

Organisation de l'année & conseils de travail

VOICI LES HORAIRES : 1 h 30 de cours en classe entière le jeudi de 10 h à 11 h 30, et 1 h 30 de TP en demi-groupe le vendredi de 8 h à 11 h. Le vendredi, la récréation qui est normalement prévue de 9 h 50 à 10 h est décalée de 9 h 20 à 9 h 30.

En Première S, on fait le premier chapitre des différents domaines de la physique-chimie, en Terminale S on fait le deuxième chapitre. Ainsi, quasiment tous les chapitres de Première S, jusqu'au dernier, ont leur suite en Terminale ! Toute difficulté ou lacune ne se verra pas dans l'immédiat, mais posera problème en Terminale.

1

.....

La lecture et l'écriture sont la base de tout votre travail. Étudier un texte, une image, un schéma, une équation, une démonstration, et même une expérience, c'est de la lecture ; c'est la première phase de votre travail : découvrir ce qui a été trouvé par d'autres, ou constater un résultat par une expérience. Afin que cette lecture soit active, il faut qu'elle soit menée stylo en main, en prenant en note les points importants. C'est la deuxième phase de votre travail : faire siens un domaine, des résultats, des connaissances, et c'est par l'écriture que l'on peut faire cela.

2

.....

Le cours sera toujours organisé par des phases de lecture, avec éventuellement des questions pour vous guider dans votre écriture, et une synthèse ou mise en commun proposée par le professeur. Normalement, vous ne devez pas avoir besoin de tout relire lors de votre travail personnel à la maison, vos notes devraient suffire. Et bien sûr, il est nécessaire d'apprendre par cœur les synthèses !

Par mesure d'économie, le polycopié distribué est photocopié en réduction à 70 % (deux pages sur une feuille A4 en paysage). En cas de handicap, il ne faut pas hésiter à me demander de vous imprimer un exemplaire à 100 % (une page sur une feuille A4 en portrait) ou même à 140 %

(une page sur une feuille A3). Le recto des feuilles imprimées est toujours vierge, afin que vous l'utilisiez comme brouillon ou pour votre prise de note. Chaque page est clairement identifiée, sentez-vous libre d'ôter les agrafes si cela vous est utile. Si vous préférez travailler sur papier ligné et disposer de plus de place, vous pouvez utiliser des feuilles simples ou un cahier. L'usage du cahier de brouillon est aussi vivement encouragé. Je vous décourage de faire vos exercices au dos des photocopies, cela ne va probablement pas suffire. Trieur, classeur, cahier, vous êtes libres du format. Afin de vous encourager à l'écriture, je ramasse le travail fait en cours et en travaux pratiques de façon régulière, en évaluant la prise de note. En dehors des devoirs surveillés, vous avez donc le « droit » de vous tromper, c'est même une excellente manière de faire sien un nouveau domaine, selon l'adage que l'on apprend de ses erreurs.

Vous êtes aussi libre de séparer les parties cours, exercices et travaux pratiques, ou alors de conserver vos écrits par ordre chronologique dans lequel les différentes activités sont mélangées, sans problème. En numérotant vos pages, et en indiquant en haut de chaque page le numéro de la séance, vous êtes sûr de pouvoir retrouver le bon ordre, même en cas d'incident (les feuilles volantes ont la fâcheuse tendance à se mélanger à la première occasion). Typiquement, vous devez prévoir 200 pages ou 2 cahiers de 100 pages, ce à quoi il faut ajouter une ou deux feuilles double par devoir, pour les neuf devoirs surveillés, donc une vingtaine de feuilles double tout au plus.

En cours en classe entière, votre travail de lecture et d'écriture est personnel, et la synthèse est dictée à partir d'une mise en commun. Le cours en classe entière ne permet pas un travail de groupe, donc il s'agit d'un travail individuel de lecture et d'écriture, avec aide individuelle du professeur, et mise en commun finale.

3

.....

En travaux pratiques (TP), vous êtes par deux (par « binôme ») et il est alors nécessaire de communiquer entre vous, en chuchotant afin de ne pas déranger les groupes voisins. Une dizaine de travaux pratiques de chimie nécessitent une blouse en coton, dont le besoin sera indiqué une semaine à l'avance. Les indispensables gants et lunettes de protection vous sont fournis. Il est impossible de vous

accepter en salle de TP de Chimie sans blouse (salles 3, 6 et 7). En cas d'oubli, vous pourriez peut-être trouver une blouse de prêt à la vie scolaire, mais il faut vous organiser afin de récupérer une blouse sans être en retard en cours (il ne s'agit pas d'un motif de retard légitime ni acceptable). D'autre part, vous devez vous assurer que votre blouse reste propre et couvre suffisamment votre grand et beau corps fragile. Je recommande aussi les chaussures fermées en TP de chimie.

4

Pourquoi apprendre ? Par apprendre, je veux parler d'apprendre par cœur, de retenir des résultats que d'autres ont trouvés ou formulés ; si vous voulez progresser, il faut que vous ayez le maximum de choses en tête. Vous n'arriverez jamais à rien si vous pensez qu'il n'est pas nécessaire d'apprendre des choses que l'on peut trouver dans des livres, ou encore plus facilement, sur internet. C'est en apprenant que votre cerveau va pouvoir faire une synthèse et que vous allez progresser, marche par marche, comme lorsque l'on monte un escalier. Si vous ne faites pas l'effort d'apprendre, vous restez au rez-de-chaussée.

