

# Physique chimie 4 eme

## Chapitre 10

### Les couleurs de la lumière

#### Plan du cours:

#### Introduction:

- Expérience de la décomposition de la lumière blanche
- DM 3: Interprétation de l'expérience de la décomposition de la lumière blanche par Aristote et Newton

#### I. LA LUMIERE BLANCHE :

##### 1. Une expérience de diffusion.

##### 2. Un instrument qui présente une curieuse propriété : le spectroscope.

*a/- Première observation avec un spectroscope.*

*b/- Apprendre à régler le spectroscope.*

*c/- Deuxième observation avec un spectroscope.*

##### 3. Le spectre de la lumière blanche - Radiations lumineuses.

#### II. LES FILTRES COLORES :

##### 1. Première expérience : observer.

##### 2. Deuxième expérience : analyser.

#### III. LA COULEUR DES OBJETS :

Expérience :

Observations :

Interprétation :

Conclusion :

Remarques :

#### IV. SYNTHÈSE DE LA LUMIERE :

A- Synthèse de la lumière blanche :

B- Synthèse des lumières colorées :

C- Application à la télévision :

#### Exercices:

- 9 a 14 livre BORDAS page 136

# Expérience de la décomposition de la lumière blanche

•**Sujet : En 1665, Newton décompose la lumière blanche à l'aide d'un prisme.**

•Vous allez refaire l'expérience de Newton.

Pour cela, vous devez d'abord faire le schéma de l'expérience, établir le protocole et faire la liste de matériel dont vous avez besoin.

•Pour effectuer ce travail, vous pouvez utiliser les sites Internet proposés relatant cette expérience. Ces sites vous permettront de faire le schéma, le protocole de l'expérience et de lister le matériel dont vous avez besoin. Puis vous réaliserez l'expérience. Enfin, chez vous, vous répondrez aux sept questions concernant l'évolution de cette théorie scientifique.

•**Cette dernière séquence constituera votre DM3 et devra être rendu le 7 avril pour le groupe A et le 14 avril pour le groupe B.**

1ere séquence : Exploitation des sites Internet sur la décomposition de la lumière par Newton pour préparer la manipulation "Décomposition de la lumière blanche à l'aide d'un prisme".

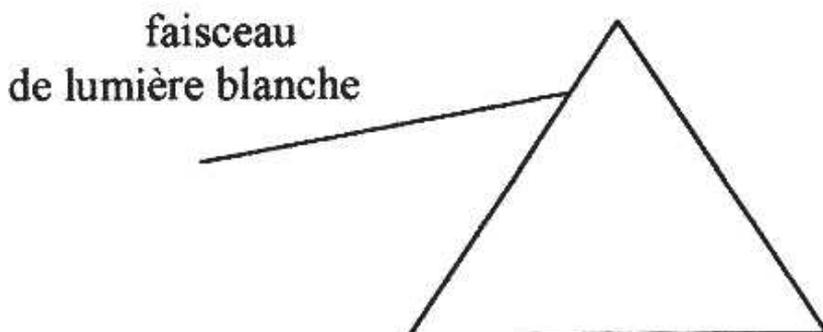
*Durée* : 30 minutes

- <http://www.colorsystm.com/projekte/fr/08newf.htm>
- <http://nte.univ-lyon1.fr/tribollet/SiteLIRDHIST-Couleurs/VoletNEWTON.html>
- <http://www.astrosurf.com/lombry/astro-enfant-effetslumiere.htm>
- [http://www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/act\\_educ/education/createurs\\_etudiants/louvre/newton%20et%20lumiere.htm](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/act_educ/education/createurs_etudiants/louvre/newton%20et%20lumiere.htm)
- <http://membres.lycos.fr/ideasy/Environnement/Mouvementbrownien.htm>
- <http://www.techno-science.net/?onglet=categories&cat=25>

2ème séquence : Réalisation de l'expérience

*Durée* : 15 minutes

Exécutez le protocole que vous as proposé pour décomposer la lumière blanche par le prisme et donnez avec précision sur le schéma ci-dessous les résultats de votre manipulation.



|                       |  |                         |
|-----------------------|--|-------------------------|
| Nom : .....           | Prénom : .....                               | <b>LFKL 4ème</b>        |
| Note :..../ <b>20</b> | Appréciation :                               | Signature d'un parent : |
| Pour le 11/04/2005    | <b>Devoir à la Maison (optique) numéro 3</b> |                         |

*Le schéma et les réponses aux questions devront être présentés le plus proprement possible sur une feuille blanche format A4 80 gr recto verso.*

