

Chapitre 1 : Un modèle de la lumière

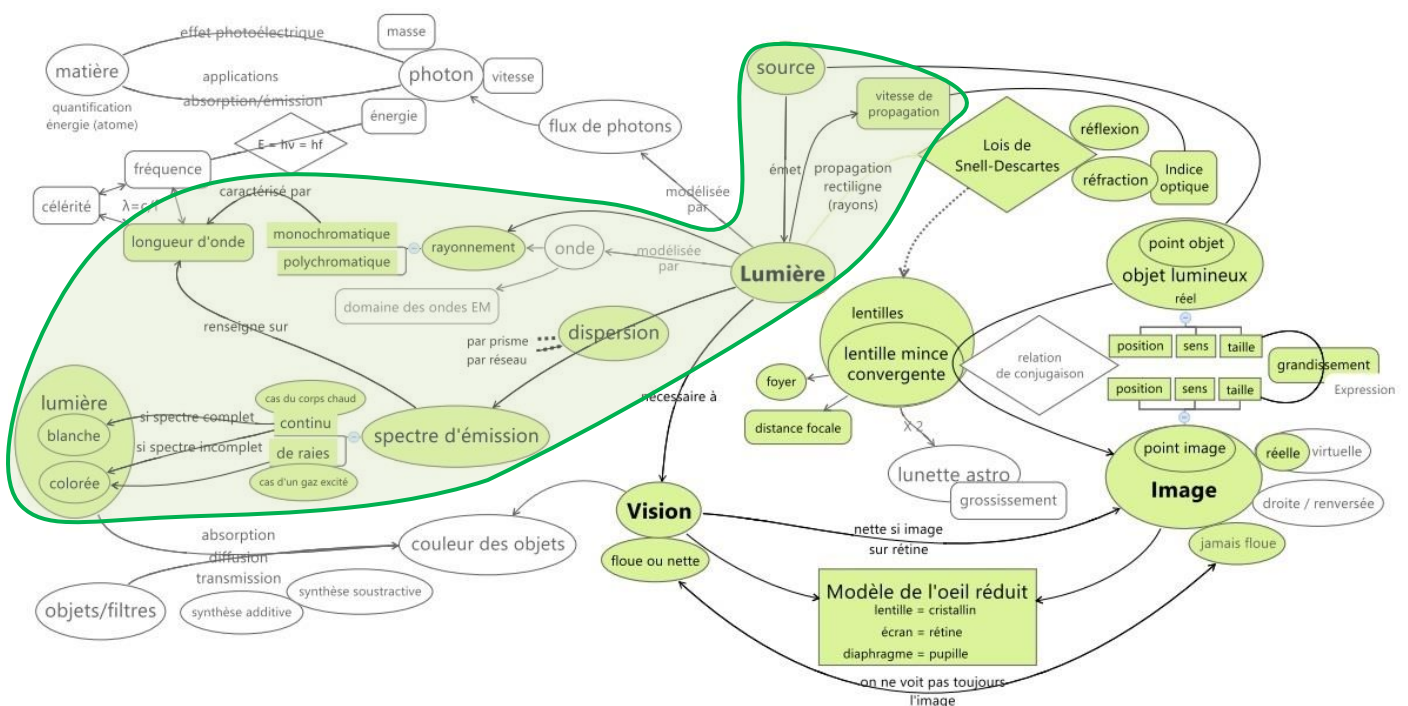
Document professeur

Préambule

- Partie de programme traitée

2. Vision et image	
<p>La partie « Optique » vise à consolider le modèle du rayon lumineux, à introduire la notion de spectre et à montrer que les phénomènes de réflexion et de réfraction sont bien décrits par des relations mathématiques. Le programme propose également une première approche de la notion d'image d'un objet et de sa formation.</p> <p>De nombreux domaines d'application sont concernés : vision humaine, photographie, astrophysique, imagerie scientifique, arts graphiques et du spectacle. Cette partie du programme est source de nombreuses expérimentations démonstratives et quantitatives.</p> <p>Notions abordées au collège (cycle 4)</p> <p>Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation. Modèle du rayon lumineux.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Propagation rectiligne de la lumière.</p> <p>Vitesse de propagation de la lumière dans le vide ou dans l'air.</p> <p>Lumière blanche, lumière colorée.</p> <p>Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies.</p> <p>Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.</p>	<p>Citer la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide ou dans l'air et la comparer à d'autres valeurs de vitesses couramment rencontrées.</p> <p>Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud.</p> <p>Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.</p> <p>Exploiter un spectre de raies.</p>

- Positionnement du chapitre dans la carte conceptuelle.





