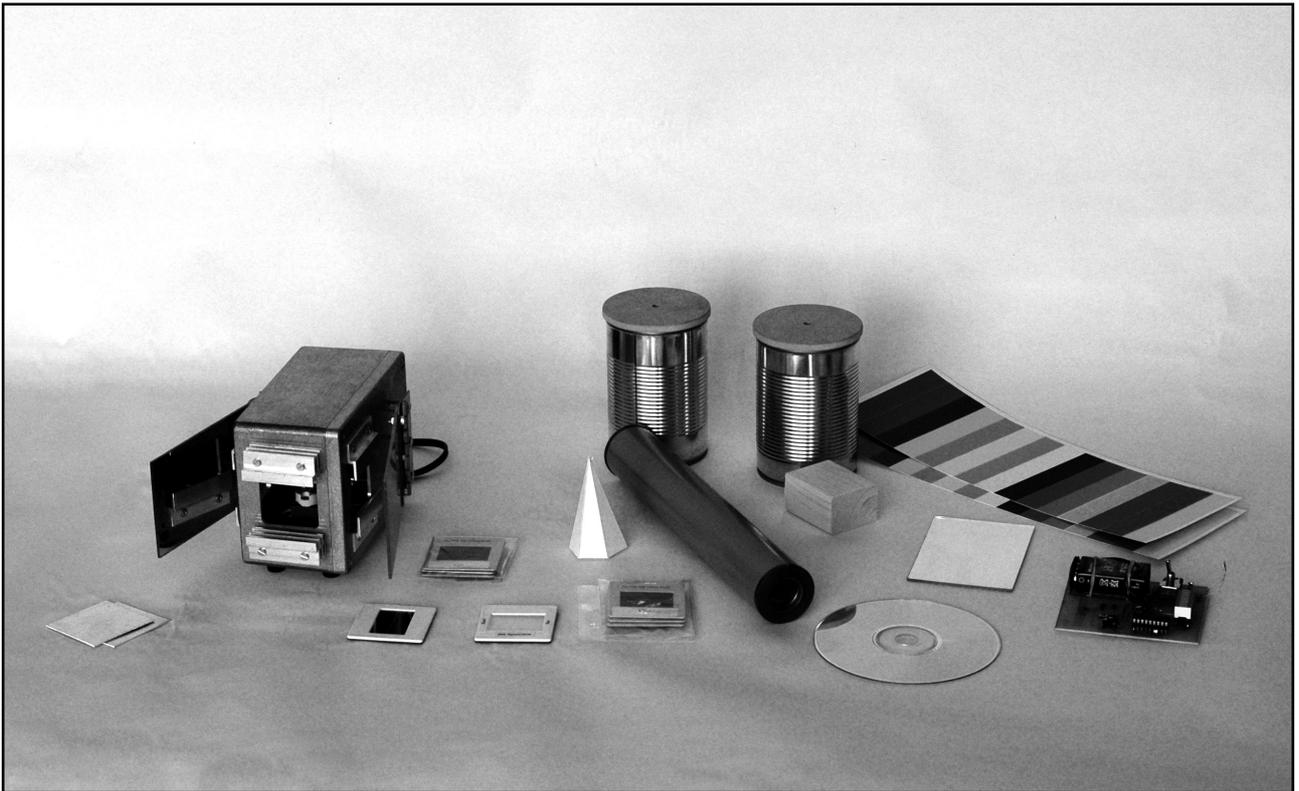


Ensemble pour l'étude des couleurs

OG 0520 31315



ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Premier degré

«En voir de toutes les couleurs»

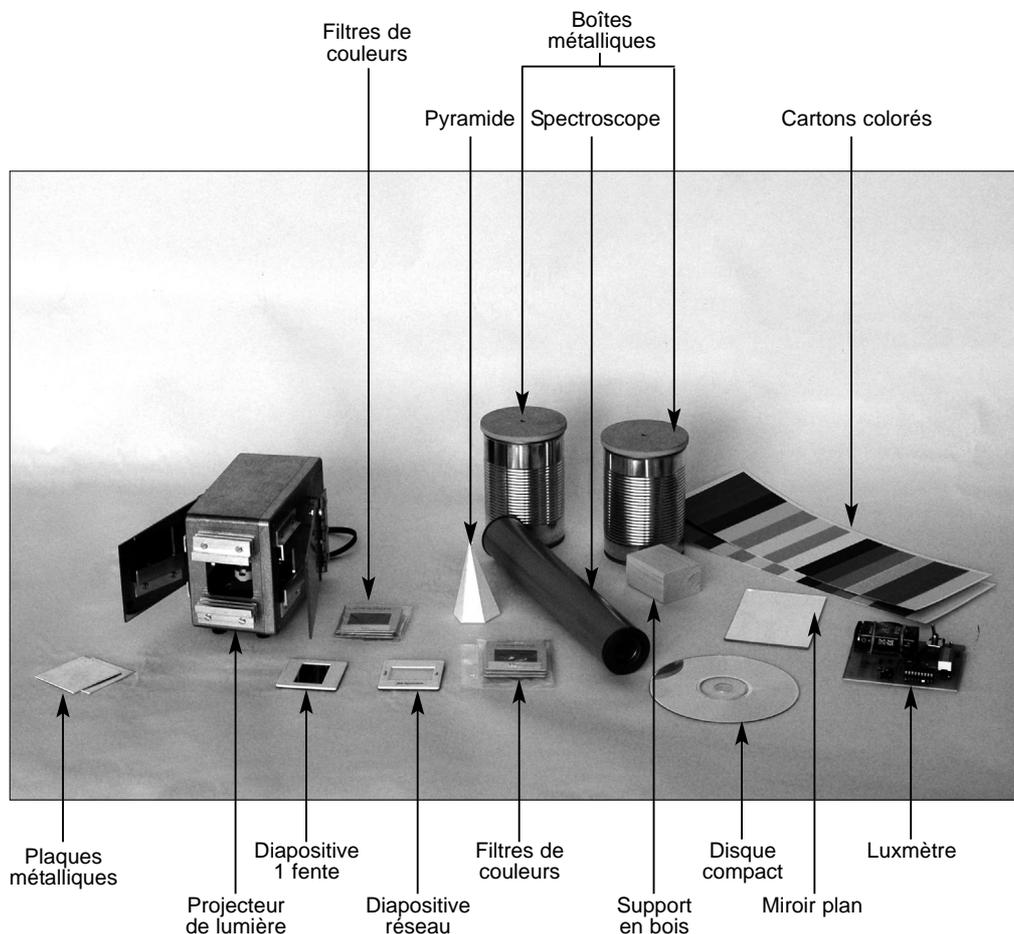


Centre technique et pédagogique
de l'Enseignement de la Communauté française

Liste du matériel

L'ensemble comprend:

1 projecteur de lumière à 3 faisceaux	OG 0520 42315
2 plaques métalliques carrées de 5 cm de côté	OG 0520 43315
1 diapositive avec une fente de 1 mm de large	OG 0520 44315
1 diapositive réseau 500 traits/mm	OG 0520 45315
1 miroir plan (10 cm × 7 cm)	OG 0520 46315
3 filtres de couleurs primaires (rouge, vert, bleu)	OG 0516 00002
3 filtres de couleurs secondaires (cyan, magenta, jaune)	OG 0517 00002
1 spectroscopie à réseau, longueur 25 cm, diamètre 40 mm	OG 0518 00002
1 luxmètre électronique avec pile	OG 0521 32415
1 boîte métallique (intérieur peint en blanc) avec un couvercle percé d'un trou	OG 0519 00002
1 boîte métallique (intérieur peint en noir) avec un couvercle percé d'un trou	OG 0519 00003
1 pyramide en carton blanc, base hexagonale, d: 4 cm, h: 7 cm, à construire	OG 0519 00004
1 support en bois (hauteur: 5 cm) pour la pyramide	OG 0519 00005
2 cartons colorés	OG 0522 00002
1 disque compact (usagé)	OG 0519 00006
1 disque de Newton sur support	OG 0523 00125
1 boîte de rangement	



Expérience 1

But

Montrer qu'on ne peut voir les couleurs d'un objet que si ce dernier est "éclairé" et que la couleur noire correspond à l'absence de lumière.

