

le pavillon des sciences

# Ombres et Lumière

EXPOSITION

Du 27 mars 2017  
au 4 mars 2018



Parc scientifique du Près-la-Rose • 25200 Montbéliard  
tél. 03 81 91 46 83 • [www.pavillon-sciences.com](http://www.pavillon-sciences.com)

Le Pavillon des sciences, Centre de Culture Scientifique, Technique et Industrielle,  
bénéficie des soutiens de la Ville de Montbéliard, de la Ville de Saffert, de Pays de Montbéliard Agglomération,  
de la Région de Bourgogne-Franche-Comté et du Conseil départemental du Doubs.

# Ombres et lumière

Une exposition produite par la Cité des sciences de Paris

Au Pavillon des sciences, à Montbéliard du 27 mars 2017 au 4 mars 2018



L'ombre et la lumière, deux éléments indissociables, que l'on rencontre chaque jour. Mais finalement savons-nous réellement ce qu'est une ombre ?

L'exposition **Ombres et lumière** est l'occasion de se pencher un peu plus sur cette question. Le collectionneur d'ombres, Archibald Ombre, nous laisse disposer de sa villa lors de son absence. Chacune des pièces qui la compose est prétexte à découvrir et manipuler cette grande collection pour mieux comprendre comment ombres et lumière fonctionnent ensemble.

Du salon au jardin le côté obscur de la lumière s'ouvre aux visiteurs.

A partir de 6 ans

## Sommaire

1. Aux origines.....	p2
2. La lumière pour comprendre l'ombre.....	p3
3. La collection d'Archibald.....	p4
4. Les fiches expérimentales.....	p20
5. Expériences à faire chez soi.....	p26
6. Bibliographie.....	p31

## Aux origines

L'univers, bien loin de celui que nous connaissons actuellement, est né il y a quelques 15 milliards d'années. Et dans les minutes qui ont suivi, est apparue la lumière. Bien plus tard est venue cette évidence : « il n'y a pas d'ombre sans lumière ». Ceci, les hommes l'ont bien compris et ont su années après années exploiter cette lumière mais aussi l'ombre !

### 1.1 La mesure du temps

Il est supposé que dès la préhistoire les hommes ont commencé à observer le temps en plantant des bâtons dans le sol et en observant le parcours de l'ombre au cours de la journée. Cependant en l'absence de preuve matérielle, on date les premières allusions au cadran solaire au Vème siècle av. J-C. L'heure était connue grâce à la position de l'ombre du gnomon (tige verticale composant le cadran solaire) faite par le soleil sur une surface plane. On pouvait également connaître les saisons en fonction de la taille de l'ombre. Lorsque celle-ci est longue cela signifie que les rayons du soleil rasent la Terre et donc que nous sommes en hiver.



### 1.2 Les ombres : sources d'amusement, de réflexion

Les ombres semblent avoir de tout temps fasciné l'être humain. C'est avec ces dernières que Platon (Vème siècle av. J-C.) illustra l'allégorie de la caverne (dans son ouvrage « La République »). Il y met en scène des personnages qui, depuis leur enfance, sont attachés au fond d'une grotte et ne voient sur ses parois que les ombres provenant du dehors. Ils font alors des ombres leur réalité.



Marionnette Balinaise

Il y a plus de 1000 ans les ombres se sont également profondément enracinées dans la culture asiatique. En effet c'est là-bas que sont nés les théâtres d'ombres, et il s'agit d'un art qui perdure encore aujourd'hui. On y met en scène des poèmes tout comme des récits d'aventure ou des satires politiques. Pour les récits, on intercale de fines marionnettes, en bois en cuir ou en papier selon les pays, entre une toile blanche et une source de lumière et on laisse le spectacle commencer.

On pourra d'ailleurs apercevoir dans la maison d'Archibald des marionnettes traditionnelles venant de Bali.

## La lumière pour comprendre l'ombre

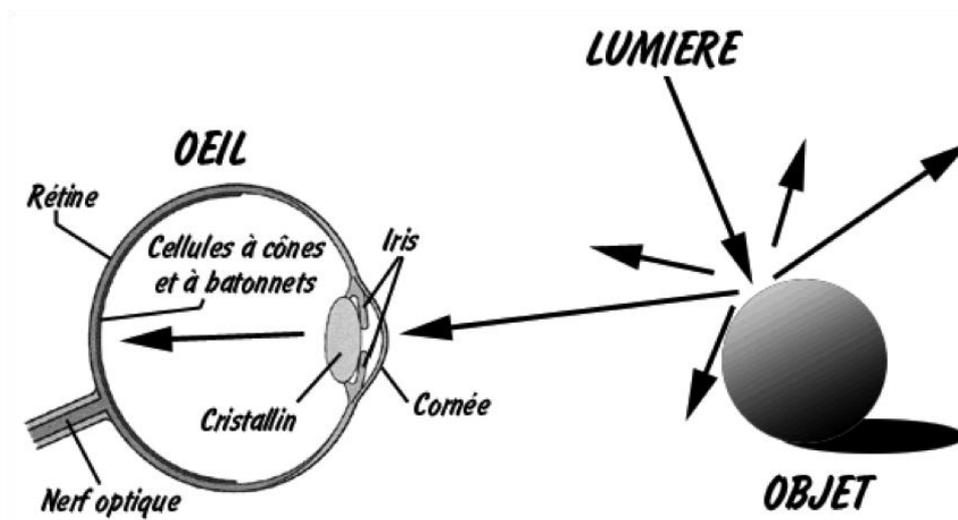
La notion d'ombre étant irrévocablement liée à celle de la lumière il est nécessaire de comprendre ce qu'est la lumière.

### 2.1 La lumière pour voir

Contrairement à de nombreux animaux pouvant voir la nuit, les êtres humains ont besoin d'un minimum de lumière pour voir. Ce fait a été compris dès l'Antiquité mais incorrectement interprété par certains scientifiques de l'époque.

Platon, Ptolémée ou encore Euclide soutenaient la théorie dite de l'émission. En effet ils pensaient qu'en plus de la lumière du soleil, l'œil humain créait un « feu pur » ou « rayons de visions ». Pour eux, la combinaison des rayons de lumière et des rayons de vision permettait de voir les objets. Puis, lorsque la nuit tombait, les rayons de vision ne pouvaient plus s'associer à ceux du soleil et ainsi on ne pouvait plus voir dans l'obscurité.

Cette théorie fut rapidement réfutée par Aristote puis quinze siècles plus tard par Alhazen. On considère cet homme comme le premier « vrai » scientifique grâce à ses travaux en physique en mathématiques et en philosophie. Il comprendra ainsi que les objets reçoivent la lumière du soleil et la réfléchissent ensuite. Ce sont donc les yeux qui reçoivent des rayons et non qui les projettent, il s'agit de la théorie de l'intromission. Il appliqua cette même théorie à la Lune et fut le premier homme à expliquer qu'elle ne produisait pas sa propre lumière mais qu'elle réfléchissait celle du soleil.



*La lumière arrivant à la surface d'un objet est réfléchiée en toutes directions et rend l'objet visible pour l'œil humain. En absence de lumière la réflexion est impossible, voilà pourquoi on ne voit pas dans le noir.*

## 2.2 Mais alors qu'est-ce que la lumière ?

C'est naturellement la question que se posèrent de nombreux scientifiques. Et oui, on peut la voir mais pas la toucher, on peut sentir sa chaleur mais elle n'a pas d'odeur.... Alors qui est-elle ?

La lumière est une forme d'énergie qui se déplace très rapidement. Pour s'en rendre compte il suffit d'observer un ciel orageux. On a à peine le temps de voir un éclair qu'il a déjà disparu ! En fait la lumière choisit toujours le chemin le plus court pour se déplacer, jamais elle ne fera de virages. Elle se déplace d'ailleurs à la vitesse de 300 000 km/s !

Et de plus près.... A quoi ressemble-t-elle ? Il s'agit de minuscules particules, invisibles à l'œil nu, et que l'on appelle photons. Ces photons se déplacent en ondulant et en effet toujours dans la même direction.

Nous arrivons donc à une définition de la lumière... Il s'agit d'une *onde électromagnétique unidirectionnelle, composée de photons et ayant un caractère ondulatoire.*

Et ça notre cher Archibald Ombre avait bien compris que la lumière se propageait partout et surtout en ligne droite. C'est donc grâce à elle qu'il a pu mettre en place cette collection unique : une collection d'ombre.

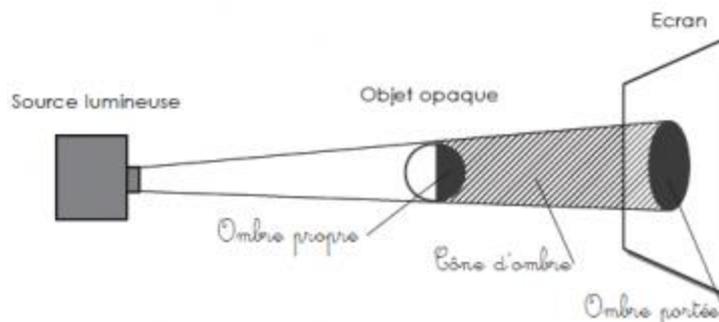
## La collection d'Archibald

### 3.1 La théorie d'Archibald

Archibald a donc compris que pour faire sa collection et donc pour faire une ombre, il faut :

- Une source de lumière
- Un objet dans la lumière
- Une surface sur laquelle on peut voir l'ombre

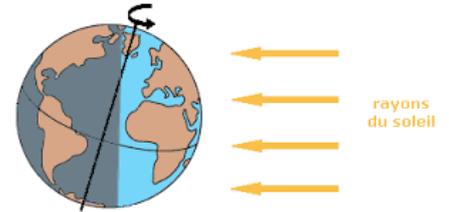
Mais ce qui est un peu plus surprenant et dont on n'a pas toujours conscience c'est qu'un objet a en fait deux ombres. Eh oui ! L'ombre qu'il porte sur lui-même et qu'on appelle ombre propre et l'ombre qui est projetée sur une surface, il s'agit de l'ombre portée !



