



# Les couleurs et la lumière

*On appelle lumière blanche toute lumière dont la décomposition par un système dispersif (prisme, réseau) fournit un spectre continu*

*(qui contient toutes les couleurs de l'arc en ciel).*

*Exemple: La lumière du Soleil est une lumière blanche.*



Spectre de la lumière blanche (spectre continu)



# Couleur spectrale

On appelle couleur spectrale une couleur qui correspond à une lumière dont le spectre ne présente qu'une unique radiation **monochromatique**



# Couleur perçue

On appelle couleur perçue l'impression visuelle donnée par une lumière.

Une couleur perçue n'est pas forcément une couleur spectrale, pourquoi?

Soit elle ne figure pas dans le spectre de la lumière blanche (le cyan par exemple)

Soit Son spectre comporte plusieurs radiations donc plusieurs couleurs (c'est une lumière polychromatique).



# Vision des couleurs

La rétine de l'œil est tapissée de cellules sensibles à la lumière

Bâtonnets

Les cônes

Cônes  
sensibles  
au bleu

Cônes  
sensibles  
au rouge

Cônes  
sensibles  
au vert



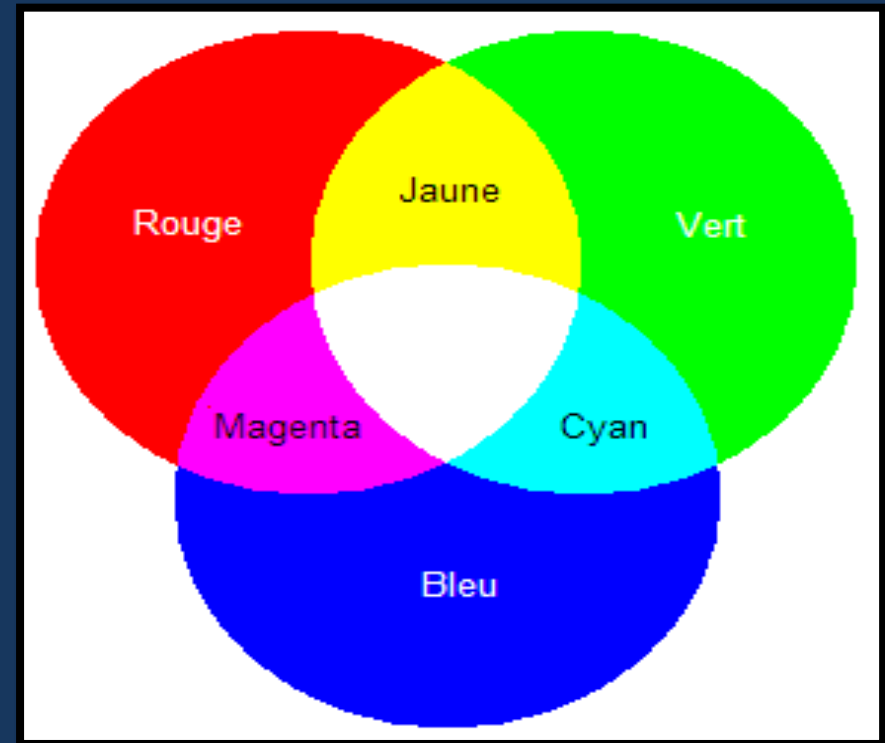
Le cerveau traite les signaux envoyés par les cônes pour former une image colorée de notre environnement.



# Synthèse additive

## Restitution de la lumière

A partir des couleurs primaires RVB on peut restituer toutes les couleurs. On agit sur l'intensité de celles-ci. C'est ce procédé qui est exploité par les écrans plats.