Matériel

1 boîte métallique (intérieur peint en blanc) avec un couvercle percé d'un trou

1 boîte métallique (intérieur peint en noir) avec un couvercle percé d'un trou

Autres boîtes (intérieur peint en une autre couleur) avec un couvercle percé d'un trou ou papiers de différentes couleurs

Manipulation

1. Observer, en regardant par le trou, la couleur à l'intérieur des boîtes.
2. Enlever le couvercle et comparer les résultats obtenus. Que peut-on en déduire?
3. Découper des rectangles dans du papier de couleur afin de tapisser l'intérieur d'une des boîtes. Refaire la manipulation.

Résultats

Boîte 1: l'intérieur semble de couleur noire.

Boîte 2: l'intérieur semble de couleur noire.

Si on enlève les couvercles des boîtes et si on les observe à la lumière du soleil (ou à la lumière provenant d'une lampe à incandescence), l'intérieur d'une des boîtes est de couleur blanche, l'autre de couleur noire.

L'expérience peut être reproduite avec d'autres couleurs à l'intérieur des boîtes ou en y plaçant du papier de couleur, les résultats sont identiques.

Conclusions

On ne peut définir correctement la couleur à l'intérieur de la boîte que si l'intérieur de celle-ci est suffisamment éclairé par de la lumière telle celle provenant du soleil.

Le noir correspond à l'absence de lumière.

Expérience 2

But

Observer et analyser différentes sources lumineuses.

Matériel

1 disque compact (usagé)

1 spectroscopie à réseau

1 feuille de papier

1 lentille convergente de 25 cm de distance focale (éventuellement)

Sources de lumière: tube fluorescent, ampoule à incandescence, soleil lorsqu'il est voilé...

Manipulation

1. Tenir la partie brillante du disque compact à environ 50 cm des yeux et 40 cm plus bas que ceux-ci, en tournant le dos à la source de lumière (tube fluorescent, soleil, éclairage public...). Incliner le disque à environ 45°. Cacher sa moitié supérieure avec une feuille de papier et observer sa partie brillante. Au besoin, modifier légèrement l'inclinaison du disque pour une meilleure observation. Noter les résultats obtenus.
2. Observer, à l'aide du spectroscopie, la lumière provenant de la même source lumineuse. Pour cela, placer verticalement la fente étroite du spectroscopie du côté de la source de lumière, l'œil étant placé à l'autre extrémité, contre l'oculaire. Pour mieux voir les détails, on peut placer la lentille convergente contre l'oculaire, l'œil étant également placé contre la lentille. Noter les résultats obtenus.
3. Refaire la manipulation avec d'autres sources de lumière. Ne pas orienter directement le spectroscopie vers le soleil lorsque le ciel est dégagé, mais l'orienter un peu à côté. Dans le cas d'un tube fluorescent ou d'une lampe à décharge, veiller à ce que la lumière du soleil n'entre pas dans le spectroscopie.

Résultats

Si on oriente le disque vers un tube fluorescent (la lumière du soleil étant absente ou fortement atténuée), on observe des courbes assez fines de couleurs différentes (le bleu étant à l'intérieur et le rouge à l'extérieur). Suivant l'angle d'inclinaison du disque, ces courbes semblent devenir des droites colorées. Si on réalise l'expérience avec la lumière du soleil ou avec une ampoule à incandescence, on voit les différentes couleurs de l'arc-en-ciel.

Si, avec un spectroscopie, on observe la lumière émise par un tube fluorescent, on voit des lignes très fines de différentes couleurs¹. Si on place une lentille juste derrière l'oculaire, on constate qu'il y a de nombreuses lignes dans le rouge, le vert et le bleu, certaines sont plus brillantes que d'autres. Si on observe d'autres types de lampes (éclairage public, éclairage des autoroutes...), on observe également des lignes colorées. Leurs couleurs sont différentes de celles produites par un tube fluorescent et se situent à d'autres endroits lorsqu'on regarde dans le spectroscopie. Si on observe la lumière provenant d'une ampoule à incandescence, les lignes disparaissent et on observe un ensemble de couleurs qui s'étalent progressivement du rouge au violet, comme les couleurs de l'arc-en-ciel. Il en est de même si on observe la lumière du soleil².

¹ Avec le spectroscopie à réseau, les couleurs sont symétriques par rapport à la ligne centrale (fente verticale).

² Si le ciel est assez lumineux, il est possible d'observer, avec la lentille placée derrière l'oculaire du spectroscopie, quelques lignes noires dans les différentes couleurs de l'arc-en-ciel.

Conclusions

On peut considérer qu'il y a deux sortes de lumières, celles qui font apparaître des lignes dans un spectroscope, et celles qui n'en font pas. Les lignes sont appelées raies et l'image que l'on observe dans un spectroscope est appelée spectre. Si le spectre ne présente pas de raies mais un ensemble de couleurs qui sont continues (arc-en-ciel), on dit que le spectre est continu; s'il présente des raies, il est discontinu.

Il y a donc des lumières qui donnent un spectre continu (lampe à incandescence, soleil) et d'autres qui donnent un spectre discontinu (tube fluorescent, enseignes publicitaires...). L'emplacement, la couleur et le nombre de raies permettent de déterminer la nature de la source lumineuse.

Expérience 3

But

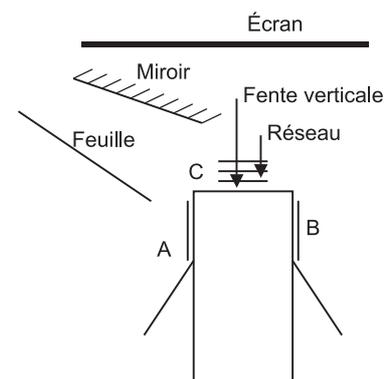
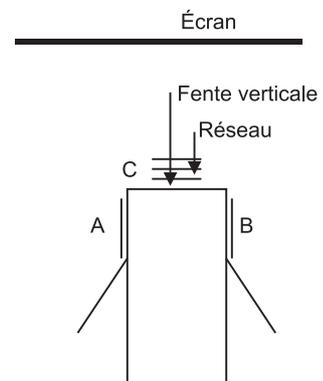
Montrer que la couleur blanche peut être décomposée en plusieurs autres couleurs.

Matériel

- 1 projecteur de lumière à 3 faisceaux (ou 1 projecteur à 1 faisceau) + alimentation
- 1 écran blanc (feuille de papier blanc, mur peint en blanc, panneau blanc...)
- 2 plaques métalliques carrées de 5 cm de côté
- 1 diapositive avec une fente de 1 mm de large
- 1 diapositive réseau 500 traits/mm
- 1 miroir plan (10 cm × 7 cm)
- 1 feuille de carton ou de papier blanc
- 1 disque de Newton sur support
- 3 filtres de couleurs primaires (rouge, vert, bleu)
- 3 filtres de couleurs secondaires (cyan, magenta, jaune)

Manipulation

1. Placer le projecteur à environ 30 cm de l'écran.
2. Connecter le projecteur à son alimentation électrique (12 V, tension continue). Respecter les couleurs des fiches de connexion!
3. Glisser les deux plaques métalliques dans les rainures latérales A et B du projecteur de façon à ne garder que le faisceau principal C (voir schéma ci-contre).
4. Glisser la diapositive avec une fente dans la première rainure prévue à cet effet (côté C). La fente doit être verticale.
5. Observer et noter ce que l'on voit sur l'écran. Au besoin, diminuer la distance entre l'écran et le projecteur ou alors, projeter le faisceau dans une boîte en carton blanc afin de limiter la lumière provenant de l'extérieur.
6. Glisser dans la deuxième rainure (côté C), la diapositive avec le réseau placé verticalement (indications haut - bas).
7. Observer et noter ce que l'on voit sur l'écran. Que peut-on en déduire si on suppose que la lampe placée dans le projecteur donne de la lumière blanche?
8. Maintenir verticalement avec la main le miroir devant une des deux zones de couleur et renvoyer la lumière vers la feuille de carton ou de papier blanc (voir schéma ci-contre). Avec la main, faire osciller rapidement le miroir autour d'un axe vertical (quelques degrés) et observer la zone lumineuse.