- Justification du découpage des activités

Ce chapitre s'appuie sur quelques connaissances construites au collège et reste très qualitatif. Il s'agit de présenter un modèle de la lumière qui permet d'interpréter les phénomènes concernant la perception de la lumière colorée mais également de préparer des modèles de plus en plus complexes exploités dans toutes les techniques de spectroscopie. On insiste sur l'article indéfini « un » pour bien indiquer qu'on peut adopter d'autres modèles de la lumière en fonction des questions posées

L'aspect expérimental et de découverte n'est pas négligé, ce qui conduit à commencer le chapitre par une activité centrée sur la dispersion de la lumière blanche à l'aide d'un prisme. C'est le meilleur moyen de mettre en évidence la composition de la lumière vue blanche à l'œil.

L'activité 2 permet d'explorer d'autres types de sources lumineuses et différents types de spectres. Elle est aussi l'occasion de faire le lien entre spectre et température du corps émettant un spectre continu.

L'activité 3 revient sur le lien entre spectre et couleur vue à l'œil : c'est une difficulté conceptuelle pour les élèves, qui mérite explicitation et entraînement.

Activité 1 : La face cachée de la lumière

Nature et caractéristiques de la lumière

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p>SAVOIRS RETRAVAILLÉS X</p> <p>SAVOIRS VISÉS</p> <p>VOCABULAIRE à savoir définir (en fin d'activité):</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lumière blanche <input type="checkbox"/> Lumière monochromatique <input type="checkbox"/> Lumière polychromatique <p>VOCABULAIRE à savoir utiliser correctement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Prisme, spectroscopie <input type="checkbox"/> Onde électromagnétique <input type="checkbox"/> Dispersion <p>VALEUR NUMÉRIQUE à connaître (et leur unité) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Longueurs d'onde encadrant le spectre de la lumière blanche <p>PROPRIÉTÉS à connaître et à savoir exploiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Un prisme permet de disperser la lumière. <input type="checkbox"/> La lumière est monochromatique si elle est constituée d'une seule onde. <input type="checkbox"/> La lumière est polychromatique si elle est constituée de plusieurs ondes (c'est le cas de la lumière blanche) <p>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES X</p> <p>CAPACITÉS VISÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Décrire qualitativement le phénomène de dispersion de la lumière par un prisme. <input type="checkbox"/> Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air. 	<p>DURÉE 30 MIN</p> <p>RESSOURCES DISPONIBLES (TYPOLOGIE 4) :</p> <p>Feuille de consignes</p> <p>Situation expérimentale « simple » (prisme sur feuille)</p> <p>Feuille Modèle (en fin d'activité) Pour ce chapitre, le modèle aura tout intérêt à être imprimé en couleur pour les élèves.</p> <p>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</p> <p>Prendre le temps d'institutionnaliser (revenir sur les paragraphes 1 et 2 du modèle qui doivent être bien compris) à la fin de l'activité avant d'enchaîner avec l'activité suivante.</p>

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

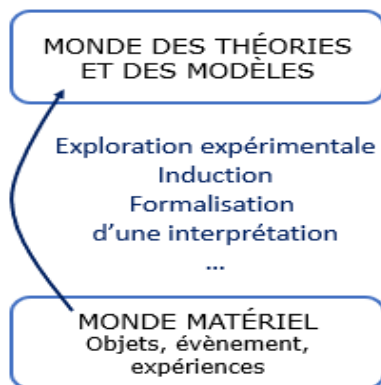
TYPE D'ACTIVITÉ

Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative exploratoire

LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS :

Perception visuelle / Représentation figurative

MODÉLISATION (TYPOLOGIE 1)



Modèle ondulatoire de la lumière (Ondes électromagnétiques, longueur d'onde), phénomène de dispersion

