TP — Synthèse additive, synthèse soustractive et couleur des objets

Thème : Ondes et signaux — Chapitre 1 : Vision et couleurs

Nom : ..... Prénom : ..... Classe : ..... Date : .....

La lumière blanche peut être décomposée puis recomposée à partir de lumières colorées. La couleur perçue d'un objet dépend à la fois de sa nature et de la lumière qui l'éclaire.

Objectif de l'activité : comprendre et mettre en œuvre la synthèse additive et la synthèse soustractive des couleurs, puis expliquer la couleur apparente des objets.

I. La lumière blanche

Le soleil ou une lampe à incandescence émet de la lumière blanche. Pour analyser cette lumière, on utilise un prisme ou un réseau qui permet de séparer ses différentes composantes colorées. Le résultat obtenu sur l'écran s'appelle le **spectre** de la lumière blanche.

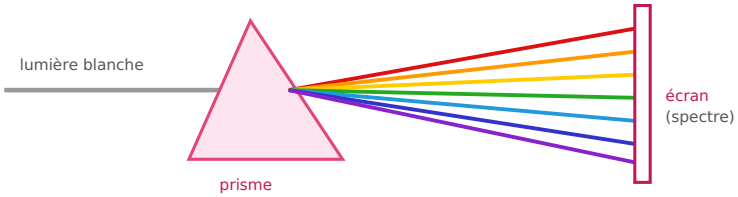
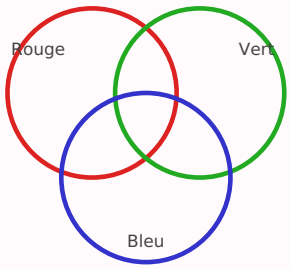


Schéma : lumière blanche traversant un prisme, formant un spectre coloré sur un écran.

Observer la position du bleu et du jaune l'un par rapport à l'autre sur le spectre obtenu.

.....

1) Compléter la figure ci-dessous en coloriant ou en notant le nom des couleurs, de façon à résumer les couleurs complémentaires deux à deux (rouge/cyan, vert/magenta, bleu/jaune).



Lumières complémentaires
Une lumière colorée est **complémentaire** d'une deuxième lumière colorée si, en les superposant, on retrouve la lumière blanche. Par exemple, si on superpose la lumière jaune (mélange de rouge et de vert) et la lumière bleue, on obtient de la lumière blanche : on dit que les lumières jaune et bleue sont complémentaires.

2) Quelle est la lumière colorée complémentaire de la lumière rouge ?

.....

3) Quelle est la lumière colorée complémentaire de la lumière verte ?

.....

B) Application : principe des écrans plats

Placer votre téléphone portable allumé (mais silencieux !) sous le microscope du bureau. Régler la molette pour faire la mise au point.
Attention à ne pas forcer la molette lors de la mise au point, sous peine d'éclater l'écran !

4) Quelles sont les trois seules couleurs réellement présentes sur l'écran du téléphone ?

.....

5) Faire un schéma en couleur d'un seul motif, appelé **pixel**, qui se répète sur tout l'écran.

Complément scientifique
Cette expérience de décomposition fut réalisée par le physicien anglais Newton en 1666 : la lumière blanche est composée d'une multitude de lumières colorées, comme dans un arc-en-ciel. Il est également possible de réaliser l'expérience inverse, c'est-à-dire de recomposer la lumière blanche à partir de lumières colorées. En 1807, le physicien anglais Thomas Young montre qu'il n'est pas nécessaire d'ajouter toutes les lumières colorées du spectre pour former de la lumière blanche, mais que trois d'entre elles suffisent. Vous allez le vérifier avec l'expérience suivante.

II. Synthèse additive des lumières colorées

A) Expérience

Brancher le générateur à la multiprise, et non directement aux prises murales. Brancher la lanterne sur les bornes – et + du générateur. Mettre les curseurs sur 12 V et sur le mode continu. Allumer le générateur.

Prendre la lanterne du côté des miroirs. Placer les filtres rouge, vert et bleu sur les miroirs de la lanterne, chacun sur un côté.
Attention : éteindre la lanterne dès que vous n'en avez plus besoin !

Faire pivoter les miroirs de façon à observer sur l'écran le résultat de la superposition de deux lumières colorées, puis des trois lumières colorées.

6) Compléter les phrases suivantes :

Lumière rouge + lumière bleue = lumière .....
Lumière verte + lumière bleue = lumière .....
Lumière rouge + lumière verte = lumière .....
Lumière rouge + lumière verte + lumière bleue = lumière .....

