

Brevet Professionnel

1^{ère} année

Sciences physiques et chimiques

Signaux

Comment transmettre l'information ?

1 - Caractériser un signal lumineux

2 – Caractériser une onde électromagnétique

3 – Produire une couleur

Nom :

Groupe :

Objectifs

Capacités

- Caractériser un signal lumineux :
 - Réaliser la **décomposition** de la lumière blanche et sa **recomposition**.
 - **Mesurer** un éclairement avec un luxmètre.

- Caractériser une onde électromagnétique :
 - Identifier le **domaine spectral** d'un rayonnement électromagnétique à partir de sa longueur d'onde dans le vide, sur une échelle fournie
 - Identifier des **sources et des détecteurs d'ondes électromagnétiques** dans les objets de la vie courante.

- Produire une couleur :
 - Réaliser expérimentalement une **synthèse additive** des couleurs
 - Réaliser une **synthèse soustractive** des couleurs

A - Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?

ACTIVITE 1

Maïa a été interviewée par un journaliste de la radio France Info. L'interview doit être diffusée dans quelques minutes mais Maïa rencontre des problèmes lorsqu'elle met en fonctionnement son poste radio comme le montre la vidéo suivante : <http://acver.fr/iyx>



Problématique : Quel réglage a dû réaliser Maïa pour réussir à écouter l'interview sur son poste radio ?

Répondre aux questions suivantes à l'aide de la vidéo :



- 1) Donner le nom du type d'ondes utilisées pour le fonctionnement des postes de radio.

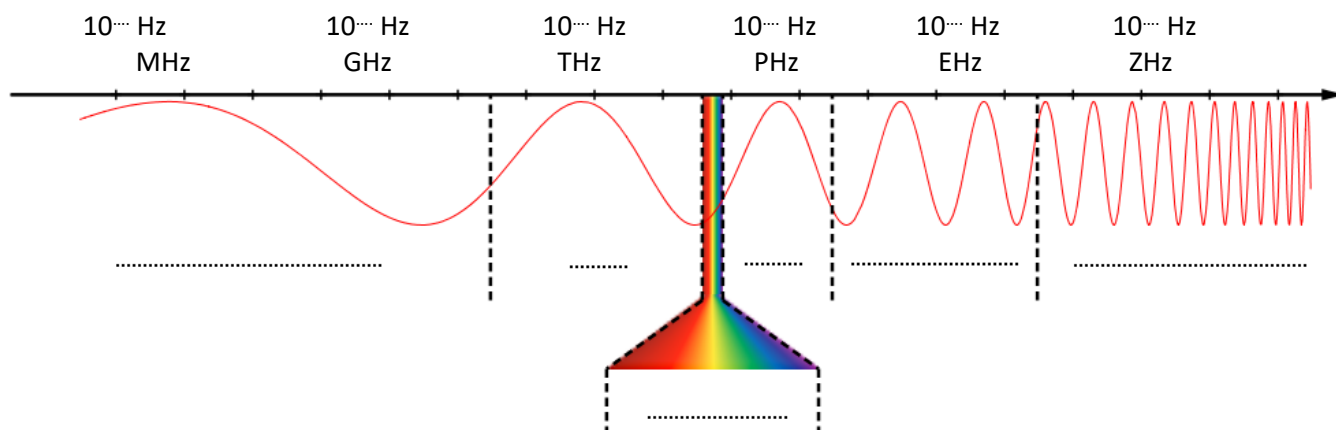
.....

- 2) Quelle(s) caractéristique(s) permet de différencier plusieurs ondes de ce type ?

.....

- 3) Sur le spectre électromagnétique ci-dessous, compléter les pointillés avec :

- Les puissances de 10 adaptées ;
- Les noms des différents domaines ;



- 4) Citer un exemple d'utilisation des ondes radio et des rayons X :

Ondes radio : Rayons X :

5) À quelle vitesse se déplacent les ondes électromagnétiques ? Donner la valeur en m/s en utilisant la notation scientifique.

.....

6) Entre quelles fréquences se situent les ondes de la radio FM ?

.....

7) Quel dispositif permet d'émettre et recevoir les ondes électromagnétiques utilisées pour la radio FM ou AM ?

