

# Pourquoi le ciel est-il bleu?

Âge: 10 à 18 ans

**Description:** Cette activité présente la diffusion de différentes longueurs d'onde sur de petites particules (de l'ordre d'environ 1/10 de la longueur d'onde).



## Matériel

- Une bouteille d'eau longue et transparente
- Quelques gouttes de lait
- Diodes électroluminescentes (DEL) rouge, verte et bleue
- Filtres ou acétates de différentes couleurs (OPTIONNEL)
- Ampoule électrique ou DEL blanche (une ampoule fluorescente compacte est préférable, OPTIONNEL)

## Mise en contexte

La lumière blanche, comme celle provenant du soleil, est composée de différentes couleurs. Ces couleurs possèdent des longueurs d'onde différentes et forment le spectre électromagnétique. Le rouge possède la longueur d'onde la plus grande, le vert est au milieu, suivi du bleu et enfin le violet avec les longueurs d'onde les plus courtes.

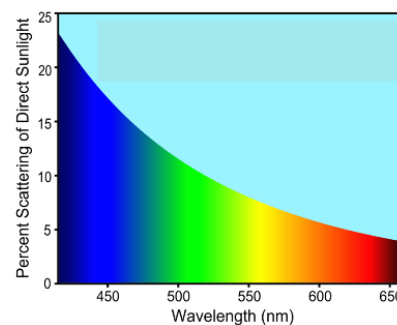
Lorsqu'on regarde le ciel, lequel est constitué de petites molécules d'eau, d'oxygène et d'azote, une question intéressante se pose. Pourquoi le ciel est-il bleu? Le spectre d'émission du soleil et la taille des molécules par rapport à la longueur d'onde engendrent un phénomène intéressant: la diffusion de Rayleigh. Il a été démontré que les rayons de lumière interagissent et sont diffusés par ces petites molécules. Chaque longueur d'onde est diffusée de manière particulière et suit la relation suivante:

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

$I$  est l'intensité diffusée et  $\lambda$  est la longueur d'onde de la lumière. Ainsi, la lumière possédant une courte longueur d'onde (comme le bleu ou le violet) sera plus diffusée que si celle-ci était plus grande (rouge par exemple). Lorsque la lumière du soleil traverse notre atmosphère, une fraction de celle-ci est diffusée et l'effet sera plus important pour de courtes longueurs d'onde. Ainsi, la lumière bleue et violette sont le plus diffusées lorsque le soleil est haut dans le ciel, alors que nous sommes au bon angle pour observer la lumière diffuse. Même si le violet est plus diffusé que le bleu, nos yeux ne sont pas très sensibles à cette longueur d'onde et nous voyons le ciel bleu. En diluant le lait dans l'eau, on simule le ciel où les petites molécules de gras représentent les molécules dans l'air et diffusent la lumière de manière similaire. La lumière bleue devrait donc être plus diffusée par le lait dans la bouteille que le rouge.



Référence pour l'image ci-dessus : Diffraction Glasses – What's in Color? Mike McKee



Combien de chacune des longueurs d'onde est diffusée par notre atmosphère.

## Amorcer la réflexion

Utilisez ces questions pour aider les élèves à débiter leur réflexion.

1. **De quelle(s) couleur(s) est constituée la lumière du soleil ?** (blanche)
2. **De quelle(s) couleur(s) est constituée la lumière blanche?** (toutes les couleurs)
3. **De quoi est composé l'atmosphère?**(différentes molécules d'oxygène, d'azote, d'argon et de dioxyde de carbone)
4. **Avec quoi la lumière du soleil interagit-elle lorsqu'elle illumine notre atmosphère?** (des molécules)
5. **Qu'arrive-t-il à la lumière du soleil lorsqu'elle interagit avec les molécules de notre atmosphère?** (une partie de la lumière est diffusée par ces molécules)

Référence pour l'image ci-dessus: By Original uploader was User:Dragons flight at en.Wikipedia.derivative work:KES47 (talk) (converted to SVG). - File:Rayleigh sunlight scattering.png, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10087273>