Lien entre longueur d'onde et couleur de la lumière émise

Apparition des couleurs par passage de la lumière par un prisme

SAVOIR EN JEU

L'objectif de l'activité est de mettre en évidence le phénomène de dispersion, que les élèves ont généralement rencontré dans d'autres situations (CD, arc-en-ciel, reflet, tâche d'huile...) sans forcément savoir ni le nommer ni l'identifier comme décrivant toute une série de situations. Le modèle joue donc ici pleinement son rôle d'unificateur de situations. La question explorée expérimentalement est bien celle de la nature de la lumière et du rôle du prisme. L'apparition des couleurs après la traversée du prisme permet d'induire le début du modèle de la lumière. La 2^e expérience utilisant un 2^e prisme permet d'approfondir ce modèle en illustrant que le prisme n'est pas un objet à faire apparaître les couleurs « de l'arc-en-ciel » mais à faire apparaître celles qui sont présentes dans la lumière incidente : il provoque la dispersion.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Il est crucial de laisser les élèves explorer lors de la première expérience. L'apparition de « belles couleurs » est pour eux très motivante. Le professeur doit juste veiller à rappeler, à un moment donné, que la consigne est de faire un joli arc-en-ciel sur la table et pas au plafond par exemple...

Il est également possible de laisser s'exprimer spontanément les élèves sur les situations que cette expérience leur rappelle. Cela permet de montrer que si on travaille avec un prisme on étudie en fait une grande variété de situation observable dans la vie courante.

Des études ont montré que les enfants pensent parfois qu'il n'y a que 7 couleurs dans un arc-en-ciel (ils en ont tous dessiner un et c'est une représentation classique). Certains élèves de seconde peuvent encore le penser. Le professeur insistera sur la multiplicité de couleurs qu'on va d'ailleurs décrire par une grandeur physique.

Certains élèves pensent aussi que toutes les couleurs sont présentes dans le spectre de lumière blanche. Il faut alors assumer que si en physique toutes les radiations monochromatiques sont présentes dans le spectre visible, celui-ci ne contient pas toutes les couleurs au sens courant : il n'y a pas de beige, de marron... Certains élèves prévoient que le 2^e prisme va faire réapparaître les couleurs de l'arc-en-ciel. Il est donc essentiel de vérifier que tous les groupes ont fait leur prévision avant de leur donner un 2^e prisme.

La dernière prévision (avec le vert) ne donne pas pour tous les élèves la même prévision qu'avec le rouge, même après l'expérience faite avec le rouge, au motif que le vert serait composé de jaune et de bleu alors que le rouge serait une couleur primaire. Il y a là 2 effets possible : d'une part un effet de contrat (*si mon professeur me pose une nouvelle question avec une autre couleur c'est que ça doit changer*), d'autre par l'interférence avec le mélange des peintures peut produire cette réponse.

Activité 2 : Différentes sources de lumière, différents types de spectres

Spectres continus et spectres de raie d'émission

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</p> <p>VOCABULAIRE à savoir définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lumière blanche <input type="checkbox"/> Lumière monochromatique <input type="checkbox"/> Lumière polychromatique <p>GRANDEUR à connaître (et leur unité) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air <input type="checkbox"/> Spectre de la lumière <p>SAVOIRS VISÉS</p> <p>VOCABULAIRE à savoir définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Spectre d'émission <input type="checkbox"/> Spectres continus d'origine thermique <input type="checkbox"/> Spectres de raies <p>PROPRIÉTÉS à connaître et à savoir exploiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Un corps solide ou liquide chauffé émet de la lumière dont le spectre est continu <input type="checkbox"/> Un spectre de raie provient toujours d'un corps à l'état gazeux <input type="checkbox"/> Les raies d'un spectre sont caractéristiques des atomes et ions qui constituent le gaz émettant la lumière <p>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air <p>CAPACITÉS VISÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud <input type="checkbox"/> Exploiter un spectre de raies d'émission 	<p>DURÉE 45 MIN</p> <p>RESSOURCES DISPONIBLES (TYPOLOGIE 4) :</p> <p>Feuille de consignes</p> <p>Matériel à utiliser avec « protocole » (spectroscope et sources lumineuses)</p> <p>Feuille Modèle</p> <p>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</p> <p>Impression des documents en couleur avec la possibilité de donner aux élèves une série des représentations des spectres observés à découper et coller. Cela fait gagner beaucoup de temps.</p> <p>Ordinateur pour acquisition et traitement si on dispose de spectroscopes à fibre.</p> <p>Si présentes en un seul exemplaire les lampes à vapeur sont disposées au bureau.</p> <p>On peut utiliser une ampoule multi-LED avec télécommande pour varier les couleurs et produire par exemple une lumière orange à l'œil... qui ne contient pas du tout de orange.</p>