Et comment apprendre ? Le cerveau est un outil merveilleux dans sa capacité à retenir un nombre de choses étonnant, sans aucun effort en particulier. Vous vous souvenez peut-être d'ailleurs de ce que vous avez mangé à midi, ou de s'il a fait soleil hier, sans avoir fait le moindre effort pour essayer de le mémoriser. Le problème est que le cerveau retient tout et n'importe quoi, sans faire aucun tri. Mais heureusement, pour vous éviter d'avoir la tête saturée de souvenirs sans aucune importance, tout ce qui n'a pas été revu ou rappelé à la mémoire est automatiquement effacé au bout de quelques heures ou quelques jours. Ainsi, simplement en vous remémorant un souvenir, vous allez le mémoriser à nouveau. Donc la clef de la mémorisation, c'est la répétition. Personne ne s'étonne

qu'un chirurgien ou qu'un pianiste aient besoin de répéter souvent avant d'atteindre le geste parfait ; c'est la même chose pour la mémorisation pure, il faut répéter à intervalles de temps réguliers.

Tout d'abord, si vous souhaitez apprendre, il faut commencer par supprimer les distractions. Dans le silence et en coupant les écrans, vous ne recevrez plus de signaux sonores ou visuels qui peuvent interférer sur votre concentration. Bien entendu, si vous n'avez jamais procédé ainsi, il va falloir commencer par des séances très courtes, par exemple dix minutes par jour. Ensuite, faites aussi taire les pensées intimes : vous ne mémoriserez jamais rien si dans le même temps vous êtes en train de vous dire que vous détestez cette matière et que vous êtes sûr de ne pas y arriver ; faites l'inverse, répétez-vous plusieurs fois que vous adorez, que vous allez y arriver. Ensuite, n'en faites pas trop : sachez qu'en vous impliquant en cours de façon active, et en relisant chaque soir l'ensemble de vos notes de la journée, alors l'ensemble est très certainement déjà mémorisé ! Cela fait deux répétitions, et en vous impliquant ainsi deux fois, vous indiquez à votre cerveau que ce sont des choses importantes à retenir. Il ne reste plus qu'à tout répéter une troisième fois avant le devoir surveillé.

5

Pour terminer, je vous souhaite une excellente année scolaire, avec tous mes vœux de réussite. N'oubliez pas que le but d'un professeur est d'aider les élèves à réussir, donc n'hésitez pas à venir à moi en fin de cours ou à m'appeler lors de toute difficulté lors des activités en cours. Le cas échéant, sachez reconnaître assez tôt si les choses ne se passent pas comme prévu ; en discutant de vos difficultés, on trouvera forcément une solution qui vous permettra de franchir le cap et de repartir du bon pied. Donc en bref, vous avez mes plus vifs encouragements !

Compétences exigibles (pour cette première séance)

- Interpréter la couleur observée d'un objet éclairé à partir de celle de la lumière incidente ;
- Distinguer les phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission ;
- Utiliser les notions de couleur blanche et de couleurs complémentaires ;
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une

- lumière incidente ;
- Distinguer les synthèses soustractive et additive ;
- Connaître la constitution de l'œil et ses modes de vision des couleurs ;
- Connaître les limites en longueur d'onde du domaine visible, et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets ;
- Distinguer couleur spectrale et couleur perçue.

1 Quelle est la nature de la lumière ?

EN UN SEUL PARAGRAPHE... ce qui va être abordé ! 3000 ans d'histoire. La dualité onde-corpuscule. Les ondes électromagnétiques. La définition d'une onde. Le domaine visible. Le fait que NEWTON a le premier interprété correctement la dispersion de la lumière par un prisme, et isolé les différentes lumières colorées du spectre visible.

Qu'est-ce que la lumière ? Réponse du physicien Richard FEYNMAN, prix Nobel américain : à la fois des *gouttes* et des *vagues*. Des gouttes, car la lumière est formée de grains d'énergie, les photons ; des vagues, car c'est un flux de vagues électromagnétiques. À la place de « vague », en physique on utilise le terme d'« ondes ». Une onde est la propagation d'une perturbation, sans transport de matière, mais avec transport d'énergie. La lumière se présente ainsi tantôt comme un flux de corpuscules, les photons, et tantôt comme une onde. C'est la dualité onde-corpuscule, et comme nous le verrons dans l'année, cette double identité de la lumière est indispensable pour expliquer tous les phénomènes physiques.

a. Qu'est-ce que la dualité onde-corpuscule de la lumière ?

Vous devez répondre aux questions sur votre feuille, en vous aidant du texte ou de vos connaissances antérieures. Vos réponses doivent tenir en une phrase !

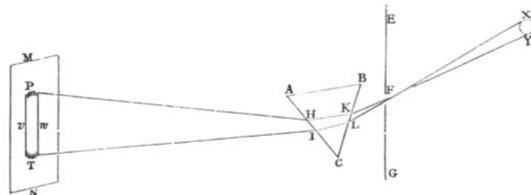
La nature de la lumière est un thème de recherche qui remonte jusqu'aux écrits grecs d'il y a 3000 ans ! Un net progrès a été réalisé par Isaac NEWTON, dès 1666. Il avait alors 24 ans, et devait apporter un esprit nouveau à la science : celui de raisonner sur l'observation et non de spéculer sur des hypothèses. Voici un extrait de la lettre qu'il a envoyé au secrétaire de la prestigieuse Royal Society of LONDON, pour faire état de ses expériences. L'importance de sa découverte pour la compréhension de la couleur est telle que nous nous permettons de citer de larges extraits de cette lettre essentielle.

