

Huit expériences simples pour débuter en spectro sans gros matériel

Je vous propose quelques montages de spectroscopie faciles à réaliser, certains d'entre eux ayant déjà été proposés dans des précédents numéros ou dans divers livres.

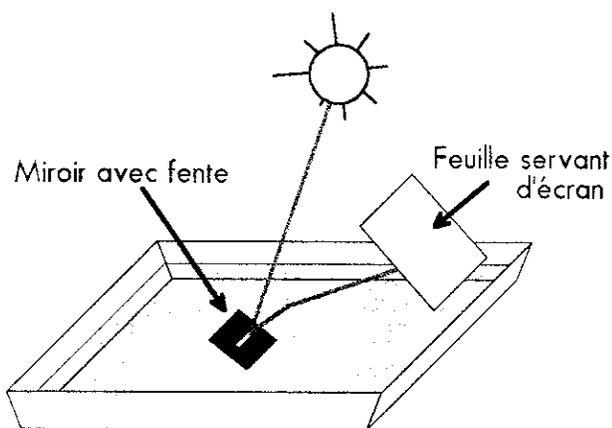
1. Montages à eau

Il n'est pas toujours facile de se procurer un prisme en verre. Mais l'eau remplace aisément le verre.

Expérience n°1

On trouve cette expérience dans différents ouvrages mais souvent mal décrite. Le principe est simple : la lumière du Soleil entre dans une bassine d'eau, se reflète sur un miroir immergé et ressort. En entrant et sortant, la réfraction décompose la lumière (l'indice de réfraction dépendant de la longueur d'onde).

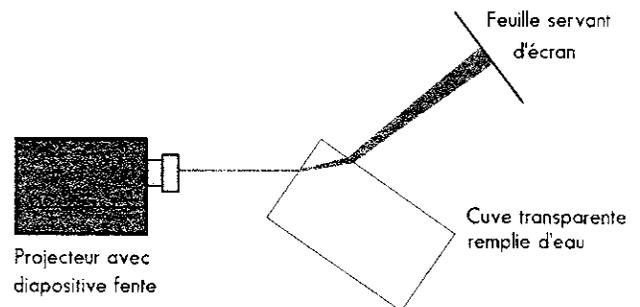
Mais si on ne prend pas de précaution, de nombreux spectres se superposent et on n'observe rien. Pour voir les différentes couleurs de l'arc-en-ciel, il suffit d'utiliser un petit miroir sur lequel on aura collé du ruban adhésif noir pour faire une fente.



Expérience n°2

La source est cette fois un projecteur de diapositives dans lequel on a inséré la diapositive servant de fente ou un rétro-projecteur (voir l'encadré sources de lumière). Le prisme est

une cuve en verre ou une boîte en plastique transparent remplie d'eau. On observe ainsi le spectre continu de la lampe du projecteur.

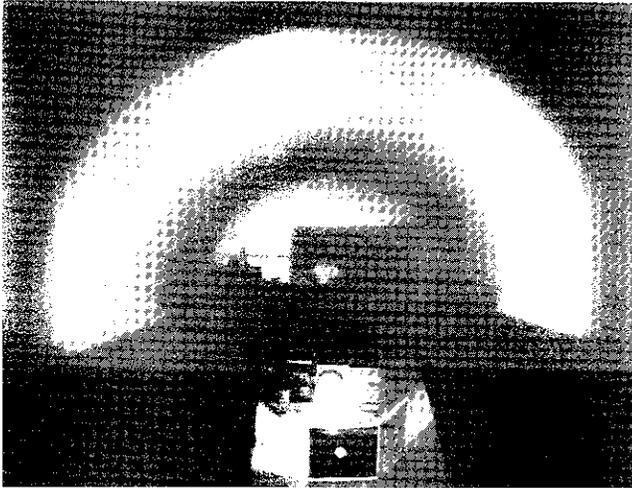


2. Montages avec réseau par réflexion

Un bon réseau par réflexion coûte quelques centaines d'euros. Mais pour 1 euro, on peut se procurer un CDRom vierge qui permet déjà quelques expériences intéressantes. Les CDRom publicitaires gravés sont gratuits mais donnent de moins bons résultats. Il suffit d'observer un CDRom sous une lampe ou au Soleil pour voir qu'il décompose la lumière.

Expérience n°3

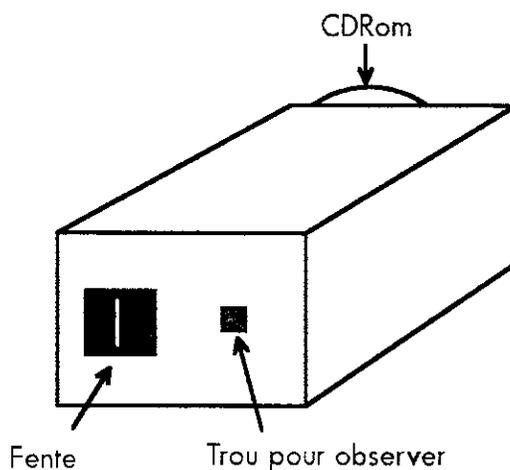
Avec un projecteur de diapositives (sans diapo fente), un CDRom disposé face à l'objectif (il suffit de le laisser dans une boîte de CD couvercle ouvert et côté à graver dirigé vers la source lumineuse) et un écran, on peut réaliser un très bel arc-en-ciel. Le rouge se retrouve à l'extérieur, comme dans un vrai. Ici, c'est la forme des sillons du CD qui crée les arcs de cercle, ce qui n'a aucun rapport avec la forme de l'arc-en-ciel naturel.