.....

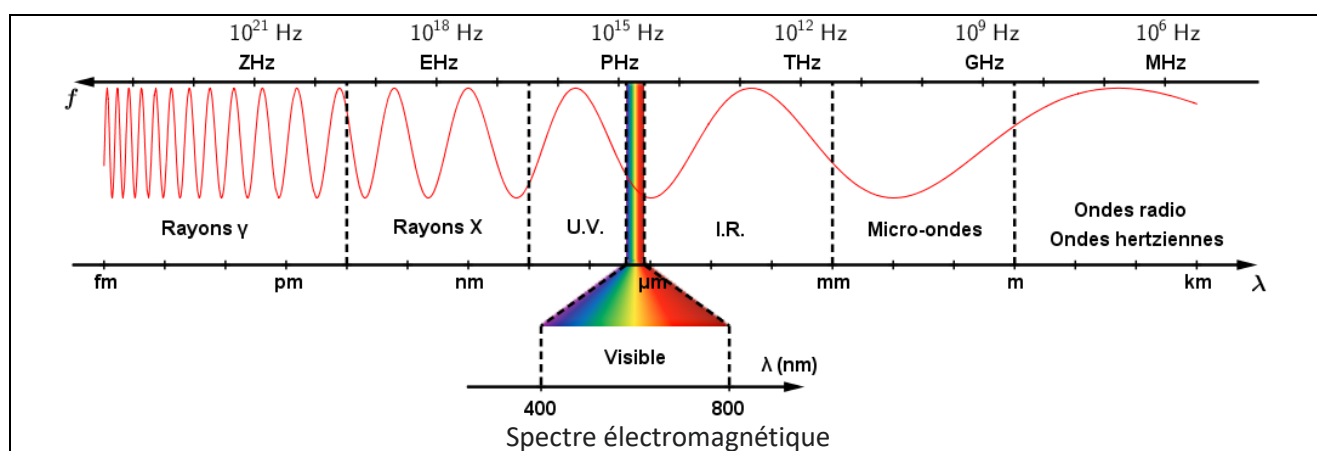
8) Indiquer quelle erreur Maïa a dû corriger pour capter France Info.

.....

ACTIVITE 2

La fréquence d'une onde caractérise le nombre d'oscillations par seconde.

On peut également caractériser une onde par la longueur d'une oscillation : **la longueur d'onde**



Problématique : Quel lien existe-t-il entre la fréquence et la longueur d'onde dans le vide d'une onde électromagnétique ?

1) Donner l'intervalle des longueurs d'onde dans le vide du domaine visible :

.....

2) D'après le spectre électromagnétique, que peut-on dire de l'évolution de la fréquence lorsque la longueur d'onde augmente ?

.....

- 3) Les trois premières lignes du tableau ci-dessous donnent, pour cinq ondes électromagnétiques, leur fréquence f et leur longueur d'onde λ .

Domaine du spectre électromagnétique					
Fréquence f (Hz)	$1,25 \times 10^{15}$	$6,25 \times 10^{14}$	5×10^{14}	4×10^{14}	$2,5 \times 10^{16}$
Longueur d'onde λ (m)	$2,4 \times 10^{-7}$	$4,8 \times 10^{-7}$	6×10^{-7}	$7,5 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-8}$

- a) Compléter la première ligne du tableau avec le nom du domaine auquel appartient chaque onde.
- b) Montrer que les valeurs de la fréquence f et de la longueur d'onde λ ne sont pas proportionnelles.

.....

.....

- c) En déduire une réponse à la problématique en complétant la relation :

$$\lambda = \dots \times \frac{1}{f}$$

- d) À quoi correspond la valeur inscrite sur les pointillés ?

.....

.....