A Letter of Mr. Isaac Newton, Professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his New Theory about Light and Colors: sent by the Author to the Publisher from Cambridge, Febr. 6. 1672; in order to be communicated to the R. Society.

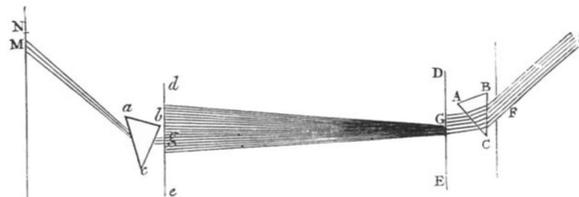
S I R,
TO perform my late promise to you, I shall without further ceremony acquaint you, that in the beginning of the Year 1666 (at which time I applyed my self to the grinding of Optick glassees of other figures than *Spherical*.) I procured me a Triangular glasse-Prisme, to try therewith the celebrated *Phænomena* of *Colours*.

« Monsieur,

Pour tenir la promesse que je vous ai faite, je vous fais part sans plus de cérémonie qu'au début de l'année 1666 (époque à laquelle je m'appliquais à tailler des verres optiques de formes différentes de la sphère), je me procurai un prisme triangulaire en verre pour réaliser les fameux phénomènes des couleurs. Ayant à cet effet obscurci ma chambre et fait un petit trou dans mes volets pour laisser pénétrer une quantité convenable de lumière solaire, je plaçai mon prisme devant l'ouverture de telle sorte qu'elle soit réfractée sur le mur opposé.



Ce fut d'abord un divertissement très plaisant de contempler les couleurs vives et intenses ainsi produites, mais au bout d'un moment je me mis à les examiner plus soigneusement et fus [amené] à l'expérience cruciale (*Experimentum Cruceis*) qui fut ceci :



Je pris deux panneaux et plaçai l'un d'eux près de la fenêtre de l'autre côté du prisme, de telle sorte que la lumière puisse passer à travers un petit trou pratiqué dans ce but et tomber sur l'autre panneau que je plaçai à une distance d'environ 12 pieds, y ayant aussi pratiqué un petit trou pour qu'une partie de la lumière incidente puisse le traverser. Ensuite, je plaçai un second prisme derrière ce second panneau de telle sorte que la lumière ayant traversé les deux panneaux puisse également le traverser et soit à nouveau réfractée avant d'atteindre le mur. »

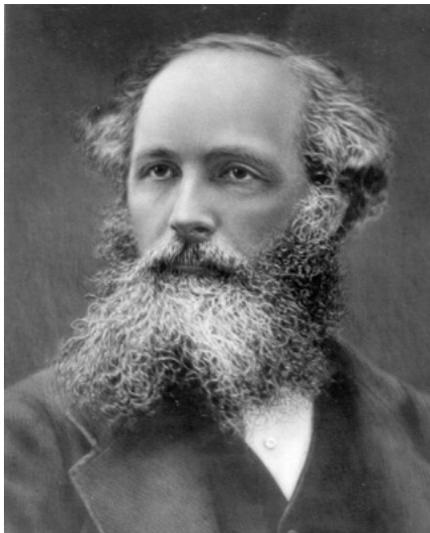


NEWTON tire de ses expériences une conséquence fondamentale : la lumière blanche peut être décomposée (on parle de *dispersion* par le prisme), et elle est formée de toutes les couleurs possibles (première expérience) ; et qu'une fois décomposée, si l'on prend un rayon d'une couleur particulière, il n'est pas décomposé à son tour (seconde expérience). La lumière blanche n'est donc pas *pure*, quoique l'on considère sous cet adjectif vague de « pur ».

b. Qu'a découvert NEWTON ?

c. Est-ce une réponse au problème de la *nature* de la lumière ?

La découverte de la nature de la lumière s'est présentée de manière fortuite à un esprit brillant : James Clark MAXWELL.



En 1865, MAXWELL s'emploie à unifier l'électricité et le magnétisme, dans des équations aussi simples qu'efficaces. À l'aide de ces équations, il est alors capable de montrer de façon purement théorique l'existence des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire des ondes qui sont créées par les mouvements des charges électriques. Cherchant à déterminer la vitesse de ces ondes, il obtint un résultat égal à la vitesse de la lumière, dont la toute récente et toute première détermination est le fait du français Armand Hippolyte Louis FIZEAU, en 1849. La conclusion est évidente : la lumière est une onde électromagnétique particulière, le domaine de ces ondes étant vaste !

d. De quel type sont les ondes visibles ?

Ainsi, **les ondes visibles** ne représentent qu'une infime partie des ondes électromagnétiques. Le domaine visible n'est pas placé dans les ondes électromagnétiques au hasard ; c'est le résultat d'une adaptation de notre œil au maximum d'émission du Soleil, qui est dans le vert, au centre du spectre visible ! Le domaine des ondes électromagnétiques est représenté ci-dessous. On parle de *spectre* à ce propos, car c'est ce que l'on obtient en partie à la sortie d'un prisme, et cela a tellement surpris que les scientifiques ont donné un nom qui laisse penser qu'il s'agit d'un phénomène paranormal (un *spectre* = un fantôme !). En réalité, la magie n'est que dans les yeux des ignorants, et vous pourrez bientôt utiliser votre connaissance de science pour jouer de sacrés tours de magie. Par généralisation, on appelle *spectre* tout graphique dont l'axe horizontal est en fréquence.

