière ne devient visible qu'au niveau de l'extrémité.

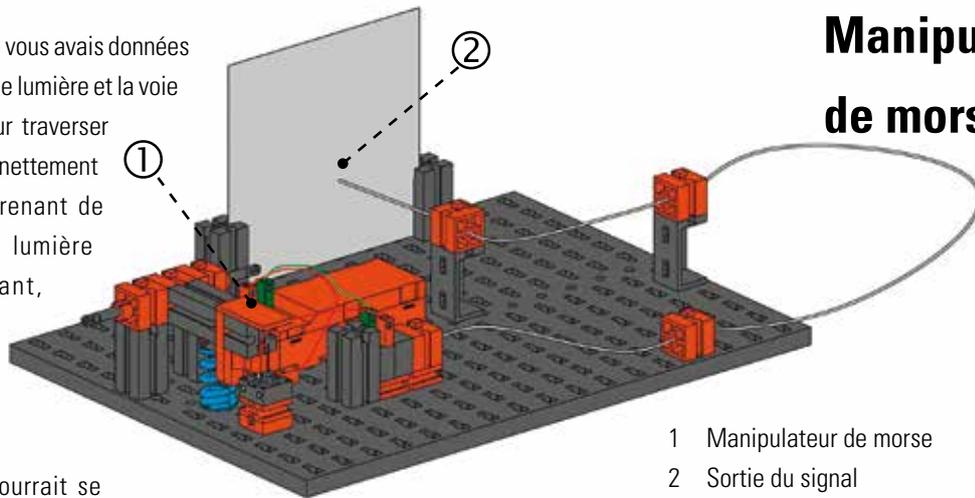
La lumière ne peut pas se diriger vers la paroi de la fibre optique parce qu'elle est constamment reflétée par la paroi. Ce phénomène est appelé réflexion totale. La lumière est totalement réfléchiée parce qu'elle arrive dans un angle très plan sur la paroi de la fibre optique. À partir d'un certain angle appelé angle d'incidence limite, la lumière peut traverser la paroi de la fibre optique. Ceci est le cas à la fin de la fibre optique. C'est à cet endroit que la lumière sort et qu'elle est visible comme tache claire.

■ Si vous estimez également qu'il est temps de faire tourner les choses, montez le jeu de lumière élargi à manivelle. Il suffit ensuite d'occulter la pièce pour prendre entièrement plaisir aux couleurs changeantes.



## Jeu de lumière à manivelle

■ Les explications que je vous avais données pour la maquette du jeu de lumière et la voie prise par la lumière pour traverser la fibre optique devient nettement visible ici. Il est surprenant de constater comment la lumière prend chaque tournant, indépendamment de sa courbure. Mais attention : ne courbez pas trop fort.



## Manipulateur de morse

- 1 Manipulateur de morse
- 2 Sortie du signal

1. La fibre optique pourrait se déformer durablement et ne plus se détendre (lors d'un rayon de courbure inférieur à 2 cm).
2. Parce qu'il se pourrait que la fibre optique ne fonctionne dès lors plus correctement. La lumière peut fuir la fibre optique si le rayon de courbure est trop petit. Voyez également la description donnée pour l'angle d'incidence limite dans le chapitre du « Jeu de lumière ».

■ Avant l'invention du téléphone, les messages étaient transmis avec un manipulateur de morse. C'était un appareil simple et fiable. Le morse câblé n'exigeait qu'un seul câble et deux signaux : bref et long. Ce signal correspondait à la lettre « a ».

On peut pratiquement dire que la technique du morse était la grand-mère de l'Internet. À cette époque, personne ne connaissait les câbles à fibres optiques, mais le principe était similaire.

Il faut savoir qu'Internet fonctionne également avec rien que deux signaux. Les signaux du tiret et du point sont remplacés par 1 et 0. Les hommes d'aujourd'hui n'ont plus de manipulateur de morse, mais un ordinateur pour décoder les signaux et traiter le message, évidemment bien plus rapidement. De nos jours, nous disposons de câbles à fibres optiques et ils sont aussi nécessaires pour transporter l'immense quantité de données. Des câbles à fibres optiques entourent notre planète et servent d'épine dorsale d'une communication et de la transmission globalisée des informations.

Actuellement, chaque fibre optique permet de transmettre 26 téraoctets. Ceci correspond au contenu de 700 DVD – par seconde.