# Synthèse soustractive



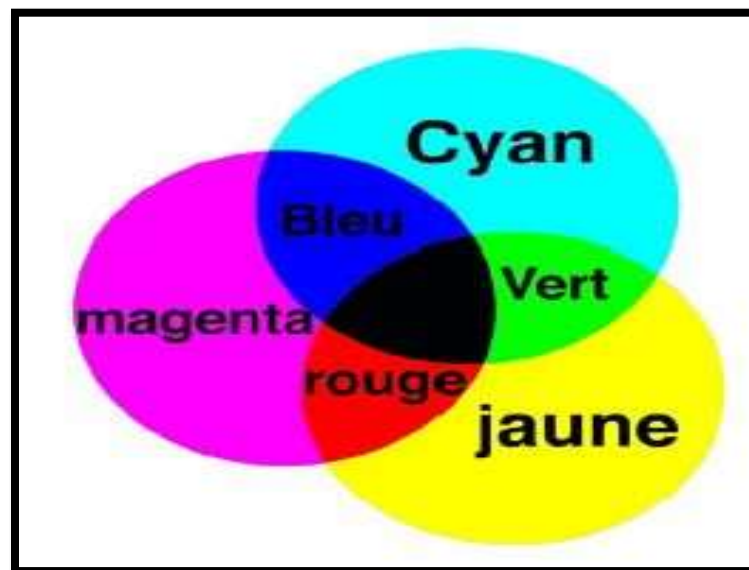
La synthèse soustractive concerne tous les mélanges de couleurs exploitant l'éclairement d'un support comme la peinture artistique, la teinture, les encres d'imprimerie ou d'imprimantes, mais aussi la superposition de filtres colorés sur une table lumineuse, la projection d'une diapositive sur un écran....



Le terme *soustractif* vient du fait qu'un objet coloré absorbe une partie de la lumière incidente.

Il soustrait donc une partie du spectre de celle-ci.

Les trois colorants primaires généralement utilisés pour la synthèse soustractive sont le Cyan , le jaune , le magenta







# La Trichromie

**La trichromie** est un procédé permettant de reproduire un très grand nombre de couleurs à partir de trois couleurs primaires.

Inventé simultanément par Charles Cros et Louis Ducos du Hauron, mis au point par ce dernier, il a permis la photographie, le cinéma, la télévision en couleur...



NB

Il y a deux façons de mettre en œuvre un procédé trichrome. Soit on part du noir (aucune lumière) et on y ajoute des quantités réglées de lumières des couleurs primaires : c'est la synthèse additive des couleurs.

soit on part du blanc de la lumière qui illumine un écran, et on en retire des couleurs, pour qu'il ne réfléchisse plus que les quantités désirées , c'est la synthèse soustractive