Pour caractériser ces ondes, on utilise soit la longueur d'onde, qui n'est rien d'autre que la distance entre les crêtes de l'onde ; soit la fréquence, qui est comme vous le savez déjà le nombre d'oscillations par seconde. La longueur d'onde est notée λ (lettre grecque *lambda*) et est exprimée en mètre (symbole m) ; la fréquence est notée f et est exprimée en hertz (symbole Hz), c'est-à-dire l'inverse d'un temps (s^{-1}).

e. Donnez la définition et l'unité de la longueur d'onde. Même question pour la fréquence.

La **gamme des longueurs d'onde** visibles est de 400 nm à 800 nm (nanomètre, avec $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). C'est minuscule. Et inversement, la gamme des fréquences est entre $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ et $3,75 \times 10^{14} \text{ Hz}$. C'est énorme. On se convaincra de la logique selon laquelle longueur d'onde et fréquence sont inverses l'une de l'autre, en réfléchissant aux vagues sur la plage : à SAINT JEAN-DE-LUZ, pour surfer LA vague, il faut parfois attendre un bon quart d'heure, une autre façon de dire que les vagues de grande longueur d'onde sont peu fréquentes !

Vous devez connaître les limites en longueur d'onde du spectre visible.

f. Quelles sont les limites, en longueur d'onde, du domaine visible ?

On peut retrouver quelques **couleurs** de proche en proche, par pure logique ; reprenez pour l'instant que plus les ondes électromagnétiques ont des longueurs d'onde petites, plus elles sont dangereuses ! Car qui dit petites longueurs d'onde, dit taille proche des atomes et des molécules qui nous constituent, donc danger pour notre ADN, en particulier ! En dessous de 400 nm, on trouve les ultraviolets, les rayons X puis les rayons gamma. Tout cela est dangereux. À contrario, tout va bien pour les grandes longueurs d'onde, avec au-delà de 800 nm les infrarouges, si agréables, car ce sont eux qui nous réchauffent par

rayonnement lorsque l'on se met au coin du feu ou à proximité d'un radiateur ; suivent ensuite les micro-ondes et les ondes radio (les téléphones portables utilisent des micro-ondes d'une puissance de 1 watt au maximum, et peuvent donc en théorie agiter les molécules d'eau comme dans un four à micro-ondes — en pratique, l'effet est faible).

À 400 nm, limite des ultraviolets, on trouve le violet comme couleur extrême du spectre ; et à l'autre bout du spectre visible, à 800 nm, limite des infrarouges, on trouve le rouge. On peut alors trouver d'autres couleurs de proche en proche, par étape :

violet	rouge
violet bleu	orange rouge
violet bleu	jaune orange rouge

Il ne reste plus qu'à placer le vert au centre du spectre :

violet	bleu	vert	jaune	orange	rouge
--------	------	------	-------	--------	-------

et ainsi reconstituer l'ordre des couleurs dispersées par le prisme.

g. Citez les couleurs principales dispersées par le prisme.

h. Citez les principaux domaines des ondes électromagnétiques, dans l'ordre.

Mais au fait, pourquoi percevons-nous des couleurs, alors que notre œil capte des ondes électromagnétiques ?

Références

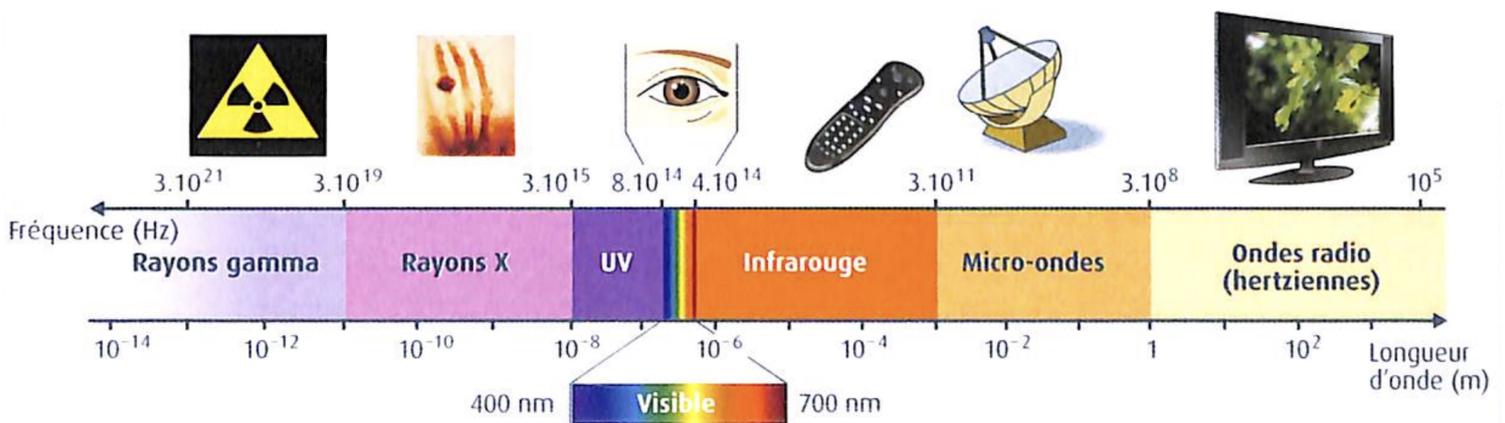
Bernard VALEUR, *La couleur dans tous ses états*, Belin Pour la Science.

