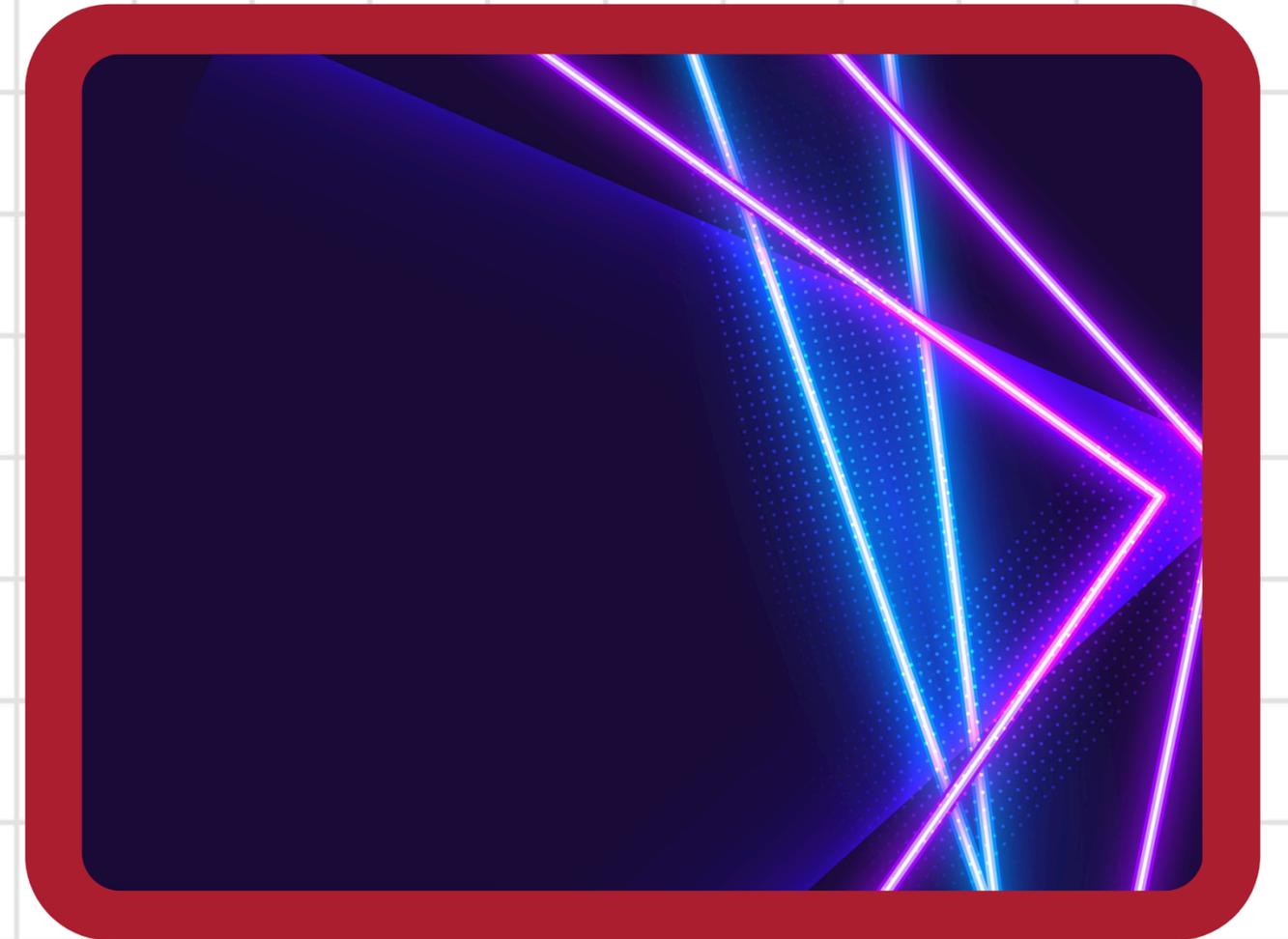




**Savanturiers**

**● Défis de la rentrée en sciences**

**Du ping pong  
avec des lasers**



**NIVEAU  
PRIMAIRE**

**NIVEAU  
COLLEGE**

**NIVEAU  
LYCÉE**

**AFFPER**  
créer et transmettre

## CONTRIBUTIONS:

Roland LEHOUCQ, Stéphane DEBOVE et l'équipe AFPER.

# Table des matières

*Pour les enseignants*

Présentation du défi

Déroulé de l'activité

Liste du matériel

Conseils pour un bon déroulement de l'activité

Ressources

# Table des matières

*Pour les élèves*

Présentation et objectifs du défi

Matériel à votre disposition

Instructions, choses à faire et/ou à observer

# Présentation du défi

Ce défi a pour but d'explorer les propriétés optiques des miroirs et de comprendre comment elles peuvent être utilisées pour des applications scientifiques concrètes, comme la mesure de la distance entre la Terre et la Lune. Il est réalisable en une après-midi et adaptable pour des élèves d'école élémentaire, de collège et de lycée. L'expérience à réaliser reste la même pour les trois niveaux, l'adaptation se faisant surtout à travers le vocabulaire et les concepts employés.