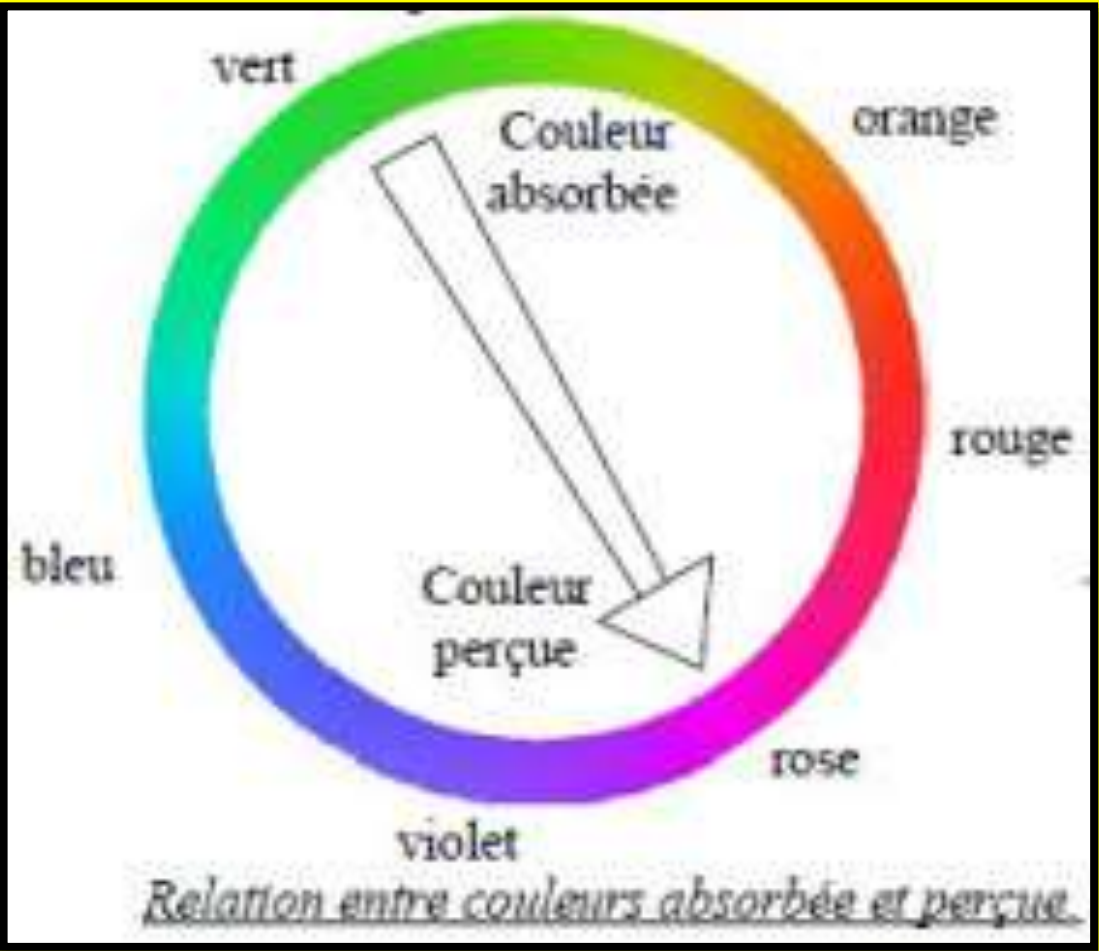


# Comment l'œil perçoit les couleurs

La couleur perçue par l'œil dépend de la synthèse des lumières reçues par Celle-ci

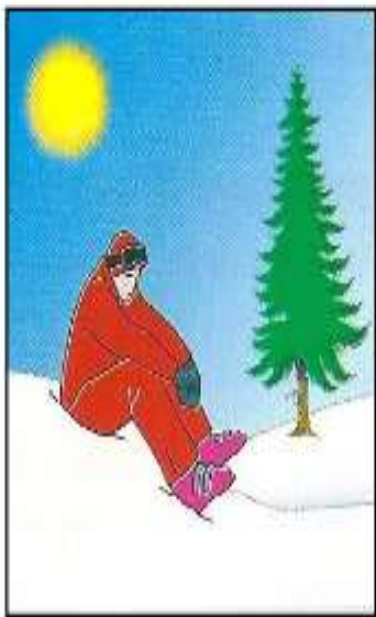
Un objet non absorbant diffuse toutes les radiations qui tombe sur lui, il apparaît blanc en lumière blanche.

Un objet coloré absorbe une partie de la lumière incidente, le spectre diffusé est complémentaire au spectre absorbé.





# Application 1



Le dessin ci-contre a été réalisé avec une imprimante à jet d'encre.

L'impression est dite en trichromie et n'utilise que 3 types d'encres : cyan, magenta et jaune.

Quelles sont les encres utilisées pour dessiner chaque élément ?

Quelques précisions utiles : l'anorak est rouge, les gants et les lunettes sont noirs, les chaussures sont magenta, la neige est blanche, le ciel est bleu, le Soleil est jaune et le sapin est vert.

Solution



# Application 1

- L'anorak est rouge : magenta et jaune sont les deux encres nécessaires. En effet, l'anorak diffuse le rouge et absorbe le vert et le bleu: si on superpose du magenta (qui absorbe le vert) et du jaune (qui absorbe le bleu) , la seule couleur diffusée sera donc le rouge.
- Les gants et les lunettes sont noirs, les 3 encres permettront, par synthèse soustractive, d'obtenir le noir.
- Les chaussures sont magenta, la couleur est obtenue en utilisant uniquement le magenta.
- La neige est blanche, cette partie de l'image ne doit absorber aucune radiation du visible, donc il ne faut pas déposer d'encre sur cette surface.
- Le ciel est bleu, les deux encres nécessaires sont donc le cyan (qui absorbe le rouge) et le magenta (qui absorbe le vert).
- Le soleil est jaune, seule la couleur jaune est utilisée.
- Le sapin vert, utilise les deux encres cyan (qui absorbe le rouge) et jaune (qui absorbe le bleu).