**3ème séquence : Interprétation de l'expérience de la décomposition de la lumière blanche par Aristote et Newton**

**1) Pour comprendre comment on expliqua cette expérience jusqu'aux travaux de Newton en 1665, lisez attentivement le texte ci-dessous et répondez aux questions qui le suivent :**

*Depuis l'Antiquité, le phénomène est bien connu et est lié à l'arc-en-ciel. Pour beaucoup de monde, l'explication repose sur la théorie d'Aristote (384 av JC- 322av JC) : la lumière naît blanche et les couleurs naissent successivement de son affaiblissement. Le rouge et le jaune, couleur de la flamme, correspondent à de la lumière blanche peu affaiblie; par contre le vert, le bleu puis le violet correspondent à de la lumière blanche plus affaiblie. Pour Aristote, le verre est une matière qui affaiblit la lumière qui le traverse*

- 1) Tracez comme sur le schéma de votre expérience faite précédemment, les trajets suivis par les rayons rouge et bleu depuis l'entrée au point I du faisceau lumineux blanc dans le prisme.
- 2) Quel est de ces deux rayons celui qui a été le plus dévié ?
- 3) Quel est celui qui a traversé la plus grande épaisseur de verre ?
- 4) Expliquez pourquoi, d'après la théorie d'Aristote, le rayon le plus dévié est bleu.

**2) Au XVII ème siècle, Newton fit une expérience qui remet en cause la théorie d'Aristote. Lisez attentivement le texte ci-dessous et répondez aux questions qui le suivent :**

*En 1665, Newton termine ses études à Cambridge quand la peste entraîne la fermeture de l'université. Newton doit rentrer chez lui à la campagne. Newton va y passer un an de vacances tout en poursuivant ses expériences commencées à Cambridge sur les irisations obtenues à la sortie du prisme.*

*Il essaie d'abord de trouver un modèle rendant compte de cet affaiblissement progressif de la lumière par le verre. Puis il lui vient une idée : la lumière blanche est déjà un mélange de lumières de toutes les couleurs et le prisme les dévie différemment.*

*Pour vérifier son hypothèse, il réalise l'expérience suivante. Un pinceau de lumière solaire, ayant traversé un trou dans les volets, tombe sur un prisme qui en donne un spectre étalé et irisé sur une planchette.*

*Dans cette planchette, il perce un trou placé dans la partie bleue du spectre pour laisser passer un pinceau bleu. Il place ensuite un deuxième prisme sur le trajet de ce pinceau bleu: celui-ci est à nouveau dévié mais n'est plus irisé et surtout garde la même couleur après avoir traversé le verre du prisme.*

*Il conclut que le verre du prisme ne colore pas la lumière qui le traverse mais sépare seulement en les déviant différemment des rayons colorés préexistants.*

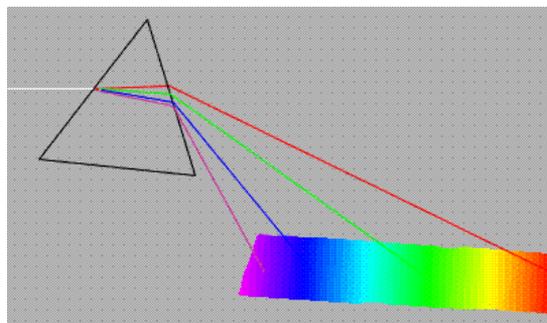
*La lumière est donc un mélange d'une infinité de couleurs.*



- 5) En quoi la théorie de Newton sur la nature de la lumière est différente de celle d'Aristote ?
- 6) Quelle partie de son expérience Newton a-t-il utilisé pour montrer que la théorie d'Aristote était fausse ?
- 7) Indiquez cette expérience en complétant le schéma de votre expérience.

# Corrigé du DM 4

1) Tracez comme sur le schéma de votre expérience faite précédemment, les trajets suivis par les rayons rouge et bleu depuis l'entrée au point I du faisceau lumineux blanc dans le prisme.



2) Quel est de ces deux rayons celui qui a été le plus dévié ?

Le rayon bleu

3) Quel est celui qui a traversé la plus grande épaisseur de verre ?

Le rayon bleu

4) Expliquez pourquoi, d'après la théorie d'Aristote, le rayon le plus dévié est bleu.

Pour Aristote, le verre est une matière qui affaiblit la lumière qui le traverse et le rayon bleu est plus affaibli que les autres rayons

5) En quoi la théorie de Newton sur la nature de la lumière est différente de celle d'Aristote ?