L'essentiel à retenir

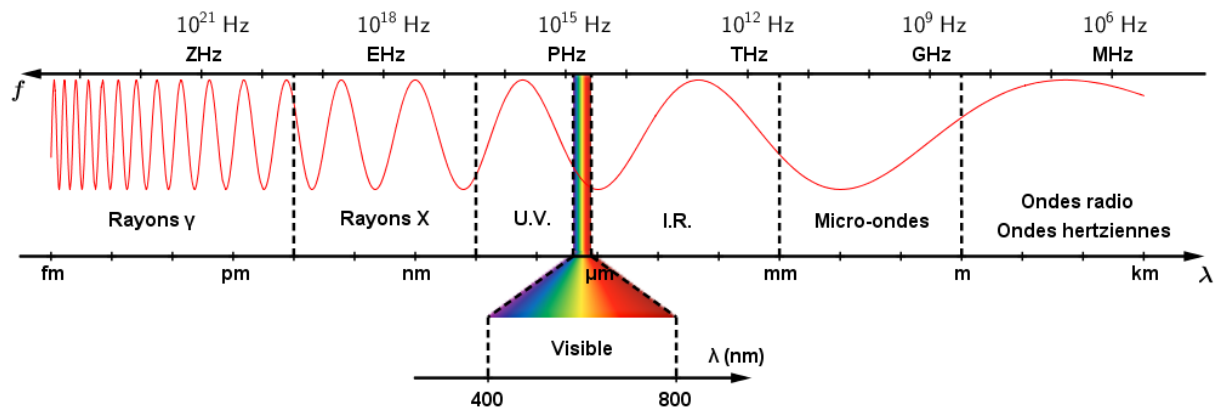
Une **onde électromagnétique** est caractérisée par sa **longueur d'onde dans le vide** λ ou sa **fréquence** f liées par la relation :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

où la célérité « c » est la vitesse de la lumière dans le vide ($c = 3,0 \times 10^8$ m/s).

Le **spectre électromagnétique** est divisé en 7 domaines principaux :

rayons γ (gamma), rayons X, ultraviolets, visible, infrarouges, micro-ondes, ondes hertziennes (ou ondes radio).



Chaque domaine du spectre électromagnétique correspond à un intervalle de longueurs d'onde.

Le **domaine visible** ne représente qu'une étroite bande dans le spectre électromagnétique correspondant aux longueurs d'onde comprises **entre 400 nm et 800 nm** : ce sont les longueurs d'onde perceptibles par l'œil humain.

Les ondes électromagnétiques sont omniprésentes dans notre environnement quotidien avec des **sources** et de **détecteurs d'ondes électromagnétiques** dans de nombreux objets de la vie courante :

Sources et domaines associés	Détecteurs et domaines associés
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

Les ondes électromagnétiques permettent de transmettre des informations :

-
-
-
-

Exercice

Il existe différents types d'ondes. Entourer les situations faisant intervenir des ondes électromagnétiques et préciser la source et le détecteur correspondants :

Vibration d'un ressort



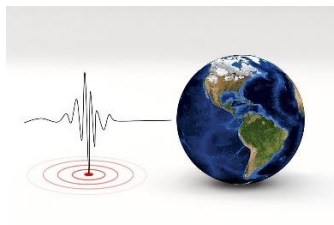
Télécommande de télévision



Échographie



Tremblement de terre



Radiographie



Radar de stationnement



B- La lumière

1- Décomposition de la lumière

Rappels : Réflexion / Réfraction

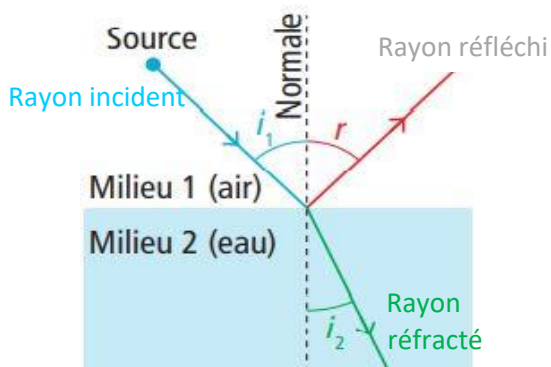
Simulation

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_fr.html



- Dans un milieu transparent et homogène, les rayons lumineux **se propagent en ligne droite**. A la surface de séparation des deux milieux transparents et homogènes, un rayon lumineux peut subir 2 phénomènes :
- o La : Le rayon **incident** (= arrive sur) **se réfléchit** sur l'interface pour donner un **rayon réfléchi**.
- o La : Le rayon **incident** **traverse** l'interface en étant **dévié** pour donner un **rayon réfracté**.