## Application 2



Le drapeau national italien est constitué de 3 bandes de couleurs vert, blanc et rouge. Est-il nécessaire pour respecter ces 3 couleurs d'éclairer ce drapeau en lumière blanche ? C'est la question à laquelle il faut répondre !

- 7.1. Quelles sont les radiations visibles diffusées par chaque bande verticale du drapeau ?
  - 7.2. Quelles sont les couleurs absorbées par chaque bande verticale du drapeau ?
  - 7.3. Le drapeau est éclairé de nuit sous une lumière rouge. Quelles seront les couleurs perçues pour chaque bande verticale ?
  - 7.4. Quelles seront les couleurs perçues avec deux lampes de lumière perçue magenta ?
- La 1<sup>ère</sup> lampe est une lampe qui émet une radiation magenta.
- La 2<sup>ème</sup> lampe est une lampe qui émet une radiation rouge et une radiation bleue.

Solution



# Application 2

- 1 La bande verte diffuse les radiations vertes, la bande blanche toutes les radiations du visible, la bande rouge les radiations rouges.
- 2 La bande verte absorbe les radiations bleues et rouges du spectre.  
La bande blanche n'en absorbe aucune.  
La bande rouge absorbe les radiations bleues et vertes.
- 3 La bande verte apparaît noire (le vert absorbe le rouge), la bande rouge diffuse le rouge, la bande blanche diffuse le rouge et apparaît donc rouge.
- 4 Le vert apparaît noir (absorbe le rouge et le bleu), le blanc apparaît magenta, le rouge apparaît rouge puisque diffuse le rouge.



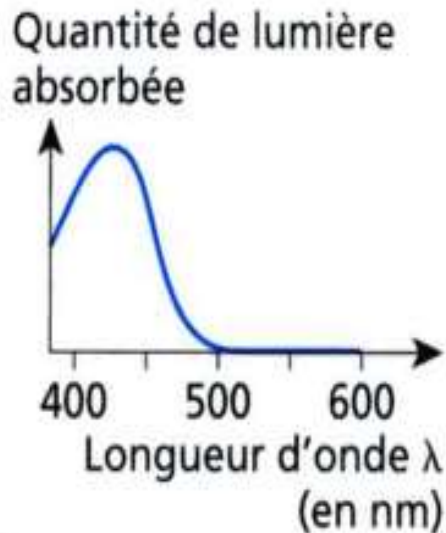


## Application 3

La curcumine est la principale espèce chimique colorée du curcuma, une épice largement utilisée en cuisine réunionnaise ou indienne. Une fois isolée elle est utilisée en tant que colorant alimentaire (E100). Elle peut être extraite de la façon suivante :

- Dans un erlenmeyer, introduire une pointe de spatule de curcuma et 10 mL d'éthanol (l'éthanol est par ailleurs très volatil),
- Agiter quelques minutes puis filtrer le contenu de l'erlenmeyer. Le filtrat jaune ambré est une solution de curcumine.

# Application 3



La courbe spectrale de la curcumine est donnée ci-contre.