*Ombre propre et ombre portée*

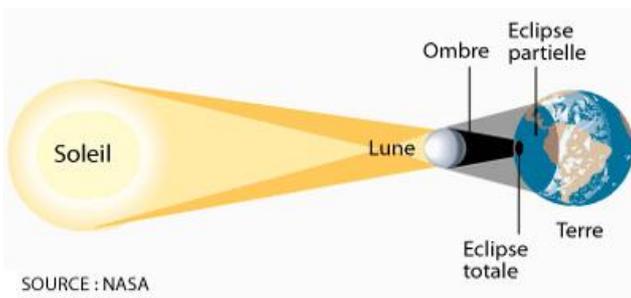
Mais ce principe ne s'appliquerait-il pas à un cas concret que nous vivons tous les jours ? A bien plus grande échelle ce phénomène s'applique à la Terre. Le jour et la nuit sont bien des questions d'ombre propre et les éclipses d'ombre portée.

Lorsqu'une face de la Terre est tournée vers le soleil, elle en reçoit sa lumière et il fait jour. L'autre face, quant à elle, est dans l'ombre propre de la Terre. La Terre empêche le passage des rayons du soleil et il fait nuit.

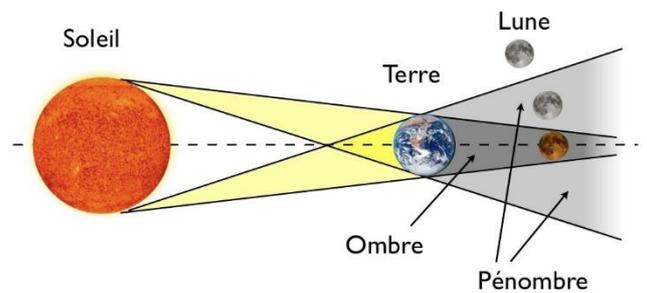


Il existe deux types d'éclipses, la première, l'éclipse lunaire, survient lorsque la Lune se retrouve dans l'ombre portée de la Terre. Et l'éclipse de soleil se passe lorsque la lune projette son ombre sur la Terre en passant devant. La Terre est donc dans l'ombre portée de la Lune. On distingue même au sein d'une éclipse deux phases :

- L'éclipse totale : lorsque on se trouve dans l'ombre portée
- L'éclipse partielle : créée par la pénombre que fait l'objet autour de la « zone d'ombre pure ».



*Eclipse solaire*



*Eclipse lunaire*

On pourra d'ailleurs observer, au fond du jardin d'Archibald, un praxinoscope lunaire nous rendant visibles en quelques secondes seulement toutes les phases lunaires ! Phases résultantes de la position de la lune par rapport au soleil et de l'ombre propre de celle-ci et surtout de la position de la Terre par rapport à la Lune.



**Mais au fait... C'est quoi un praxinoscope ?**

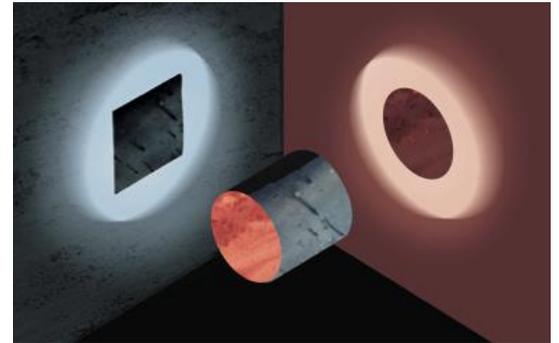
Il s'agit en quelque sorte de l'invention du dessin animé avant même celle du cinéma ! C'est en 1877 qu'un instituteur, Emile Reynaud, met au point ce drôle d'instrument. Le tout repose sur un plateau tournant et un tambour où l'on a disposé au centre et de manière circulaire douze miroirs. Le tambour se compose aussi d'une bande interchangeable de douze dessins. Le plateau en tournant entraîne le tambour avec les dessins et les miroirs. On a alors l'impression de voir un dessin s'animer.

## 3.2 L'Atelier d'Archibald

### 3.2.1 Tailles et formes

Peut-on faire, avec un seul et même objet, plusieurs ombres et de formes différentes ? Sans trop s'inspirer de l'image de droite à vous d'imaginer combien d'ombres sont réalisables avec un cylindre.

Oui, déjà deux mais encore ? Tout dépend de la position de la lumière par rapport à l'objet. Ainsi on peut déjà faire une ombre rectangulaire et une circulaire.

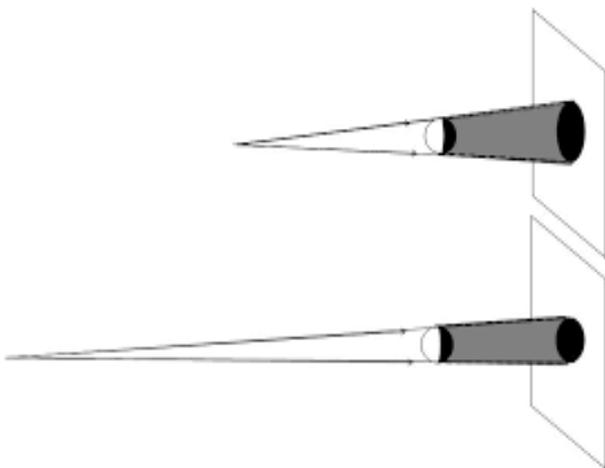


C'est dans son atelier qu'Archibald a mis au point de nombreuses petites manipulations autour des propriétés des ombres. On s'interroge d'abord sur les tailles des ombres. Pourquoi avec un même objet on peut avoir une ombre plus ou moins grande ?

- **Grossir les ombres**

Des objets sont mobiles, grâce à des rails, par rapport à une source lumineuse. A vous de manipuler les bateaux (les objets en question) pour faire en sorte que leur ombre soit la plus grosse possible. Où placeriez-vous le bateau, par rapport à la source de lumière, pour obtenir cette grande ombre ?

Réponse.... Il faut placer l'objet au plus proche de la lumière, en effet plus le bateau est proche de la source lumineuse, plus son ombre est grande. Et à l'inverse plus il en est éloigné, plus son ombre est petite. C'est le même principe que lorsqu'on regarde au lointain... Une personne située à plusieurs mètres de notre point d'observation nous semblera bien plus petite que ce qu'elle est en réalité. Pour la lumière c'est exactement le même principe. Un objet éloigné semble plus petit donc son ombre l'est également !



*Sur cette image on voit bien que les objets ont exactement la même taille, mais celui du bas a une source de lumière éloignée donc son ombre est rétrécie par rapport à celui d'en haut*



*Ici la source lumineuse est fixe mais le deuxième bateau est plus éloigné, son ombre est donc plus petite*

- **Les poupées russes**

Il s'agit de petites poupées de taille croissante. L'objectif de la manipulation est de faire en sorte que la petite poupée fasse de l'ombre à toutes les autres.... A vous de jouer !



*Ainsi si on place les poupées de profil par rapport à une source lumineuse, on constate bien que l'ombre de chaque poupée est proportionnelle à sa taille. (Voir ci-dessus)*



La plus petite étant devant, elle fait de l'ombre à celle un peu plus grande se trouvant derrière. Et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on aperçoive l'ombre de la plus grande tout au fond

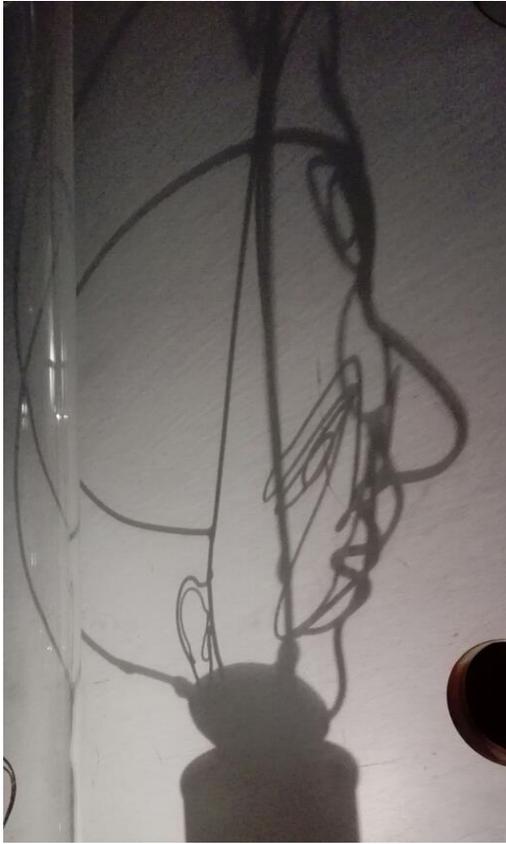
Lorsque la plus grande se trouve devant, les rayons de lumière ne parviennent même pas aux poupées suivantes. On observe alors une seule et unique ombre, celle de la grande poupée.



*Les ombres qu'on observe sur le support sont des ombres parasites venant des manipulations voisines...*

- **Le masque en fil**

La lumière forme et déforme, un objet selon son orientation par rapport à elle peut se retrouver méconnaissable. Voilà un visage tout défiguré alors qu'il s'agissait d'un beau masque en fil de fer !