Loi de réfraction



La lumière est déviée en passant de l'air (milieu 1) à l'eau (milieu 2) : c'est la **réfraction** de la lumière.

i_1 : angle d'incidence
 i_2 : angle de réfraction
 r : angle de réflexion

Activité 1



Qu'observez-vous ? :

.....

Qu'elle est l'origine de la lumière ?

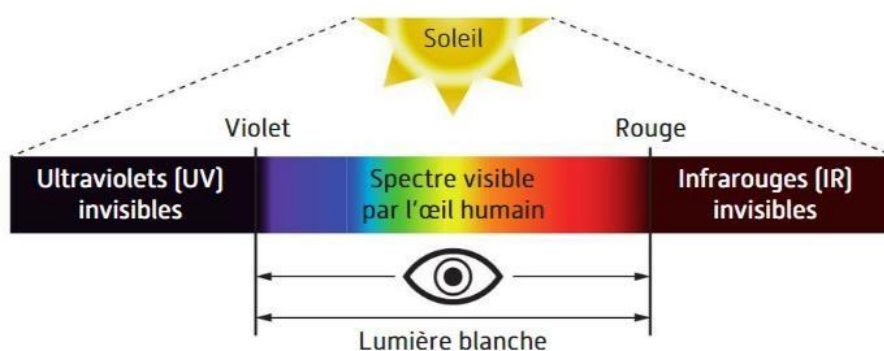
.....

Quelle est la cause du phénomène ?

.....

A retenir

- La émise par le soleil est constituée de rayonnements de visibles par l'œil humain.
- Le soleil émet aussi des rayonnements : les rayonnements et les rayonnements

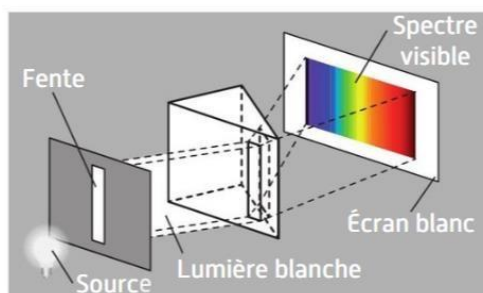


- Certaines lampes halogènes, fluorescentes et à DEL du commerce émettent une lumière blanche comparable à celle du soleil.
- Un laser émet un rayonnement d'une seule couleur contrairement au soleil.

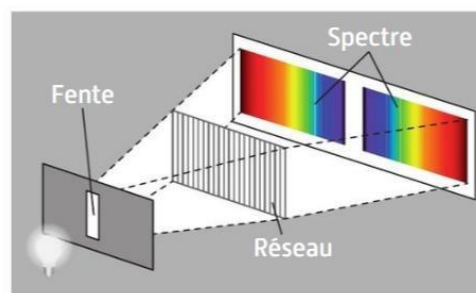
Décomposition de la lumière

- Un prisme transparent, un réseau (surface striée de fines fentes parallèles espacées régulièrement) ou une goutte d'eau, permettent de la lumière blanche, et de faire apparaître sur un écran le spectre des couleurs qui la composent :

Exemple : Décomposition avec un prisme ou avec un réseau



Décomposition avec un prisme



Décomposition avec un réseau

Simulation : https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_fr.html



Activités :

Quelle est la lampe qui éclaire comme le soleil ?

- 1) Observez les différents des lampes ci-contre. Comment définiriez-vous les différents « blancs » émis par ces deux lampes ?



.....

.....

- 2) Les spectres ci-dessous, émis par les lampes de la première photo, ont-été réalisés avec un spectroscope qui est un appareil qui décompose la lumière. Quelle est la meilleure lampe pour avoir une lumière proche de celle émise par le soleil ?



.....

.....

Exercices :

Exercice 1 : Quelles sont des trois images, les deux qui ne sont pas des spectres de lumière blanche ?



.....

.....

Exercice 2 : Le spectre d'émission d'une bougie est donné ci-dessous. La bougie émet-elle de la lumière blanche ?



.....

.....

2- Grandeurs lumineuses

La technique de l'éclairage se réfère à la photométrie, qui mesure les grandeurs lumineuses, l'intensité lumineuse, le flux lumineux et l'éclairement.