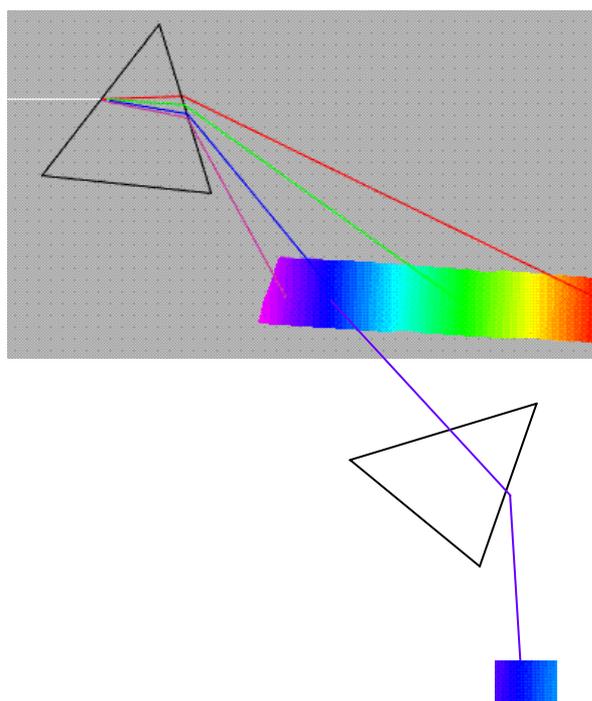
Pour Newton, la lumière blanche est déjà un mélange de lumières de toutes les couleurs.

6) Quelle partie de son expérience Newton a-t-il utilisé pour montrer que la théorie d'Aristote était fausse ?

En dirigeant une seule couleur venant d'un premier prisme vers un second prisme, il montre que cette couleur unique n'est pas décomposée par le second prisme.

Donc la lumière qui sort d'un prisme est une seule couleur et non une lumière affaiblie comme le croyait Aristote.

7) Indiquez cette expérience en complétant le schéma de votre expérience.



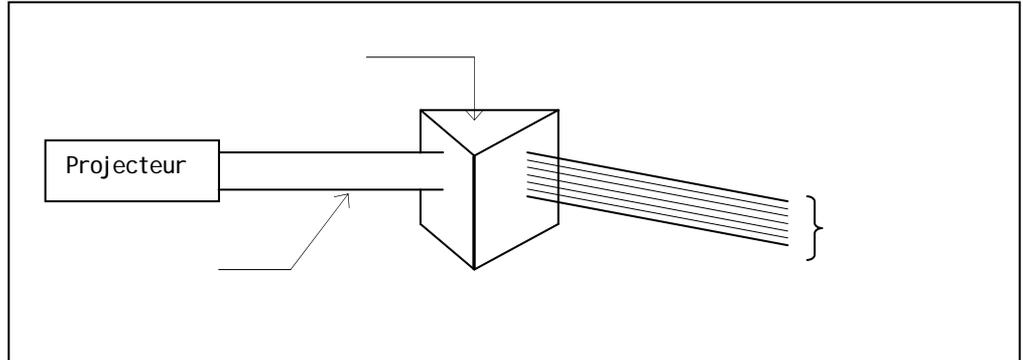
# I. La lumière blanche

On désigne par l'expression " LUMIÈRE BLANCHE " toute lumière qui produit sur notre œil une sensation voisine de celle produite par la lumière solaire.

## 1. Le spectre de la lumière blanche - Radiations lumineuses.

### **Expérience :**

Faisons pénétrer un faisceau de lumière blanche par la face d'un prisme



### **Observations :**

**Conclusion :** Le prisme a décomposé la lumière blanche et les couleurs obtenues constituent le spectre de la lumière blanche.

Exemples d'autres objets qui décomposent la lumière blanche

## 2. Une expérience de diffusion.

### **•Matériel.**

Le kit d'optique avec des livres ou cahiers rouge ou bleu pour faire une source de lumière blanche et trois écrans.

### **•Montage expérimental.**

Réaliser le montage décrit par le schéma ci-contre (vue de dessus).

### **•Observations.**

Pour différents écrans diffusants (blanc, bleu et rouge) décrire les sensations produites sur vos yeux par l'écran E, lorsque la lampe brille.