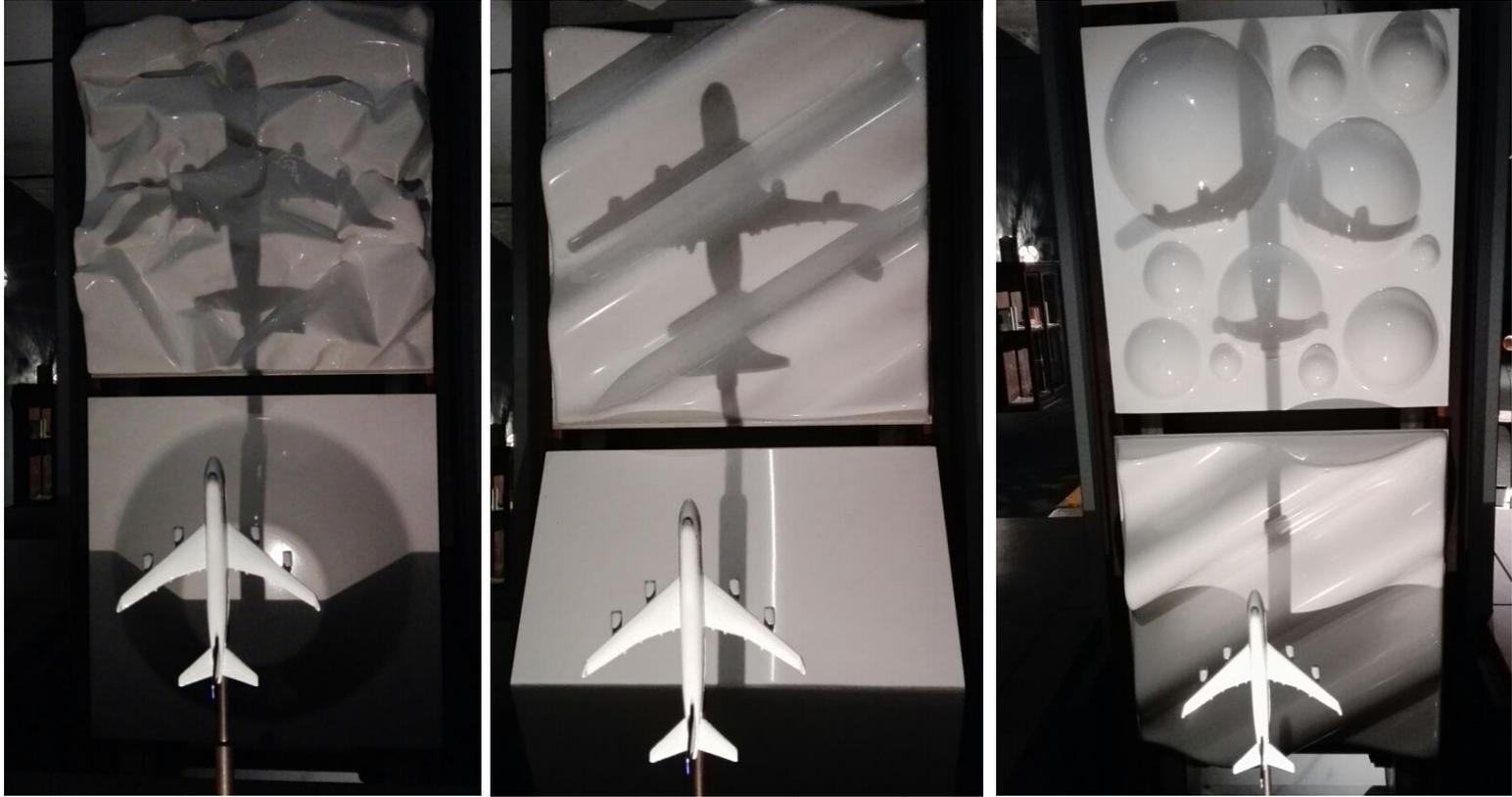
- **Les ombres à toucher**

Tout comme le cylindre, pouvant avoir une ombre rectangulaire ou circulaire, de nombreux autres objets ont une multitude d'ombres. Sur cette manipulation on invite les enfants à faire rentrer l'ombre d'un cylindre sur chaque support adapté. C'est un petit jeu d'adresse où il faudra savoir placer correctement la lampe pour obtenir la forme d'ombre souhaitée.



- **L'écran à relief**

La déformation existe aussi selon le support sur lequel est projetée l'ombre portée.



*On pourra visualiser l'ombre d'un avion survolant des montagnes acérées une mer déchainée ou encore un lac de lave bouillonnante. Les supports sont multiples et l'imagination vivement recommandée !*

- **L'ombre à la loupe**

En voilà un, un drôle de petit relief ! Mais qu'est-ce donc ? Un alligator ? Un escalier ?





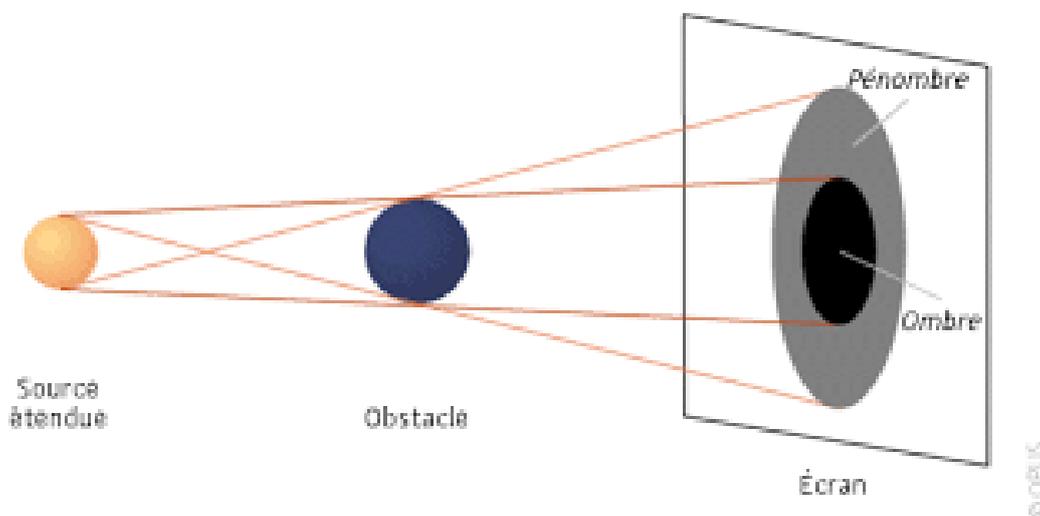
*C'est un Stégosaure ! Un dinosaure herbivore qui vivait il y a 150 millions d'années, il pouvait mesurer plus de 8m de long et 4m en hauteur !*

Une lumière rasante même sur de tous petits reliefs peut donner de longues et imposantes ombres. C'est pour cette raison qu'en hiver, le soleil étant plus bas à l'horizon, nos ombres sont beaucoup plus longues et étirées qu'en été.

### 3.2.2. Ombre et pénombre

La pénombre, que l'on peut observer au cours des éclipses par exemple, est en fait la zone où la lumière, après avoir frappé un objet, est partiellement interceptée. De ce fait ce n'est ni une zone d'ombre ni une zone de lumière mais bien l'ensemble des deux.

Notre cher Archibald s'est lui aussi penché sur la différence entre ombre et pénombre ! Il a donc mis en place une petite manipulation afin d'observer cette pénombre. En faisant varier le diamètre d'une source lumineuse, placée devant une petite sphère. A votre avis, la pénombre est-elle observable lorsque la source lumineuse est large et diffuse ou lorsqu'elle est réduite ?



*Plus la lumière est diffuse plus la pénombre est importante*

### 3.2.3 la lumière en ligne droite

- **Multiplier les ombres**

En ligne droite la lumière rencontre ces petits piquets. Quatre sources dans quatre angles et quatre piquets. Et si l'on éteint une lampe, quelles sont les ombres restantes ? Un jeu à faire pour voir si la notion de trajectoire de la lumière est bien comprise et également un jeu d'observation.



- **La lumière file droit**

Quatre supports percés d'un motif... Comment les disposer pour que la lumière les traverse tous et forme un cœur à leur sortie ? Encore un jeu pour voir si le trajet de la lumière est bien compris. Elle fait au plus simple, la ligne droite, et c'est tout naturellement qu'il faudra aligner les supports percés.



### 3.2.4 Jeux d'ombre

- **L'ombre tout terrain**

Marquer un but avec une ombre ou bien traverser une piste accidentée, pleine de trous avec une ombre. Voilà de quoi jouer ! Une balle fixe est placée devant un support troué, la lampe est amovible... Aux enfants d'inventer n'importe quel jeu !

- **Le jardin d'Archibald**

Tout au fond de l'atelier Archibald a son petit jardin, il l'a entouré d'une belle palissade de bois, elle a sûrement dû effrayer les voleurs d'ombres ! L'un d'eux a même perdu la sienne, elle y est restée accrochée ! Archibald a aussi planté des fils à linge et y a étendu quelques affaires à lui. Son absence est l'occasion de jouer dans les draps propres sans se faire enguirlander ! Pour une belle histoire la recette idéale ce sont des acteurs et des spectateurs. Et à vous de créer vos histoires d'ombres en se servant des draps comme écran !





*On peut tout créer derrière un drap, juste quelques poses aux histoires d'aventure les plus folles !*

- **Un peu de lecture**

Dans son jardin Archibald a installé une table et des chaises, plutôt qu'une bibliothèque sombre et à l'intérieur il a installée tous ses livres dehors ! Ainsi tout le monde peut consulter les histoires d'ombre.