3.1) L'intensité lumineuse : I

Cette grandeur a été fixée arbitrairement. C'est à partir de l'intensité lumineuse que l'on a défini toutes les autres unités.

- Symbole : I
- Unité : Candela (cd)

3.2) Le Flux lumineux : ϕ

C'est la **quantité de lumière** émise par une **source lumineuse**.

- Symbole : ϕ ou F
- Unité : Lumen (lm)

Le **flux lumineux** émis par une source lumineuse est la caractéristique essentielle.

Exemple : Une lampe à incandescence de 100 W fournit un flux lumineux de 1200 Lumen.

3.3) L'Eclairement : E

C'est le **quotient** de la **quantité de lumière** émise par la **surface** qui reçoit une quantité de lumière.

- Symbole: E
- Unité : Lux (lx)

Le lux est l'**éclairement** E d'une surface de 1m^2 recevant un flux lumineux de 1 **lumen**.

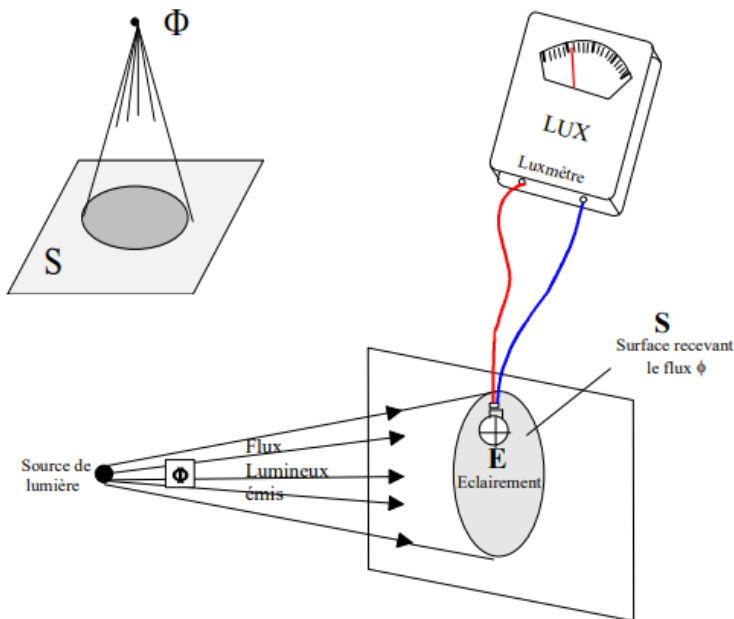
$$E = \frac{\phi}{S}$$

ϕ : Flux lumineux, en lumen (lm)
 S : Surface, en m^2
 E : Eclairement, en lux (lx)

Exemple : L'éclairement recommandé dans une salle de classe est de 300 Lux.

L'**éclairement** se mesure à l'aide d'un **luxmètre**. Cet appareil est muni d'une **sonde**, constituée par une **cellule photoélectrique** de surface bien déterminée.