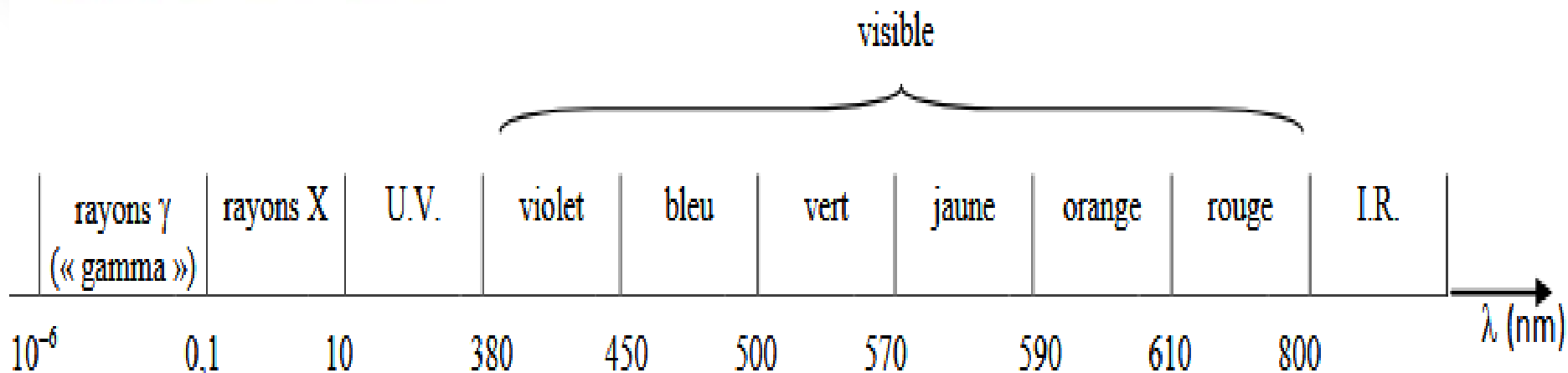
- 1) A quoi sert la filtration ?
- 2) La curcumine est-elle un pigment ou un colorant dans ces conditions ? Justifier.
- 3) Quel est le rôle de l'éthanol ? Quelle(s) propriété(s) de la curcumine justifie(nt) l'utilisation de l'éthanol ? Comment récupérer uniquement l'espèce chimique extraite ?
- 4) Quel est le domaine de longueurs d'onde qui correspond à une plage d'absorption de la lumière visible ?
- 5) En déduire la couleur de la lumière après traversée de la solution. Pourquoi cette couleur résulte-t-elle d'une synthèse soustractive ?
- 6) Comment apparaîtrait cette solution si on remplaçait la lumière blanche par de la lumière bleue (ne contenant que les longueurs d'onde comprises entre 420 et 480 nm) ?
- 7) Comment vérifier alors expérimentalement qu'une solution de curcumine a effectivement été obtenue ?



Doc. 5 Cercle chromatique simplifié.



# Application 3





# Application 3

- 1) La filtration permet de séparer la solution de l'épice (solide). 0,5 pt
- 2) La curcumine étant soluble dans l'éthanol, elle est donc un colorant et non un pigment. 1pt
- 3) L'éthanol est un solvant qui permet d'extraire la curcumine du curcuma. La curcumine doit être soluble ou très soluble dans l'éthanol. L'espèce chimique curcumine est obtenue seule en évaporant le solvant d'extraction éthanol. 1,5 pt
- 4) Seule la partie entre 400 et 500 nm constitue une plage de lumière visible absorbée. 0,5 pt
- 5) Il manque la bande bleu-violet dans le spectre de la curcumine. La lumière après traversée de la solution apparaît donc de la couleur complémentaire, soit le jaune orangé, ce qui est cohérent avec la couleur annoncée dans l'énoncé. Cette couleur résulte d'une synthèse soustractive puisqu'elle est obtenue par absorption d'une partie du rayonnement visible. 1,5 pt
- 6) La solution apparaît noire si elle était éclairée en lumière bleue. 1 pt
- 7) Une CCM permettrait de comparer le résultat de l'extraction avec de la curcumine commerciale. 1pt

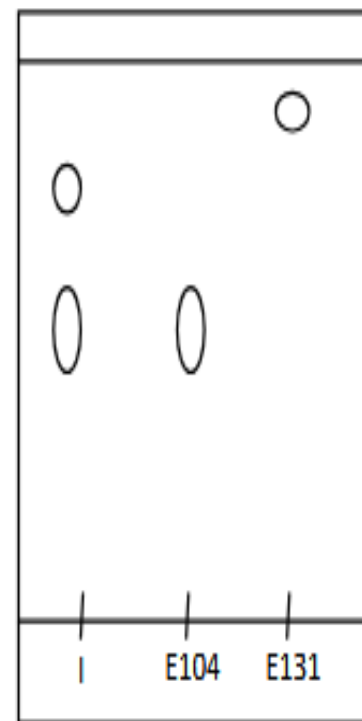


# Application 4

Le colorant de l'enrobage d'un médicament est analysé par chromatographie sur couche mince. Trois dépôts sont effectués : le colorant inconnu (I) et les colorants alimentaires jaune E104 et cyan E131.