9. Refaire le point 7 de la manipulation après avoir placé, dans la troisième rainure (côté C), un filtre rouge puis un filtre vert et enfin un filtre bleu. Faire la même chose avec un filtre cyan puis un filtre magenta et enfin un filtre jaune.
10. Observer les couleurs du disque de Newton puis le faire tourner (toupie) et observer de nouveau les couleurs.

Résultats

Sur l'écran, au départ, apparaît une tache blanche produite par la fente. Après avoir placé le réseau, on observe des zones colorées de chaque côté de la tache blanche. Celles-ci sont symétriques par rapport à cette tache blanche. On y observe essentiellement du bleu, du vert et du rouge.

Si on place le miroir devant une des zones colorées et si on renvoie ces couleurs sur la feuille blanche, on observe de nouveau les mêmes couleurs. Lorsqu'on fait osciller le miroir, la tache de lumière sur la feuille vire vers le blanc (ou gris clair suivant la vitesse de l'oscillation du miroir).

Si on refait l'expérience avec les filtres de couleurs (rouge, vert, bleu), la tache centrale sur l'écran a la même couleur que celle du filtre. Il en est de même des zones latérales.

Si on refait l'expérience avec les filtres de couleurs (cyan, magenta, jaune), la tache centrale sur l'écran a la même couleur que celle du filtre. Il n'en est pas de même des zones latérales. Avec le filtre cyan, dans les zones latérales, on voit un peu de bleu et de vert (le rouge a disparu), avec le filtre magenta, on voit du rouge et un peu de bleu (le vert a disparu) et avec le filtre jaune, on voit du vert et du rouge (le bleu a disparu).

Si on fait tourner le disque de Newton, les couleurs semblent se mélanger et donnent une illusion de blanc (blanc-gris).

Conclusions

La lumière blanche (supposée être celle de la lampe du projecteur) peut se décomposer en différentes couleurs: essentiellement du rouge, du vert et du bleu.

Si on superpose rapidement ces trois couleurs, on obtient de nouveau de la lumière blanche.

La lumière rouge, verte ou bleue ne peut plus être décomposée. Ces trois couleurs sont appelées couleurs fondamentales ou encore couleurs primaires.

La lumière cyan, magenta ou jaune peut être décomposée. Ces couleurs ne sont pas des couleurs fondamentales, ce sont des couleurs secondaires.

Il faut noter qu'un filtre de couleur (rouge, vert ou bleu) ne se comporte pas comme un filtre à café. En effet, le filtre de couleur (rouge, vert ou bleu) ne laisse passer que la lumière ayant la couleur du filtre (rouge, vert ou bleu) alors que le filtre à café laisse passer la totalité de l'eau et la colore. Un filtre de couleur n'ajoute rien à de la lumière blanche alors que le filtre à café ajoute de la couleur à l'eau incolore qui le traverse.

Expérience 4

But

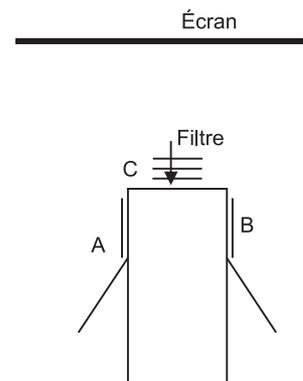
Montrer que la couleur blanche permet d'observer toutes les couleurs.

Matériel

- 1 projecteur de lumière à 3 faisceaux (ou 1 projecteur à 1 faisceau) + alimentation
- 1 écran blanc (feuille de papier blanc, mur peint en blanc, panneau blanc...)
- 2 plaques métalliques carrées de 5 cm de côté
- 1 carton coloré
- 3 filtres de couleurs primaires (rouge, vert, bleu)
- 3 filtres de couleurs secondaires (cyan, magenta, jaune)

Manipulation

1. Placer le projecteur à environ 30 cm de l'écran.
2. Connecter le projecteur à son alimentation électrique (12 V, tension continue). Respecter les couleurs des fiches de connexion!
3. Glisser les deux plaques métalliques dans les rainures latérales A et B du projecteur de façon à ne garder que le faisceau principal C (voir schéma ci-contre).
4. Maintenir contre l'écran le carton avec les rectangles de différentes couleurs. Observer et repérer ces couleurs en les numérotant.
5. Glisser le filtre rouge dans la première rainure prévue à cet effet (côté C). Observer de nouveau la couleur des rectangles.
6. Refaire la manipulation avec les autres filtres. Que peut-on en déduire?
7. Observer les rectangles éclairés avec la lumière du soleil et avec l'éclairage de la classe. Que peut-on en déduire?



Résultats

Pour que les résultats soient conformes, il est absolument indispensable d'avoir une bonne obscurité dans le local. Si ce n'est pas le cas, on peut travailler individuellement et placer l'ensemble dans une caisse en carton afin de limiter la lumière provenant de l'extérieur (minichambre noire).

Les couleurs des rectangles paraissent différentes suivant la couleur du faisceau avec lequel on les éclaire. Ainsi, un rectangle vert éclairé avec une lumière verte paraît vert, mais lorsqu'il est éclairé avec de la lumière rouge, il semble presque noir. Les rectangles éclairés avec de la lumière verte, rouge ou bleue ne permettent pas de distinguer un grand nombre de rectangles mais lorsqu'ils sont éclairés avec de la lumière cyan, magenta ou jaune, leur nombre est plus important; cependant, on ne les distingue pas tous.

Conclusion

On ne peut définir correctement la couleur des rectangles que si ceux-ci sont éclairés par de la lumière blanche ou la lumière du soleil. La couleur des rectangles change suivant le type d'éclairage.

Expérience 5

But

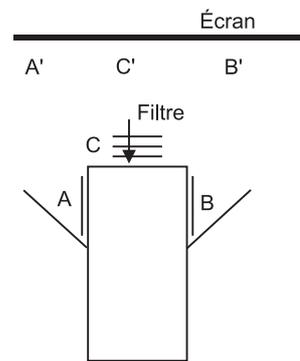
Montrer la superposition des couleurs primaires par projection.

Matériel

- 1 projecteur de lumière à 3 faisceaux + alimentation
- 1 écran blanc (feuille de papier blanc, mur peint en blanc, panneau blanc...)
- 3 filtres de couleurs primaires (rouge, vert, bleu)

Manipulation

1. Placer le projecteur à environ 30 cm de l'écran.
2. Connecter le projecteur à son alimentation électrique (12 V, tension continue). Respecter les couleurs des fiches de connexion!
3. Glisser le filtre rouge dans la rainure du côté A, le filtre bleu dans la rainure du côté B et le filtre vert dans la rainure du côté C, la plus proche de la source de lumière (voir schéma).
4. Orienter les miroirs placés du côté A et du côté B de manière telle qu'on puisse voir trois zones lumineuses A', B' et C' bien distinctes sur l'écran. Repérer et noter leur position et leur couleur. Prévoir un schéma à compléter.
5. Modifier l'orientation d'un des miroirs (par exemple, du côté A) afin de faire chevaucher les zones lumineuses A' et C'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces deux zones. Séparer de nouveau A' et C'.
6. Modifier l'orientation de l'autre miroir afin de faire chevaucher les zones lumineuses B' et C'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces deux zones. Séparer de nouveau B' et C'.
7. Modifier l'orientation des miroirs afin de faire chevaucher les zones lumineuses A' et B'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces deux zones. Séparer de nouveau A' et B'.
8. Modifier l'orientation des miroirs afin de faire chevaucher les zones lumineuses A', B' et C'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces trois zones. Que peut-on en déduire?
9. Refaire les points 3 à 8 de la manipulation en modifiant la position des filtres.