Eugène HECHT, *Optique*, 4^e édition, Pearson Éducation.

Roger LAMOULINE, *Voir, nommer et figurer les couleurs*, Atelier Perrousseaux.

Isaac NEWTON lui-même pour les dessins de ses expériences.

A. RENSHAW pour le portrait de NEWTON, 1960.



2 Comment est perçue la lumière dans l'œil ?

CE QUI VA ÊTRE ABORDÉ. La rétine dans l'œil : les cônes et les bâtonnets. La sensibilité des trois types de cônes, sur un spectre. La conséquence sur la vision des couleurs. La différence entre couleur spectrale et couleur perçue.

« **La rétine** d'un œil humain est couverte d'environ 130 millions de photorécepteurs : 125 millions de bâtonnets et 5 millions de cônes, appelés ainsi d'après leur forme.

Les bâtonnets sont responsables de la vision en niveaux de gris (ils ne sont sensibles qu'à l'intensité lumineuse), tandis que les cônes permettent la vision des couleurs. Les cônes exigent une intensité lumineuse relativement importante pour remplir leur rôle (c'est pourquoi à la nuit tombée, on dit que tous les chats sont gris). Lorsqu'une radiation lumineuse atteint les photorécepteurs situés au fond de la rétine, il s'y produit une série de réactions biochimiques menant à la création d'impulsions électriques. Celles-ci sont ensuite transmises au cerveau via le nerf optique, qui les interprète alors seulement en termes de couleur.

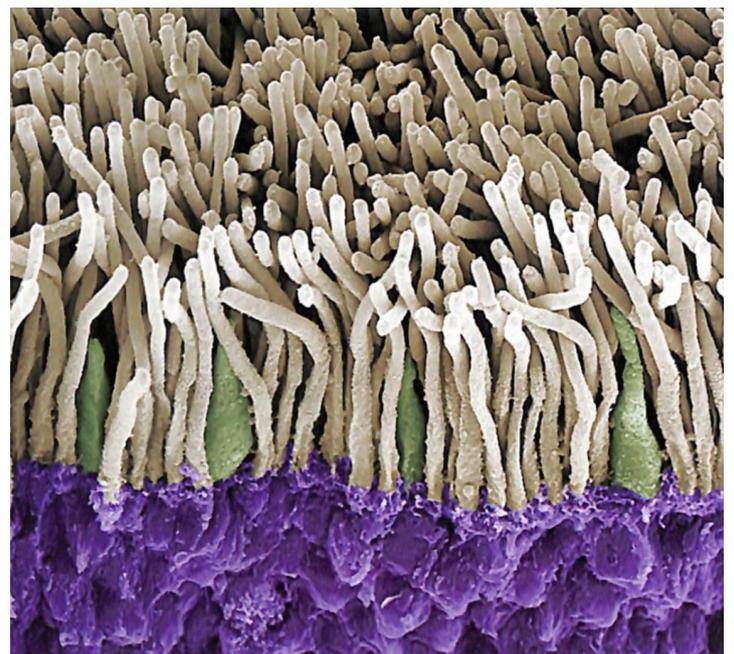
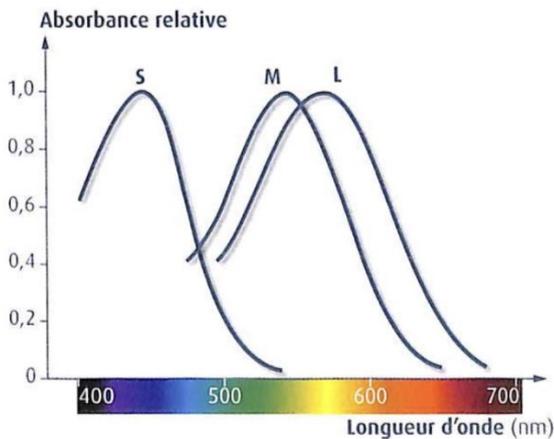


Image en fausses couleurs de la rétine, prise au microscope électronique à balayage. On y reconnaît les deux types de photorécepteurs de l'œil : les cônes (en vert) et les bâtonnets (en beige).

Dans le cas d'une radiation dont la longueur d'onde est de 700 nm, par exemple, le décodage par le cerveau des impulsions reçues procure la sensation de rouge. En fait, à chaque longueur d'onde correspond une sensation colorée différente.

Si, à une longueur d'onde donnée correspond une couleur, l'inverse n'est pas toujours vrai. Prenons par exemple la sensation de jaune que nous avons en recevant une lumière dont la longueur d'onde se situe au voisinage de 580 nm : cette sensation peut aussi résulter de la perception simultanée de deux lumières, l'une à 700 nm et l'autre à 530 nm, alors que ces dernières procurent séparément des sensations de rouge et de vert respectivement. Tout se passe comme si l'œil était une palette qui mélangeait les couleurs.

Le même phénomène est à l'œuvre lorsque nous regardons le Soleil. Il apparaît blanc, alors que quiconque a vu un arc-en-ciel sait que la lumière solaire possède un grand nombre de longueurs d'onde correspondant chacune à une couleur perçue différente. Pourquoi notre système visuel mélange-t-il les couleurs ? La réponse n'est pas à chercher dans le cerveau, mais du côté de la rétine : parce qu'il n'existe que trois types de cônes et non une multitude telle que chacun correspondrait à une longueur d'onde visible.