### **3.3 La maison d'Archibald**

Bien sûr Archibald ne saurait se contenter d'un seul atelier pour y vivre, alors on peut découvrir dans une deuxième salle sa maison. Plus tournée sur la découverte que sur les expériences, la maison ouvre chacune de ses pièces, chambre, salon, cuisine...

#### **3.3.1 les ombres et la couleur**

Lorsque l'on pense à une ombre, c'est presque automatiquement qu'on visualise une forme noire. Noire, oui. Pourtant toutes les ombres ne possèdent pas cette unique couleur. En effet il existe différents moyens pour qu'un objet puisse avoir une ombre colorée...

- **La bouteille qui tourne**

Les enfants peuvent commencer à faire une ombre colorée grâce à un objet transparent ! Une bouteille de couleur par exemple. Ils pourront observer, dans la cuisine d'Archibald, une bouteille tournante. L'occasion de voir son ombre rouge mais aussi à quel point l'ombre est déformée lorsqu'une extrémité de la bouteille se rapproche de la lumière.



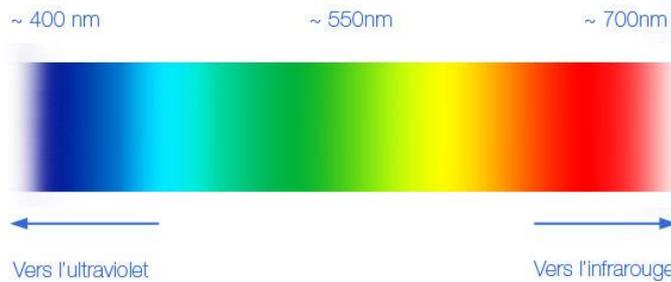
- **La pièce blanche**



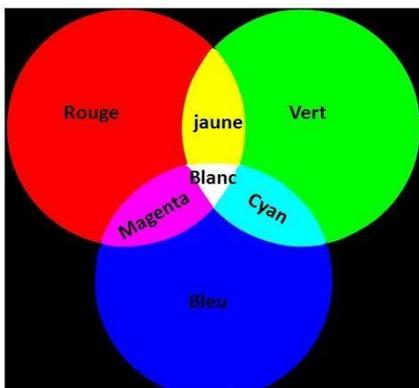
Dans cette pièce il sera possible d'observer sa propre ombre en bleu, jaune, magenta et vert ! Car en effet, l'autre moyen de faire une ombre colorée c'est d'utiliser des spots de lumière de couleur. Les spots colorent donc les ombres mais... et les murs ? Les murs restent bien blancs malgré le fait qu'ils soient éclairés par des lumières magenta/vertes et jaune/bleues selon le pan. Pourquoi ?



Aussi étonnant que cela puisse paraître, la lumière blanche est en fait composée de trois couleurs primaires : le bleu, le rouge et le vert. En effet, la lumière est une onde, or chaque couleur est définie par une longueur d'onde qui lui est propre. Le bleu a la plus faible longueur d'onde et le rouge la plus forte.



*Spectre de la lumière visible*



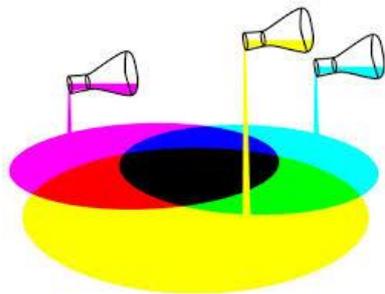
*Synthèse additive*

Si l'on ne voit pas ces couleurs en regardant la lumière c'est parce qu'il existe un phénomène de synthèse additive. La superposition du vert, du bleu et du rouge donne du blanc. Et si on mélange les couleurs primaires ?

- rouge + bleu = magenta
- bleu + vert = cyan
- vert + rouge = jaune

Ainsi si on éclaire un mur en magenta (= rouge + bleu) et en vert, on retrouve au final les trois couleurs primaires donc le mur reste blanc. Mais selon notre orientation devant les deux spots, on cache d'une part la lumière verte, donc l'ombre est magenta (puisque la complémentarité est rompue) et d'autre part on cache la lumière magenta donc l'ombre est verte. Les enfants pourront aussi observer sur un autre pan de mur leurs ombres jaunes et bleues.

Voilà comment il est possible de créer des ombres colorées !



*Synthèse soustractive*

#### Et pour la peinture ?

Non... mélanger du rouge, du bleu et du vert ne donne pas de la peinture blanche ! Cependant on va parler de synthèse soustractive lorsque en mélangeant la même quantité de cyan, jaune et magenta on obtient du noir.

- **Les bouteilles colorées**



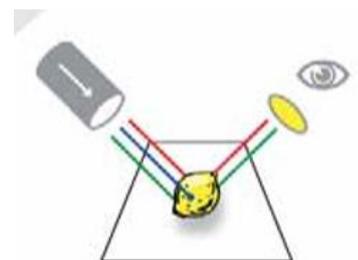
Tout comme les bouteilles en plastique coloré, ces bouteilles aussi font des ombres en couleur. Cependant c'est le liquide qu'elles contiennent qui est coloré. L'eau, du fait de sa transparence, laisse passer la lumière et on peut observer ces jolies ombres.

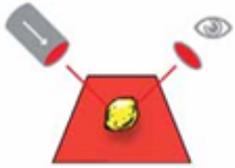
Le jeu peut aussi être celui de placer les bouteilles les unes devant les autres pour créer de nouvelles couleurs d'ombre. Ou même faire changer de couleur les bouteilles ou n'importe quel autre objet. Magie ou non ? Non pas vraiment de magie là-dedans mais encore une question de lumière.

Prenons l'exemple d'un citron pour illustrer cette petite expérience.

Le citron jaune, qui reçoit une lumière blanche (composée de chaque couleur primaire), va réfléchir seulement les couleurs correspondantes à sa couleur propre et absorbera le reste des rayons. Ainsi le citron va absorber le bleu (autre manière de dire qu'il va arrêter la lumière bleue), et renvoyer le vert et le rouge, dont le mélange fait du jaune.

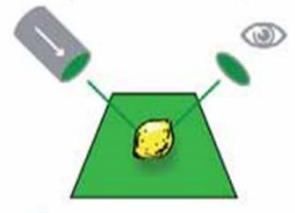
Le citron est vu jaune.



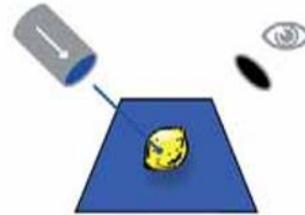


Maintenant, si le citron est éclairé seulement en rouge ou en vert, il sera de la même couleur que la lumière qui l'éclaire.

En prenant l'exemple de la lumière rouge, il manque la verte pour que, de manière complémentaire, on forme du jaune. Donc le citron sera vu en rouge.



Si ce même citron est ensuite éclairé en lumière bleue, le bleu est totalement absorbé. Le citron ne réfléchit aucun rayon, de ce fait il est vu en noir.



Et si on éclaire un objet noir avec de la lumière blanche ? Evidemment on le voit noir. En effet le noir a la propriété d'absorber totalement la lumière et donc de ne renvoyer aucun rayon. C'est d'ailleurs pour cela qu'en été les habits clairs sont préférés à ceux plus foncés. En effet, le noir, absorbant toute la lumière, récupère aussi toute sa chaleur.

Dans l'exposition, est aménagé un endroit où trois spots (vert, bleu et rouge) sont laissés libres. Il est possible de les bouger et de mélanger leurs faisceaux pour créer du cyan jaune et magenta ainsi que de la lumière blanche. Et il est évidemment possible de placer les bouteilles colorées devant afin d'observer leur changement de couleur.

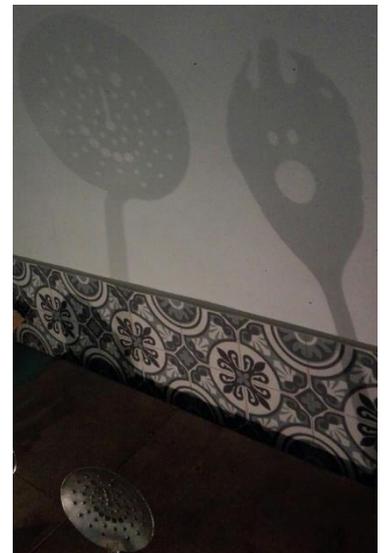
### 3.3.2 cuisiner les ombres



*Bienvenue dans la cuisine d'Archibald Ombre !*

Il sera certainement difficile de retrouver les constellations si connues de notre ciel dans cette cuisine, néanmoins créer des étoiles ne devrait pas être trop compliqué. En s'aidant de moulin à purée ou encore de passoire, créez des ombres presque spatiales !

