



DOSSIER PEDAGOGIQUE



Du 15/04/08 au 04/01/09



SOMMAIRE

➤ <u>Introduction</u>	page 2
➤ <u>Pourquoi un dossier pédagogique ?</u>	page 3
➤ <u>Informations pratiques</u>	page 4
➤ <u>Liens aux programmes scolaires</u>	pages 5
➤ <u>Le contenu de l'exposition</u>	
Mécanisme de la vision	pages 6 à 10
Couleur & trajet de la lumière	pages 11 à 14
Illusions	pages 15 à 19
Le spectre lumineux	pages 20 à 22
➤ <u>Les activités autour de l'exposition</u>	
Quelques activités à réaliser en classe	pages 23 à 25
Questionnaire	pages 26 à 30
➤ <u>Conclusion</u>	page 31
➤ <u>Annexes</u>	page 32
Liens aux programmes scolaires	pages 32 à 37



INTRODUCTION

Le Centre de Culture Scientifique Technique et Industrielle (CCSTI) de Haute-Savoie vous propose une nouvelle exposition temporaire : « en Vue ! ».

Cette exposition, avec son univers intimiste et interactif, est une création du CCSTI qui permet d'explorer notre monde visuel.

Elle est présentée sous forme modulable (flight case) afin de permettre une itinérance dans d'autres centres et écoles après sa première « vie » au CCSTI. Si cette itinérance (ou d'autres ressources pédagogiques) vous intéressent, vous pouvez contacter Magali Ronget-Hetreau au 04 50 08 17 07.

en Vue !

Une mise en scène dynamique, un parcours interactif et ludique pour découvrir les grands principes de l'optique et les mécanismes de la vision.

De l'ombre à la lumière, de l'infiniment grand à l'infiniment petit, du « voir sans être vu » à « être vu sans voir », sans oublier l'univers des illusions, **manipulez et ouvrez grand les yeux !**

...du coin de l'œil

Expérimentez, examinez et comprenez comment notre œil fonctionne.

Il vous est possible, en un clin d'œil, de recomposer un dessin animé, créer un trou dans votre main... Mais à ce propos, êtes-vous sûr d'avoir une bonne vue ?

... en voir de toutes les couleurs !

Laissez-vous conduire de l'ombre à la lumière, en passant par les couleurs. Jouez avec vos ombres colorées, inventez une histoire de théâtre d'ombres avec vos mains, des marionnettes ou des silhouettes...

... des illusions ?!

Des miroirs déformants, un corps de gorille ou de guépard : et si vous aviez une autre apparence ? Laissez vous prendre au jeu des illusions : bousculez vos sens jusqu'à vous donner le tournis !

... voir l'invisible ?

Pas facile de faire la différence entre des images infiniment petites ou infiniment grandes.

Quels instruments l'Homme a-t-il inventé pour voir ce qu'il ne voit pas ?

Changez de regard et explorez des environnements habituellement invisibles.



POURQUOI UN DOSSIER PEDAGOGIQUE ?

Réalisé par le service pédagogique du CCSTI - 2 professeurs relais (rectorat de Grenoble) et les médiateurs scientifiques du CCSTI - ce dossier est là pour vous accompagner et vous aider dans le travail que vous menez avec votre classe autour du monde visuel.

Il vous donnera quelques pistes pour exploiter l'exposition :

- des liens avec le programme en fonction du niveau
- des notions scientifiques
- des activités ou des expériences scientifiques à faire avec la classe
- quelques références pour aller plus loin.

Vous trouverez des exemples d'activités à réaliser en classe avec vos élèves ainsi qu'un questionnaire à réaliser avant, pendant ou après votre visite de l'exposition.

Liens au(x) programme(s) :

L'exposition, de par son approche et à travers les ateliers qui sont proposés, est accessible à tous les publics scolaires à partir du cycle 1.

Les liens aux programmes détaillés se trouvent en annexe.

Que vous veniez ou non voir notre exposition, nous espérons que ce dossier vous sera utile.



INFORMATIONS PRATIQUES

Votre visite de l'exposition « en Vue ! » se déroule sur un créneau de 2h maximum.

Votre visite de l'exposition peut être couplée avec un **atelier à la Cyber-base** : les élèves sont accompagnés par des animateurs multimédia et font des jeux et quiz sur ordinateur (toujours en lien avec le thème de la vision). Ceci permet de partager les classes en deux et d'avoir un effectif moindre sur le plateau d'exposition.

Pour plus d'informations et pour organiser votre visite, vous pouvez nous contacter directement au CCSTI (Tel : 04 50 08 17 00).

Forfait du parcours-découverte du plateau des expositions, animation 1 classe (maximum 30 élèves), durée 2h maximum : 52 €

Toutes les classes sont les bienvenues sur nos expositions, que vous enseignez une matière scientifique ou non. Si vous avez un projet avec une classe, n'hésitez pas à nous en parler : nous sommes là pour vous aider et vous accompagner dans vos projets.

Questionnaire :

Nous mettons, à la fin de ce dossier pédagogique (p.26), un questionnaire à votre disposition. Ce questionnaire peut vous servir avant, pendant ou après votre visite. En effet, il permet de :

- guider les visiteurs,
- faire ressortir les idées essentielles du thème de l'exposition,
- fixer l'attention du jeune public.

Sources :

Ce dossier pédagogique et la bibliographie de l'exposition sont téléchargeables sur notre site, dans la rubrique « ressources » :

<http://www.ccsti74-crangevrievr.com>

La bibliographie permet de découvrir les fonds documentaires du CCSTI et de la médiathèque en lien avec l'exposition, et une sélection de sites Internet.

Les documents du CCSTI sont en consultation sur place, au CCSTI.

Contact : Magali Ronget-Hetreau – 04 50 08 17 07

Les documents de la Médiathèque peuvent être empruntés par les abonnés.



LES LIENS AUX PROGRAMMES

Vous trouverez en annexe les liens aux programmes scolaires détaillés pour :

- les écoles maternelles et primaires
- les collèges
- les lycées d'enseignement général
- les lycées technologiques
- les lycées professionnels

LE CONTENU DE L'EXPOSITION

1. Mécanisme de la vision

La vision est le sens responsable de la perception de la lumière, soit la partie visible du rayonnement électromagnétique comprise entre 350 et 750nm (voir chapitre 4)

L'œil est l'organe récepteur de la lumière, mais c'est le cerveau qui élabore la sensation visuelle, qui recompose les formes, les couleurs, les textures, les mouvements, les reliefs et donne une estimation des distances.

L'œil et le cortex visuel (zone spécialisée du cerveau) sont étroitement liés et notre perception visuelle est tributaire du bon fonctionnement de ces deux structures.

1.1 Les yeux : des machines à capter la lumière

1.1.1 Le globe oculaire, anatomie

Un globe oculaire est formé de :

- la **cornée**, partie antérieure du globe oculaire, c'est une lentille transparente dont le rôle est de capter et de focaliser la lumière sur le cristallin
- le **cristallin**, est une lentille biologique servant à l'accommodation ("mise au point" sur l'objet à visualiser permettant d'obtenir une image nette).
- L'**uvée** est composée de l'**iris** (permettant la modification de la luminosité entrante), de la choroïde et du **corps ciliaire** ;
- la **pupille** est le trou situé au centre de l'iris

- le globe oculaire est également composé de trois enveloppes. De l'extérieur vers l'intérieur on distingue :
 - o la **sclérotique**, membrane blanche et opaque, très résistante, qui forme le « blanc » de l'œil. Elle permet de contenir la pression interne et de protéger l'œil contre les agressions mécaniques
 - o la **choroïde**, très vascularisée, elle apporte les nutriments nécessaires au fonctionnement de la rétine.
 - o la **rétine** est constituée de cellules nerveuses dont les cellules photoréceptrices appelées **cônes** et **bâtonnets**. La **fovéa** est la partie centrale de la **macula** (voir schéma), elle est constituée exclusivement de cône.