Résultats

La superposition des couleurs montre que:

- rouge + vert → jaune
- vert + bleu → cyan
- rouge + bleu → magenta
- rouge + vert + bleu → blanc

Les résultats sont identiques si on modifie la position des filtres.

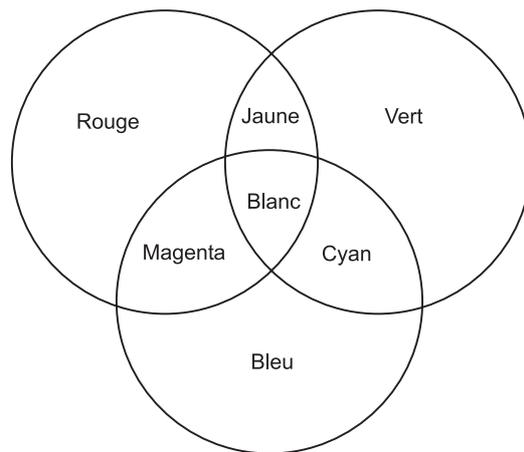
Conclusions

Lorsqu'on superpose les couleurs primaires, on peut faire apparaître d'autres couleurs.

Le jaune est une superposition de rouge et de vert, le magenta, une superposition de rouge et de bleu et le cyan, une superposition de vert et de bleu.

On peut recomposer de la lumière blanche en superposant les trois couleurs primaires. Cette expérience confirme que le blanc est un mélange de plusieurs couleurs (par projection).

Le dessin ci-dessous reprend les résultats de la superposition des couleurs primaires, obtenus par projection.



Expérience 6

But

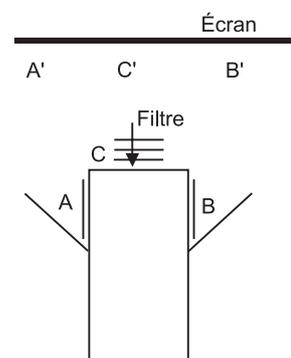
Montrer la superposition des couleurs secondaires par projection.

Matériel

- 1 projecteur de lumière à 3 faisceaux + alimentation
- 1 écran blanc (feuille de papier blanc, mur peint en blanc, panneau blanc...)
- 3 filtres de couleurs secondaires (cyan, magenta, jaune)

Manipulation

1. Placer le projecteur à environ 30 cm de l'écran.
2. Connecter le projecteur à son alimentation électrique (12 V, tension continue). Respecter les couleurs des fiches de connexion!
3. Glisser le filtre cyan dans la rainure du côté A, le filtre jaune dans la rainure du côté B et le filtre magenta dans la rainure du côté C, la plus proche de la source de lumière (voir schéma).
4. Orienter les miroirs placés du côté A et du côté B de manière telle qu'on puisse voir trois zones lumineuses A', B' et C' bien distinctes sur l'écran. Repérer et noter leur position et leur couleur. Prévoir un schéma à compléter.
5. Modifier l'orientation d'un des miroirs (par exemple, du côté A) afin de faire chevaucher les zones lumineuses A' et C'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces deux zones. Séparer de nouveau A' et C'.
6. Modifier l'orientation de l'autre miroir afin de faire chevaucher les zones lumineuses B' et C'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces deux zones. Séparer de nouveau B' et C'.
7. Modifier l'orientation des miroirs afin de faire chevaucher les zones lumineuses A' et B'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces deux zones. Séparer de nouveau A' et B'.
8. Modifier l'orientation des miroirs afin de faire chevaucher les zones lumineuses A', B' et C'. Observer et noter la couleur à l'intersection de ces trois zones. Que peut-on en déduire?
9. Refaire les points 3 à 8 de la manipulation en modifiant la position des filtres.



Résultats

La superposition des couleurs montre que:

- cyan + magenta → blanc³
- magenta + jaune → blanc³ très jaunâtre
- cyan + jaune → blanc³
- cyan + magenta + jaune → blanc³ jaunâtre

Les résultats sont identiques si on modifie la position des filtres.

³ Le blanc est loin d'être parfait, il dépend essentiellement de la qualité des filtres! On pourrait avoir un "meilleur" blanc si on pouvait régler l'intensité de chaque faisceau lumineux. Malheureusement, ce n'est pas possible avec ce projecteur car il ne possède qu'une seule lampe (ou alors, il faudrait utiliser des filtres polariseurs spécifiques).

Conclusions

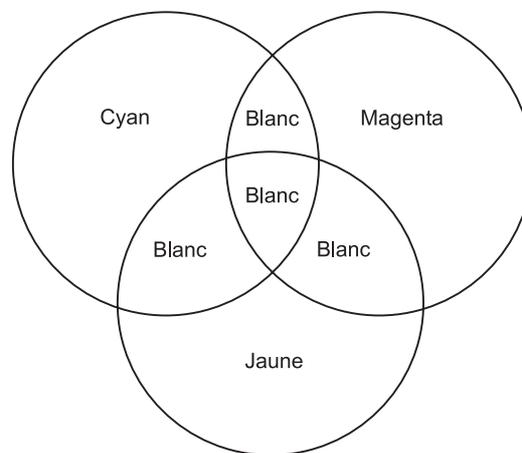
Lorsqu'on superpose les couleurs secondaires, on fait apparaître une couleur qui est presque blanche et qui est fonction de la qualité des filtres.

Explications

On sait en effet que:

- Le cyan est composé de: vert + bleu.
- Le magenta est composé de: bleu + rouge.
- Le jaune est composé de: vert + rouge.
- En superposant du cyan et du magenta, on superpose: (vert + bleu) et (bleu + rouge).
L'ensemble (vert + bleu + rouge) donne, en fonction de la qualité des filtres, du blanc.
- En superposant du cyan et du jaune, on superpose: (vert + bleu) et (vert + rouge).
L'ensemble (vert + bleu + rouge) donne, en fonction de la qualité des filtres, du blanc.
- En superposant du magenta et du jaune, on superpose: (bleu + rouge) et (vert + rouge).
L'ensemble (bleu + rouge + vert) donne, en fonction de la qualité des filtres, du blanc.

Le dessin ci-dessous reprend les résultats de la superposition des couleurs secondaires, obtenus par projection.



Expérience 7

But

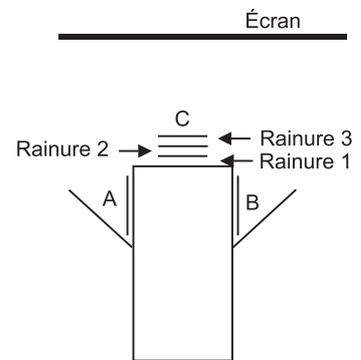
Montrer la superposition des filtres.

Matériel

- 1 projecteur de lumière à 3 faisceaux + alimentation
- 1 écran blanc (feuille de papier blanc, mur peint en blanc, panneau blanc...)
- 3 filtres de couleurs primaires (rouge, vert, bleu)
- 3 filtres de couleurs secondaires (cyan, magenta, jaune)

Manipulation

1. Placer le projecteur à environ 30 cm de l'écran.
2. Connecter le projecteur à son alimentation électrique (12 V, tension continue). Respecter les couleurs des fiches de connexion!
3. Glisser les deux plaques métalliques dans les rainures latérales A et B du projecteur de façon à ne garder que le faisceau principal C (voir schéma).
4. Glisser le filtre rouge dans la première rainure (du côté C) puis le filtre vert dans la deuxième rainure.
5. Observer et noter ce que l'on voit sur l'écran.
6. Enlever le filtre vert et le remplacer par le filtre bleu. Observer et noter ce que l'on voit sur l'écran.
7. Glisser le filtre vert dans la troisième rainure. Observer et noter ce que l'on voit sur l'écran.
8. Refaire la manipulation en modifiant l'ordre des filtres. Que peut-on en conclure?
9. Refaire la manipulation avec les filtres cyan, magenta et jaune.