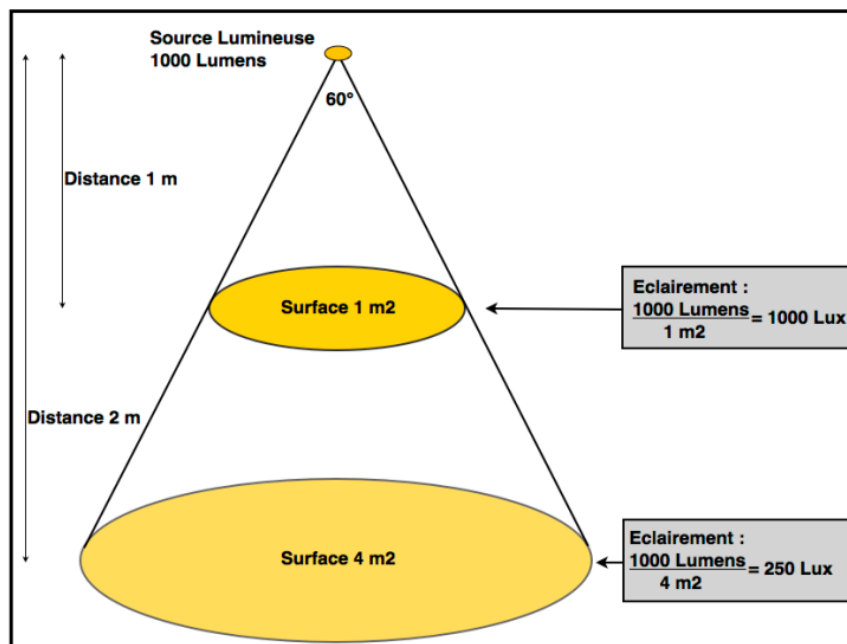
Mesure de l'éclairement → luxmètre



Luxmètre électronique **C.A 813** de Chauvin Arnoux

Eclairement et distance

L'éclairement est calculé en fonction de la surface traversée par le flux lumineux. Si on s'éloigne de la source lumineuse, la surface traversée par ce même flux est plus importante (l'énergie lumineuse se répartit sur une surface plus importante).



L'**éclairement** en un point est inversement proportionnel au carré de la **distance** de la source de lumière. Si on double la **distance**, on éclaire 4 fois moins ($2^2 = 2 \times 2$).

C - Synthèse des couleurs

Simulation http://physique.ostralo.net/syntheses_couleurs/

Synthèses

Il existe deux procédés permettant d'obtenir différentes couleurs :

- **La synthèse additive** : utilisé dans les écrans vidéo ou en projection ;
- **La synthèse soustractive** : que l'on rencontre en peinture ou en impression.

Complément : Les caractéristiques d'une couleur

L'œil identifie une couleur quelconque grâce aux trois facteurs suivants :

La teinte : c'est la caractéristique qui se traduit dans le langage courant par des adjectifs tels que : rouge, vert, jaune ou par des combinaisons telles que : bleu vert, vert jaune, etc.

Elle est déterminée en colorimétrie par une longueur d'onde dominante de la couleur considérée.

Par exemple, la couleur jaune vert a une longueur d'onde de $0,555 \mu m$.

La pureté ou **saturation** : indique la proximité de la couleur considérée par rapport à la couleur pure correspondante.

La pureté se traduit par les adjectifs saturé (pur) ou délavé.

L'intensité (luminosité, brillance) : L'intensité peut être mesurée avec une cellule photo-électrique (luminance).

Remarque : Couleur d'un objet

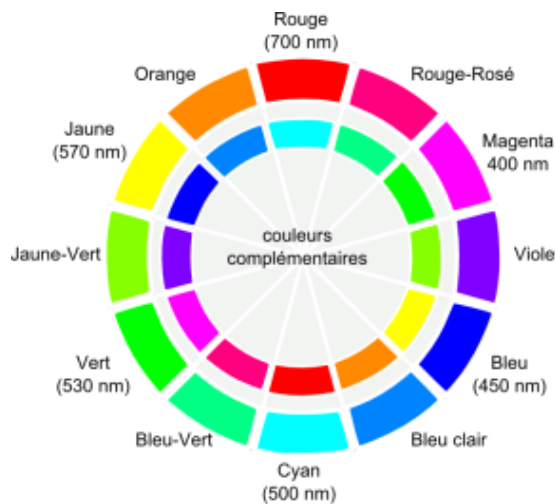
La couleur d'un objet est toujours définie lorsqu'il est éclairé en lumière blanche.

Un objet apparaît coloré parce qu'il absorbe certaines radiations et diffuse les autres.

Donc la couleur des objets provient de la synthèse soustractive.

https://web-labosims.org/animations/couleur_objet2/couleur_objet.html

Définition : primaires



Cercle chromatique

Une couleur primaire est une couleur dont le mélange avec ses homologues permet de reproduire l'ensemble des couleurs visibles.

En synthèse additive, les couleurs primaires sont le **rouge, le vert et le bleu (RVB)**.

Pour la synthèse soustractive, il s'agit du **cyan, du magenta et du jaune (CMJ)**

Synthèse additive

La somme de deux couleurs primaires donne une couleur primaire en synthèse soustractive. Par exemple : Rouge + Vert = Jaune. Le jaune est situé entre le rouge et le vert sur le grand cercle chromatique.