- le globe oculaire comprend deux liquides organiques :
 - o l'humeur aqueuse, située entre la cornée et le cristallin, est constitué à 99,6 % d'eau, mais aussi de vitamine C, de glucose, d'acide lactique, de sodium (Na) et de chlorure (Cl). Son rôle est surtout de nourrir les cellules de la cornée et l'iris.
 - o le corps vitré ou humeur vitrée est une substance transparente, gélatineuse qui remplit la cavité oculaire en arrière du cristallin. Formé de 95 % d'eau, il donne à l'œil sa forme et sa consistance. Il garantit la rigidité du globe oculaire, et maintient la rétine en place contre la paroi de l'œil.

Enfin le **nerf optique** est constitué de l'ensemble des axones (voir schéma 3) des cellules ganglionnaires de la rétine.

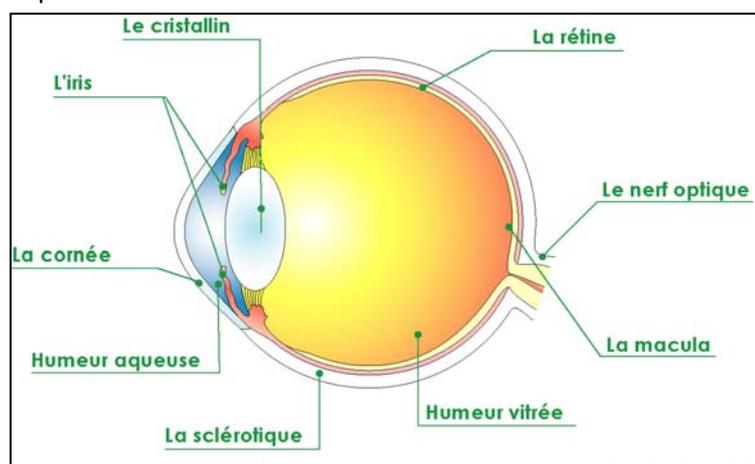


Schéma 1 : Coupe de l'œil

1.1.2 Le fonctionnement de l'œil

De la cornée à la rétine :

La lumière captée par la cornée est concentrée vers le cristallin à travers l'iris. L'iris peut s'ouvrir ou se contracter selon la luminosité afin d'assurer le passage d'une énergie lumineuse suffisante.

La lumière traverse ensuite le cristallin qui dévie les rayons lumineux et rend possible la formation d'images inversées sur la rétine.

Lorsqu'on fixe un objet, son image se forme sur la fovéa (schéma 2). C'est la zone de la rétine où l'acuité visuelle est la meilleure. Elle est uniquement constituée de cônes et représente un millième de la surface de la rétine.

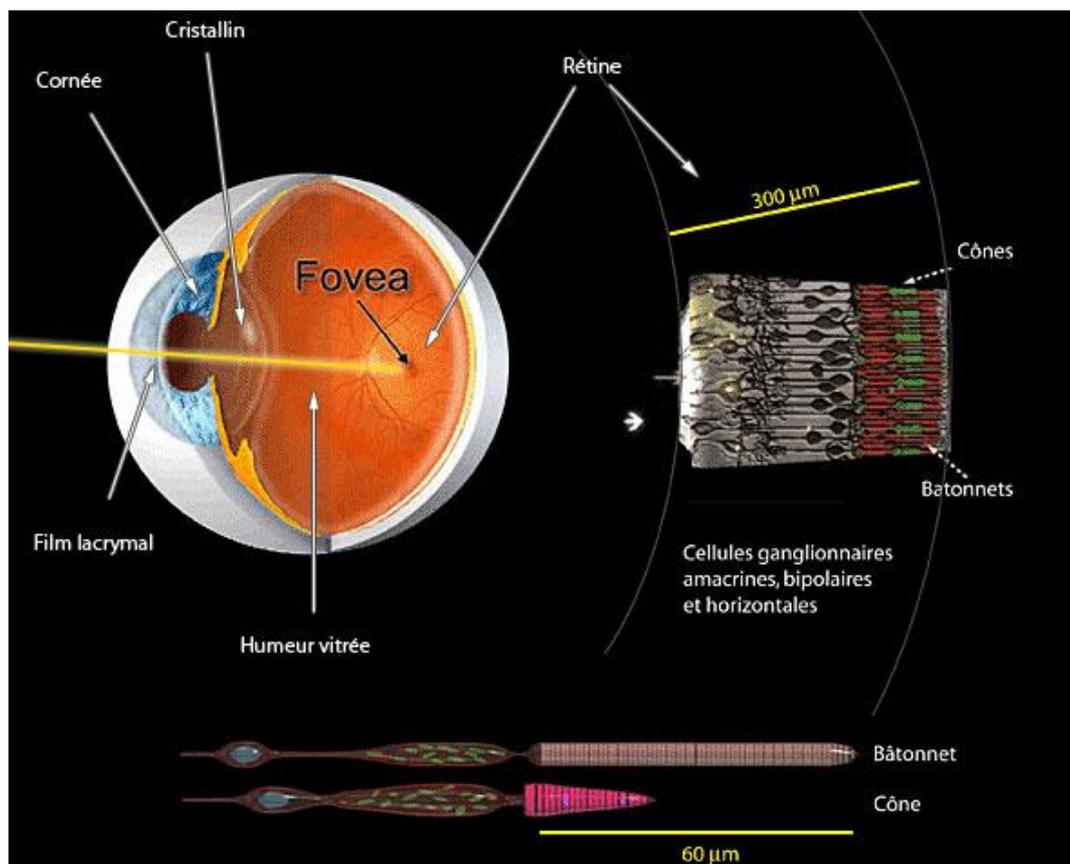


Schéma 2 : fonctionnement de l'œil - ©Lesia

De la rétine au cerveau :

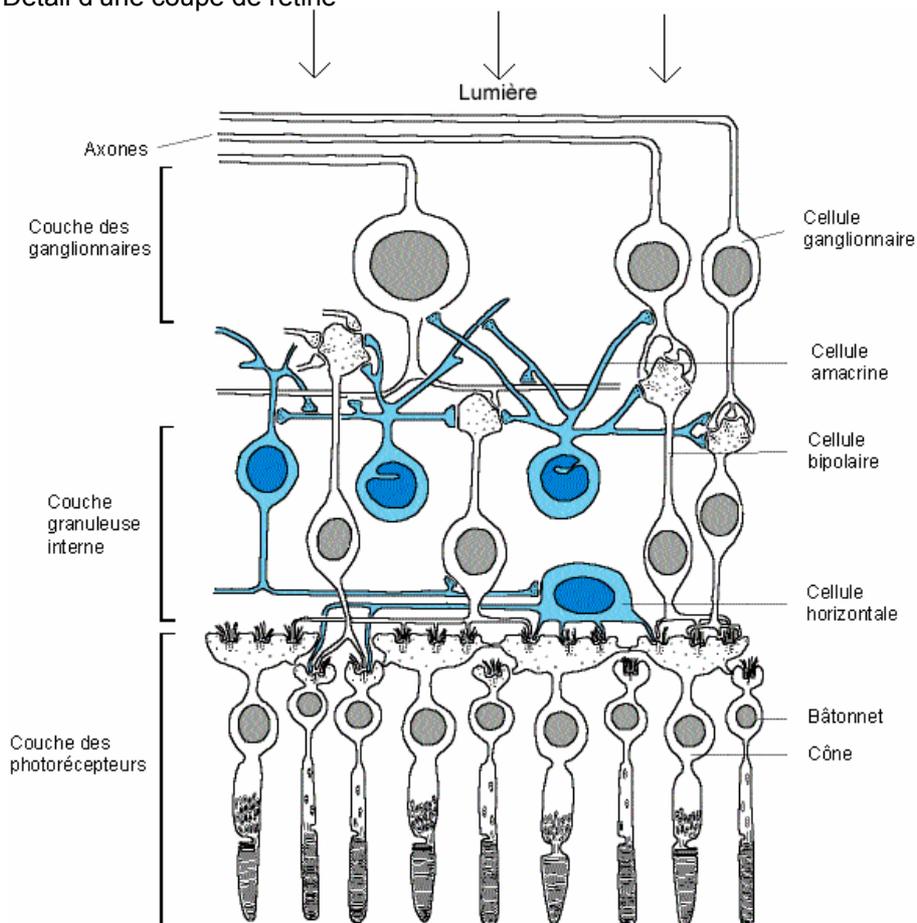
La rétine est constituée de plusieurs couches de cellules :

- les neurones ganglionnaires
- les neurones bipolaires
- les neurones à cônes et à bâtonnets

Les cellules cônes ou bâtonnets sont appelés **photorécepteurs** (récepteur de lumière).