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ

TYPE D'ACTIVITÉ

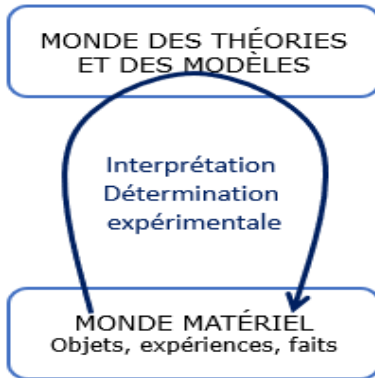
Faire réaliser et exploiter une expérience qualitative de vérification d'un modèle ou d'une prévision à l'aide du modèle

LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS

Perception visuelle / Représentation figurative à travers un tableau à double entrée



MODÉLISATION



Modèle ondulatoire de la lumière (Ondes électromagnétiques, longueur d'onde)

Lien entre température et spectre, types de spectres

Apparition des couleurs (bandes continues ou raies) par passage de la lumière par un spectroscopie

SAVOIR EN JEU

L'objectif est de ré-investir les 2 premiers paragraphes du modèle qui ont conclu l'activité 1, et d'introduire le § 3 sur les différents types de spectres.

L'activité se fait en 2 temps :

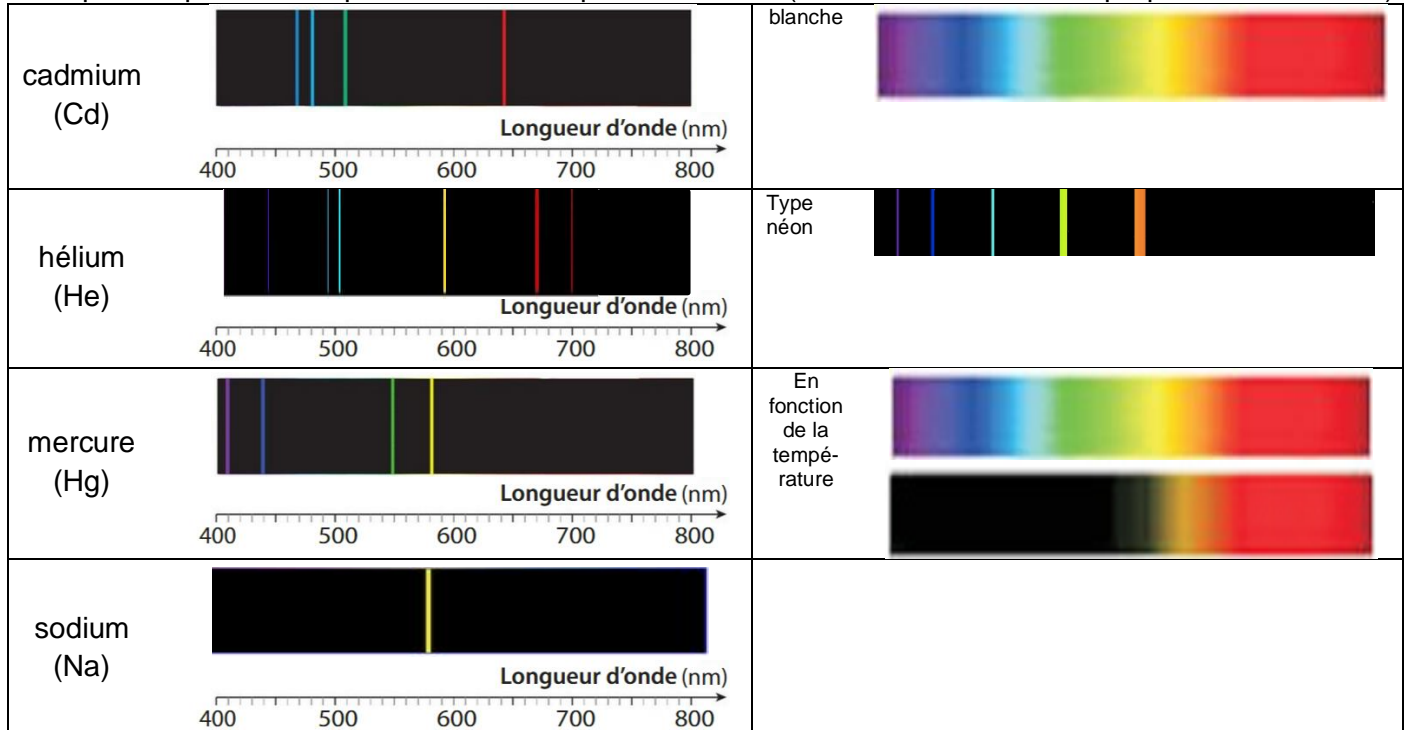
- D'abord la mise en évidence des spectres continus et des spectres de raies
- Ensuite l'effet de la température pour les spectres continus d'origine thermique.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

C'est une activité dont les observations peut surprendre les élèves, sans poser de grandes difficultés conceptuelles.