### **Conclusions.**

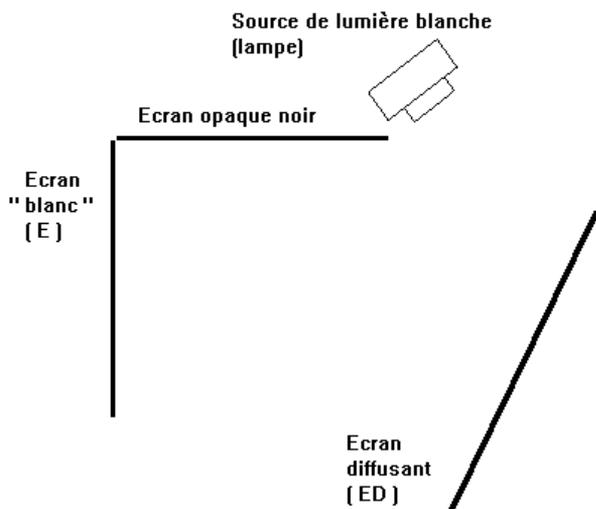
-si ED produit sur nos yeux une sensation de blanc, alors E

-si ED produit sur nos yeux une sensation de bleu, alors E

-si ED produit sur nos yeux une sensation de rouge, alors E

-L'écran " blanc " produit sur nos yeux une sensation de lumière que l'écran diffusant.

-On peut avoir des sensations différentes lorsqu'on illumine un objet diffusant avec une source de lumière blanche.



## II. LES FILTRES COLORES :

Matériel : Une source de lumière blanche, un spectroscope, trois filtres colorés (kit optique) : un rouge, un vert et un bleu.

### 1. Première expérience : observer.

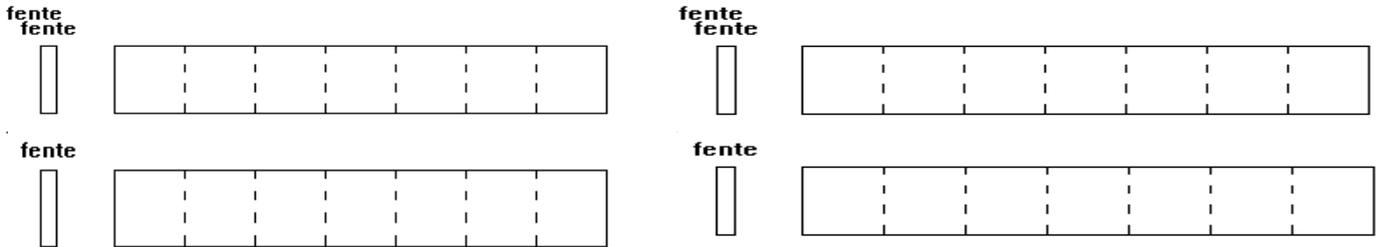
- Placer entre la source de lumière blanche et vos yeux un filtre coloré (en le tenant entre deux doigts).
- Faire cette opération successivement avec chacun des trois filtres.
- Résumer en une phrase vos observations concernant les sensations produites sur vos yeux par la lumière transmise dans chaque cas.



### 2. Deuxième expérience : analyser.

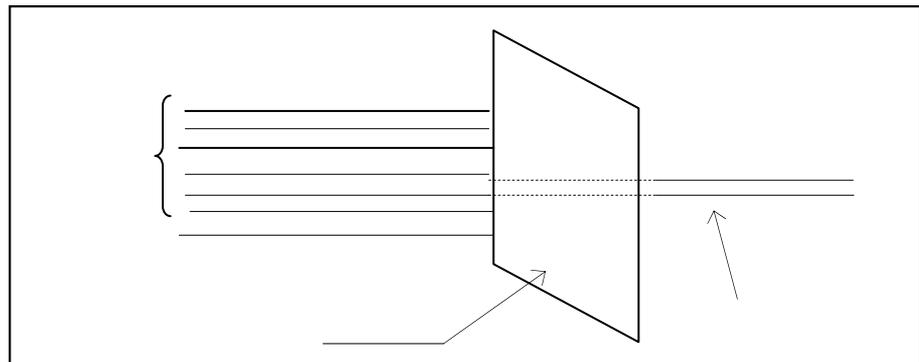
Utiliser un spectroscope pour analyser les lumières transmises par les différents filtres.

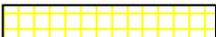
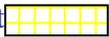
- Reproduire ci-dessous en haut à gauche la partie droite du spectre de la lumière blanche.
- Dessiner ensuite les résultats de vos analyses de lumières filtrées en complétant à l'aide de crayons de couleur les trois autres figures ci-dessous.



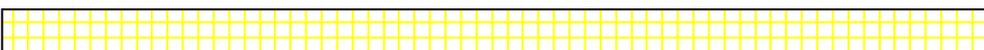
## CONCLUSION

Exemple du filtre jaune :



Un filtre  la lumière qui correspond à sa  (c'est à dire pour certaines radiations lumineuses ) et  pour les autres couleurs (les autres radiations ).

Nous avons des sensations colorées chaque fois que nos yeux



### III. LA COULEUR DES OBJETS :

**Expérience :**

•**Matériel :** Quatre objets colorés (blanc, rouge,vert,bleu) numérotés (1, 2, 3, 4), une source de lumière blanche, un filtre rouge, un filtre vert et un filtre bleu.