Il existe trois sortes de cônes : des cônes sensibles au bleu, au vert et au rouge. A partir de ces trois couleurs captées par l'œil, le cerveau élabore toutes les couleurs que perçoit un être humain (voir la synthèse additive).

Schéma 3 : Détail d'une coupe de rétine



Source : <http://www.bioinformatics.org/oeil-couleur/dossier/retine.html>

Lorsque la lumière atteint les cellules cônes ou bâtonnets, elles modifient leur activité car elles contiennent des molécules sensibles à la lumière : l'**iodospine** et la **rhodospine**.

Ces modifications conduisent à la transformation du message lumineux initial en signal nerveux (électrique) : c'est la **transduction**.

Le message électrique est transmis via les cellules bipolaires puis ganglionnaires (qui forment le nerf optique) vers le cerveau.

1.1.3 Dysfonctionnements de l'oeil

Pour des raisons morphologiques, la formation de l'image sur la rétine peut être altérée. On distingue classiquement 4 dysfonctionnements :

La myopie :

L'image d'un objet lointain se forme au devant de la rétine, en raison d'un œil trop long ou trop puissant). La vision de loin est floue, elle est corrigée à l'aide de lentilles divergentes ou de verres concaves.

L'hypermétropie :

L'image d'un objet proche se forme en arrière de la rétine, en raison d'un œil trop court ou pas assez puissant. La vision de près est floue, elle est corrigée à l'aide de lentilles convergentes ou de verres convexes.

L'astigmatisme :

La cornée de l'œil astigmatique est de forme ovale au lieu d'être sphérique. La vision est alors brouillée et déformée pour toutes les distances d'observation. L'astigmatisme est toujours associé à la myopie ou l'hypermétropie. Ce défaut est corrigé par un port de verres cylindriques ou de lentilles de contact.

La presbytie :

C'est un défaut de vision dû à une évolution naturelle de l'œil. Avec l'âge, le cristallin durcit et perd de la souplesse. La capacité d'accommodation diminue et la vision de près devient floue. Ce défaut peut s'ajouter avec d'autres cas précités. Différents types de verre peuvent corriger la presbytie.

1.2. Le cerveau : le faiseur d'image

1.2.1 Organisation

Les 2 nerfs optiques se croisent au niveau du **chiasma optique**.

En effet, pour chaque œil, les informations relatives à la partie droite de la rétine rejoignent le lobe droit du cerveau et inversement. Chaque moitié du cerveau reçoit donc les informations issues des deux yeux pour une moitié du champ visuel. Cette particularité permet une comparaison des deux demi images et la vision du relief.

Les deux moitiés du **cortex visuel**, situé à l'arrière des hémisphères cérébraux, sont reliées par des connexions nerveuses qui assurent une cohésion entre les deux demi images.

Vision binoculaire :

Chaque œil capte de manière indépendante une image de notre environnement. Le cortex visuel additionne à chaque instant les deux images. Il nous donne la perception globale de notre environnement et les notions de relief et de distance.

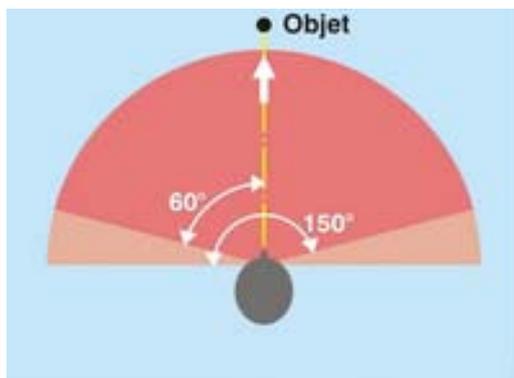
Persistance visuelle :

La rétine transmet des informations lumineuses au cerveau. Chaque image formée est gardée en mémoire un court instant (1/10ème de seconde). Lorsqu'une autre série d'informations arrive au cerveau durant ce laps de temps, il superpose les images ! Ainsi une succession rapide d'images fixes d'une personne, ou d'un objet qui bouge, donne la perception de mouvement.

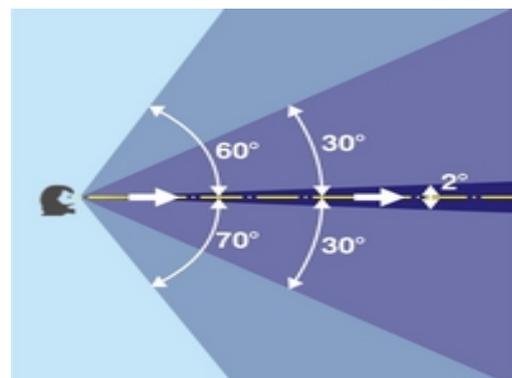
Vision de couleurs : voir le chapitre 2

1.2.2 Le champ visuel

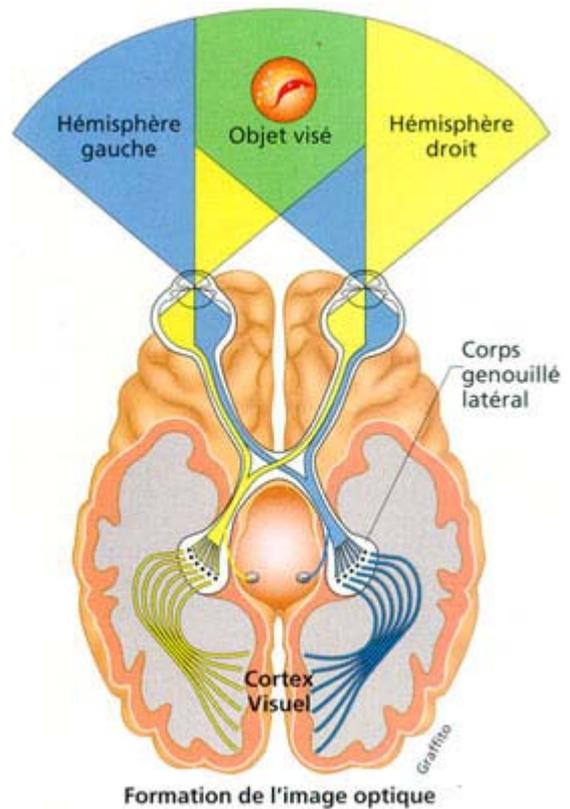
Le champ de vision s'étend normalement de 60° en haut, 70° en bas et environ 90° latéralement. Ensemble, nos deux yeux nous donnent une vision périphérique (sur les bords) de 180°. La vision périphérique, c'est ce que nous pouvons voir autour de l'objet que nous regardons.



Champ horizontal



Champ vertical



© SCÉRÉN - CNDP 1

2.3 Anomalies

Des travaux récents conduisent à distinguer dans cette région le cortex visuel un nombre croissant de zones. Ces zones ont une organisation très élaborée, qui correspond à une grande spécialisation. L'une perçoit le mouvement, une autre la couleur et les formes colorées, une autre encore les formes en mouvement.

L'aire psychovisuelle, notamment, nous permet de reconnaître et de nommer les objets que nous regardons. Son altération provoque une agnosie visuelle : le malade distingue les objets, mais est incapable de les nommer.

Toutes les informations transmises de la rétine au cerveau sont ainsi traitées afin de construire ce que nous voyons.

Une lésion partielle du cortex visuel suite à un choc peut entraîner la cécité alors que les yeux sont en bonne santé.