7) En optique, une synthèse est une « fabrication » de couleur, et non directement une couleur « fabriquée par un pigment ». Pourquoi cette synthèse est-elle appelée synthèse **« additive »** ?

.....

.....

III. Synthèse soustractive par superposition de filtres colorés

Prendre la lanterne du côté des miroirs et laisser ceux-ci fermés. Placer le filtre jaune sur le côté de la lanterne de façon qu'ils soient traversés l'un après l'autre par la lumière (l'un devant l'autre), puis juste devant lui le filtre cyan. Observer la couleur transmise après traversée des deux (ou trois) filtres.

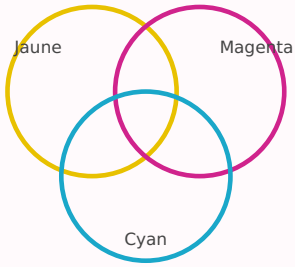
8) Compléter le tableau ci-dessous en notant la couleur de la lumière transmise après traversée des filtres superposés.

Filtres superposés	Couleur de la lumière transmise
Filtre jaune + filtre magenta	
Filtre jaune + filtre cyan	
Filtre magenta + filtre cyan	
Filtres jaune + magenta + cyan	

9) L'ordre de superposition des filtres a-t-il une importance ? Le vérifier expérimentalement.

.....

10) Compléter la figure ci-dessous (synthèse soustractive) en coloriant ou en notant le nom des couleurs obtenues par superposition des filtres jaune, magenta et cyan.



11) Pour expliquer ces observations, on considère le principe suivant : le filtre jaune ne transmet que la lumière jaune, mélange de lumières rouge et verte ; il absorbe la composante bleue. Le filtre cyan transmet, quant à lui, la lumière cyan, mélange des lumières bleue et verte ; il absorbe la composante rouge. Lorsque les deux filtres sont superposés, seule la composante verte de la lumière blanche peut passer à travers les deux.

Compléter les schémas suivants des autres cas, sur le même modèle :

Lumière blanche
↓
Filtre jaune
(rouge + vert)
↓
Lumière jaune

Lumière blanche
↓
Filtre cyan
(bleu + vert)
↓
Lumière cyan

Lumière blanche
↓
Filtre magenta
(... + ...)
↓
Lumière .....

Lumière jaune
↓
Filtre cyan
(.....)
↓
Lumière .....

Lumière cyan
↓
Filtre magenta
(.....)
↓
Lumière .....

Lumière magenta
↓
Filtre jaune
(.....)
↓
Lumière .....

IV. La couleur des objets

Les objets colorés voient parfois leur couleur changer selon la lumière qui les éclaire ! Pour comprendre ce mécanisme, nous allons travailler à partir d'une animation, puis vérifier les résultats par l'expérience.

12) Pourquoi parle-t-on de synthèse « soustractive » ?

.....

.....

13) À l'aide de l'animation proposée, compléter le tableau à double entrée suivant, donnant la couleur apparente d'un objet (en ligne) selon la couleur de la lumière qui l'éclaire (en colonne).

Couleur de l'objet \ Lumière incidente	Blanche	Noire	Rouge	Verte	Bleue	Magenta	Jaune	Cyan
Objet blanc								
Objet noir								
Objet rouge								
Objet vert								
Objet bleu								

S'il reste du temps : vérifier les résultats de l'animation

Vérifier les résultats de l'animation à l'aide de la lanterne et des filtres à disposition, en éclairant les écrans colorés avec la lumière colorée correspondant aux différents cas. Les observations peuvent différer de celles de l'animation : les différences sont dues à la couleur et à la qualité des filtres colorés, qui ne diffusent pas tout à fait comme la lumière correspondant à leur propre couleur.

14) Entourer les bonnes réponses et compléter les pointillés du texte suivant :

Un objet blanc **absorbe / diffuse** toutes les lumières incidentes (qui arrivent).
Un objet noir **absorbe / diffuse** toutes les lumières incidentes.
Un objet rouge n'est capable de diffuser que de la lumière ..... . Éclairé en lumière blanche, il apparaît ..... , car seule la composante ..... de la lumière blanche est diffusée, les autres étant absorbées. Éclairé en lumière verte ou bleue, il apparaît ..... , car aucune composante rouge n'est alors disponible pour être diffusée.

Un pas vers le cours

15) Conclure (VAL) — Les objets colorés se comportent comme des filtres colorés : ils ne diffusent que la (ou les) lumière(s) correspondant à leur propre couleur et absorbent toutes les autres. Reformuler cette conclusion avec vos propres mots, en l'illustrant avec l'exemple de l'objet rouge étudié ci-dessus.

.....

.....

.....