Expérience n°4

Pour observer des spectres précis avec un CD Rom, il faudra utiliser une fente. Ce petit montage utilise une boîte à chaussures, une fente d'un demi mm de largeur découpé dans du carton et un CD Rom. (Montage décrit dans le n°28 de la revue Cosinus).

Quand on observe le fond de ciel, on peut deviner quelques raies d'absorption, en particulier une raie du sodium à la limite rouge orange ou du magnésium dans le vert bleu. Avec une lampe fluo, on obtient des raies d'émission sous la forme de superbes arcs colorés.



Spectroscope avec boîte à chaussures et CD Rom. La boîte fait 30 cm de longueur. Le trou de droite, de 1 à 2 cm de côté, est situé à 10 cm de la fente. Le CD Rom est inséré dans la boîte grâce à deux entailles dans le carton.



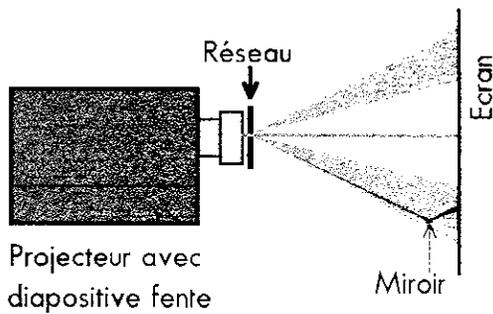
Avec cet appareil, l'observateur doit avoir la source lumineuse dans le dos (ici le fond de ciel). Il ne faut pas viser directement le Soleil pour ne pas risquer de s'abîmer les yeux.

3. Montages avec réseau par transmission

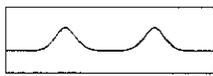
On trouve des réseaux par transmission dans tous les catalogues de matériel de physique. Mais vous obtiendrez le meilleur rapport qualité prix avec les réseaux vendus par le CLEA. Les feuilles de réseau vendues par votre association préférée peuvent être découpées et insérées dans des caches diapos.

Expérience n°5

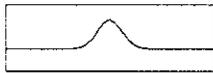
La diapositive fente est dans le projecteur et on fixe le réseau sur l'objectif. On obtient ainsi deux superbes spectres (plus les deux spectres du deuxième ordre). On peut ensuite s'amuser à composer les couleurs primaires avec un petit miroir : envoyez du rouge sur le vert et vous obtiendrez un superbe jaune. Vous pouvez aussi fabriquer du cyan et du magenta, c'est assez amusant. On peut aussi se servir d'un rétroprojecteur.



Si vous montrez l'expérience à un prof d'arts plastiques, il sera encore plus surpris. Par contre, il n'est pas du tout certain qu'elle fonctionne avec un extra terrestre. En effet, le jaune obtenu en additionnant le rouge et le vert doit avoir un spectre de cette forme



alors que le jaune que l'on trouve directement sur l'écran à la limite rouge vert doit plutôt ressembler à



Nos yeux voient la même chose puisque dans les deux cas ce sont nos cônes rouges et verts du fond de l'oeil qui sont excités. Mais si votre extra terrestre a des capteurs spécifiques pour les longueurs d'onde du rouge, du jaune et du vert, il verra des couleurs totalement différentes.

Expérience n°6

C'est un grand classique des stages CLEA qui fonctionne très bien : un tube de carton de 30 à 60 cm de long, une fente réalisée avec deux moitiés de lame de rasoir d'un côté, une diapositive réseau de l'autre et vous obtenez un superbe spectroscopie. Les lignes du réseau doivent être parallèles à la fente mais il suffit d'essayer pour ne pas se tromper.

On peut observer alors différentes sources de lumière (en mettant l'oeil côté réseau) :
 une lampe à incandescence vous montre un spectre continu,
 une lampe fluo des raies d'émission et le fond de ciel donne un superbe spectre continu dans lequel de nombreuses raies d'absorptions sont visibles.



La luminosité et le nombre de raies va dépendre de la longueur du tube et de la largeur de la fente. Avec un tube de 40 ou 50 cm et une fente d'environ 1/4 mm, on obtient un spectre suffisamment lumineux avec une bonne dizaine de raies bien visibles.