Synthèse additive

- La somme de deux couleurs primaires donne une couleur primaire en synthèse soustractive. Par exemple : Rouge + Vert = Jaune. Le jaune est situé entre le rouge et le vert sur le grand cercle chromatique.
- La somme des 3 couleurs primaires donne du blanc.
- La couleur opposée est nommée couleur complémentaire : le magenta est la couleur complémentaire du vert. Il en résulte que la somme d'une couleur primaire et de sa complémentaire donne du blanc.

Synthèse soustractive

- La synthèse soustractive procède par absorption de lumière.
- Les couleurs primaires correspondent aux couleurs complémentaires de la synthèse additive.
- La soustraction des 3 couleurs primaires donne du noir.



Simulation des synthèses

L'animation [couleur](http://physique.ostralo.net/syntheses_couleurs/) permet de comprendre le principe des synthèses additive et soustractive.

http://physique.ostralo.net/syntheses_couleurs/



Méthode : Prédiction des couleurs

- La synthèse additive est notée "+". On peut donc écrire que le jaune est la somme du rouge et du vert : $J = R + V$
- De même la synthèse soustractive est notée "-". Ainsi, le bleu résulte de la soustraction du magenta et du cyan : $B = M - C$

Cette notation permet de prédire la couleur perçue d'un objet suivant sa couleur, en lumière blanche, et celle de l'éclairage.

Par exemple : Quelle sera la couleur perçue d'un objet jaune éclairé en magenta ?

Si l'objet est jaune en lumière blanche, cela peut s'écrire :

..... → Cet objet absorbe

La lumière est magenta soit donc l'absorption du
donne

Conclusion : La couleur perçue sera :

Nuances de couleurs

L'œil est capable de percevoir plus de deux millions de teintes.

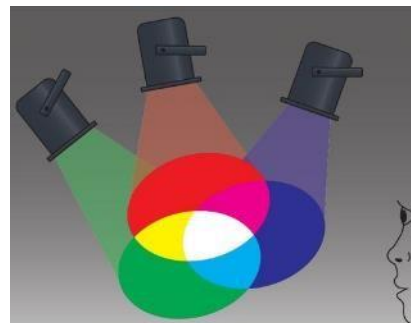
Synthèse additive et trichromie

- La est réalisée à partir de trois lumières colorées rouge, verte et bleue (RVB).

Simulation : https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_fr.html



- En **associant ces trois lumières** dites **primaires** (voir image 1) en proportions convenables, l'œil humain perçoit de la **lumière blanche**.



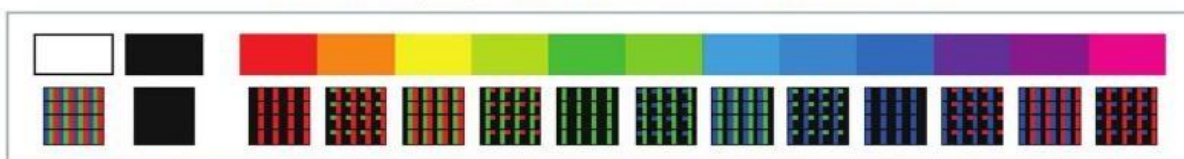
- En les **associant deux à deux**, l'œil perçoit trois autres couleurs dites **secondaires** : le magenta, le jaune et le cyan (voir image 2) :



- La est le procédé qui utilise cette propriété physiologique de l'œil humain. Pour reproduire le blanc, le noir et toutes les couleurs, on fait varier l'intensité de 3 sources lumineuses rouge, verte et bleue.

Exemple : Applications avec les DEL RVB (on peut les retrouver dans les écrans plats numériques)

Palette de quelques couleurs obtenues avec trois DEL RVB



Activité 3 : Pourquoi deux éclairages font-ils apparaître la tasse en blanc ?

Une tasse blanche est éclairée successivement par cinq éclairages de DEL (Diode Electroluminescente). La composition spectrale de chaque éclairage est donnée dans l'image 1. Les photographies de la tasse éclairée sont données dans l'image 2.