Les trois types de cônes S, M et L tapissant la rétine sont sensibles à trois gammes de longueurs d'onde. Celles correspondant aux cônes M et L se recouvrent largement. C'est pourquoi le cerveau procède par comparaison des signaux lui parvenant des trois types de cônes.

Techniquement, on dit que la rétine de l'œil a une réponse spectrale trichromatique. Les trois types de cônes responsables de la perception des couleurs sont appelés S, M et L : ils sont respectivement sensibles aux longueurs d'onde courtes (« Short »), moyennes (« Medium ») et grandes (« Long »).

C'est Thomas YOUNG [...] qui le premier prédit l'existence de trois types de photorécepteurs chez l'homme (les cônes). En 1807, il en tire la conclusion qu'il suffit de superposer trois couleurs convenablement choisies pour créer toutes les autres : la théorie trichromatique de la synthèse des couleurs était née.

Les cônes montrent parfois des dysfonctionnements. Leur partie photosensible est constituée de protéines codées chacune par un gène. Il suffit d'une perturbation sur l'un de ces gènes pour que la protéine et le cône correspondants soient déficients. Le daltonisme illustre l'une de ces anomalies. Les porteurs de cette affection ont un ou plusieurs cônes défaillants. La forme de daltonisme la plus fréquente prive l'observateur des cônes M, plus particulièrement sensibles à des longueurs d'onde correspondant au vert. Ces types de daltoniens ne perçoivent le monde qu'à travers des teintes bleues et rouges, raison pour laquelle ils confondent les couleurs que les individus normaux appellent rouge et vert. »

Bernard VALEUR, *La couleur dans tous ses états*, Belin Pour la Science.

i . Quels sont les deux types de cellules sensibles à la lumière sur la rétine ?

j . Quels sont les trois types de cônes ? À quelles couleurs sont-ils approximativement le plus sensibles ?

k . Pourquoi peut-on affirmer que la couleur perçue n'est pas forcément la couleur véritablement émise ?

3 Comment créer des couleurs ?

CE QUI VA ÊTRE ABORDÉ.
Absorption, diffusion ou transmission. Synthèse additive et synthèse soustractive.

3.1 La lumière, de la source à l'œil

Illustrer correctement le trajet de la lumière lorsque l'œil voit la balle.



Énoncez les conditions de visibilité d'un objet.

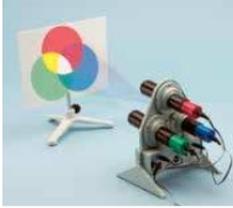
6

.....

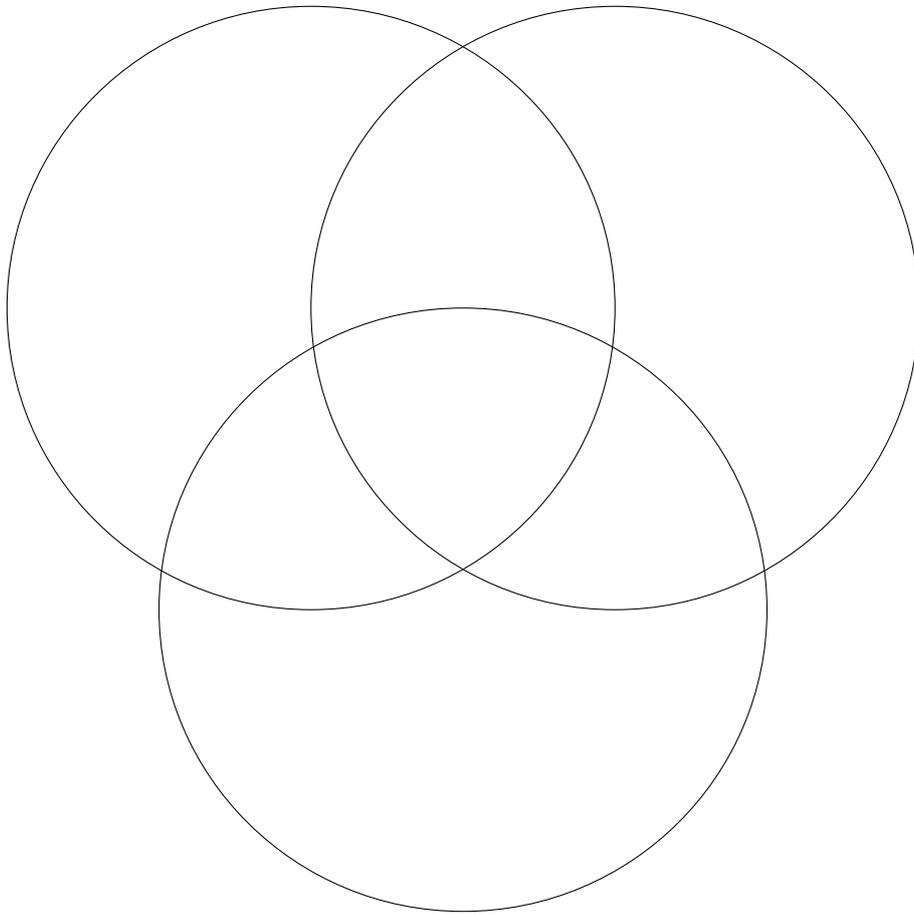
.....

7

3.2 Obtenir de la lumière blanche à partir de lumières colorées : la synthèse additive



- Noter les couleurs observées par synthèse additive dans les cercles ci-dessous.
- à faire plus tard : les colorier, en prenant garde à ne pas déborder ! (distribution de « bons points » lors du prochain cours).



