

en 1er cycle

Sébastien Chénéais, Christophe Daussy, Thierry Billeton et Jean-Claude Keller
Université Paris 13, Institut Galilée
99 avenue Jean-Baptiste Clément
93430 Villetaneuse

> Contexte

La réforme LMD à l'université Paris 13 (appliquée à la rentrée 2004) s'est accompagnée d'une profonde refonte des enseignements en physique. Au cours d'un premier semestre commun, tous les étudiants ayant choisi une filière scientifique (licence « sciences technologie santé » de l'Institut Galilée) suivent un cours de physique générale intitulé « Interactions et Énergie ». Son objectif principal est d'assurer une transition douce entre la terminale et l'Université. Les notions de base de la physique y sont rappelées ou abordées, en suivant une démarche si possible expérimentale qui va des concepts fondamentaux (les 4 interactions fondamentales, les lois de conservation) jusqu'aux applications modernes (principe du GPS, par ex).

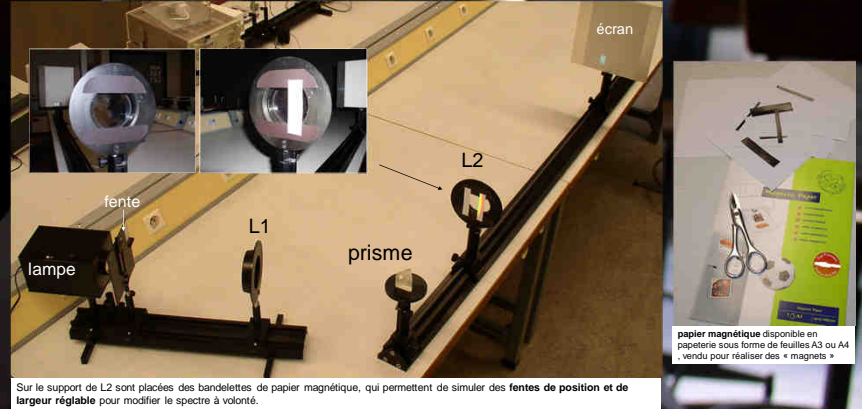
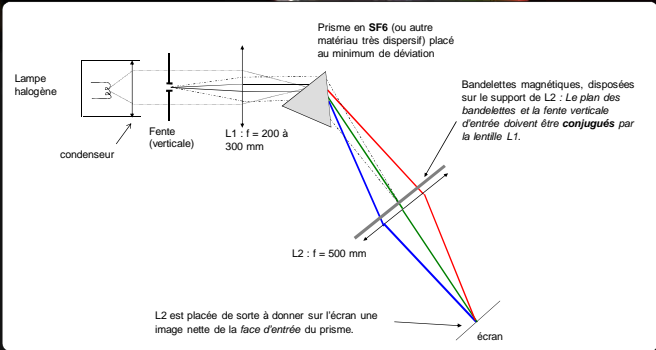
Pour illustrer l'interaction électromagnétique, nous avons naturellement choisi l'optique. Contraints par une plage horaire réduite (4h30 de cours/TD + 1h30 TP) nous avons retenu une thématique, la couleur, qui permet de présenter un ensemble cohérent, porteur de sens physique, en peu de temps et sans connaissances préalables. Aborder l'optique par le thème de la couleur offre à la fois une opportunité de réaliser des expériences très visuelles, tout en soulignant la nature profondément interdisciplinaire de la Physique, qui se trouve ici étroitement mêlée à la physiologie.

Le T.P. présenté ici est réalisé en 1h30 par les étudiants, à qui on ne demande pas d'effectuer les alignements optiques. Il peut être adapté à d'autres niveaux.

> Objectifs pédagogiques :

- Voir ou revoir les notions de spectre électromagnétique, spectre lumineux, longueur d'onde, dispersion par un prisme...
- Introduire par l'expérience les notions de base de la colorimétrie : le métamérisme et le principe de trichromie.
 - expliquer l'origine de la trichromie à partir de l'existence de trois cônes différents sur la rétine ;
 - comprendre pourquoi trois pixels rouges, verts et bleus suffisent à créer toutes les autres couleurs

> Description de l'expérience



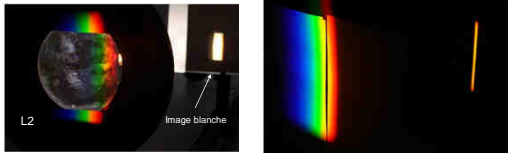
> l'expérience cruciale de Newton

On peut réaliser simplement les fameuses expériences de Newton :

1. Recréer du blanc en mélangeant les couleurs dispersées par le prisme ;
2. (« expérience cruciale ») Isoler un pinceau monochromatique (en construisant une fente fine à l'aide des bandelettes) et l'envoyer sur un second prisme

OBJECTIFS :