## ↪ Objectifs :

Comment faire pour mesurer la distance Terre-Lune ? Une solution astucieuse consiste à envoyer un rayon lumineux vers un miroir situé sur la Lune et mesurer le temps qu'il met pour revenir. Problème : un miroir simple ne peut convenir, car il réfléchit le rayon dans une direction autre que celle d'où il vient. En l'absence d'humains sur la Lune pouvant orienter le miroir dans la bonne direction, il faut créer un système permettant de renvoyer le rayon exactement dans la direction d'où il vient, et ce peu importe la direction d'où il vient.

C'est ce système que l'astrophysicien Roland Lehoucq met vos élèves au défi de construire ! Dans sa version la plus simple, il se constitue de trois miroirs assemblés à angle droit (comme le coin d'un cube dont les faces internes seraient des miroirs).



# Déroulé de l'activité

- Regardez avec vos élèves la vidéo de Roland Lehoucq.

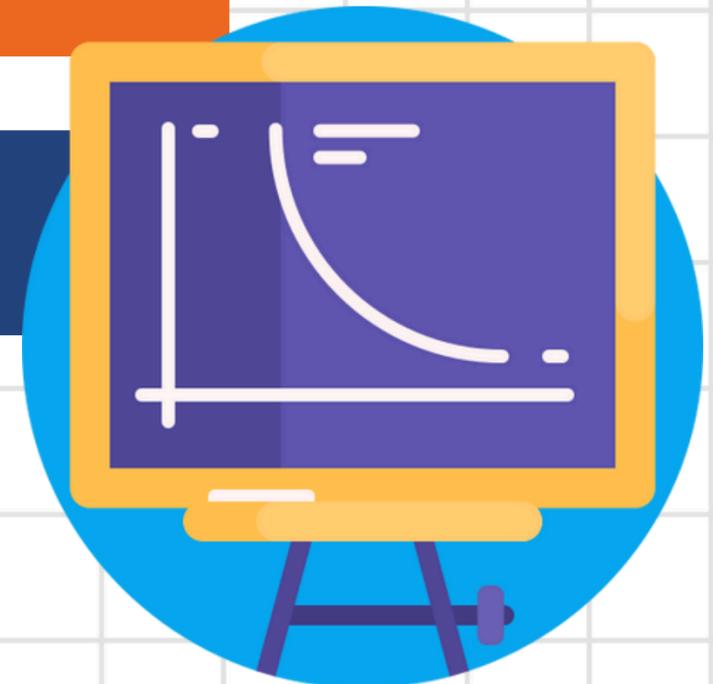


- **Facultatif** : expliquez à vos élèves les mots ou concepts utilisés par le chercheur que vos élèves pourraient ignorer.

- **Facultatif** : si vous choisissez de guider les élèves pas à pas (voir ci-dessous), fournissez-leur les pages de cette brochure détaillant les objectifs, le matériel et les instructions pour les élèves.

- Laissez-leur du temps pour réaliser le défi.

- Débriefez l'activité en leur demandant de discuter et d'interpréter leurs observations. Expliquez les concepts sous-jacents si vous ne l'avez pas fait avant.



# Liste du matériel à acheter ou trouver

- Des petits miroirs (4 à 5 minimum par groupe d'élèves.) Sur internet peuvent s'acheter des lots de 20 miroirs en acrylique pour 10-20€ environ.
- De la pâte à modeler, pour faire tenir les miroirs debout ou ensemble
- Des pointeurs laser de classe 1 ou 2, un par groupe d'élèves (des pointeurs pour chats ou pour présentations conviennent généralement, mais nous vous recommandons de les tester avant pour vérifier que le rayon lumineux est assez visible) (10-15€ / unité)

**ATTENTION : des lasers de classe 3 ou plus peuvent occasionner des dommages à la rétine s'ils sont pointés directement dans les yeux. Assurez-vous que les vôtres soient inoffensifs, c'est-à-dire de classe 1 ou 2.**

**Classe 1 : toujours intrinsèquement sans danger**

**Classe 2 (400 à 700 nm de longueur d'onde, et d'une puissance inférieure ou égale à 1 mW) : la protection de l'œil est assurée par le réflexe palpébral (fermeture automatique des paupières, clignement des yeux).**

De plus, même si vous utilisez des lasers de classe 1 ou 2, il est préférable de demander aux élèves de ne jamais diriger un laser vers les yeux de quelqu'un.