•**Protocole :** Éclairer chaque objet successivement avec une lumière blanche puis avec une lumière rouge, ensuite avec une lumière verte et enfin avec une lumière bleue.

**Observations :** Noter les sensations lumineuses produites par les divers objets dans le tableau ci-dessous.

| Lumière   | blanche | rouge            | verte          | bleue            |
|-----------|---------|------------------|----------------|------------------|
| objet n°1 | blanc   | rouge            | vert           | bleu             |
| objet n°2 | Rouge   | rouge            | Sombre (jaune) | Sombre (magenta) |
| objet n°3 | Vert    | Sombre (jaune)   | vert           | Sombre (Cyan)    |
| objet n°4 | bleu    | Sombre (magenta) | Sombre (cyan)  | bleu             |

**Conclusion :**

La couleur d'un objet diffusant dépend, à la fois  et de

Un objet diffusant possède donc la propriété de  certaines radiations lumineuses et de  les autres.

**Remarques.**

Un objet blanc  toutes les lumières qu'il reçoit et prend donc la couleur de la lumière qui l'

Un objet noir  toutes les lumières qu'il reçoit et reste donc  quelle que soit la lumière qui l'éclaire.

Un objet coloré diffuse la lumière correspondant à sa propre  et  les autres. Sa couleur dépend donc de la lumière qui

# IV. SYNTHÈSE DE LA LUMIÈRE :

## A- Synthèse de la lumière blanche :

### Expérience :

Superposons des lumières bleue, verte et rouge sur un même écran.

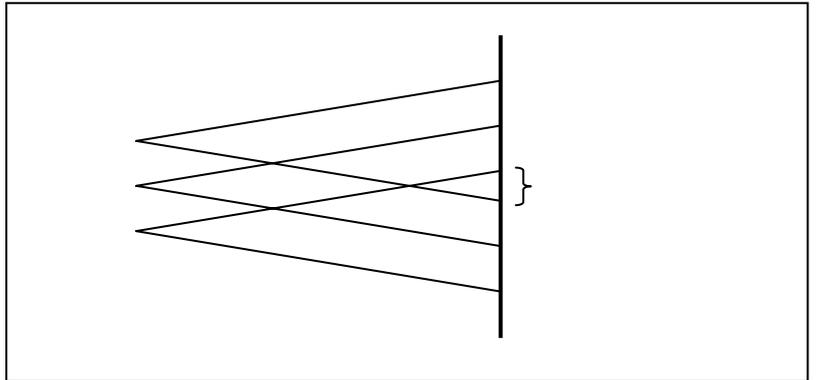
• Livre BORDAS page 127

• logiciel VisioLab

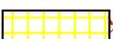
(menu *Synthèses trichromiques additives*)

• logiciel Flash

(menu *Synthèses trichromiques*)



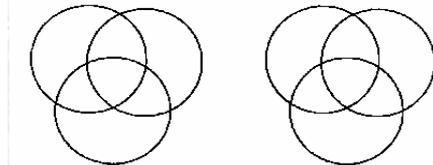
**Observation :** A l'endroit où les trois faisceaux de lumière se superposent, l'écran est 

On dit qu'on a réalisé la  additive de la lumière blanche :

$$\text{Blanc} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline & & \\ \hline & & \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline & & \\ \hline & & \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline & & \\ \hline & & \\ \hline \end{array}$$

## B- Synthèse des lumières colorées :

partir du  du  et du  on peut synthétiser toutes les autres couleurs. On appelle donc ces trois couleurs les couleurs **primaires additives**. Exemples :



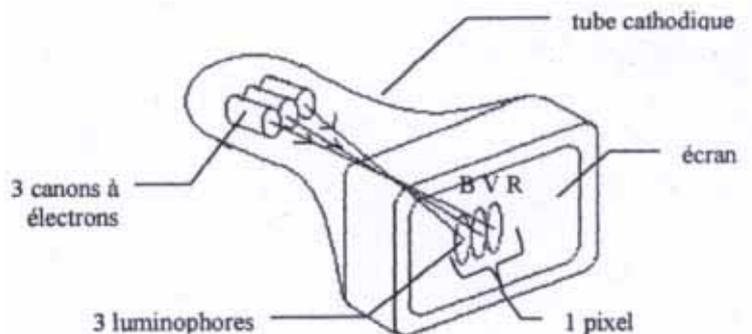
$$\text{Rouge} + \text{Vert} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline & & \\ \hline & & \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Vert} + \text{Bleu} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline & & \\ \hline & & \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Rouge} + \text{Bleu} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline & & \\ \hline & & \\ \hline \end{array}$$

## C- Application à la télévision :

Ouvre le menu **La télévision à la loupe** du logiciel *Visiolab* et promène une loupe sur la mire ce qui permet de découvrir de quoi est constitué l'écran de la télévision. Pointe la loupe sur une partie jaune de la mire et explique la formation de ce jaune.