2. Couleur et trajet de la lumière

2.1. Couleur

2.1.1 La décomposition de la lumière

Ce que nous appelons la "lumière", dans la vie de tous les jours, est une toute petite partie du rayonnement venant du Soleil. C'est la partie que l'oeil humain détecte.

Le Soleil n'émet pas que de la lumière visible. Il émet aussi des ondes radio, infrarouges, ultra-violet... (voir partie n°4)

Ces ondes constituent le spectre électromagnétique et sont caractérisées par leur longueur d'onde (λ).

Dans cette partie nous ne parlerons que de la lumière visible dite « blanche ».

Lorsque la lumière traverse un milieu transparent (eau, air, verre, plastique), chaque longueur d'onde est déviée différemment. A la sortie de ce milieu transparent, les couleurs apparaissent séparément : violet, bleu, vert, jaune, orange et rouge.

On parle de « décomposition de la lumière » en couleurs.



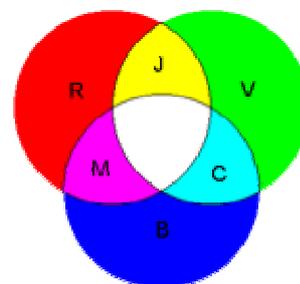
2.1.2 La synthèse additive

La lumière blanche est constituée de trois lumières colorées dites primaires : le rouge, le vert, le bleu.

En les superposant, nous obtenons les couleurs « secondaires » : le cyan, le magenta, le jaune.

On parle de synthèse additive des couleurs.

Ce procédé est principalement utilisé dans les domaines du traitement électronique de l'image tels que télévision, écran d'ordinateur, vidéo et vidéo-projection.

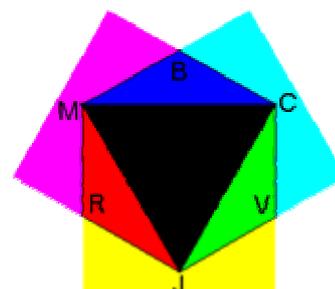


2.1.3 La synthèse soustractive

Cette méthode est utilisée dans l'imprimerie couleur, la photographie et les diapositives. Ce procédé repose sur un système de retrait de lumière par utilisation de filtres et de pigments.

Chaque filtre de couleur X est une substance qui transmet la lumière colorée correspondant à cette couleur X, et absorbe partiellement ou totalement les autres lumières colorées.

La lumière résultant de la superposition de 2 filtres contient moins de couleurs : on parle alors de synthèse soustractive des couleurs.



2.1.4 La couleur des objets

La couleur des objets correspond à une synthèse soustractive.

La couleur d'un objet est la couleur de la lumière qu'il renvoie vers notre œil et que notre cerveau interprète.

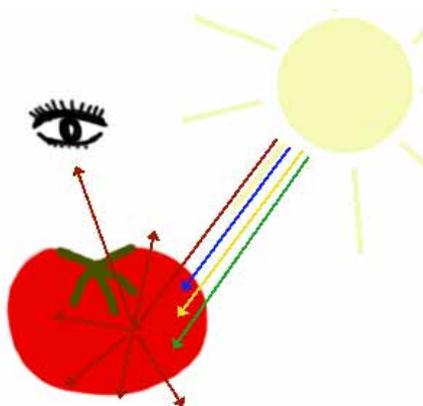
Un objet ne peut diffuser que les lumières colorées qu'il reçoit. Il absorbe certaines couleurs grâce à ses pigments.

Un objet blanc reçoit de la lumière blanche et renvoie toutes les lumières colorées.

Un objet noir éclairé, reçoit de la lumière blanche mais absorbe toutes les lumières colorées.

Sous une lumière blanche, un objet est rouge car il diffuse la lumière rouge et absorbe les autres couleurs. Sous une lumière verte, le même objet ne reçoit plus de rouge, il n'a donc plus de lumière à diffuser, il apparaîtra noir !

Un objet n'a donc pas de couleur. Sa couleur dépend à la fois de sa matière (qui arrête certains rayons lumineux) et de la lumière qui l'éclaire.



La perception des couleurs par l'œil humain

Lorsque la lumière arrive sur la rétine, les cellules cônes (voir partie n°1) traduisent le signal lumineux en signaux nerveux. Ces signaux nerveux sont transmis au cerveau via le nerf optique.

Une zone du cerveau appelée cortex visuel, réalise alors la synthèse additive.

L'homme perçoit les 3 couleurs primaires grâce aux cellules cônes, et son cerveau élabore les 3 couleurs secondaires, le blanc et le noir. Mais cela fait 8 teintes seulement !

En fait le cerveau réalise la synthèse additive en tenant compte de l'intensité lumineuse de chacune des 3 couleurs primaires. Il peut ainsi restituer environ 15 000 nuances à partir des 3 couleurs primaires et les 3 couleurs secondaires.

2.2. Trajet de la lumière

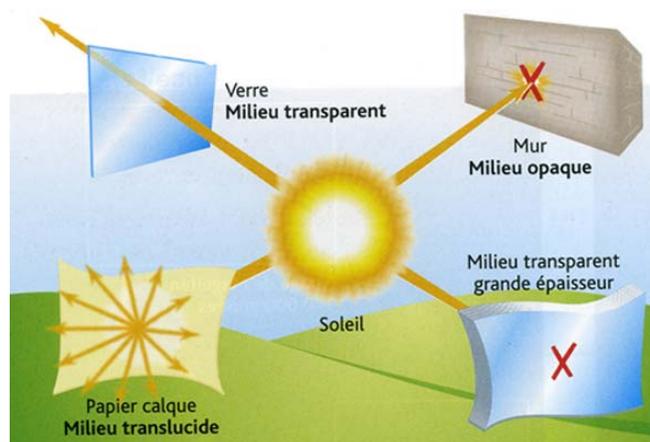
2.2.1 La propagation de la lumière

L'air et les gaz, l'eau et la plupart des liquides, le verre et quelques solides, laissent traverser la lumière. Ces corps sont **transparents**.

La plupart des solides arrêtent la lumière : ils sont **opaques**. Les milieux transparents solides ou liquides deviennent opaques à très grande épaisseur.

Certains corps, comme le papier calque ou le verre dépoli laissent passer la lumière mais ne permettent pas de distinguer les détails des objets émettant la lumière : ils sont **translucides**.

La lumière se propage **en ligne droite, dans un milieu homogène**. Un milieu homogène signifie que le milieu traversé possède les mêmes propriétés en tout point. Si ce n'est pas le cas, la propagation n'est plus rectiligne. Ce phénomène est à l'origine par exemple des mirages observés sur de l'asphalte brûlant (flaques d'eau) (voir partie n°3).



2.2.2 La vitesse de la lumière

Si l'on peut voir un poisson rouge dans son aquarium, c'est parce que la lumière qu'il diffuse a pu se propager dans l'eau et traverser le verre de l'aquarium.



De même, si nous pouvons voir les étoiles, c'est que la lumière peut se propager dans l'espace et donc dans le vide (contrairement au son).

Par exemple, l'étoile la plus proche de la Terre est le Soleil. Il est à 150 millions de kilomètres de la Terre et sa lumière met 8 minutes et 20 secondes pour arriver jusqu'à nous.

Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche de notre Soleil, est à 40 000 milliards de kilomètres ($4 \cdot 10^{13}$ km) et sa lumière met 4 années pour nous parvenir. Nous voyons donc cette étoile dans le ciel telle qu'elle était il y a 4 ans.

La lumière parcourt donc dans le vide des distances gigantesques.

Nous venons de voir que la propagation de la lumière n'est pas instantanée. Sa vitesse v est la distance d qu'elle parcourt divisée par le temps t mis à la parcourir :

$$v = d/t$$

Si d est en mètre (m) et t en seconde (s), la vitesse s'exprime en mètre par seconde (m/s).