Vous ne devrez pas faire preuve d'autant de rapidité pour le dernier exercice.

## L'alphabet morse

a . –	n . . .
b . . . .	o . . . .
c . . . . .	p . . . . .
d . . .	q . . . . .
e .	r . . .
f . . . .	s . . .
g . . .	t –
h . . . .	u . . .
i . .	v . . . .
j . . . . .	w . . . .
k . . .	x . . . .
l . . .	y . . . . .
m . .	z . . . . .
patientez . . . . .	
début . . . . .	
fin . . . . .	

### Exercice :

Transmettez la suite de signes suivante avec votre manipulateur de morse :

« . . . . . . . ».

Quelle est la signification de ce message ? (Voir la solution ci-après)



Solution de l'exercice sur cette page : Il s'agit de l'appel d'urgence international = SOS.

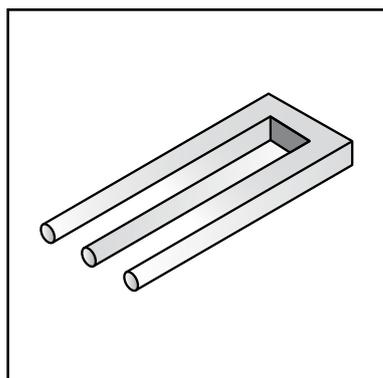
## Illusion optique



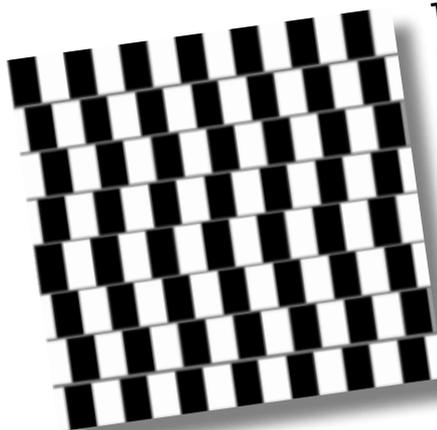
« Rappelez-vous ce que je vous avais dit au début de ce manuel d'accompagnement : « ne faites pas toujours confiance à vos yeux ».

### Quelque chose manque !

Le cerveau cherche un objet tridimensionnel. Sauf que l'œil ne le voit pas.

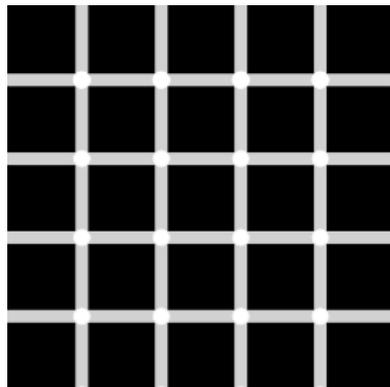


**Tout est tordu et déformé !**  
C'est ce que vous croyez. Posez simplement une règle contre les lignes horizontales.



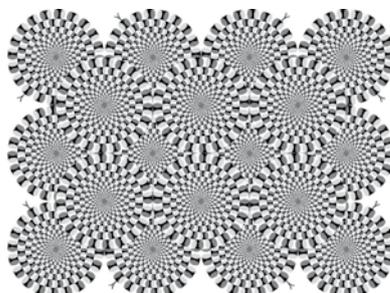
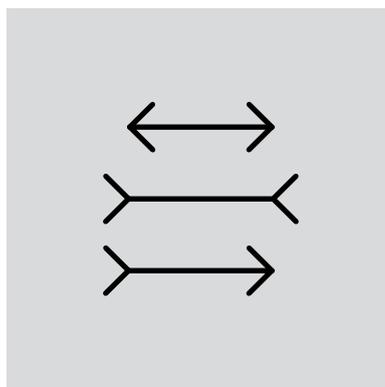
### Comptez les points noirs

Oups, mais où est-il passé.



### Quelle ligne est la plus longue ?

Pensez-vous que c'est celle du milieu ? Remesurez pour savoir.



### Des cercles fantastiques ...

figurent aux instructions de montage en couleur et en grand. Un petit aperçu vous est déjà donné en noir et blanc à gauche. Laissez-vous surprendre ! C'est une chose que vous n'avez jamais vue.

Les instructions de montage contiennent même une maquette d'une « illusion optique ». Petit conseil préalable : tournez lentement ! ».