Résultats

La superposition des filtres de couleurs primaires montre que:

- rouge + vert \rightarrow noir⁴
- rouge + bleu \rightarrow noir⁴
- vert + bleu \rightarrow noir⁴
- rouge + vert + bleu \rightarrow noir⁴

Il n'en est pas de même avec les filtres de couleurs secondaires cyan, magenta et jaune:

- cyan + magenta \rightarrow bleu⁵
- cyan + jaune \rightarrow vert⁵
- magenta + jaune \rightarrow rouge⁵
- cyan + magenta + jaune \rightarrow noir

Conclusions

Lorsqu'on superpose les filtres avec les couleurs primaires, ils ne laissent plus passer de lumière. Si on superpose les filtres avec les couleurs secondaires, on retrouve les couleurs primaires ainsi que du noir.

⁴ Le noir n'est pas parfait, il dépend essentiellement de la qualité des filtres!

⁵ La couleur dépend essentiellement de la qualité des filtres.

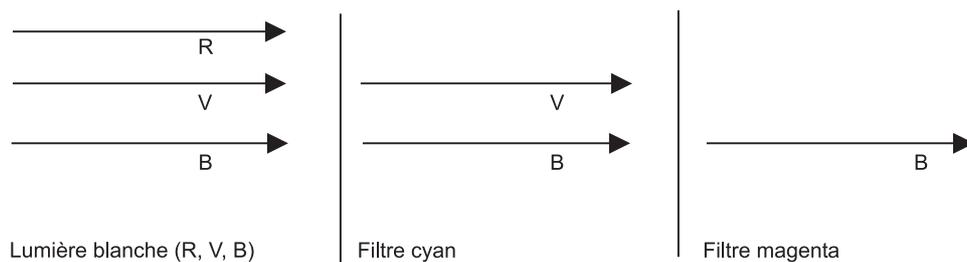
Explications

On sait que le filtre rouge ne laisse passer que le rouge. Si on place derrière ce filtre un filtre vert (qui ne laisse passer que le vert), il ne restera plus de faisceau lumineux, d'où le noir.

Il en est de même avec les autres filtres. L'effet est encore plus marquant si on superpose les trois filtres.

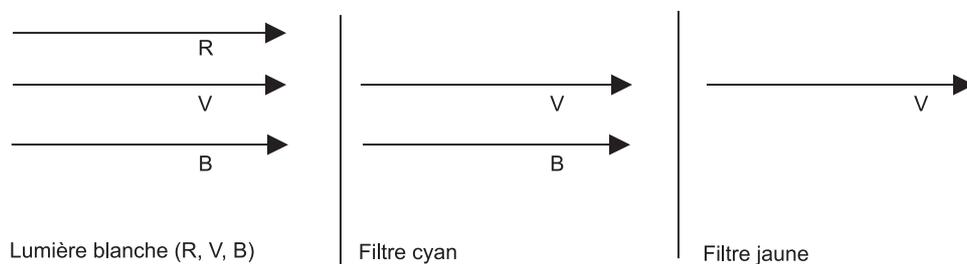
Lorsqu'on superpose les filtres avec les couleurs secondaires, on retrouve les couleurs primaires et aussi le noir (superposition des trois filtres). Un petit schéma permet de mieux comprendre ce qui se passe, la lumière blanche étant composée essentiellement de rouge, de vert et de bleu.

En superposant un filtre cyan et un filtre magenta, on a la situation suivante:



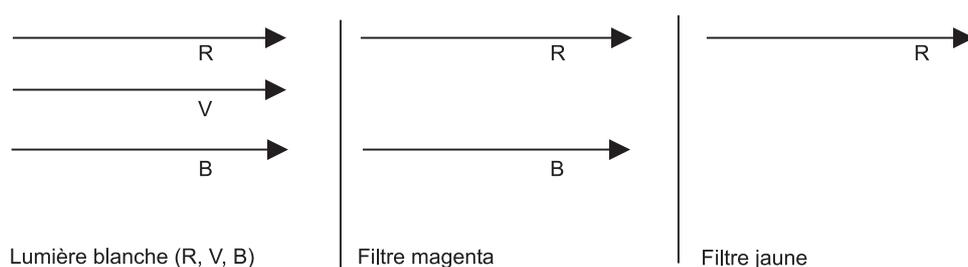
Le filtre cyan, composé de vert et de bleu, laisse passer ces deux couleurs. Il arrête donc le rouge. Le filtre magenta (composé de rouge et de bleu) placé derrière laisse passer ces deux couleurs. Puisqu'il n'y a déjà plus de rouge, seul le bleu le traverse.

En superposant un filtre cyan et un filtre jaune, on a la situation suivante:



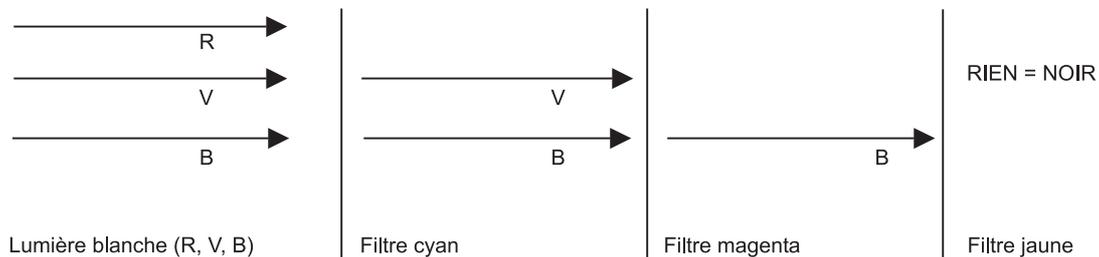
Le filtre cyan, composé de vert et de bleu, laisse passer ces deux couleurs. Il arrête donc le rouge. Le filtre jaune (composé de rouge et de vert) placé derrière laisse passer ces deux couleurs. Puisqu'il n'y a déjà plus de rouge, seul le vert le traverse.

En superposant un filtre magenta et un filtre jaune, on a la situation suivante:



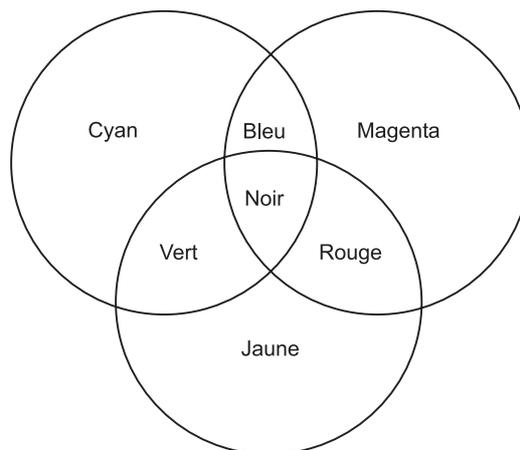
Le filtre magenta, composé de rouge et de bleu, laisse passer ces deux couleurs. Il arrête donc le vert. Le filtre jaune (composé de rouge et de vert) placé derrière laisse passer ces deux couleurs. Puisqu'il n'y a déjà plus de vert, seul le rouge le traverse.

En superposant un filtre cyan, magenta et jaune, on a la situation suivante:



Le filtre cyan, composé de vert et de bleu, laisse passer ces deux couleurs. Il arrête donc le rouge. Le filtre magenta (composé de rouge et de bleu) placé derrière laisse passer ces deux couleurs. Puisqu'il n'y a déjà plus de rouge, seul le bleu le traverse. Le filtre jaune (composé de rouge et de vert) placé derrière laisse passer ces deux couleurs mais celles-ci ne sont pas présentes, elles ont déjà été arrêtées. Il n'y a plus aucune couleur qui arrive sur l'écran.

Le dessin ci-dessous reprend les résultats de la superposition des filtres secondaires, obtenus par absorption.