Et dans cette atmosphère les louches, cuillères et autres ustensiles vous attendent pour vous faire découvrir leur drôle de visage



### 3.3.3 Magie, illusions et mystère

- **L'ombre du verre**

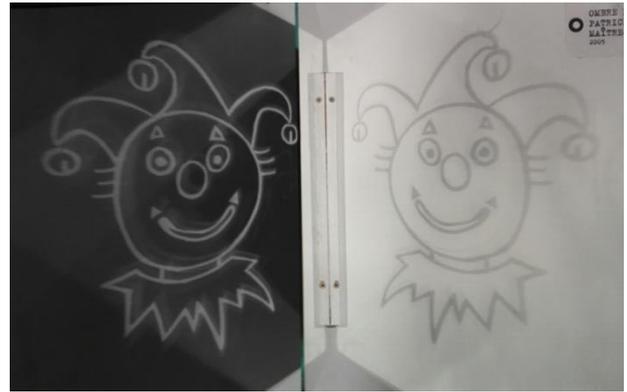
Voilà un drôle de tour, presque magique ! Un verre est posé sur un buffet, dont la surface translucide laisse passer une lumière. Eclairé par l'intérieur du buffet, son ombre est observable, tournant sur la surface du buffet. Nul doute, pour créer une ombre tournante alors que le verre est immobile, c'est que la source lumineuse se déplace. Oui en effet ! Pourtant il y a bien quelque chose qui cloche... Si l'objet est éclairé par le bas, son ombre devrait donc être projetée au-dessus de lui. Mais le plafond est nu de toute ombre. L'astuce, puisqu'il y en a une (non ce n'était pas de la magie), est visible par une fente percée dans le buffet. Au premier regard l'ampoule qui tourne est bien visible, puis en se penchant un peu plus le « truc » se dévoile. Un deuxième verre est collé sous la surface translucide, exactement au même emplacement que celui du dessus ! C'est donc son ombre qui tourne sur le buffet.



- **Ombre et reflet**

Un miroir est percé et est éclairé de face, de ce fait deux images sont créées. L'une où le motif percé, un clown, est visible en noir sur blanc, et l'autre où ce clown est en blanc sur noir. Qui est ombre, qui est reflet, telle est la subtilité de cette manipulation.

Le miroir a la particularité de renvoyer absolument tous les rayons de lumière qui le frappent. De ce fait, la zone percée ne peut pas renvoyer les rayons et les laisse passer à travers elle. Les rayons qui ont été renvoyés forment un reflet sur la surface plane et le clown est dessiné par absence de lumière (il s'agit de l'image de droite). De l'autre côté, le miroir fait impasse à la lumière, créant une ombre et le clown percé laisse la lumière pénétrer (image de gauche).



- **L'ombroscope**



Dans le salon d'Archibald est visible une intrigante machine, une haute boîte de bois, des boutons lumineux sur le côté et deux lourds rideaux rouges devant. C'est, sans crainte, qu'il faut y passer la tête.

Dans l'obscurité on distingue, au fond de la boîte, un miroir. Pour faire la lumière quoi de mieux que les interrupteurs lumineux ! L'un allume une lampe au-dessus de notre visage et l'autre, une lampe éclairant par le bas.

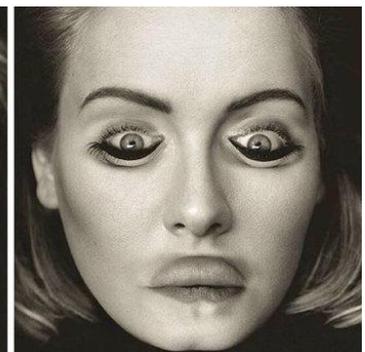
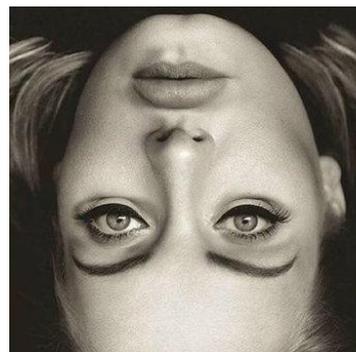
A votre avis quel sera le reflet le plus étrange, le plus dérangeant ? Un indice : le soleil tout comme les lampes nous éclairent par.... Le dessus !

Notre cerveau a la capacité d'intégrer les images qu'il voit au quotidien, il les mémorise et en fait une « norme ».

Voilà pourquoi on voit très régulièrement des visages dans les objets du quotidien !



C'est aussi pour cette raison que l'image de gauche nous semble tout à fait normale (un visage simplement vu à l'envers) alors qu'en réalité yeux et bouche ont été retournés. Mais ça notre cerveau ne s'en rend pas compte lorsque le visage est à l'envers puisqu'il a l'habitude de voir les yeux et la bouche à l'endroit...



Pour l'ombroscope c'est le même principe, en éclairant le visage par le bas il nous semble difforme puisque les habitudes d'éclairage sont bouleversées. C'est pourquoi au cinéma les créatures effrayantes sont éclairées par le dessous pour accentuer leur aspect monstrueux ou encore la raison pour laquelle on se raconte les histoires au coin du feu avec une lampe de poche sous le menton.

- **Ombres lourdes**

Archibald a dans sa collection de sacrées pièces ! Présentées dans cette armoire vitrée, vous pourrez admirer ces ombres si lourdes qu'elles font plier les planches ! Mais la réelle question à se poser est : comment créer de si grosses ombres alors que les objets eux-mêmes ne sont pas visibles ? La réponse réside dans ces trois mots : « distance lumière-objet ».



*Une enclume, un camion et un éléphant d'ombre font s'affaisser les étagères de l'armoire !*

Cette même armoire possède un certain nombre de tiroirs qu'il ne faudra pas hésiter à ouvrir !

### 3.3.4 Jouer avec les ombres

Les ombres sont source de jeu, d'amusement et de divertissement. Le théâtre d'ombre en est la preuve et nombreux sont les artistes qui ont intégré les ombres à leurs œuvres. Il sera possible de visionner sur la télé d'Archibald quelques extraits de films mettant en avant les jeux d'ombre et de lumière.

- **Ombres au sol**

Beaucoup d'efforts sont demandés pour ce jeu... s'asseoir sur un tabouret ! Le réel objectif est de compter le nombre d'ombre qu'a ce tabouret. Attention, les photos sont trompeuses, mieux vaut se fier à la réalité.



- **Se glisser dans l'ombre**

Même la moquette d'Archibald recèle son petit lot d'ombre ! A vous de vous mettre dans les empreintes et de recréer, grandeur nature, les ombres proposées.



- **L'armoire à ombre**

C'est Peter Pan qui aurait bien eu besoin de cette armoire. Lui, dont l'ombre s'échappait sans cesse, aurait ainsi pu la capturer aisément.

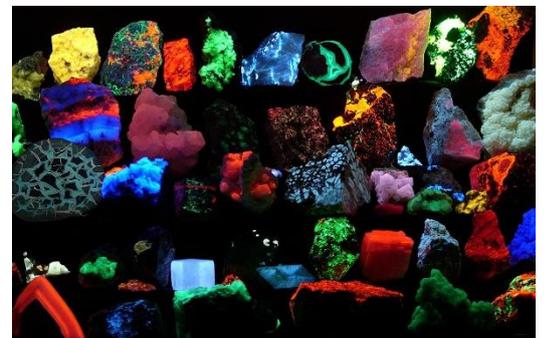
Cette armoire est peut-être même l'astuce qu'a utilisé Lucky Luke pour pouvoir tirer plus vite que son ombre. Oui... Lucky aurait triché, parce que aller plus vite que son ombre, ça n'est pas possible !



Pour capturer son ombre, c'est très simple ! On ouvre l'armoire et on prend la pose souhaitée, juste devant, le temps que la lumière s'éteigne. Il suffit ensuite de se reculer et d'observer notre ombre, figée dans l'armoire. Comment ça marche ? Le fond de l'armoire est recouvert d'une peinture phosphorescente. Le principe c'est que cette peinture va absorber la lumière et va la restituer petit à petit. De ce fait notre pose a caché la peinture, qui n'a donc pas emmagasiné de la lumière, tandis que le contour a été exposé. Ainsi, lorsque la lumière s'éteint, on voit notre ombre sur la peinture.

**Quelle est la différence avec la fluorescence ?**

Comme la lumière est une onde, elle se déplace de la même manière que les vagues à la surface de la mer. La longueur d'onde est la distance entre deux « vagues ». La lumière possède donc une longueur d'onde qui lui est propre. Or un objet fluorescent absorbe la lumière puis la réémet avec une autre longueur d'onde. D'où cet effet « fluo » ! On rencontre cette fluorescence dans la nature chez de nombreux minéraux par exemple.



*Minéraux fluorescents*

- **La chaise**

C'est en s'asseyant confortablement dans ce royal fauteuil rouge (le préféré d'Archibald) que vous pourrez faire toutes les ombres que vous souhaitez. Ombres chinoises, monstres effrayants, à vous de jouer.



## Les fiches expérimentales

### LE PRAXINOSCOPE LUNAIRE

Tourne et contemple en accéléré  
les phases de la Lune.

La Lune est une boule. Depuis la Terre,  
on ne voit, en général, qu'une partie  
de la moitié de la Lune éclairée  
par le Soleil.



### THE LUNAR PRAXINOSCOPE

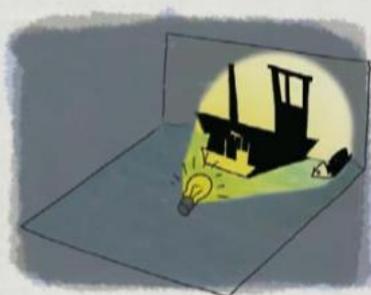
Turn to view the Moon's phases  
in fast-forward.

The Moon is shaped like a ball.  
From Earth, you usually see just part  
of the half of the Moon  
lit up by the Sun.

### GROSSIR LES OMBRES

Déplace les bateaux.  
Comment faire varier la taille  
de leur ombre ?

Plus un objet est près de la source  
de lumière et loin de l'écran,  
plus son ombre est grande.



### SHADOW ENLARGEMENT

Move the boats back and forth.  
How can you change the size of their shadows?  
The closer an object is to the light source  
and the further from the screen,  
the bigger its shadow.

### LES POUPÉES RUSSES

Comment obtenir une seule ombre  
avec cinq poupées ?  
Fais tourner le plateau.

Quand la grande est devant, les autres  
poupées sont dans son ombre. Quand la petite  
est devant, l'ombre de chaque poupée  
se forme sur la poupée suivante.