Synthèse additive.

à partir des trois lumières colorées suivantes :

.....

on obtient une variété de lumières colorées, en modifiant l'intensité lumineuse de chacune de ces trois lumières. C'est sur ce principe que les couleurs sont restituées sur un écran plat de télé ou d'ordinateur.

La superposition des trois lumières (à même intensité) donne de la lumière Ces trois lumières sont dites

Ces lumières superposées deux à deux donnent les lu-

mières colorées secondaires :

.....

D'autre part, la lumière jaune (à l'intersection du vert et du rouge) et la lumière bleue sont car ce groupe de deux lumières colorées donne

Indiquez deux autres groupes :

.....

.....

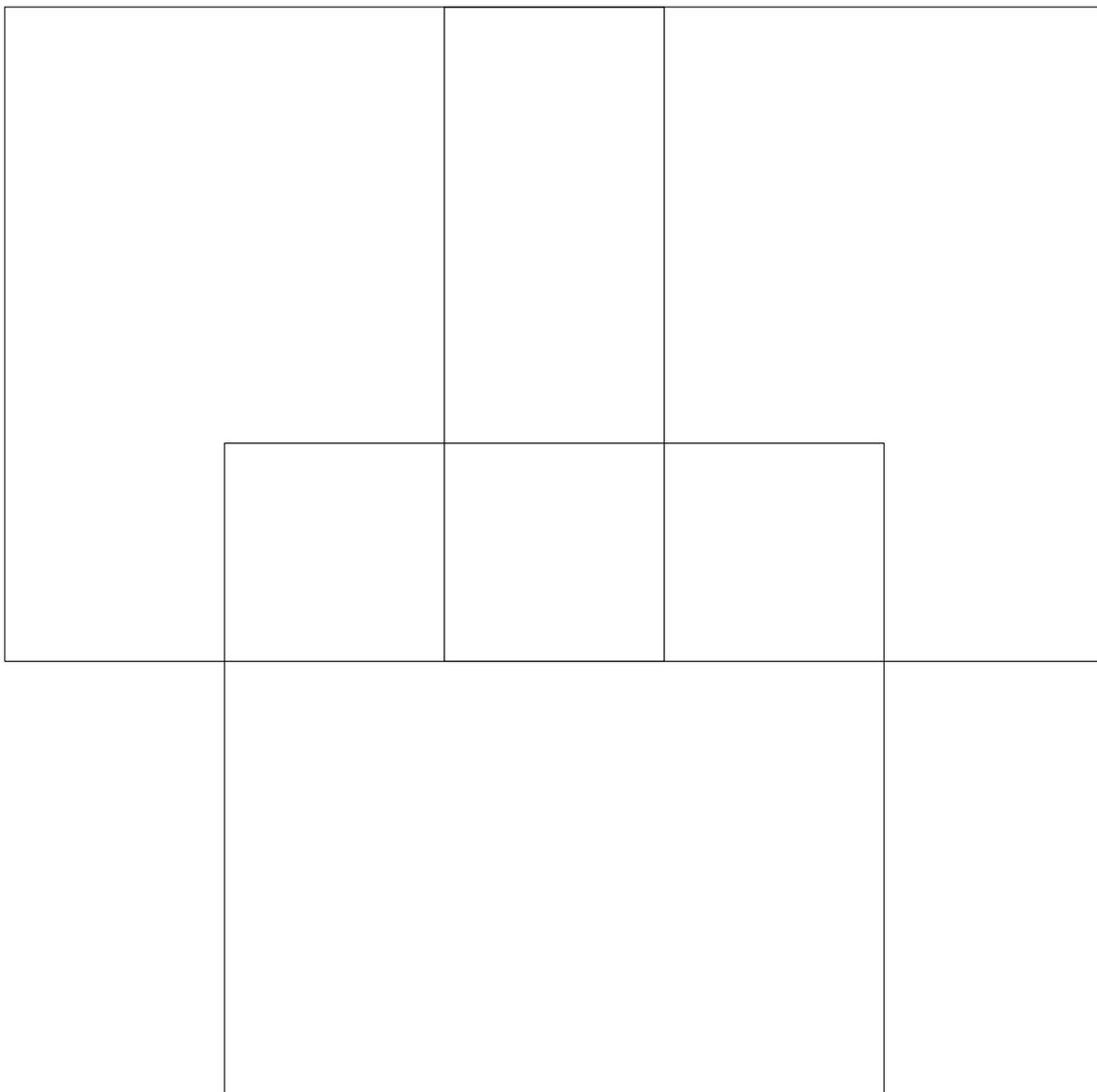
3.3 Obtenir de la lumière colorée à partir de lumière blanche : la synthèse soustractive

La synthèse soustractive est réalisée en superposant des colorés entre la lumière blanche incidente et l'observateur.

Par exemple, le filtre cyan ne laisse passer que les lumières et Il absorbe le

Lorsque l'on superpose les trois filtres on obtient du

Les couleurs de base de la synthèse soustractive sont le le et le



Synthèse soustractive.

3.4 Les matériaux colorés

- Le mélange des peintures suit les règles de la synthèse Chaque peinture se comporte comme un qui soustrait les couleurs de la lumière blanche.
- Par exemple, éclairé en lumière blanche, un citron bien mûr paraît jaune, car il absorbe la lumière et renvoie le reste, c'est-à-dire du jaune (mélange de lumière et de lumière).