Applications: la photographie

1. Photographie en noir et blanc

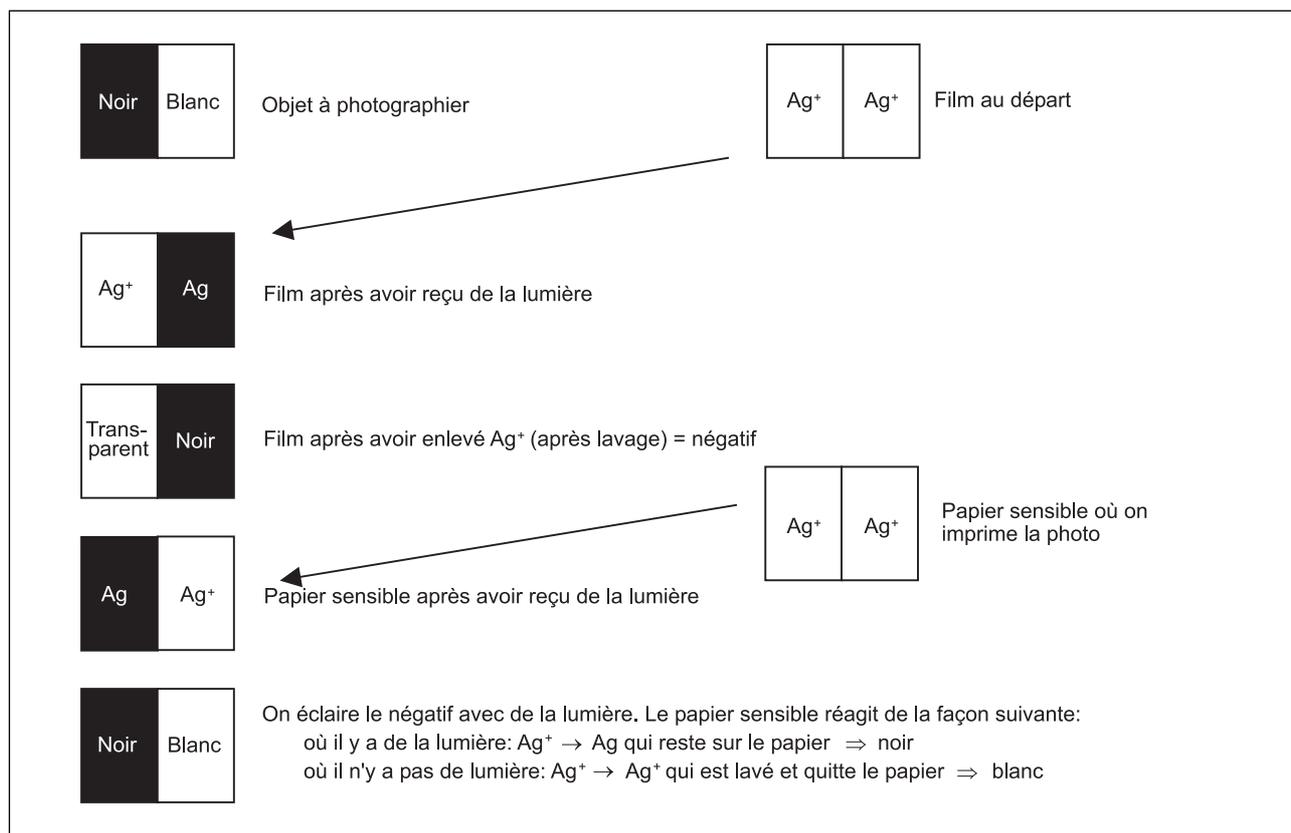
Le film est un support plastique recouvert d'une émulsion qui est une couche de gélatine sur laquelle sont placés, en suspension, des cristaux de bromure d'argent (AgBr). Chaque cristal est formé de plus d'un milliard d'ions Ag^+ et d'ions Br^- organisés dans un réseau cubique.

Lorsque ce film est placé dans un appareil photographique, au moment de la photo, de la lumière pénètre dans l'appareil et des photons percutent le film. Les photons forment des paires électrons-trous. Un électron peut être capté par un ion Ag^+ . Cet ion va se transformer en un atome d'argent et est exclu du réseau cristallin. Un révélateur (hydroquinone) permet d'augmenter le nombre d'atomes d'argent autour des endroits où ils sont déjà apparus.

Le fixateur va permettre d'enlever le bromure d'argent présent dans la gélatine (qui n'a pas été exposé à la lumière) et on le retrouve dans un bain. Seul l'argent (Ag) reste sur le film.

Si on place le film (qui correspond à une image dite négative de l'objet à photographier) devant une source de lumière blanche afin de projeter l'image sur un papier sensible blanc (où on va imprimer la photo), des zones noires vont apparaître sur le papier (elles correspondent aux endroits où il y avait de la lumière) et des zones blanches (elles correspondent aux endroits où il n'y avait pas de lumière). On procède de la même façon que précédemment car le papier sensible contient aussi des ions Ag^+ et des ions Br^- . Sur les zones éclairées vont apparaître des atomes d'argent, sur les zones non éclairées il restera des ions Ag^+ . On enlève ensuite ces derniers de façon telle qu'il ne reste plus que des atomes d'argent.

En éclairant le papier avec de la lumière blanche, les zones contenant de l'argent métallique seront noires (elles correspondent au blanc de l'objet) et les autres blanches (elles correspondent au noir de l'objet).



2. Photographie en couleurs

Le film est un support plastique recouvert de plusieurs émulsions superposées. La première couche est sensible au bleu, la deuxième au vert et la troisième au rouge. Lorsque de la lumière provenant d'un objet arrive sur le film:

- si la lumière est bleue, elle fait réagir la première émulsion et celle-ci devient jaune;
- si la lumière est verte, elle fait réagir la deuxième émulsion et celle-ci devient magenta;
- si la lumière est rouge, elle fait réagir la troisième émulsion et celle-ci devient cyan;
- si la lumière est jaune, elle fait réagir la deuxième et la troisième émulsion;
- si la lumière est cyan, elle fait réagir la première et la deuxième émulsion;
- si la lumière est magenta, elle fait réagir la première et la troisième émulsion.

Ce film devient donc un négatif de l'objet.

En éclairant ce film avec de la lumière blanche et en plaçant derrière un papier photographique sensible du même genre que le film, on réalise l'opération inverse.

Expérience 8

But

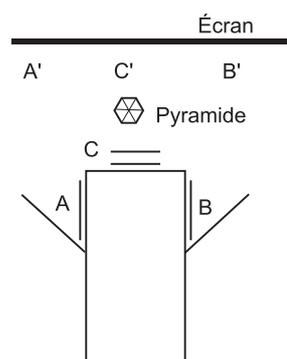
Montrer les ombres colorées.

Matériel

- 1 projecteur de lumière à 3 faisceaux + alimentation
- 1 écran blanc (feuille de papier blanc, mur peint en blanc, panneau blanc...)
- 2 plaques métalliques carrées de 5 cm de côté
- 1 pyramide en carton blanc, base hexagonale
- 1 support en bois
- 3 filtres de couleurs primaires (rouge, vert, bleu)

Manipulation

1. Placer le projecteur à environ 30 cm de l'écran.
2. Connecter le projecteur à son alimentation électrique (12 V, tension continue). Respecter les couleurs des fiches de connexion!
3. Placer la pyramide sur le support en bois, entre le projecteur et l'écran, en face de la rainure C, de manière telle qu'un des côtés de la base soit parallèle à C.
4. Glisser le filtre vert dans la rainure du côté C, la plus proche de la source de lumière, et les deux plaques métalliques dans les rainures des faces A et B (voir schéma).
5. Observer et noter la couleur des faces de la pyramide ainsi que celle de son ombre sur l'écran.
6. Refaire la manipulation en éclairant la pyramide uniquement avec le filtre rouge placé en A (les plaques métalliques sont alors placées en B et C). Pour cela, on modifiera l'orientation du miroir placé du côté A. Faire de même en éclairant la pyramide uniquement avec le filtre bleu placé en B (les plaques métalliques sont alors placées en A et C). Observer et noter la couleur des faces de la pyramide ainsi que celle de son ombre sur l'écran.
7. Poursuivre la manipulation en éclairant la pyramide avec deux filtres: le rouge en A et le vert en C puis le vert en C et le bleu en B et enfin le rouge en A et le bleu en B. Observer et noter la couleur de ses faces ainsi que celle de son ombre sur l'écran.
8. Faire de même en éclairant la pyramide avec trois filtres: le rouge en A, le vert en C et le bleu en B.
9. Refaire les points 4 à 8 de la manipulation en modifiant la position des filtres.