### MATRIOCHKAS

How can you create a single shadow  
with five dolls? Spin the turntable.

When the large doll is in front,  
the others sit in its shadow. When the small doll  
is in front, each doll casts a shadow  
on the one behind.

### LE MASQUE EN FIL

Bouge doucement la lampe  
tout près du masque, fais le tourner :  
les ombres font leur cinéma.

Si l'on regarde bouger l'ombre sur l'écran,  
on a l'impression d'être à l'intérieur  
d'un masque géant, comme si l'on se trouvait  
à la place de la lampe.



### THE WIRE MASK

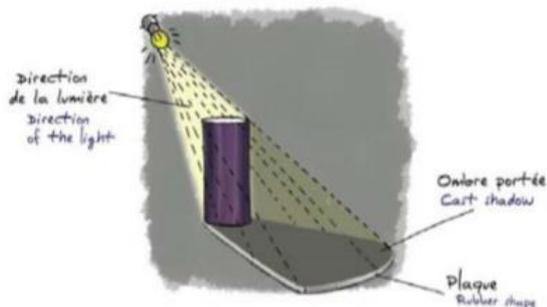
Slowly move the lamp close to the mask,  
make it turn. The shadows will start their show!

If you watch the shadow moving on the screen,  
you feel like you're inside a giant mask.  
It's as if you had taken the lamp's place.

## LES OMBRES À TOUCHER

Pose l'objet en bois sur une plaque de couleur. Retrouve la bonne position de la lampe pour que l'ombre s'ajuste à la plaque.

La forme de l'ombre dépend de la direction de la lumière. Sa taille dépend de l'éloignement de la lampe.



### TOUCHY-FEELY SHADOWS

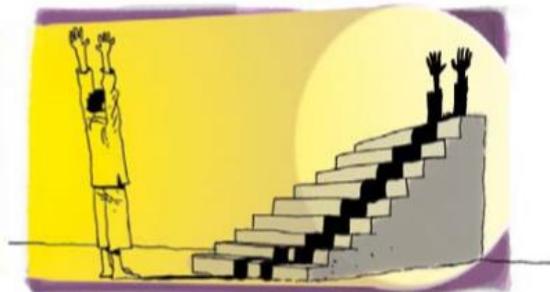
Place the wooden object on a rubber shape. Adjust the position of the lamp until the shadow fits the rubber shape.

The shape of the shadow depends on the angle of the light. Its size depends on how far away the lamp is.

## L'ÉCRAN À RELIEFS

Tourne le volant. Que devient l'ombre de l'avion quand tu fais défiler ce drôle de paysage en relief ?

Une surface qui n'est pas plane donne des ombres déformées.



### WATCH THAT SCREEN!

Turn the wheel. What happens to the airplane's shadow when the bumpy landscape moves along?

A surface which isn't flat creates deformed shadows.

## L'OMBRE À LA LOUPE

Tourne le plateau pour observer les échantillons. Où est placée la lumière qui fait apparaître les ombres que l'on observe ?

Éclairés en lumière rasante, même les tout petits reliefs ont une ombre.



### UNDER THE MAGNIFYING GLASS

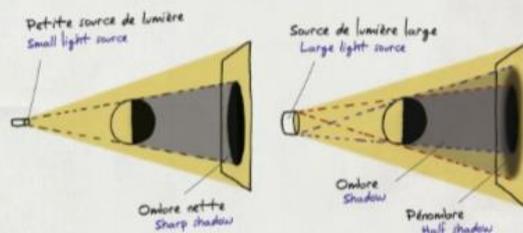
Spin the turntable to observe the samples. Where is the light casting the shadows coming from?

Lit up by a slanted light, even the slightest bump casts a shadow.

## OMBRE ET PÉNOMBRE

Bouge la manette pour modifier la taille de la source lumineuse. Quel est l'effet sur l'ombre ?

Plus la source de lumière est petite, plus le bord de l'ombre est net. Plus la source est large, et plus le bord de l'ombre s'estompe. Au centre, la zone d'ombre bien sombre. Tout autour, la pénombre.



### SHADOW AND HALF-SHADOW

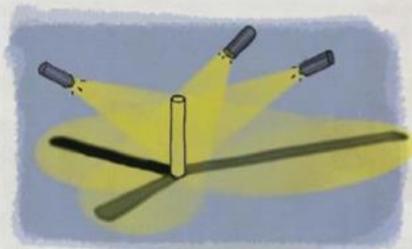
Move the handle to change the size of the light source. How does this change the ball's shadow?

The smaller the light source, the sharper the shadow's edge. The larger the light source, the blurrier the shadow's edge. In the centre, the shadow is dark while all around is half-shadow.

### MULTIPLIER LES OMBRES

Appuie sur les boutons pour éteindre les lampes.  
Peux-tu deviner quelles ombres vont disparaître ?

Chaque source produit une ombre derrière chaque objet.  
Quand on multiplie les sources, on multiplie les ombres.



### SHADOW MULTIPLICATION

Press the buttons to turn off the lamps.  
Can you guess which shadows will disappear?

Each light source casts a shadow behind each object.  
More sources means more shadows.

### LA LUMIÈRE FILE DROIT

À deux personnes, tenez les quatre spatules en hauteur devant la lampe pour "accrocher" le cœur dans le cadre.

Tant qu'elle ne rencontre pas d'obstacle, la lumière avance en ligne droite.  
Pour laisser passer la lumière, les quatre cœurs doivent être alignés.



### STRAIGHT AS A LIGHT-BEAM

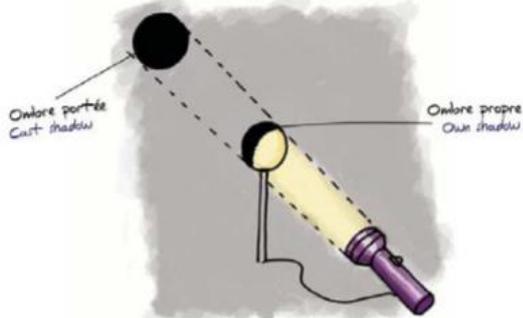
In twos or threes, hold up the four spatulas to align them in front of the lamp so the heart hangs inside the frame.

If there is nothing in its path, the light advances in a straight line. To let the light through, the four hearts must be aligned.

### L'OMBRE TOUT-TERRAIN

Déplace la lampe pour que l'ombre de la boule tourne autour des trous.

La lampe, la boule et son ombre sont toujours alignées, quel que soit le mouvement de la lampe.



### CROSS-COUNTRY SHADOW

Move the lamp to get the ball's shadow to turn around the holes.

The lamp, the ball and its shadow are always aligned, whichever way you move the lamp.

### LA LESSIVE D'OMBRES

Qui sont ces drôles de personnages ?  
Y a-t-il quelqu'un derrière les draps ?



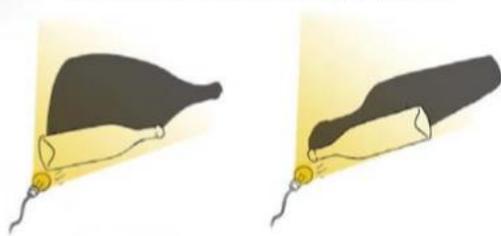
### LAUNDRY OF SHADOWS

Who are these strange people?  
Is there someone behind the sheets?

## LA BOUTEILLE QUI TOURNE

Regarde : de la lumière, un objet transparent, une surface en coin, et voilà une ombre pas comme les autres !

Secret de fabrication : c'est parce que la bouteille passe tout près de la lampe que son ombre se transforme autant.



## THE TURNING BOTTLE

Look here: with some light, a transparent object and an angled surface, you get a special shadow.

Trade secret: it's because the bottle passes close to the lamp that its shadow changes so much.

## LES BOUTEILLES COLORÉES

Place les bouteilles devant les lampes pour mélanger leurs couleurs. Arrives-tu à créer de nouvelles couleurs ?

Le liquide coloré dans chaque bouteille change la lumière qui le traverse. Par exemple, un liquide vert ne laisse passer que la lumière verte, ça fait une ombre verte !



## COLOURED BOTTLES

Arrange the bottles in front of the lamps so that their colours blend. Can you create new colours?

The coloured liquid in each bottle changes the light that goes through it. For instance, a green liquid only lets the green light through. That makes for a green shadow!

## PASSOIRE D'ÉTOILES

Regarde dans le tiroir et appuie doucement sur la passoire.

Avec une passoire on peut filtrer la lumière. Son ombre dessine un ciel tout étoilé.



## STAR STRAINER

Look in the drawer and gently press the colander.

A colander can be used to filter light. Its shadow creates a star-studded sky.

## L'ÉCUMOIRE EST UNE STAR

Utilise les ustensiles pour donner un spectacle sur la fenêtre.

Il suffit de quelques objets bricolés pour que leurs ombres racontent de drôles d'histoires.



## THE SKIMMER IS THE STAR

Use the utensils to create your own show on the window.

With a few objects and some imagination you can tell an amazing tale through shadows.

## LE MOULIN À OMBRE

Quand on mouline de la lumière,  
est-ce que ça fait bouger les ombres ?

La lumière qui tourne derrière la grille  
projette une ombre qui tourne.  
Mais ce sont les taches de lumière  
que l'on voit bouger...



### THE SHADOW MILL

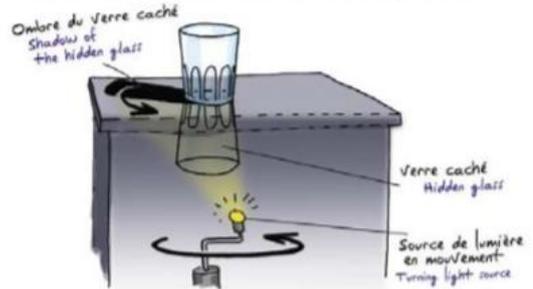
When you mash light, do the shadows move?