La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air est une constante universelle notée c (on dit aussi « **célérité de la lumière** ») :

$$c = 300\,000\,000 \text{ m/s}$$

Les distances dans l'univers sont si grandes qu'il est difficile d'écrire leur valeur. Pour simplifier, les astronomes utilisent dans leurs calculs l'année lumière comme unité de ces distances astronomiques. L'année lumière (a_l) est la distance parcourue par la lumière en une année.

La vitesse de la lumière dans un milieu matériel (solide ou liquide) est toujours inférieure à sa valeur dans le vide et dans l'air.

Par exemple, la vitesse de la lumière est égale à 225 000 000 m/s dans l'eau et à 200 000 000 m/s dans le verre.

Dans le diamant, la lumière va encore moins vite (123 000 000 m/s)

2.2.3 La propagation dans des milieux différents.

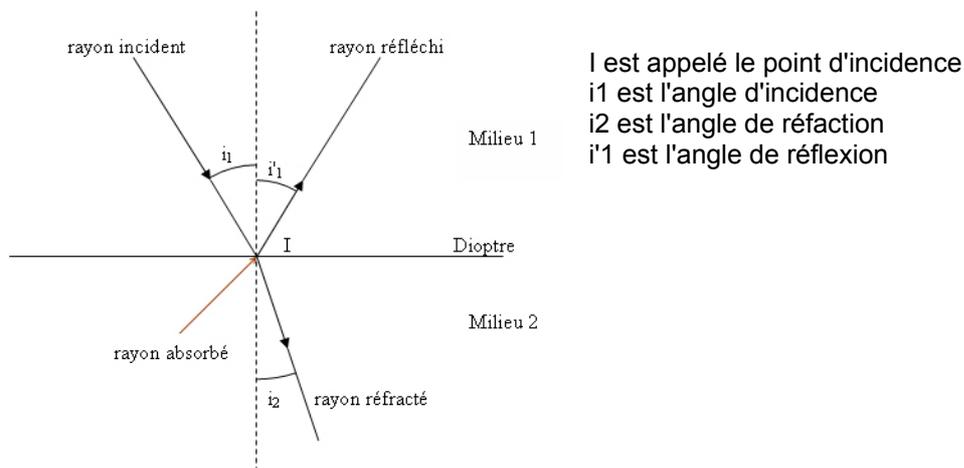
Dans un milieu homogène, la vitesse de propagation de la lumière est la même en tout point. Cela dit, chaque milieu possède des propriétés optiques différentes que l'on arrive à interpréter mathématiquement grâce à un nombre noté n (sans unité) appelé **indice de réfraction du milieu**. Ce nombre nous permet entre autre de déterminer la vitesse de propagation de la lumière dans un milieu homogène donné, notée ici v_{milieu} :

$$v_{\text{milieu}} = c / n_{\text{milieu}}$$

Lorsque la lumière venant d'un certain milieu traverse un autre milieu, elle peut être :

- soit **absorbée** : le nouveau milieu absorbe une partie de cette lumière provoquant une diminution de l'intensité lumineuse au sein de son environnement. On parle alors d'absorption.
- soit **diffusée**, c'est à dire qu'elle peut être :
 - o **réfléchi** : le nouveau milieu renvoie les rayons lumineux en sens inverse au niveau de la surface de séparation des 2 milieux. Les rayons ne traversent pas le nouveau milieu : on parle alors de réflexion de la lumière.
 - o **réfractée** (ou transmise) : le rayon lumineux traverse la surface de séparation en changeant de direction. On parle alors de réfraction ou transmission de la lumière.

La surface de séparation entre deux milieux de nature différente est appelée **dioptre**.



Exemple : dans une flaqué d'eau :

- le rayon réfléchi nous permet de nous voir (en reflet) ou de voir le ciel
- le rayon réfracté nous permet de voir le fond de la flaqué c'est-à-dire le sol
- une partie du rayon est également absorbée par l'eau.

3. illusions

La perception visuelle de notre environnement, c'est-à-dire l'image de ce qui nous entoure élaborée par notre cerveau, ne correspond pas à une simple copie de l'image qui se forme initialement sur la rétine. En effet, la projection originale est ensuite traitée par des cellules de la rétine même, puis analysée par le cerveau afin de nous la rendre la plus compréhensible possible.

Mais ce traitement complexe de l'image n'est pas infaillible et conduit parfois à des anomalies : **les illusions d'optique.**

3.1. Illusions d'environnement

3.1.1. Illusions géométriques

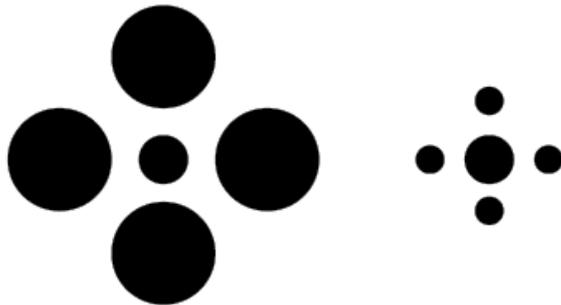
Ces illusions sont constituées à partir de figures géométriques et donnent lieu à des erreurs d'estimation, de dimension, de courbure...

Des scientifiques tels Delbœuf, Hering ou encore Müller-Lyer ont mis au point, au cours de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle, bon nombre de ces illusions.

Une illusion d'optique géométrique (ou optico-géométrique) comporte le plus souvent 2 éléments :

- un élément inducteur qui est à l'origine de la « déformation »
- un élément test qui subit cette déformation

Comme toute autre illusion d'optique, les illusions géométriques naissent dans le système visuel et résultent d'une interprétation erronée par le cerveau.



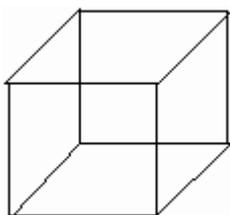
Illusion d'Ebbinghaus : ici, le cercle central est l'élément test et les 4 cercles périphériques les inducteurs.

Les cercles centraux semblent de tailles différentes, et pourtant ils sont identiques.

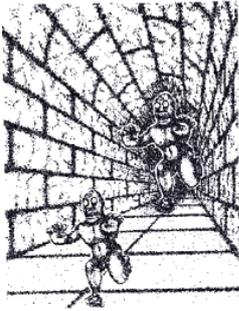
3.1.2. Illusions de perspective

Les différentes perspectives, réelles ou supposées, sont responsables de nombreuses illusions d'optique. Si les références nécessaires, telles que les ombres, les couleurs ou les points de comparaison, font défaut ou sont incertaines, on hésite quant à la profondeur des objets et de leur relief. Il existe ainsi une quantité de dessins ambigus que le spectateur perçoit parfois plats, parfois en relief.

L'expérience culturelle intervient aussi dans ce type d'illusions : dans les sociétés occidentales, les lignes obliques partant vers un même point de fuite sont souvent perçues comme des indicateurs de profondeur. Donc, lorsque l'on place deux formes de même grandeur sur un dessin en perspective, celle paraissant la plus éloignée sera vue plus grande que l'autre, et inversement.



Le cube de Necker peut être vu de deux façons différentes : cela dépend de quelle face est présumée être en avant ou en arrière.



D'après notre expérience personnelle de la perspective, les motifs paraissant les plus éloignés sont sensés être plus petits que les motifs du 1^{er} plan (les plus proches du spectateur). Dans cet exemple, le monstre du 2nd plan n'étant pas plus petit que celui du 1^{er} plan, notre cerveau corrige cette « anomalie » en nous laissant croire que le poursuivant est beaucoup plus grand que le poursuivi. Or les deux monstres sont de taille identique.

3.1.3. Illusions de couleur / contraste

Les illusions de contraste et de couleur sont liées au fait que le cerveau interprète les différentes teintes colorées en fonction de leur milieu environnant.

Un motif de couleur uniforme nous paraît ainsi plus clair lorsqu'il est disposé sur un fond sombre, et plus foncé lorsqu'il repose sur un fond clair (figure 1).