Après élution, on obtient le chromatogramme ci-contre. Le colorant inconnu présente une tache jaune (en bas) et une tache cyan (en haut).

1. Le colorant inconnu est-il un corps pur ou un mélange ? Justifier.
2. Dans quel but les colorants alimentaires ont-ils été déposés ?
3. Que peut-on en déduire sur le colorant du médicament, d'après l'analyse du chromatogramme ? Justifier.
4. Quelle est la couleur de ce colorant ? Justifier.



Solution



# Application 4

Le colorant de l'enrobage d'un médicament est analysé par chromatographie sur couche mince. Trois dépôts sont effectués : le colorant inconnu (I) et les colorants alimentaires jaune E104 et cyan E131.

Après élution, on obtient le chromatogramme ci-contre. Le colorant inconnu présente une tache jaune (en bas) et une tache cyan (en haut).

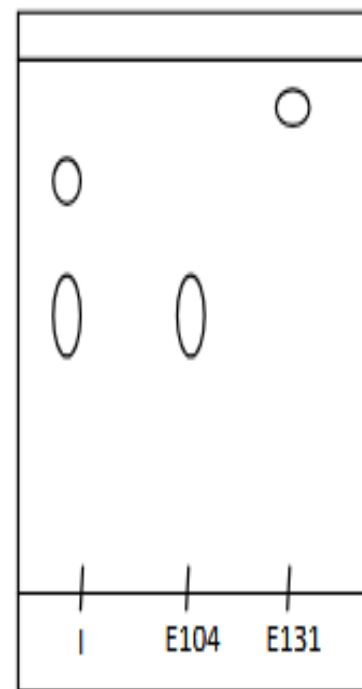
1. Le colorant inconnu est un mélange car, après élution, il y a 2 taches sur le chromatogramme.

0,5 pt

2. Les colorants alimentaires ont été déposés pour analyser le mélange qui compose le colorant Inconnu (par comparaison). 0,5 pt

3. D'après l'analyse du chromatogramme le colorant inconnu est composé du colorant jaune E104 et cyan E131 car les 2 taches ont le même rapport frontal. 1 pt

4. La couleur de ce colorant est du vert car par synthèse soustractive d'un filtre cyan et jaune on obtient du vert. 1 pt







# Application 5

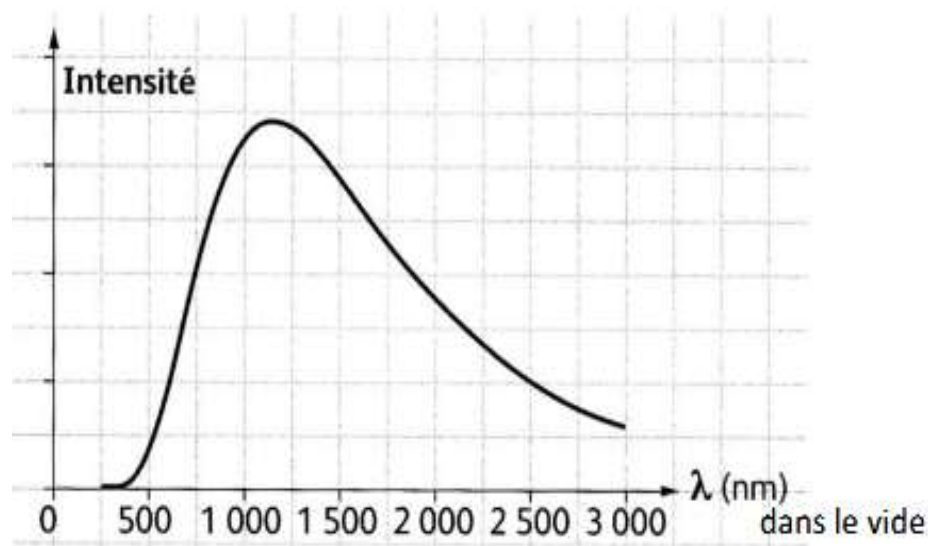
## Données :