A rotating light behind the grid casts  
a rotating shadow. But what you see moving  
are actually patches of light.

## L'OMBRE DU VERRE

Pourquoi l'ombre du verre  
tourne-t-elle ? Regarde par la fente  
derrière la table de nuit  
pour comprendre.

L'ombre que l'on voit tourner n'est pas  
celle du verre que l'on voit : c'est celle  
d'un deuxième verre caché à l'intérieur.



### THE SHADOW OF THE GLASS

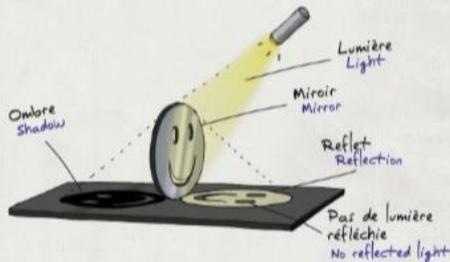
Why is the shadow of the glass turning?  
Peep through the slot behind the bedside table  
to find out.

The turning shadow is not the one of the glass  
you can see: it's the one of a second glass  
hidden inside.

## OMBRE ET REFLET

De quel côté l'ombre, de quel côté  
le reflet ? Dans le reflet, est-ce  
l'ombre des traits du visage  
que l'on voit ?

Du côté du reflet, les traits apparaissent  
plus sombres par contraste :  
il ne s'agit pas d'une ombre.



### SHADOW AND REFLECTION

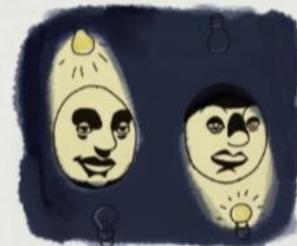
Which side is the shadow  
and which side the reflection?  
Is it the shadow of the face's features  
which are shown in the reflection?

On the reflection side, the features seem darker  
in contrast: this is not a shadow.

## L'OMBROSCOPE

Passe ta tête sous le rideau.  
Joue avec les boutons sur le côté  
pour t'éclairer sous le menton  
ou par-dessus le front...

Les ombres formées par la lumière  
rasante accentuent le relief du visage.  
Ça fait une drôle de tête !



### THE SHADOWSCOPE

Put your head under the curtain.  
Use the side buttons to turn on the lights  
beneath your chin or above your forehead.

The shadows formed by the slanted light  
highlight the facial features.  
Now, that's what I call a funny face!

### TROIS OMBRES AU SOL

Assieds-toi sur le tabouret, bouge,  
tourne sur toi-même.  
Si tu tournes, que font tes ombres ?

Dans la lumière de trois projecteurs,  
j'ai trois ombres.  
Chaque ombre est alignée avec l'objet  
et le projecteur qui l'ont créée.



### THREE SHADOWS ON THE GROUND

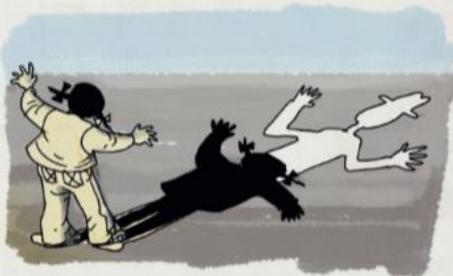
Sit on the stool, move about and turn around.  
What happens to your shadows when you turn?

In the light of three projectors, I cast  
three shadows. Each is aligned with the object  
and projector which created it.

### SE GLISSER DANS L'OMBRE

Essaye de faire rentrer ton ombre  
dans une des silhouettes d'ombre  
tracées au sol.

Quand je regarde une ombre au sol,  
je me demande si la mienne pourrait  
y ressembler, avoir la même forme  
et la même taille.



### SLIP INTO THE SHADOWS

Try to get your shadow to fit into one  
of the silhouettes marked on the ground.

When I look at a shadow on the ground, I wonder:  
Can mine look like that?  
Does it have the same shape and size?

### LE PIÈGE À OMBRES

Pour piéger ton ombre, appuie  
sur le bouton, place-toi très près  
de l'écran et ne bouge plus !

Quand on l'éclaire, cette surface phosphorescente  
emmagine la lumière. Quand on éteint,  
elle la restitue.

Ton ombre reste alors piégée :  
c'est là où ton corps a caché la lumière.



### THE SHADOW TRAP

To trap your shadow, press the button,  
stand very close to the framed screen,  
and don't move!

When it's lit, this phosphorescent surface  
stocks light. In the dark, it glows.  
Your shadow is trapped where your body  
blocked the light.

### LA CHAISE

Assieds-toi sur la chaise.  
Pourquoi l'ombre de ton nez  
s'allonge-t-elle démesurément ?

La lumière au sol,  
l'éclairage oblique sur le mur,  
ça donne la grosse tête !



### THE CHAIR

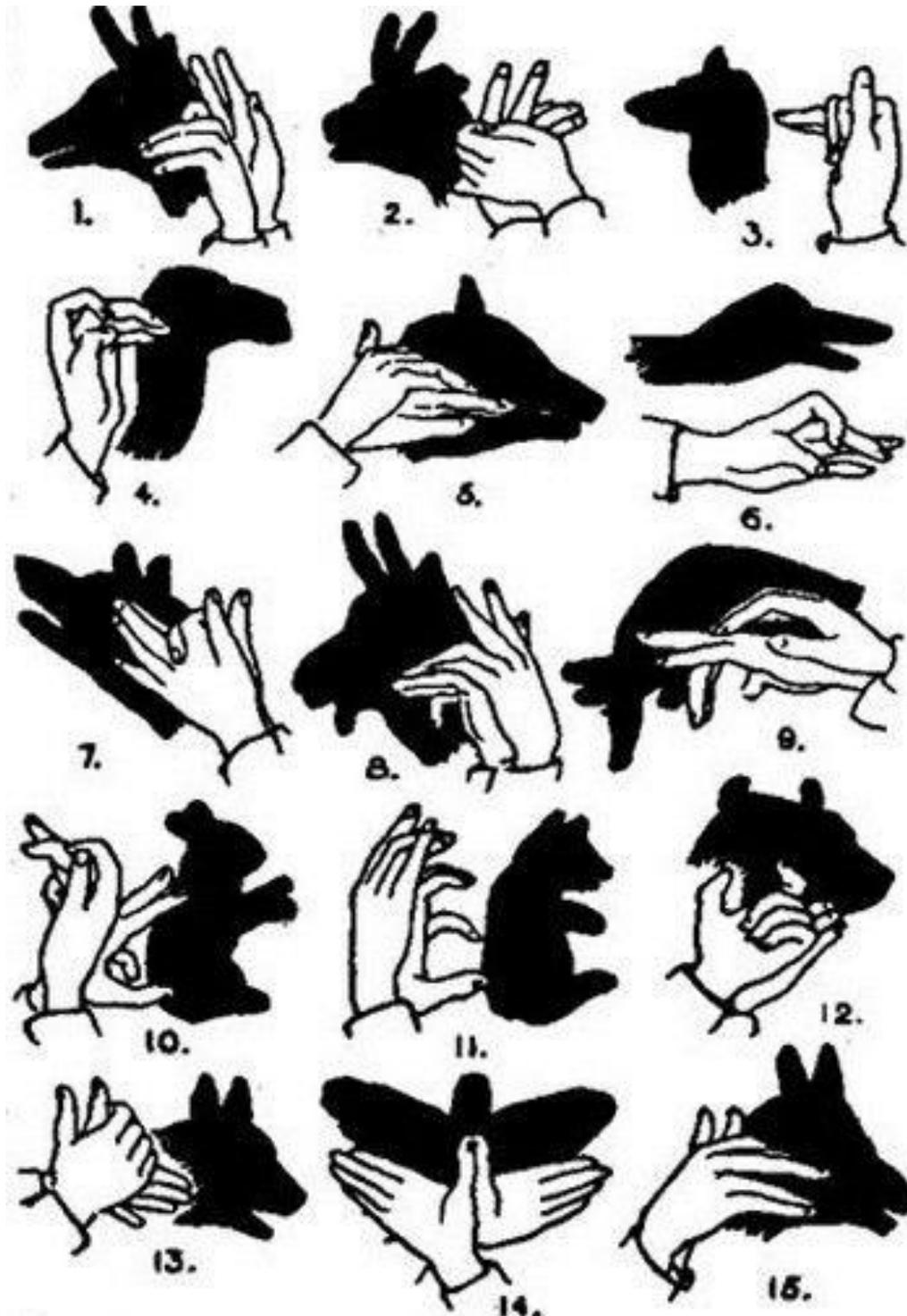
Sit on the chair. Why does the shadow  
from your nose grow so much?

The light on the ground  
and the slanted lighting on the wall  
turn you into such a big head!