De la même manière, notre perception de la couleur d'un motif peut être trompée par la teinte du fond sur lequel repose ce motif (ovales rouges, figure 2)

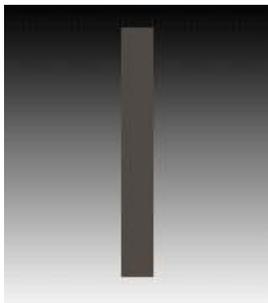


Figure 1

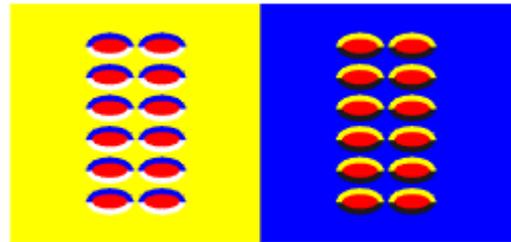


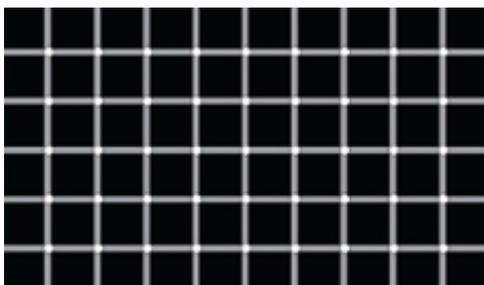
Figure 2 (Copyright Akiyoshi Kitaoka 2005)

3.2. Illusions de perception

3.2.1. Illusions de scintillement

Dans ce type d'illusions, l'environnement des zones où apparaît l'impression de scintillement joue un rôle important. Le cerveau adapte l'information concernant la luminosité d'une zone en fonction des zones voisines. Dans l'exemple ci-dessous (la grille d'Hermann) les carrés noirs et les bandes grises rapprochées nous obligent à un temps d'adaptation pour discerner les ronds blancs situés aux intersections : nous avons alors l'impression de voir des points noirs clignoter.

Cette erreur est liée à la saturation d'un bâtonnet qui transmet une information erronée à l'aire visuelle de notre cerveau.



La grille d'Hermann a été découverte il y a plus de 100 ans. Cette illusion perceptive est désormais un classique.

2.2. Illusions de luminosité

Notre perception n'est pas une représentation pixel par pixel des différents niveaux d'intensité lumineuse sur la rétine. Plusieurs facteurs, dont le contexte de l'image ou de la scène que nous observons, peuvent influencer de manière subjective notre perception de la lumière. Ainsi, deux surfaces réfléchissant vers l'œil la même quantité de lumière peuvent pourtant sembler avoir des luminosités différentes.

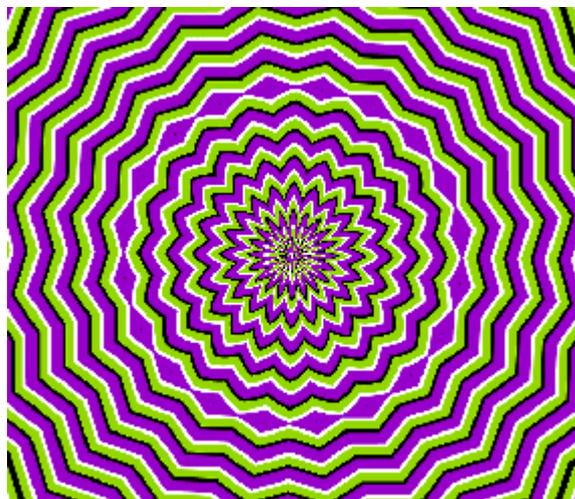


Ici, le cœur de cette « fleur » est de la même couleur et réfléchit la même quantité de lumière que le blanc du reste de la page. Pourtant, nous croyons voir une forte source lumineuse au centre du motif. L'explication est simple : les pétales ne sont pas unis mais dégradés, et le fait de les placer en cercle donne une impression de halo. Notre cerveau « recrée » alors la puissante source lumineuse à l'origine du halo, nous donnant ainsi l'illusion d'une luminance plus forte au centre du motif qu'à sa périphérie.

Copyright Akiyoshi.Kitaoka 2005

3.3. Illusions de mouvements

L'œil humain se fatigue rapidement lorsqu'il fixe un objet. Pour éviter cela, l'œil émet des mouvements imperceptibles de manière continue. Suivant le motif regardé, cela peut induire la perception de mouvements imaginaires. Les effets de mouvement (ondulation, rotation, etc.) surviennent lorsque les images rémanentes entrent en conflit avec celles qui sont déplacées du fait des mouvements des yeux.



Le motif central semble s'éloigner tandis que le reste de la figure apparaît en expansion.

Copyright Ophtasurf 2007 ©

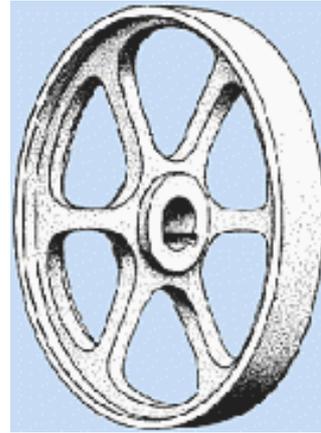
3.4. Figures ambiguës et figures impossibles

Les figures ambiguës et les figures impossibles ne sont pas des erreurs d'interprétation de la part de notre système visuel. C'est la conception-même du motif qui induit notre œil en erreur en lui proposant soit plusieurs interprétations possibles dans le cas des figures ambiguës, soit des interprétations incompatibles entre elles dans le cas des figures impossibles.



Que voyez-vous ? Pierrot et sa bien-aimée ou un crâne plutôt inquiétant ?

Copyright Ophtasurf 2007 ©



Cette roue pourrait-elle réellement exister ?

Copyright Ophtasurf 2007 ©

3.5. Trompe-l'œil

A l'instar des figures ambiguës et des figures impossibles, le trompe-l'œil n'est pas une erreur d'interprétation due à notre système visuel.

En peinture, il s'agit d'une technique visant à créer, par des artifices de perspective, l'illusion d'objets réels en relief.

Le trompe-l'œil existe aussi en architecture : son emploi tend alors à corriger certaines déformations liées aux angles de vues, ou à faire paraître un espace plus vaste qu'il ne l'est réellement.

3.5.1. Trompe-l'œil pictural



© Michel Accary 2004

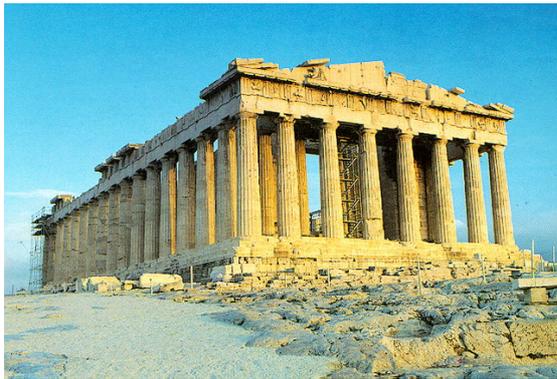
Plafond de la Sainte-Chapelle du château des Ducs de Savoie à Chambéry : des éléments d'architecture sont peints entre les vraies structures architecturales.



© Dominique Antony

Tableau de Dominique Antony : ici tout est faux ! La peinture, le cadre et l'ombre portée sont directement peints sur le mur.

3.5.2. Trompe-l'œil architectural



Les architectes du Parthénon, construit au 5^{ème} siècle avant J.-C., ont joué sur la perspective pour tromper les visiteurs : ses colonnes légèrement incurvées et sa structure convexe sont conçues afin de rectifier les déformations dues à une vision non frontale de l'édifice. De plus, les colonnes sont légèrement bombées pour rendre la construction plus élancée et ont été légèrement inclinées vers l'intérieur de l'édifice pour paraître droites. D'autres étaient inégalement espacées afin de paraître équidistantes...



Cette longue galerie de colonnes du Palazzo Spada, construit à Rome au 16^{ème} siècle par Francesco Borromini, est en fait un trompe-l'œil architectural

L'architecte, en jouant avec la perspective, en réduisant les dimensions des colonnes et la largeur de l'espace selon un calcul géométrique précis, a réussi à donner l'impression d'une longue galerie. La majestueuse statue, qui fut placée au fond au 18^{ème} siècle, contribue à accentuer l'impression de profondeur de l'espace. En réalité la galerie a seulement neuf mètres de profondeur et la statue cinquante centimètres de hauteur.