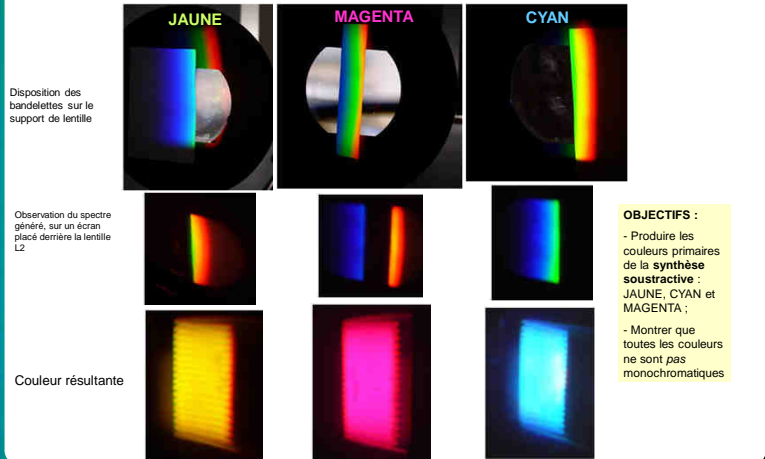
- Confronter les résultats expérimentaux avec les théories d'Aristote, Descartes et Newton ;
- Appliquer une démarche scientifique basée sur l'expérience



Lorsque le spectre passe totalement par l'ouverture de la lentille L2, l'image obtenue sur l'écran est blanche.

Les bandelettes sont ici disposées de façon à ne laisser passer que le jaune-orangé (par ex.) : on place derrière un second prisme pour observer l'absence de dispersion

> Créer des couleurs composées



JAUNE

MAGENTA

CYAN

Disposition des bandelettes sur le support de lentille

Observation du spectre généré, sur un écran placé derrière la lentille L2

Couleur résultante

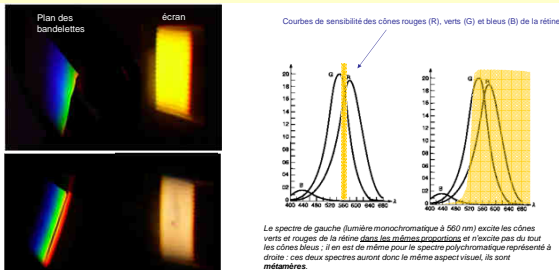
OBJECTIFS :

- Produire les couleurs primaires de la synthèse soustractive : JAUNE, CYAN et MAGENTA ;
- Montrer que toutes les couleurs ne sont pas monochromatiques

> Illustrer le métamérisme

OBJECTIFS :

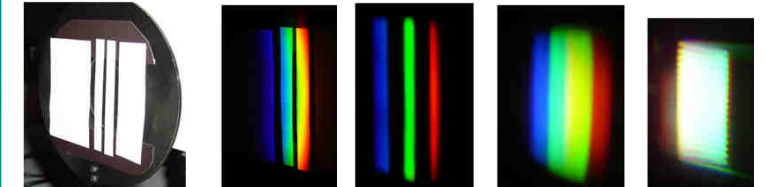
- Montrer deux façons de produire la même impression visuelle de jaune : en supprimant la partie bleue du spectre (1) et en isolant une bande étroite dans la partie jaune du spectre (2) ;
- Expliquer le phénomène à partir des sensibilités des trois cônes de la rétine.



> Illustrer le principe de trichromie

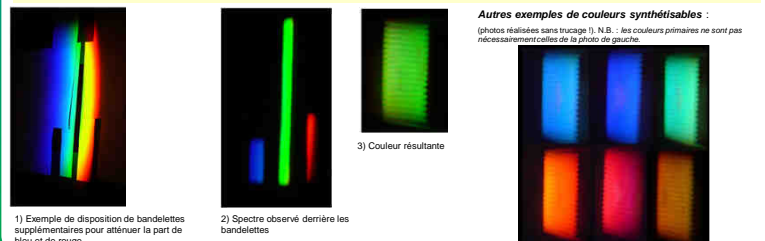
OBJECTIF :

- Montrer qu'il est possible de créer du BLANC avec seulement trois couleurs « monochromatiques » issues du spectre initial. Application à la reproduction d'images en couleur à partir de trois pixels R,V,B.



OBJECTIF :

- Montrer qu'il est possible de créer N'IMPORTE QUELLE COULEUR (en pratique un grand nombre...) avec seulement trois couleurs primaires, ici quasi-monochromatiques, issues du spectre initial, en les dosant convenablement.



> Prolongements...

1) La couleur des objets, notion de spectre de réflexion :

éclairer des objets bleus, verts, rouges... avec des lumières de couleurs différentes et interpréter les résultats

2) Etude plus poussée de la colorimétrie en couplant l'observation qualitative avec des mesures au spectrophotomètre...

A droite : Même expérience avec une lampe spectrale, pour ici Hg-Zn-Cd.

- (1) et (2) : le spectre entier ;
- (3) : couleur résultant du mélange de toutes les raies ;
- (4) : la raie verte principale a été occultée (couleur à dominante magenta)