Expérience n°7

Le spectroscopie précédent est bien pratique mais il peut être utile d'enregistrer l'image pour travailler dessus. On peut photographier simplement le spectre en mettant l'appareil photo à la place de l'oeil. Un appareil photo numérique avec zoom est le mieux. On peut bricoler une fixation avec un pied photo, on met un tissu noir sur l'extrémité du tube côté appareil pour éviter les reflets et on peut obtenir des résultats satisfaisants. Mais le moins cher est d'utiliser une webcam (on en trouve à moins de 100 €) branchée sur un micro ordinateur. De plus, on peut observer l'image à plusieurs sur l'écran. On peut l'enregistrer ou l'imprimer en couleurs. Si on dispose d'un vidéo projecteur, on peut même avoir le spectre sur grand écran.

Mais attention, une webcam est munie d'un objectif grand angle. Le spectre y apparaît minuscule et sans détails. Pour obtenir un résultat exploitable, il faut une webcam dont on dévisse l'objectif (c'est possible sur certains modèles comme les ToUcam ou les anciennes Vestapro). On le remplace par un objectif d'appareil photo 24x36 de type grand angle (25 à 30 mm). Un bricolage permet d'aligner la webcam et l'objectif derrière le spectro. Voici un spectre du fond de ciel réalisé ainsi. Il est à l'origine en couleurs, ce qui permet de reconnaître facilement certaines raies comme celle du sodium ou celles du magnésium. Il arrive de trouver certaines raies supplémentaires dues à des reflets sur les lames de rasoir mal alignées.



Expérience n° 8

Dernières propositions d'expérience : un appareil photo avec un réseau fixé sur l'objectif pour réaliser des spectres d'étoiles et de nébuleuses. Dans la photo ci-dessous, vous reconnaîtrez les trois étoiles alignées du baudrier d'Orion avec au-dessus Bételgeuse et Bellatrix. La nébuleuse d'Orion est visible en bas, au centre du carré. Sur cette même photo, vous avez les spectres de différentes étoiles sous forme de segments. Mais le spectre de la nébuleuse d'Orion apparaît comme une tache rouge (entourée sur la photo), correspondant à la raie H alpha de l'hydrogène. Tout cela se voit évidemment mieux sur la photo originale en couleurs...



Pour que le spectre de chacune des étoiles ne soient pas trop fin, on utilise le mouvement apparent du ciel pour l'élargir. Il faut donc orienter le réseau correctement pour cela, traits perpendiculaires au déplacement des étoiles.

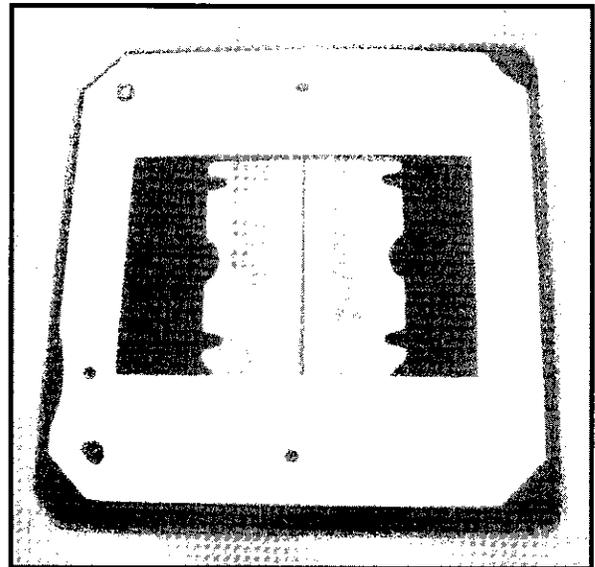
Sur la même photo, on obtient des spectres d'ordre 1 ou d'ordre -1 (couleurs inversées). On peut ainsi avoir sur une même photo d'Orion le spectre d'Aldébaran située au nord d'Orion et celui de Sirius située au sud.

Si on veut n'avoir que les spectres sans les étoiles, on peut mettre devant l'objectif à quelque distance un carton noir qui arrêtera la lumière de ces étoiles en laissant passer sur le côté la lumière des astres dont on cherche le spectre.

Quelques sources lumineuses

1. Le Soleil. Source non ponctuelle ($0,5^\circ$ de diamètre apparent), couramment disponible dans certaines régions de France mais plus difficile à trouver dans d'autres. Le fond de ciel (bleu ou gris) diffuse aussi de la lumière en provenance du Soleil et l'observation de son spectre donne les mêmes résultats. On obtient un spectre continu très facilement, avec des raies d'absorption dues à l'atmosphère solaire si le montage est plus précis. Rappelons qu'il ne faut jamais viser directement le Soleil. Soit on projette une image (comme dans l'expérience n°1), soit on observe le fond de ciel (expériences 4, 6, 7).

2. Projecteur de diapositives. On y insère une diapositive servant de fente réalisée avec du carton noir ou mieux, avec deux moitiés de lame de rasoir.



3. Rétroprojecteur. On dépose à sa surface une feuille de carton dans laquelle on a découpé une ouverture en forme de fente.

4. Ampoule électrique classique : elle montre un spectre continu.

5. Tube fluo dit improprement "néon" ou ampoule économique : son spectre est constitué de raies d'émission.