# V. synthèse trichromique soustractive :

## 1. Le principe de la peinture :

-Place en veille sur la barre des tâches le logiciel Visiolab et lance le logiciel Flash.

-Lance le menu *Dessin (par soustraction)* du logiciel Flash.

a- Dessine un disque bleu dans lequel tu y ajouteras une croix verte. Qu' observes-tu ?

La croix devient noire

b- Dessine un triangle jaune dans lequel tu y ajouteras une croix verte. Qu' observes-tu ?

La croix reste verte

c- Sachant que les peintures de couleur se comportent comme des filtres les unes par rapport aux autres, explique tes observations :

Un filtre absorbe certaines lumières colorées et en laisse passer d' autres.

On a vu que la lumière blanche est composé de rouge, vert et bleu.

La croix verte ne change pas de couleur quand elle est dessinée sur le fond jaune donc le jaune laisse passer le vert contrairement au bleu (et au rouge).

d- Quelles peintures doit-on superposer pour obtenir la couleur verte ? Pourquoi ?

Jaune + Cyan (bleu clair)

Le filtre (ou couleur) jaune filtre (bloque) le bleu et laisse passer le rouge et le vert.

Le filtre (ou couleur) cyan filtre (bloque) le rouge et laisse passer le bleu et le vert.

Donc l' addition de ces deux filtres ne laisser passer que le vert. (Fig. 3 page 130)

e- Pourquoi dit-on que la peinture donne des couleurs par synthèse soustractive ?

En mélangeant les 3 couleurs primaire du système CMY jaune, magenta et cyan, on peut reformer toute les couleurs de la palette.

## 2. Le principe de l'imprimerie :

-Lance le menu *Impression en trichromie et quadrichromie* du logiciel VisioLab

-Ouvre le fichier image « lapin » et coche la case « trichromie ».

a- Vérifie que l' on peut recomposer l' image du lapin en superposant des couche d' encre coloré. Quelles sont ces couleurs ?

Cyan magenta jaune

-Ouvre le fichier image « légumes », coche la case « trichromie » et recompose l' image des légumes.

b- A partir de quelles couleurs d' encre la couleur verte est-elle créée ?

Cyan jaune

-Coche la case « quadrichromie ».

c- Vérifie que l' on peut recomposer l' image des légumes en superposant des couche d' encre coloré. Quelles sont ces couleurs ?

Cyan magenta jaune noir

d- Quelle différence notes-tu entre la trichromie et la quadrichromie au cours de la recombinaison de l' image ?

La couleur noire est obtenue en trichromie par la surimposition des couleurs Cyan magenta et jaune.

e- Quelle est l' avantage de la quadrichromie par rapport à la trichromie ?

Pour nos imprimante couleur, l' utilisation d' une cartouche noire séparé permet d' économiser les couleurs.

## 3. Éclairage d' un objet.

Lance le menu *Éclairage d' une scène* du logiciel VisioLab.

De quelle couleur apparaît la partie verte de la scène éclairée en lumière jaune ? Elle reste verte.

Propose une explication :

L' éclairage par une couleur se comporte comme un filtre qui ne laisse passer que certaines couleurs. Ainsi le filtre jaune ne laisse passer que les couleurs rouge et verte et bloque le bleu. Ainsi avec un éclairage jaune, on ne voit que du rouge et du vert et leur mélange le jaune.

### Exercice d' application:

Représentez le drapeau français éclairé en lumière blanche, rouge, bleue puis verte.



### Terminologie des couleurs:

Une couleur **primaire** est une couleur pure qui ne peut être obtenu par mélange d' autres couleur.