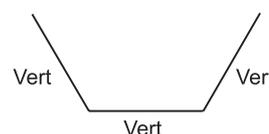


Résultats

Pour que les résultats soient conformes, il est absolument indispensable d'avoir une bonne obscurité dans le local. Si ce n'est pas le cas, on peut travailler individuellement et placer l'ensemble dans une caisse en carton afin de limiter la lumière provenant de l'extérieur (minichambre noire).

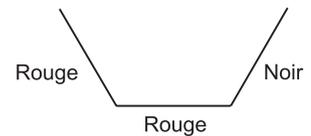
Filtre vert seul (en C)

Les trois faces éclairées de la pyramide sont vertes et l'ombre de celle-ci dans la zone C' est noire.



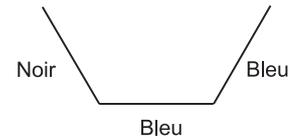
Filtre rouge seul (en A)

Les deux faces éclairées de la pyramide sont rouges, la face de droite est noire et l'ombre de la pyramide dans la zone B' est noire.

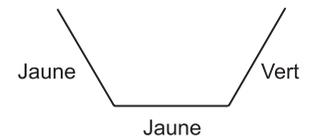


Filtre bleu seul (en B)

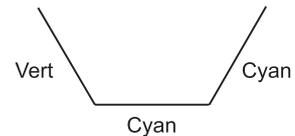
Les deux faces éclairées de la pyramide sont bleues, la face de gauche est noire et l'ombre de la pyramide dans la zone A' est noire.



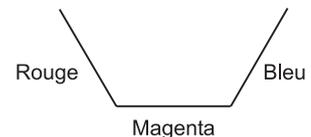
Si le filtre rouge est placé en A et le filtre vert en C, la face de gauche et la face centrale de la pyramide sont jaunes, la face de droite est verte et on observe deux ombres de la pyramide sur l'écran qui est jaune. Celle de gauche est rouge et celle de droite est verte.



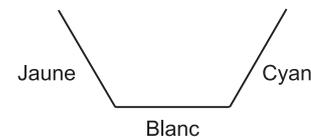
Si le filtre vert est placé en C et le filtre bleu en B, la face de droite et la face centrale de la pyramide sont cyan, la face de gauche est verte et on observe deux ombres de la pyramide sur l'écran qui est cyan. Celle de gauche est verte et celle de droite est bleue.



Si le filtre rouge est placé en A et le filtre bleu en B, la face de gauche de la pyramide est rouge, la face centrale est magenta et la face de droite est bleue. On observe deux ombres de la pyramide sur l'écran qui est magenta. Celle de gauche est rouge et celle de droite est bleue.



Si le filtre rouge est placé en A, le filtre vert en C et le filtre bleu en B, la face de gauche de la pyramide est jaune, la face centrale est blanche, la face de droite est cyan. On observe trois ombres de la pyramide sur l'écran qui est blanc. Celle de gauche est jaune, celle au centre est magenta et celle de droite est cyan.



Si on modifie la position des filtres, les trois faces éclairées de la pyramide présentent les mêmes couleurs que précédemment, mais dans un autre ordre.

Conclusions

Lorsqu'on éclaire un objet opaque avec plusieurs faisceaux de lumière dont les couleurs sont les couleurs primaires, on observe des ombres colorées sur l'écran. Ces couleurs sont les couleurs secondaires.

Explications des couleurs

S'il n'y a qu'un seul projecteur, quelle que soit la couleur du filtre, l'ombre de l'obstacle est noire (l'obstacle empêchant la lumière de continuer son trajet).

S'il y a plusieurs projecteurs, il faut envisager chaque cas séparément. Pour simplifier les schémas, on n'a représenté que le milieu de l'ombre sur l'écran et chaque faisceau a été assimilé à un point.

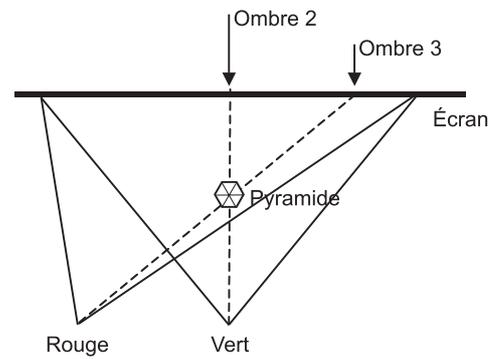
Rouge + vert

L'ombre 2 ne reçoit pas de lumière verte (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière rouge. Elle est donc rouge.

L'ombre 3 ne reçoit pas de lumière rouge (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière verte. Elle est donc verte.

L'écran reçoit de la lumière rouge et de la lumière verte, il est jaune.

La face de gauche et la face centrale de la pyramide reçoivent de la lumière rouge et de la lumière verte. Elles sont donc jaunes. La face de droite de la pyramide ne reçoit que de la lumière verte. Elle est donc verte.



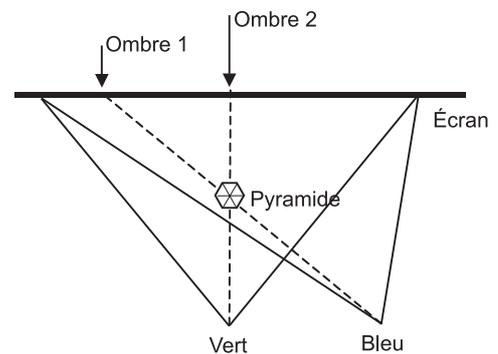
Vert + bleu

L'ombre 1 ne reçoit pas de lumière bleue (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière verte. Elle est donc verte.

L'ombre 2 ne reçoit pas de lumière verte (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière bleue. Elle est donc bleue.

L'écran reçoit de la lumière verte et de la lumière bleue, il est cyan.

La face de droite et la face centrale de la pyramide reçoivent de la lumière verte et de la lumière bleue. Elles sont donc cyan. La face de gauche de la pyramide ne reçoit que de la lumière verte. Elle est donc verte.



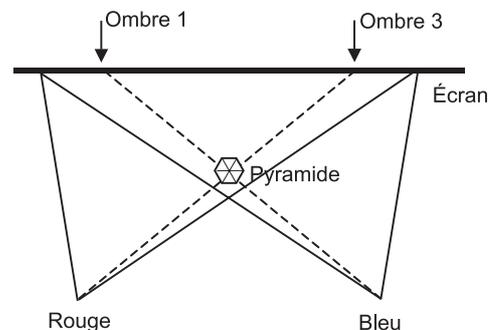
Rouge + bleu

L'ombre 1 ne reçoit pas de lumière bleue (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière rouge. Elle est donc rouge.

L'ombre 3 ne reçoit pas de lumière rouge (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière bleue. Elle est donc bleue.

L'écran reçoit de la lumière rouge et de la lumière bleue, il est magenta.

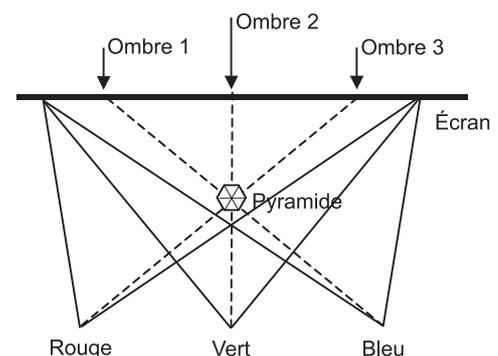
La face de gauche de la pyramide ne reçoit que de la lumière rouge. Elle est donc rouge. La face centrale de la pyramide reçoit de la lumière rouge et de la lumière bleue. Elle est donc magenta. La face de droite de la pyramide ne reçoit que de la lumière bleue. Elle est donc bleue.