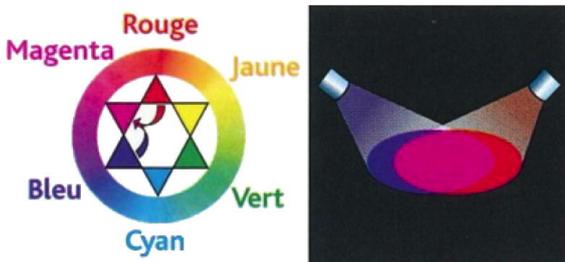
Les couleurs primaires en synthèse soustractive correspondent aux couleurs secondaires en synthèse additive, et inversement.

- Un objet blanc diffuse de la lumière qu'il
- Un objet noir ne diffuse pratiquement de la lumière qu'il

3.5 Utilisation du cercle chromatique

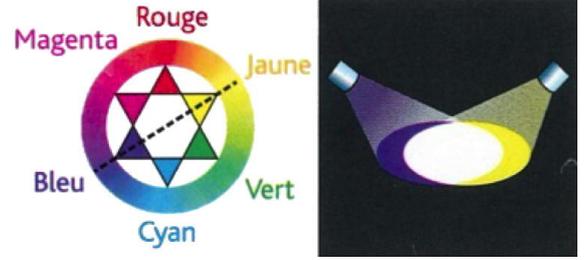
Le cercle chromatique présente une variation continue des couleurs. Deux couleurs symétriques par rapport au centre sont dites complémentaires, par exemple le bleu et le jaune. Un cercle chromatique permet donc de prévoir le résultat d'une synthèse additive ou soustractive.

Voici un exemple d'utilisation du cercle chromatique pour une synthèse additive à partir de deux couleurs primaires (B+R=M) :



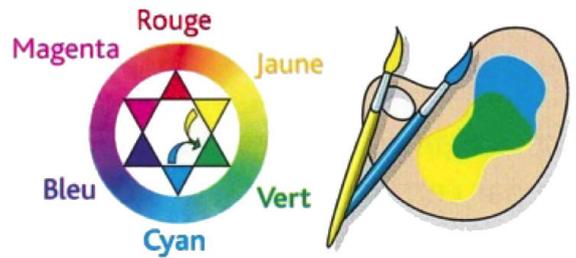
Une couleur secondaire est obtenue par mélange des deux couleurs qui l'entourent (synthèse additive).

Voici un exemple d'utilisation du cercle chromatique pour une synthèse additive de deux lumières de couleurs complémentaires (B et J) :



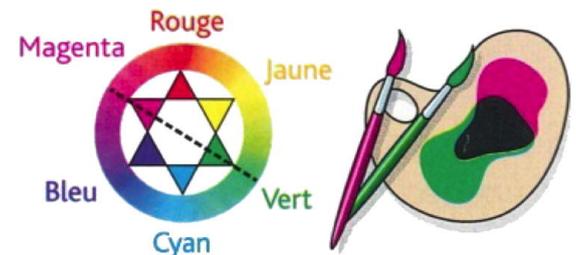
Deux couleurs diamétralement opposées sont Deux lumières colorées de couleurs complémentaires donnent une lumière (synthèse additive).

Voici un exemple d'utilisation du cercle chromatique pour une synthèse soustractive à partir d'un mélange de deux peintures de couleurs primaires (J+C=V) :



Une couleur secondaire est obtenue par filtrage des deux couleurs qui l'entourent (synthèse soustractive).

Voici un exemple d'utilisation du cercle chromatique pour une synthèse soustractive à partir d'un mélange de peintures de couleurs complémentaires (M et V) :

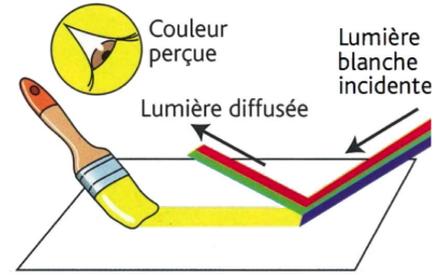
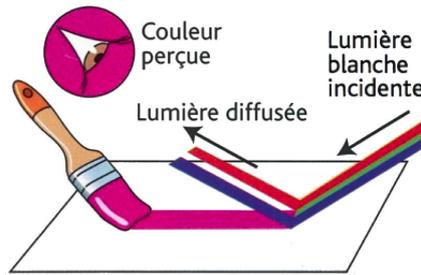
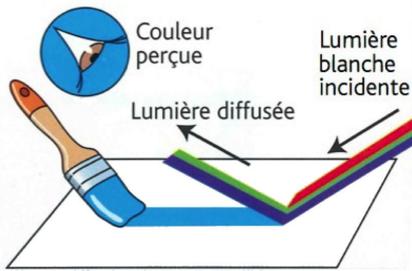


Deux filtres colorés de couleurs donnent du noir (synthèse soustractive).

La peinture cyan absorbe la lumière et diffuse les lumières et :

La peinture magenta absorbe la lumière et diffuse les lumières et :

La peinture jaune absorbe la lumière et diffuse les lumières et :



En conclusion sur la synthèse soustractive on peut compléter le tableau ci-dessous.

Filtres superposés	Couleur observée	Absorptions successives
Cyan et Magenta		
Cyan et Jaune		
Magenta et Jaune		
Magenta, Jaune et Cyan		

Références

Collection DULAURANS et DESORMES, *Sciences 1^{ères}L et ES*, Hachette.
 Collection LIZEAUX et BAUDE, *Sciences 1^{ères}L et ES*, Bordas.