## Expérimenter

1. Remplissez la bouteille transparente avec de l'eau, en laissant un peu d'espace pour le lait.
2. Ajoutez quelques gouttes de lait dans la bouteille d'eau. Fermez celle-ci et la mélanger pour que le lait se disperse uniformément.
3. Placez la bouteille sur le côté et illuminez-la ç travers son extrémité avec les différentes couleurs de DEL et observez comment la lumière est diffusée pour chacune des longueurs d'onde.
4. En combinant deux couleurs de DELs différentes, observez quelle couleur est la plus diffusée.
5. (optionnel) Illuminez le fond de la bouteille avec de la lumière blanche et placez différents filtres de couleur entre la source de lumière et la bouteille de lait dilué. Observez comment la diffusion est affectée par le changement de filtre.





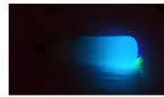

## Expérimenter

1. Pensez-vous que la quantité de lumière diffusée varie en fonction de la couleur/longueur d'onde? (La lumière possédant une longueur d'onde courte est plus diffusée que celle possédant une longueur d'onde plus grande) Utilisez chaque source lumineuse pour éclairer le contenu de la bouteille à travers son extrémité. Notez quelle(s) source(s) semblent subir le plus de diffusion. (Notre oeil est plus sensible au vert qu'au bleu. Il se peut donc que la lumière diffusée pour la source bleue et la source verte semble équivalente, même si la lumière bleue subit plus de diffusion. Les capteurs des appareils photos sont fabriqués de façon à détecter plus de lumière verte, ce qui produit des images comparables à la vision humain, et donc plus réalistes.) **Note:** Les DELs bleues contiennent de la lumière violette qui peut être observée à la fin de la lumière diffusée dans l'exemple avec la lumière bleue.
2. Comment la quantité de lumière varie en fonction des différentes couleurs lorsque vous éclairez la solution contenant du lait? (La lumière bleue et la lumière verte sont beaucoup plus intenses que la lumière rouge.)
3. Que se passe-t-il quand vous éclairez la solution à l'aide de deux couleurs de lumière différentes? Quelle(s) couleur(s) voyez-vous? (Lorsque la lumière verte et la lumière rouge sont utilisées simultanément, on observe uniquement la lumière verte. Lorsqu'on utilise une combinaison de rouge et de bleu, seulement la lumière bleue est observée. Finalement, quand on utilise la lumière verte et la lumière bleue, seulement la lumière bleue est observée.)
4. Éclairez l'extrémité de la bouteille avec deux couleurs de lumière en même temps. essayez toutes les combinaisons de lumière. (La lumière bleue éclipse toutes les autres couleurs, ce qui indique qu'elle subit plus de diffusion. Cela explique pourquoi le ciel est bleu.)

| Colour | Wavelength | Example  |
|--------|------------|--|
| Red    | 620-750 nm |   |
| Green  | 495-570 nm |   |
| Blue   | 450-495 nm |  |

## Analyser

1. Quelle couleur est la plus diffusée par les particules de lait ? (Bleu) Pensez à la couleur de la lumière en tant que longueur d'onde. Est-ce que ce sont les longueurs d'onde plus courtes ou plus longues qui sont diffusées d'avantage par la molécules de lait ? (Les longueurs d'onde plus courtes. Le vert est diffusé plus fortement que le rouge et ces derniers sont éclipsés par la diffusion plus importante du bleu.)
2. Si la bouteille correspond à notre atmosphère et le lait aux molécules qui le composent, qu'est-ce que cette expérience nous apprend sur la lumière du soleil qui traverse notre atmosphère? Qu'arrive-t-il aux différentes couleurs qui composent la lumière du soleil ? (La diffusion de Rayleigh s'applique et les longueurs d'onde plus courtes sont diffusées plus fortement que les plus longues. Ainsi, lorsqu'on regarde le ciel, nous voyons la longueur d'onde qui est la plus diffusée. Comme le bleu est diffusé de manière plus importante que le reste des couleurs, le ciel nous apparaît de cette couleur.)

| Colour Pair | Example   |
|-------------|---|
| Red, Green  |  |
| Blue, Red   |  |
| Green, Blue |  |
| All colours |  |