4. le spectre lumineux

Ce que nous appelons la "lumière", dans la vie de tous les jours, est une toute petite partie du rayonnement venant du Soleil. C'est la partie que l'oeil humain détecte.

Le Soleil n'émet pas que de la lumière visible. Il émet aussi des ondes radio, infrarouges, ultra-violet, rayons X...

Ces ondes constituent le spectre électromagnétique et sont caractérisées par leur longueur d'onde et leur fréquence.

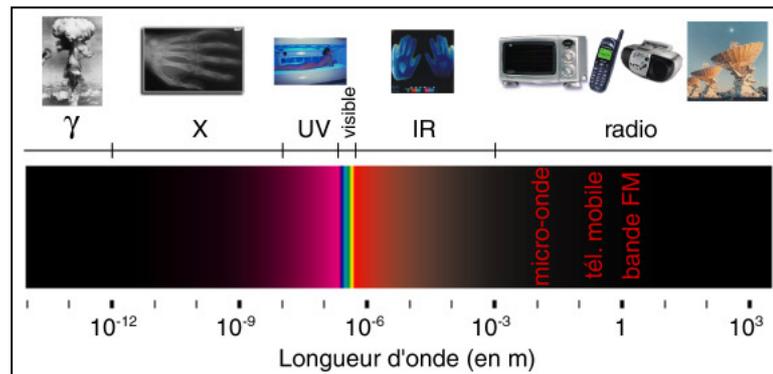
On caractérise généralement la longueur d'onde d'un phénomène oscillatoire par la relation :

$$\lambda = c / \nu$$

où :
- λ désigne la longueur d'onde (m)
- c désigne la vitesse de la lumière dans le milieu (m/s)
- ν désigne la fréquence de l'onde (Hz)

Les ondes électromagnétiques transportent de l'énergie. Elles se déplacent, dans le vide, à la vitesse de la lumière. Lorsqu'elles rencontrent un obstacle, une partie de l'énergie est réfléchiée tandis qu'une autre est absorbée et transformée. Par exemple, la lumière du Soleil est en partie réfléchiée par les vêtements, ce qui nous permet d'en voir les couleurs, et en partie absorbée, ce qui nous réchauffe. L'énergie augmente avec la fréquence, jusqu'à devenir dangereuse. Ainsi, les ondes radio peuvent traverser le corps humain sans conséquence pour la santé. Tandis que les rayons X, à haute dose, peuvent brûler les cellules. On parle alors de rayons ionisants.

Voici une échelle du spectre électromagnétique :



© geoman.net

1. Le rayonnement optique du Soleil

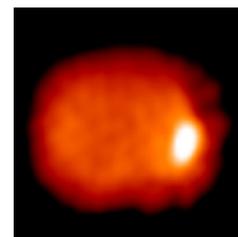
Le Soleil est la principale source de rayonnement électromagnétique de la Terre. C'est le rayonnement provenant du Soleil qui maintient la vie sur la planète. Sans rayonnement solaire, la Terre aurait une température d'environ -270 °Celsius.

Un rayonnement électromagnétique provenant du Soleil met environ huit minutes pour atteindre la Terre. La plus grande partie des rayonnements solaires sont dans la partie visible du spectre électromagnétique. Cependant, le Soleil émet de l'énergie électromagnétique dans une très large gamme de fréquence.

Nous vous présentons dans ce qui suit, le spectre électromagnétique de l'onde de plus basse fréquence à celle la plus haute.

1.1 Les ondes radio

Les ondes radio constituent l'une des extrémités du spectre électromagnétique (fréquence la plus basse). Cette frange du spectre, aussi appelée spectre hertzien, est utilisée par de nombreuses formes de télécommunications : la téléphonie mobile, les stations de radio, la télévision, les systèmes de communication de la police, des ambulances et des aéroports... La multiplication de ces utilisations a poussé les autorités nationales à les gérer comme une ressource précieuse.



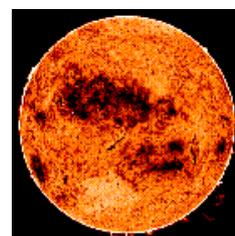
© NASA

1.2 Les micro-ondes

Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques de longueur d'onde intermédiaire entre l'infrarouge et les ondes radio. Les micro-ondes sont employées pour les transmissions satellites, Internet, les réseaux sans-fil, les radars automatiques et à une fréquence très particulière pour chauffer les aliments.

1.3 L'infrarouge

Leur fréquence est située juste sous la fréquence de couleur rouge visible. Ils sont surtout émis par les objets chauds (comme notre corps, par exemple). Quelques utilisations : l'équipement de vision de nuit, les commandes à distance (télécommandes, clefs de voitures)



© NASA

1.4 La lumière visible

La lumière visible (ou spectre visible) est la partie du spectre électromagnétique qui est visible pour l'œil humain. Les extrêmes sont les couleurs violet et rouge. On peut manipuler cette lumière grâce à des instruments d'optique : lentilles, prismes... C'est d'ailleurs parce que cette lumière est facile à manipuler, que nous pouvons la voir. L'œil est juste un instrument d'optique perfectionné. Il ne saisit donc qu'une gamme réduite du spectre électromagnétique.

La lumière visible commence à transporter de l'énergie, car sa fréquence est assez grande. D'ailleurs, les plantes utilisent cette lumière pour en tirer leur énergie.



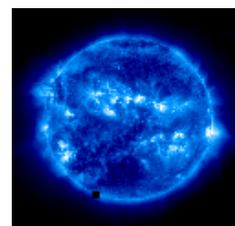
© NASA

Les longueurs d'ondes du spectre visible s'étendent de 350 nm à 750 nm

1.5 L'ultraviolet

Près de 5% de l'énergie du Soleil est émise sous forme de rayonnement UV. On ne les voit pas, mais on peut sentir leurs effets : coups de soleil, vieillissement de la peau, cancer.... Ils sont classés en 3 catégories suivant leur longueur d'onde : UV-A, UV-B, UV-C. Les lampes halogènes produisent des UV et ne doivent pas être utilisées sans leur verre de protection.

La vision des insectes (abeilles) s'étend dans le spectre de l'ultraviolet proche. Elles peuvent donc voir le nectar des fleurs contrairement à nous !



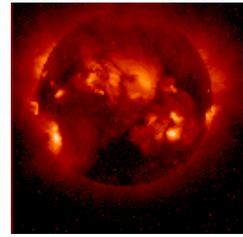
© NASA



La même fleur vue par nous et par une abeille. Les abeilles ne captent pas le rayonnement du rouge, mais captent le rayonnement ultra-violet qui nous échappe.

1.5 Les rayons X

Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique capable de passer au travers des matériaux. Ils sont utilisés dans de nombreuses applications dont l'imagerie médicale (radiologie, diagnostic de cancer), la cristallographie, l'analyse de la structure des étoiles distantes ou l'inspection des bagages aux aéroports. Très pratiques mais dangereux à forte dose



© NASA

2. Le rayonnement optique terrestre

Les rayons gamma

Les plus énergétiques de tous les rayons, ils sont produits par les réactions nucléaires. Les rayons gamma sont aussi de la lumière mais tellement énergétique que presque rien ne les arrête. Pour se protéger des rayons gamma, un blindage avec de grandes quantités de matière est nécessaire. Ils produisent des dégâts similaires à ceux produits par les rayons X : brûlures, cancers ou mutations génétiques.

Le Soleil et les rayons gamma :

Les rayonnements gamma produits par les réactions de fusion thermonucléaire au coeur du soleil ne "s'échappent" presque pas. Ils sont transformés en rayonnement de plus basses fréquences (lumière, chaleur) pendant leur "parcours à travers le soleil". Le soleil émet donc très peu de rayons gamma. Il en est de même pour beaucoup d'autres étoiles, et l'espace n'est pas le siège d'un intense rayonnement gamma.