- Loi de Wien :  $\vartheta = (2,9 \times 10^6 / \lambda_{\max}) - 273$        $\vartheta$  en  $^{\circ}\text{C}$  et  $\lambda_{\max}$  en nm
- Constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- Vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- Quelques longueurs d'onde (en nm) associées aux radiations émises par :
  - l'azote : 396 – 404 – 424 – 445 – 463 – 480 – 505 – 550 – 575 – 595 – 648 – 661
  - l'oxygène : 391 – 397 – 420 – 442 – 465 – 616 – 700
  - l'hydrogène : 397 – 412 – 436 – 486 – 656



# Application 5

- 1) Indiquer les couleurs obtenues par synthèse additive des lumières de couleurs primaires.
- 2) Pourquoi dit-on que, par exemple, le jaune et le bleu sont des couleurs complémentaires ?
- 3) Comment un écran TV peut-il restituer toutes les couleurs possibles ?
- 4) Le profil spectral d'une source de lumière est représenté ci-dessous. Déterminer la température (en K et en °C) et la couleur de la source en justifiant.







# Application 5

- 5) Laetitia veut étudier l'absorption de la lumière par une solution jaune de chromate de potassium. Elle décompose la lumière émise par une source de lumière blanche suffisamment chaude, puis interpose **la solution** sur le trajet de la lumière.
- a) Avec quels objets peut-elle décomposer la lumière ? Pourquoi la source doit-elle être suffisamment chaude ?
  - b) A quoi est comparable le comportement de la solution colorée ? Quel est l'allure du spectre sur l'écran ? Justifier.
  - c) Elle déploie patriotiquement sur l'écran un drapeau français. Indiquer, en justifiant, les couleurs perçues par l'œil des 3 parties du drapeau éclairé par la lumière blanche ayant traversé la solution jaune de chromate de potassium.

Solution



# Application 5

2.1	Superposition des lumières : $R+V=J$ , $R+B=M$ , $B+V=C$
2.2	Parce que la superposition de deux lumières de couleurs complémentaires donne du blanc
2.3	Chaque pixel est formé de 3 luminophores qui transmettent des lumières R, V et B avec des intensités lumineuses différentes ; les luminophores sont trop proches pour que l'œil les distingue : le cerveau fait donc, pour chaque pixel, la superposition des lumières colorées émises.
2.4	$\lambda_{\max} = 1150 \text{ nm}$ donc $T = 2,9 \times 10^6 / 1150 = 2522 \text{ K} = 2522 - 273 = 2249 \text{ °C}$ . En prenant le domaine visible du profil spectral, les intensités les plus grandes correspondent aux radiations rouges : la source de lumière est rouge.
2.5a	Prisme ou réseau. Pour qu'elle envoie toutes les radiations visibles et ainsi savoir lesquelles la solution absorbe.
2.5b	Un filtre jaune. La solution transmet (laisse passer) les radiations jaunes, vertes et rouges (car $V+R=J$ ) et absorbent les autres : le spectre sera un dégradé coloré avec des « bandes noires à la place des couleurs des radiations absorbées ».
2.5c	Le drapeau est éclairé avec une lumière jaune donc des lumières R et V : <ul style="list-style-type: none"><li>- la partie bleue absorbe les lumières R et V donc l'œil perçoit du noir,</li><li>- la partie blanche diffuse toutes les lumières donc l'œil perçoit du jaune,</li><li>- la partie rouge bleue absorbe la lumière V mais diffuse la R donc l'œil perçoit du rouge.</li></ul> <i>On dirait bien le drapeau belge, une fois !</i>