*Estimation du coût total du matériel : 50 à 100€, en fonction du nombre de lasers et de miroirs que vous achèterez*

# Conseils pour un bon déroulement de l'activité



- **Test du matériel** : nous vous conseillons de construire vous-même un coin de cube en amont pour tester la façon dont la pâte à modeler permet de faire tenir les miroirs ensemble, et vérifier que votre laser est suffisamment puissant pour être visible à l'œil nu (diminuer la luminosité de la pièce au besoin).
- **Encouragez l'exploration** : laissez les élèves explorer et expérimenter par eux-mêmes le plus possible. Encouragez-les à essayer différentes configurations de miroirs et à noter leurs résultats. Le mieux est de ne pas leur fournir dès le début les instructions ci-dessous qui amènent à construire un coin de cube. Posez-leur plutôt des questions pour les guider : « Que se passe-t-il si tu changes l'angle de ce miroir ? », et donnez-leur des indices plutôt que des solutions directes.
- **Débriefing** : à la fin de l'activité, organisez une discussion pour que les élèves partagent leurs découvertes et leurs difficultés. Pour tous les niveaux (élémentaire, collège, lycée), vous pouvez connecter cette activité à des applications scientifiques réelles. Lors de la mission Apollo 11 en juillet 1969, les astronautes ont en effet réellement déposé sur la Lune un panneau comportant plusieurs coins de cube, panneau toujours utilisé aujourd'hui. Vous pouvez leur faire calculer cette fameuse distance Terre-Lune à partir du temps que le rayon lumineux met pour aller et revenir (environ 2,5s) et de la vitesse de la lumière (300 000 km/s).

# Conseils pour un bon déroulement de l'activité



Autre application, les coins de cube sont également parfois utilisés dans les réflecteurs de vélo (cataphote, voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Catadioptré>). Il existe d'autres dispositifs rétroréfléchissants, à base de billes de verre ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Dispositif\\_r%C3%A9tror%C3%A9fl%C3%A9chissant](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dispositif_r%C3%A9tror%C3%A9fl%C3%A9chissant)).

Pour les niveaux plus élevés (collège et lycée), vous pouvez vous servir de cette activité pour introduire des éléments plus compliqués d'optique et des lois sur la réflexion des rayons lumineux.

## Ressources :

- une vidéo du phénomène en français : <https://www.youtube.com/watch?v=dEHBtvYlJDM>
- une autre vidéo plus générale en anglais : <https://www.youtube.com/watch?v=z5cR6EA2jGY>

# Présentation du défi

Aidez Roland Lehoucq à mesurer la distance entre la Terre et la Lune ! Essayez de construire un système de miroirs qui renvoie un rayon lumineux exactement dans la direction d'où il vient, et ce peu importe la direction d'où il vient.

## ↳ Pourquoi c'est important ?

Les scientifiques utilisent des systèmes de miroirs pour mesurer des distances avec une grande précision. Par exemple, si on déposait un miroir sur la lune, on pourrait envoyer un rayon laser depuis la Terre et mesurer le temps qu'il met pour revenir. On pourrait ainsi calculer la distance Terre-Lune avec une précision incroyable, au centimètre près !

Problème : un miroir simple ne peut pas convenir pour ça, car il réfléchirait le rayon dans une direction autre que celle d'où il vient. En l'absence d'humains sur la Lune pouvant orienter ce miroir dans la bonne direction, il faut créer un système permettant de renvoyer le rayon exactement dans la direction d'où il vient, et ce peu importe la direction d'où il vient.

C'est ce système que l'astrophysicien Roland Lehoucq vous propose de construire !



# Matériel à votre disposition



- Des petits miroirs
- De la pâte à modeler pour faire tenir les miroirs debout ou ensemble
- Des pointeurs laser. Attention ! Même si les lasers que vous utilisez sont peu dangereux, il est important de ne jamais les diriger vers votre œil ou celui d'un camarade !

# Instructions, choses à faire et/ou à observer



**Étape 1 :** observez la réflexion avec un seul miroir. Prenez un seul miroir et dirigez le laser dessus. Observez comment le faisceau lumineux est réfléchi en changeant l'angle du laser ou du miroir.

**Étape 2 :** expérimentez avec deux miroirs. Prenez un deuxième miroir et placez-le debout pas loin du premier. Utilisez éventuellement de la pâte à modeler pour le faire tenir. Dirigez le laser vers un des miroirs et essayez de faire en sorte qu'il tape ensuite le deuxième.

**Étape 3 :** placez maintenant les deux miroirs à angle droit l'un de l'autre (comme s'ils formaient le coin d'une pièce carrée). Dirigez le faisceau lumineux vers l'un des miroirs et observez comment il est réfléchi vers le deuxième. Testez différents angles du laser. Bougez-le de gauche à droite ou de haut en bas. Remarquez-vous quelque chose d'intéressant ?

**Étape 4 :** ajoutez un troisième miroir pour que le laser puisse être réfléchi successivement par les trois miroirs.

**Étape 5 :** construisez un coin de cube. Faites tenir les trois miroirs ensemble de manière à former un « coin de cube », c'est-à-dire trois miroirs perpendiculaires les uns aux autres, comme si on avait reconstitué le coin d'un cube dont toutes les faces internes seraient des miroirs. Dirigez le laser vers ce système et observez comment il en ressort. Bougez de nouveau le laser de gauche à droite et de bas en haut. Que remarquez-vous d'intéressant ?