## Expériences à faire chez soi

- **Des ombres chinoises**

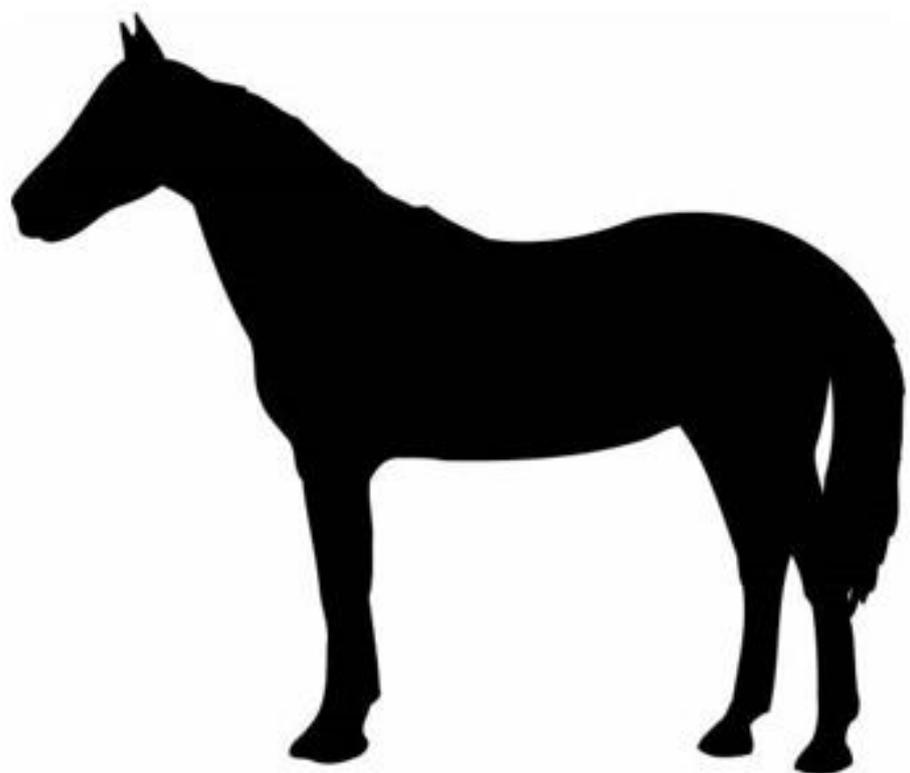
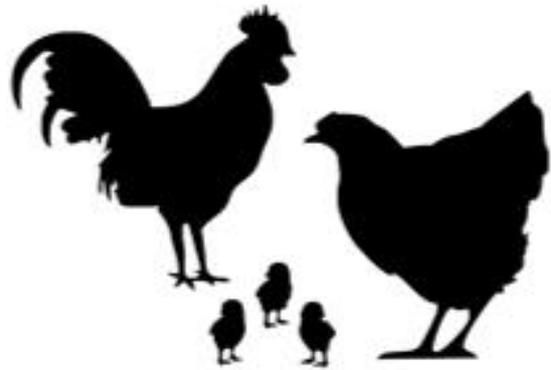
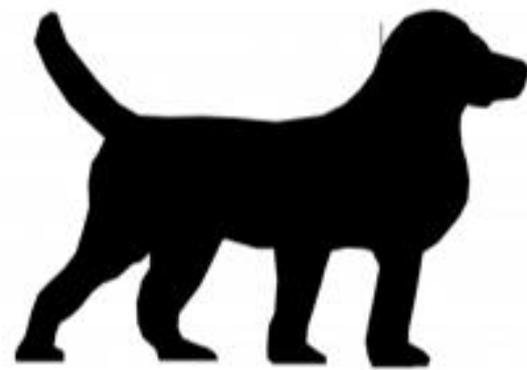
Voici quelques modèles d'ombres chinoises, liste des ingrédients : Une lampe, une surface plane, d'habiles petites mains ! A vous aussi d'inventer de nouvelles positions de main pour encore plus d'ombres !



## • Réaliser son théâtre d'ombre

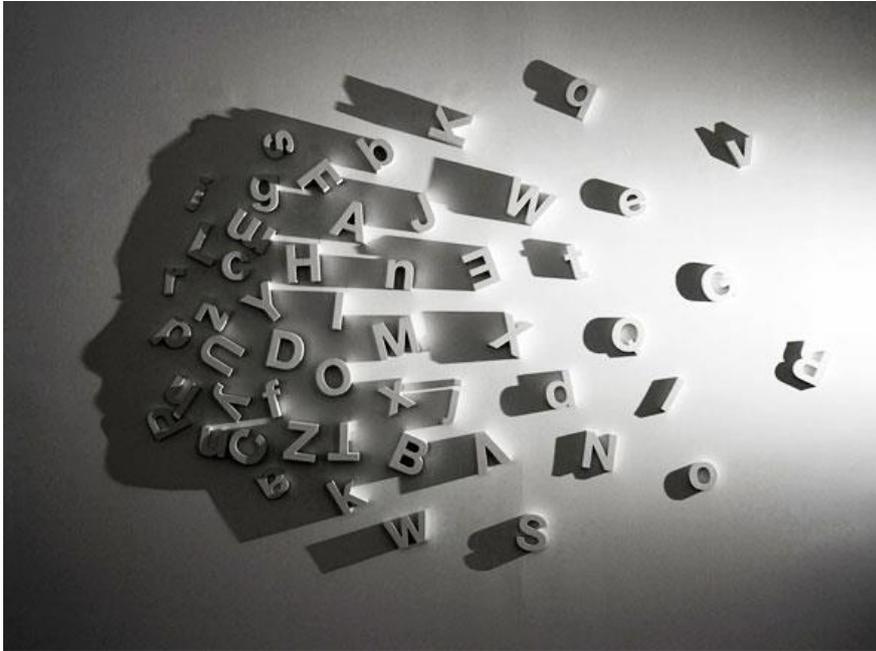
Sur le thème de la ferme, voilà quelques silhouettes d'ombre. Il suffit de les découper et de scotcher au dos une baguette de bois, cela rend leur manipulation plus facile. On peut ensuite jouer avec derrière un drap blanc ou mieux derrière un théâtre miniature. Pour cela il faut découper une boîte en carton au format A4, comme vu ci-contre, et coller devant l'ouverture une fine feuille de papier blanc. La boîte pourra ensuite être peinte ou recouverte de tissus. Faites selon vos goûts !





- **Si vous avez plus de temps...**

Certains artistes s'amusez bien avec les ombres et en créent à partir d'époustouflantes sculptures... Alors si le temps ne vous manque pas, peut être pourrez-vous les égaler !



Artiste : Kumi Yamashita



Diet Wiegman



Tim Noble et Sue Webster



Shigeo Fukuda



Larry Kagan

## • Faire un praxinoscope

Moins imposant que les praxinoscopes originaux, celui-ci bien plus petit, est très facile à réaliser. Il vous faudra :

- Un pot de confiture à 10 facettes
- Du papier
- Des crayons de couleur
- Un plateau tournant (comme un plateau à fromage)
- De l'eau

Un peu de maths : il vous faut mesurer la largeur de chaque facette du pot de confiture. Généralement ce sont des facettes de 2cm, il faut donc découper une bandelette de papier faisant 22cm de longueur et environ un quart du pot en hauteur. Suite à ça il faut plier la bande de papier tous les 2cm. Il ne vous reste qu'à dessiner, sur chaque zone délimitée par une pliure, un petit dessin. L'idée est d'obtenir une suite cohérente de dessins afin de les voir s'animer. On vous donne un exemple ci-dessous.

*Voilà un petit monstre rebondissant sur les parois de la bande de papier !*



Il reste à placer cette bande dans le pot de confiture et de remplir ce pot d'eau. Il faut ensuite placer le pot sur un plateau tournant et c'est en le tournant justement qu'on verra les dessins s'animer !



Et sinon les ombres sont là tous les jours, amusez-vous à comparer leur taille ne serait-ce qu'entre les premières heures de la matinée et l'heure de midi... C'est aussi quelque chose de comparable à plus grande échelle de temps entre les ombres d'hiver et celles d'été.

# Bibliographie

## Aux origines

**Cadrans solaires** : <http://www.histoire-pour-tous.fr/inventions/2910-linvention-du-cadran-solaire-1500-av-jc.html>

**Théâtre d'ombres** : <http://www.unesco.org/culture/ich/fr/RL/le-theatre-dombres-chinoises-00421>

## La lumière pour comprendre l'ombre

**Définir la lumière** : André Grandchamps, astronome au planétarium de Montréal, 2005, <http://cdpsciencetechno.org/wp-content/uploads/2013/11/lumiere.pdf>

**Platon** : La république livre VII

**Rayons de vision** : Merker, Anne. La Vision chez Platon et Aristote. (2003. 276 S. 44,50 Euro. 15,5 x 23 cm. Hardcover. 978-3-89665-273-7. (International Plato Studies Bd. 16))

**Alhazen** : <http://www.humanite.fr/ibn-al-haytham-mathematicien-et-physicien-arabe-du-xie-siecle-562895>

## La collection d'Archibald

**Praxinoscope** : <http://upopi.ciclic.fr/transmettre/parcours-pedagogiques/le-precinema/seance-5-le-praxinoscope>

**La couleur de la lumière** : dossier pédagogique « à fond les photons », Fabrika sciences, 2014

**Les éclipses** : <https://www.science-et-vie.com/galerie/10-choses-a-savoir-sur-les-eclipses-5797>

**Phosphorescence et fluorescence** : <http://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-phosphorescence-862/> <http://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-fluorescence-859/>

## Les fiches expérimentales

[http://www.csrs.qc.ca/fileadmin/user\\_upload/Page\\_Accueil/Enseignants/Fenetre\\_pedagogique/Sciences\\_et\\_technologies/Cit%C3%A9%20des%20sciences%20ombres%20et%20lumi%C3%A8res.pdf](http://www.csrs.qc.ca/fileadmin/user_upload/Page_Accueil/Enseignants/Fenetre_pedagogique/Sciences_et_technologies/Cit%C3%A9%20des%20sciences%20ombres%20et%20lumi%C3%A8res.pdf)

Réalisé en avril 2017 par Manon Nourdin pour le Pavillon des sciences de Montbéliard.