Attention, dans la vie courante, le bleu est associé au froid, le rouge au chaud : c'est l'inverse ici...

Exemple de spectres à imprimer en couleur pour les élèves (il convient alors de leur proposer de les coller).



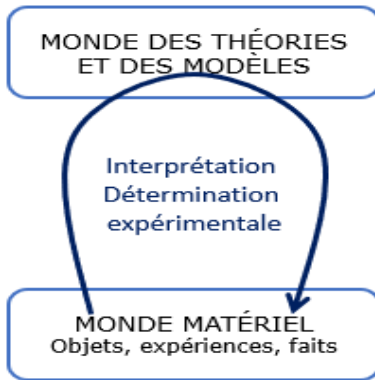
**Activité 3 : Une couleur peut en cacher plusieurs autres ...***Distinction entre lumière perçue et lumière dispersée*

LIEN AVEC LA FICHE CCM	CÔTÉ PRATIQUE
<p>SAVOIRS RETRAVAILLÉS</p> <p>VOCABULAIRE à savoir définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Spectre de la lumière <input type="checkbox"/> Lumière polychromatique ou monochromatique Spectre d'émission <input type="checkbox"/> Spectres continus d'origine thermique <input type="checkbox"/> Spectres de raies <p>GRANDEUR à connaître (et leur unité) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air <p>PROPRIÉTÉS à connaître et à savoir exploiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Un corps solide ou liquide chauffé émet de la lumière dont le spectre est continu <input type="checkbox"/> Un spectre de raie provient toujours d'un corps à l'état gazeux <input type="checkbox"/> Les raies d'un spectre sont caractéristiques des atomes et ions qui constituent le gaz émettant la lumière <p>SAVOIRS VISÉS</p> <p>VOCABULAIRE à savoir définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Lumière blanche, lumière colorée <p>PROPRIÉTÉS à connaître et à savoir exploiter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Quand on perçoit à l'œil nu une lumière d'une couleur donnée, on ne peut pas savoir de quelles ondes la lumière est constituée et les caractéristiques de son spectre <p>CAPACITÉS RETRAVAILLÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air. <input type="checkbox"/> Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud <input type="checkbox"/> Exploiter un spectre de raies d'émission <p>CAPACITÉS VISÉES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Distinguer la lumière vue de la lumière dispersée 	<p>DURÉE 45 MIN</p> <p>RESSOURCES DISPONIBLES (TYPOLOGIE 4) :</p> <p>Feuille de consignes</p> <p>Documents : là encore, l'activité doit être distribuée en couleur, au pire projetée au tableau.</p> <p>Feuille Modèle</p> <p>REMARQUES AU SUJET DU MATÉRIEL / CONSEILS</p> <p>Impression des documents en couleur</p> <p>Activité qui peut être préparée à la maison avec le document disponible en couleur</p> <p>Manipulations prof possibles (avec le même matériel que pour l'activité 2)</p>

CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ**TYPE D'ACTIVITÉ (TYPO 2)****Utiliser un modèle sur une situation donnée non observée ou non observable**

**LIENS ENTRE REPRÉSENTATIONS (TYPOLOGIE 3) :**

Formulation écrite avec des mots / Représentation figurative

MODÉLISATION (TYPOLOGIE 1)

Modèle ondulatoire de la lumière (lumière blanche, mono/polychromatique)

Lien entre composition de la couleur émise et couleur perçue

Des couleurs vues identiques à l'œil nu et différentes lorsqu'elles sont dispersées. Arc en ciel « complet »

SAVOIR EN JEU

L'activité vise essentiellement à ré-investir les savoirs construits dans les 2 premières activités mais à expliciter également aux élèves un point de vigilance et une difficulté potentielle car elle revient sur le lien entre spectre et couleur vue à l'œil.

COMPORTEMENT ET PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

C'est une activité qui ne pose pas de difficulté majeure pour les élèves qui ont assimilé les concepts vus auparavant. Elle a donc un rôle de diagnostic.

L'expression « Lampe à décharge » peut nécessiter un peu d'explication. L'idéal est de disposer de chacune des sources dans la classe (hormis le soleil, mais sa lumière est disponible).