Synthèse additive: B, R, G

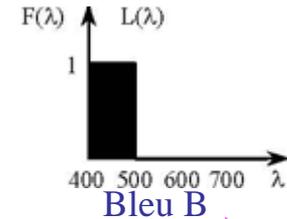
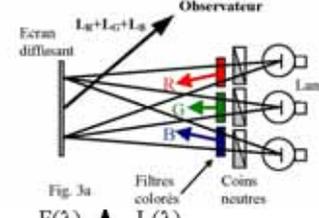
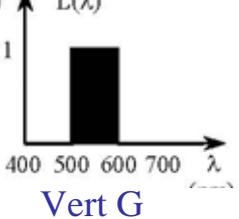
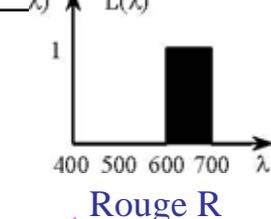
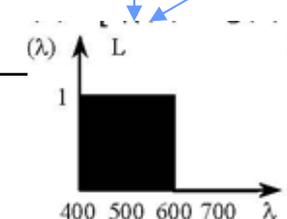
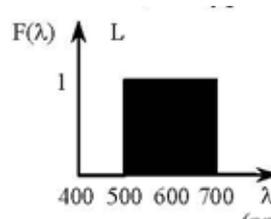
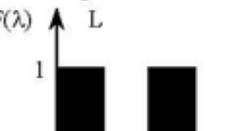
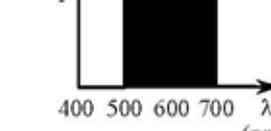
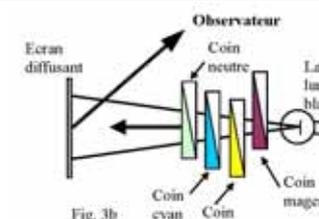
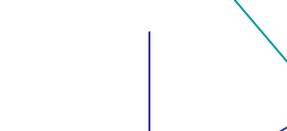
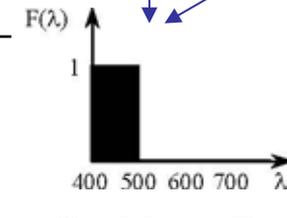
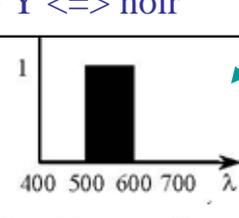
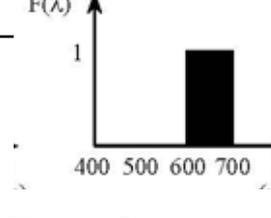
Synthèse soustractive: J, C, M

Une couleur **secondaire** est obtenue en mélangeant deux couleurs primaires.

Synthèse additive: J, C, M

Synthèse soustractive: B, R, G

Explication des synthèses additives et soustractive des couleurs grâce aux profils spectraux (Maxwell fin du XIXeme)

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Synthèse additive</b></p>  <p align="center">Bleu B</p>                             |  <p align="center">Vert G</p>  | <p><b>OPERATEUR :</b><br/>Addition (OU logique)</p>  <p align="center">Rouge R</p>  |
|  <p align="center">B + G <math>\Leftrightarrow</math> Cyan C</p>                         | <p align="center">B + G + R <math>\Leftrightarrow</math> blanc W</p>    |  <p align="center">G + R <math>\Leftrightarrow</math> jaune Y</p>  |
| <p align="center">B + R <math>\Leftrightarrow</math> Magenta M</p>                       | <p align="center">B + G + R <math>\Leftrightarrow</math> blanc W</p>   | <p align="center">G + R <math>\Leftrightarrow</math> jaune Y</p>   |
| <p><b>Synthèse soustractive</b></p>   | <p align="center">M <math>\Leftrightarrow</math> 1 - G<br/>Le Magenta bloque le vert</p>                      | <p><b>OPERATEUR :</b><br/>Multiplication (ET logique)</p> <p align="center">Y <math>\Leftrightarrow</math> 1 - B<br/>Le jaune bloque le Bleu</p>  |
| <p align="center">C <math>\Leftrightarrow</math> 1 - R<br/>Le Cyan bloque le Rouge</p>  | <p align="center">C + M + Y <math>\Leftrightarrow</math> noir</p>   | <p align="center">Y <math>\Leftrightarrow</math> 1 - B<br/>Le jaune bloque le Bleu</p>    |
| <p align="center">C + M <math>\Leftrightarrow</math> B</p>                              | <p align="center">C + Y <math>\Leftrightarrow</math> G</p>    | <p align="center">M + Y <math>\Leftrightarrow</math> R</p>    |

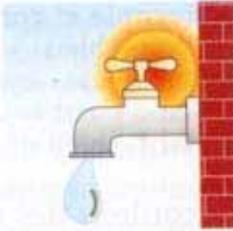
# Exercices corrigés 9 a 11 page 136

## 9. Interpréter une observation

Une goutte d'eau située à l'extrémité d'un robinet est éclairée par le Soleil.

Si on se déplace autour d'elle à l'opposé du Soleil tout en la regardant, elle devient bleue, verte, jaune, rouge (toutes les couleurs de l'arc-en-ciel).

Comment expliques-tu ce phénomène ?



## 9. Interpréter une observation

La goutte d'eau décompose la lumière blanche comme le prisme.