Rouge + vert + bleu

L'ombre 1 ne reçoit pas de lumière bleue (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière rouge et de la lumière verte. Elle est donc jaune.

L'ombre 2 ne reçoit pas de lumière verte (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière bleue et de la lumière rouge. Elle est donc magenta.



L'ombre 3 ne reçoit pas de lumière rouge (car elle est arrêtée par l'obstacle), mais elle reçoit de la lumière verte et de la lumière bleue. Elle est donc cyan.

L'écran reçoit de la lumière rouge, de la lumière verte et de la lumière bleue, il est blanc.

La face gauche de la pyramide reçoit de la lumière rouge et de la lumière verte. Elle est donc jaune. La face centrale de la pyramide reçoit de la lumière rouge, verte et bleue. Elle est donc blanche. La face droite de la pyramide reçoit de la lumière verte et de la lumière bleue. Elle est cyan.

Expérience 9

But

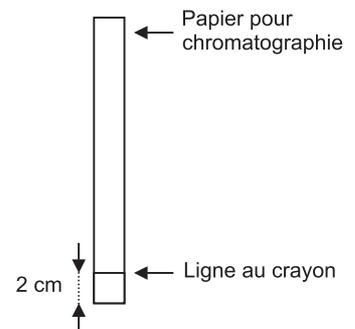
Analyser quelques substances par chromatographie.

Matériel

1 éprouvette 250 ml, recoupée, pour chromatographie (ou un récipient haut et étroit avec bouchon et crochet)
1 rouleau de papier pour chromatographie
1 pipette Pasteur
Eau déminéralisée
Colorants: encre, jus de légumes, tartrazine (jaune), azorubine (rouge), bleu patenté (bleu)...

Manipulation

1. Couper un morceau de papier pour chromatographie dont la longueur est égale à la hauteur de l'éprouvette et la largeur plus petite que son diamètre.
2. Tracer une ligne au crayon à environ 2 cm d'une des extrémités du papier (voir schéma).
3. Déposer sur cette ligne une goutte (la plus petite possible) du colorant qu'on veut analyser. Utiliser la pointe d'un compte-gouttes ou une pipette Pasteur. Le diamètre de la tache sur le papier ne peut pas être supérieur à 5 mm.
4. Verser de l'eau déminéralisée (solvant) dans l'éprouvette jusqu'à une hauteur d'environ 2 cm.
5. Plonger verticalement le papier pour chromatographie dans l'éprouvette en veillant à ce que le trait de crayon soit situé à environ 1 cm au-dessus du niveau de l'eau. Fixer le papier soit en le coinçant entre le verre et le bouchon, soit en l'attachant au crochet placé sous le bouchon.
6. Attendre le développement du chromatogramme, c'est-à-dire la séparation des constituants du mélange. Que peut-on en déduire?
7. Refaire l'expérience avec d'autres colorants et d'autres solvants.



Résultats

Encre verte

Sur le papier, il y a du jaune et du bleu.

Encre bleue

Sur le papier, il y a du bleu et un peu de violet.

Encre rouge

Sur le papier, il y a du jaune et du rose.

Encre verte + rouge + bleue

Sur le papier, il y a du rouge, du jaune, du bleu.

Colorants

Vert: mélange de E102 (tartrazine) et de E131 (azorubine). Sur le papier, il y a du jaune et du cyan.

Vert + rouge + jaune: mélange de tartrazine, d'azorubine et de bleu patenté. Sur le papier, il y a du rose, du jaune et du cyan.

Expérience 10

But

Montrer la réaction produite par la lumière sur du nitrate d'argent en présence d'un chlorure.

Matériel

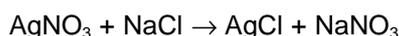
2 béchers 100 ml
1 solution AgNO_3 0,1 molaire
1 boîte opaque pour couvrir totalement un des béchers
1 objet opaque avec une surface plane⁶ (par exemple, un cylindre en PVC)
1 g NaCl
Eau du robinet (contenant des ions Cl^-)
Papier filtre
Feuille de plastique

Manipulation

1. Verser environ 80 ml d'eau du robinet dans un des béchers. Verser ensuite 20 ml de la solution AgNO_3 0,1 molaire dans ce même bécher. Mélanger et observer la réaction chimique. Au besoin, ajouter quelques grains de NaCl (très peu).
2. Verser la moitié de la préparation dans l'autre bécher.
3. Couvrir un des deux béchers avec une boîte opaque afin que la préparation ne reçoive pas de lumière. Exposer l'autre bécher à la lumière.
4. Attendre quelques dizaines de minutes puis comparer les préparations dans les deux béchers. Que peut-on en déduire?
5. Refaire le point 1 de la manipulation avec 20 ml d'eau et 5 ml de solution. Sur une feuille de plastique (pour protéger la table), déposer une feuille de papier filtre, y verser une partie de la préparation afin de le mouiller complètement et y déposer l'objet opaque, sa surface plane étant en contact avec le papier filtre. Exposer ce dernier à la lumière pendant quelques dizaines de minutes puis soulever l'objet opaque. Que peut-on en déduire?

Résultats

Le nitrate d'argent réagit avec les ions chlorures présents dans l'eau du robinet (ou avec ceux provenant du NaCl ajouté) suivant la réaction:



Le chlorure d'argent est de couleur blanche. C'est ce qui apparaît dans les deux béchers. La préparation dans le bécher placé à l'abri de la lumière reste blanche. Il n'en est pas de même avec celle exposée à la lumière, elle noircit. C'est ce principe qui est utilisé en photographie.

Lorsque la solution contenant le chlorure d'argent est versée sur le papier filtre et lorsqu'on place un objet opaque sur ce papier, une partie de ce dernier est exposée à la lumière. Le chlorure d'argent réagit et noircit. Il n'en est pas ainsi avec la partie qui a été masquée par l'objet opaque, le chlorure d'argent reste blanc. On obtient ainsi sur le papier filtre une image négative de l'objet.

⁶ Choisir une matière qui ne réagit pas chimiquement avec le nitrate d'argent.

Expérience 11

But

Montrer l'utilisation d'un luxmètre.

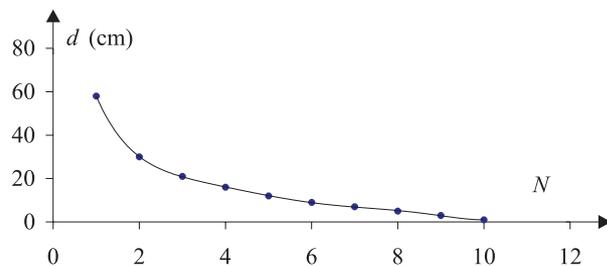
Matériel

1 luxmètre
1 ampoule 6 V, 5 W et son support
1 générateur 6 V, 1 A
1 double mètre
Fils de connexion

Manipulation

1. Brancher le luxmètre et le placer dans la pénombre. Connecter l'ampoule au générateur et placer cette dernière à environ 1 m du détecteur. Faire briller l'ampoule. Noter le nombre N de diodes électroluminescentes qui sont allumées.
2. Diminuer la distance d entre le luxmètre et l'ampoule. Chaque fois qu'une diode supplémentaire s'allume sur le luxmètre, mesurer d .
3. Noter les résultats dans un tableau tel celui ci-dessous. Que peut-on en déduire? Tracer le graphique de d en fonction de N .

N	d (cm)
1	58
2	30
3	21
4	16
5	12
6	9
7	7
8	5
9	3
10	1



Si la distance d diminue, l'intensité de la lumière captée par le détecteur augmente (car N augmente). Ces grandeurs ne sont pas proportionnelles.