Image 1

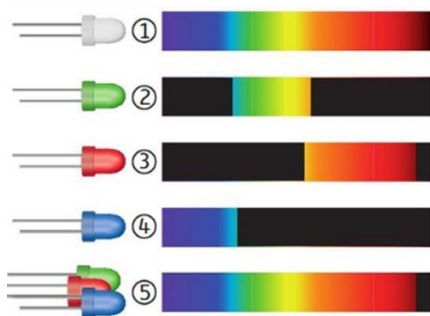
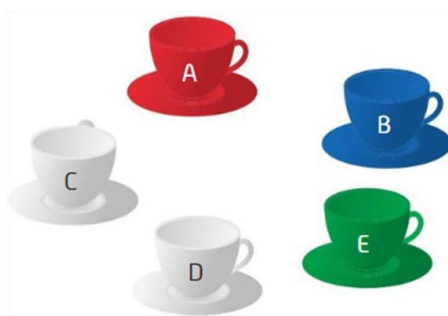


Image 2



1) Associez à chaque tasse l'éclairage correspondant :

A :

B :

C :

D :

E :

2) Proposez une explication au fait que deux tasses soient blanches :

.....

Exercice

Quelles sont les couleurs sur l'écran des zones de 1 à 7 ?

1 :

2 :

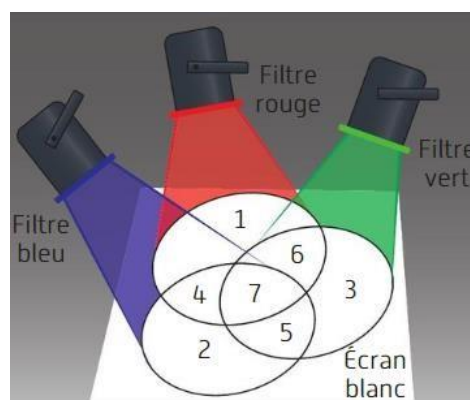
3 :

4 :

5 :

6 :

7 :



EXERCICE 1 : On superpose sur un écran blanc plusieurs faisceaux colorés.

1. Quel type de synthèse réalise-t-on ?
2. Dire quelle est la couleur observée lorsqu'on superpose :

$$\begin{array}{lll} \mathbf{V + R} \Rightarrow & \mathbf{V + C} \Rightarrow & \mathbf{B + R} \Rightarrow \\ \mathbf{V + M} \Rightarrow & \mathbf{V + B} \Rightarrow & \mathbf{R + J} \Rightarrow \end{array}$$

EXERCICE 2 : On interpose sur le trajet d'un faisceau de lumière blanche un ou plusieurs filtres colorés.

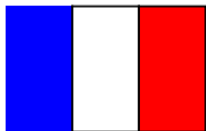
1. Quel type de synthèse réalise-t-on ?
2. Dire quelle est la couleur observée lorsque les filtres interposés sont :

$$\begin{array}{lll} \mathbf{J + M} \Rightarrow & \mathbf{C + M} \Rightarrow & \mathbf{J + R} \Rightarrow \\ \mathbf{J + C} \Rightarrow & \mathbf{C + M + J} \Rightarrow & \mathbf{R + V} \Rightarrow \end{array}$$

EXERCICE 3 : Une lampe à vapeur de sodium émet une radiation jaune de fréquence $f = 5,09 \cdot 10^{14}$ Hz

1. Quelle est la longueur d'onde de cette radiation ?
2. Quelles sont les couleurs du drapeau français quand on l'éclaire avec une telle lampe ?

En lumière blanche En lumière jaune (R+V)



EXERCICE 4 : Un corps éclairé en lumière blanche possède une certaine couleur parce qu'il absorbe certaines radiations.

LUMIERE BLANCHE contient $\mathbf{R + V + B = W}$ (WHITE)

1. Qu'absorbe un corps Bleu ?
Un corps Bleu ne restitue que $\Rightarrow$ il absorbe donc
2. Qu'absorbe un corps Blanc ?
Un corps Blanc restitue toutes les couleurs $\Rightarrow$
3. Qu'absorbe un corps Jaune ?
Un corps Jaune restitue $\Rightarrow$ il absorbe donc
4. Qu'absorbe un corps Noir ?
Un corps Noir ne restitue aucune radiation $\Rightarrow$