## 10. Utiliser la synthèse additive

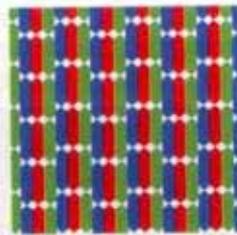
a. La neige est de couleur blanche. On obtient cette couleur par addition, superposition des couleurs rouge, verte et bleue. Ces trois luminophores sont donc éclairés.

b. Les luminophores bleus.

c. Les luminophores rouge et vert. L'addition de ces deux couleurs donne une impression colorée jaune.

## 10. Utiliser la synthèse additive

En observant à la loupe un écran de télévision, on distingue de petits bâtonnets lumineux rouges, verts et bleus appelés luminophores. C'est à partir de l'addition de ces trois couleurs que sont reconstituées toutes les couleurs visibles à l'écran.



Quels sont les luminophores éclairés si on observe :

a. une pente enneigée ?

b. un ciel bleu ?

c. un citron jaune ?

## 11. Point par point

Le tableau suivant peint par Paul Signac représente le port de La Rochelle. La façade de la tour, à droite, paraît orangée.



Regarde le tableau de près ou éventuellement à la loupe ;

a. Suivant quelle technique a été peint le tableau ?

b. Comment cette teinte orangée est-elle obtenue ?

# Exercices corrigés 12 a 14 page 136

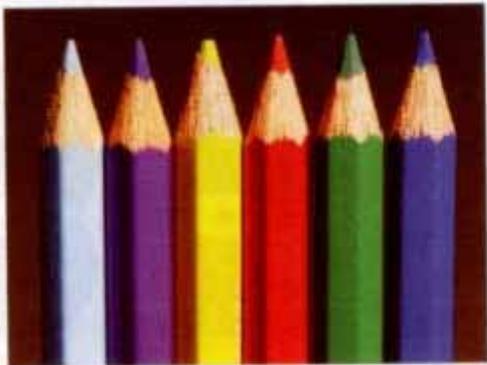
## 12. Expliquer la couleur d'un objet

La moto représentée sur la photographie est essentiellement jaune.



Quelles seraient les couleurs de la moto placée dans l'obscurité si on l'éclairait en lumière : rouge, verte, bleue ?

## 13. Les crayons de couleurs



On dispose de six crayons de couleurs : cyan, magenta, jaune, rouge, vert et bleu. Comment apparaîtront ces crayons si, placés dans l'obscurité, on les éclaire en lumière : rouge, verte, bleue ?

## 14. La couleur mystère

Une boule de couleur inconnue est placée dans une pièce obscure. On l'éclaire avec différentes lumières colorées.

Lorsqu'elle est éclairée :

- en lumière rouge, elle paraît rouge ;
- en lumière bleue, elle paraît bleue ;
- en lumière verte, elle reste noire.

Quelle est la couleur de la boule en lumière du jour ?

## 12. Expliquer la couleur d'un objet

La couleur jaune est due à la superposition de radiations colorées rouge et verte.

Éclairée en lumière rouge, la moto apparaîtrait rouge. Éclairée en lumière verte, la moto apparaîtrait verte. Éclairée en lumière bleue, la moto apparaîtrait noire.

## 13. Les crayons de couleurs

En lumière rouge, on observerait de gauche à droite la succession des couleurs suivantes :

Noire, rouge, rouge, rouge, noire, noire.

En lumière verte, on observerait la séquence suivante :

Verte, noire, verte, noire, verte, noire.

En lumière bleue :

Bleue, bleue, noire, noire, noire, bleue.

## 14. La couleur mystère

La boule noire ne diffuse pas la lumière verte mais la lumière rouge et la lumière bleue. En lumière du jour, la boule aurait une couleur magenta, superposition de radiations rouge et bleue.

## TP: Le voleur de couleurs



### Texte :

L'agent Longtarin est en faction, un soir d'hiver dans une avenue commerçante avec un radar.

Les néons rouges d'un magasin illuminent la rue.

Une voiture surgit à vive allure. L'agent Longtarin saisit son talkie-walkie :

- " Chef, chef, un excès de vitesse ! Une voiture noire à 138 km/h ! "

Ses collègues postés un kilomètre plus loin ne vont pas tarder à intercepter le chauffard.

Ils voient passer dans la lumière blanche de leurs phares, une voiture rouge, une verte foncée, puis une blanche. Enfin apparaît la voiture noire. Ils l'arrêtent. Son chauffeur conteste l'infraction :

" Ma vieille voiture est incapable de dépasser 110 km/h ! ! "

Vous êtes expert scientifique auprès du tribunal et ami de l'accusé. Pour l'aider à prouver son innocence, vous allez procéder à une reconstitution et rédiger un rapport qui sera présenté au tribunal.