LES ACTIVITES AUTOUR DE L'EXPOSITION

Quelques activités à réaliser en classe

Le centre de ressources du CCSTI met à votre disposition, gratuitement pour l'éducation nationale, une mallette pédagogique « Nos sens (2) : audition – vision ».

Le matériel pédagogique de la mallette permet une découverte des propriétés de l'audition et de la vision, en distinguant notamment le stimulus (lumière, son...) et l'organe sensoriel impliqué (oeil, oreille...). Il comprend du matériel pour réaliser une série d'expériences, notamment une histoire sonore à reconstituer, des tests de vision et d'audition, des illusions visuelles, un test de daltonisme.

Pour obtenir plus de renseignements et pour les réservations vous pouvez contacter Magali Ronget-Hetreau au 04.50.08.17.07 ou mronget-hetreau@agglo-annecy.fr. Nous vous ferons parvenir une convention de mise à disposition.

D'autres exemples d'activités sont proposés sur le site de "la main à la pâte" :
http://www.inrp.fr/lamap/?Page_Id=2

Pour le cycle 1 et 2

« **Ombres dans la cour, ombres en classe** » proposé par « **La main à la pâte** »

http://www.inrp.fr/lamap/?Page_Id=6&Element_Id=5&DomainScienceType_Id=14&ThemeType_Id=30

Après avoir observé leurs ombres dans la cour de l'école, les élèves notent les changements de taille et de forme de l'ombre d'un objet selon sa position par rapport à une source de lumière. Cette séquence se propose de mettre en relation des observations pour relier une action à des conséquences, et d'utiliser une maquette qui serve de modèle pour étudier les paramètres qui peuvent avoir une influence sur les phénomènes naturels.

Pour le cycle 2 et 3

« **Composer des couleurs à partir de matière ou de lumière** » proposé par « **La main à la pâte** »

http://www.inrp.fr/lamap/?Page_Id=6&Element_Id=166&DomainScienceType_Id=14&ThemeType_Id=29

Cette séquence a pour objectif principal de faire découvrir aux enfants que les couleurs sont issues de la superposition d'autres couleurs et qu'elles peuvent être décomposées, qu'il s'agisse de matière colorée ou de lumière colorée.

Il s'agit de mettre en évidence les différences entre les propriétés, liées aux couleurs, de la lumière et de la matière. Les couleurs primaires utilisées pour les feutres (mélange de matière) et pour la télévision (mélange de lumière) sont étudiées.

Pour les 4^{ème}

http://gwenaelm.free.fr/gestclasse/index.php?page=page&id_page=5&id_page_sous_titre=13

Exemples d'activités tirées de ce site :

Les couleurs de la lumière : L'arc en ciel - Les lunettes teintées - La perception des couleurs

Propagation de la lumière : La lumière peut-elle nous aider à remonter le temps ? - Les fibres optiques - Les premières évaluations de la vitesse de la lumière - Les mirages.

Ombres et pénombres : 200 ans av. J.-C. : Eratosthène mesure la circonférence de la Terre - Le théâtre d'ombres

Pour les secondes :

Les messages de la lumière (3 TP , 6 heures de cours)

L'objectif de cette partie est de montrer que l'analyse de la lumière (direction, spectre) permet d'obtenir des renseignements sur la matière d'où elle est issue et qu'elle traverse.

Cette partie du programme permet d'enrichir la notion **d'élément chimique** introduite dans le cours de chimie.

L'étude de la réfraction est dans un premier temps réalisée avec un filtre de couleur donnée. **L'indice du milieu** est introduit.

Une approche historique permettra d'introduire la **notion de radiation monochromatique**. En observant la décomposition de la lumière blanche à travers un prisme, Newton en tira la conclusion que les couleurs obtenues sont présentes dans la lumière blanche, et que le prisme a pour effet de les séparer. L'indice du milieu transparent constituant le prisme n'est donc pas le même suivant la couleur de la lumière.

Il montra ensuite que les **couleurs du spectre ne peuvent se décomposer en de nouvelles couleurs** : si l'on envoie de la lumière rouge (émise par un laser par exemple) sur un prisme, on retrouve la même couleur rouge après la traversée du prisme. Cette couleur est appelée **radiation monochromatique**.

On conviendra d'attacher un nombre servant de référence à cette radiation monochromatique dans l'air ou dans le vide. Ce nombre, dont on ne cherchera pas à donner une signification physique, est appelé **longueur d'onde**, noté λ et s'exprime en mètres (ou sous-multiples).

L'étude de nombreux spectres permettra d'arriver aux lois suivantes :

- un corps chaud émet un rayonnement continu. Ce rayonnement s'enrichit vers les UV lorsque la température du corps augmente.
- dans certaines conditions expérimentales, un corps ne peut émettre que les radiations qu'il est capable d'absorber.

Un élément chimique est ainsi caractérisé par un spectre, qui constitue en quelque sorte la signature de cet élément.

L'analyse spectrale donne des renseignements sur la température et la composition chimique d'astres inaccessibles à l'expérimentation directe par comparaison avec les spectres d'éléments mesurés au laboratoire.

Exemples d'activités	Contenus	Connaissances et savoir-faire exigibles
Etude expérimentale des lois de la réfraction.	1-Le phénomène de réfraction Les lois de Descartes sur la réfraction (dioptre plan ; l'un des milieux étant l'air)	Connaître et savoir appliquer les lois de Descartes. Utiliser un dispositif permettant d'étudier les lois de la réfraction. Repérer un angle entre un rayon lumineux et une référence. Mesurer un angle. Calculer un sinus.
Décomposition de la lumière blanche par un prisme. Etude de documents sur les découvertes de Newton concernant la lumière.	2-Un système dispersif : le prisme. Caractérisation d'une radiation dans l'air ou dans le vide par une grandeur physique appelée longueur d'onde et exprimée en mètre. Variation de l'indice d'un milieu transparent selon la radiation qui le traverse ; interprétation qualitative de la dispersion de la lumière par un prisme.	Savoir que le prisme décompose la lumière. Utiliser un prisme pour décomposer la lumière. Savoir que la lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations lumineuses et que dans l'air ou dans le vide chaque radiation est caractérisée par une grandeur physique appelée longueur d'onde.
Réalisation du spectre continu d'une lampe à incandescence (avec prisme ou réseau). Observation de la variation de la couleur et du spectre d'une lampe à incandescence en fonction de sa température. Réalisation de spectres de raies et de bandes : émission et absorption. Etude expérimentale des couleurs de flamme. Etude de documents sur les spectres utilisés en astrophysique.	3-Les spectres d'émission et d'absorption 3.1. Spectres d'émission Spectres continus d'origine thermique ; influence de la température. Spectres de raie : signature d'un élément. 3.2. Spectres d'absorption Bandes d'absorption de solutions colorées. Raies d'absorption caractéristiques d'un élément. 3.3. Applications à l'astrophysique Intérêt du spectre continu et du spectre de raies dans l'étude de la composition des étoiles.	Utiliser un réseau pour observer un spectre. Distinguer un spectre d'émission et un spectre d'absorption. Savoir qu'un élément chimique est caractérisé par un spectre de raies qui constitue sa signature. Savoir que l'étude des spectres permet de connaître la composition des étoiles. Savoir à partir de tables reconnaître la présence d'un élément chimique dans une étoile.



Questionnaire sur l'univers de la vision

Niveau primaire :

1 Comment s'appelle la partie de l'œil sur laquelle se forme les images des objets :

- a) l'iris
- b) la rétine
- c) Le cristallin

Réponse : b) la rétine

2 Lorsque d'une personne est « myope », comment voit-elle ?

- a) Floue de près
- b) En noir et blanc ?
- c) Floue de loin

Réponse : c) floue de loin

3 Qu'appelle t-on vision périphérique ?

- a) ce que l'on voit quand on fixe un objet
- b) ce que l'on en regardant un périphérique (route qui fait le tour des grandes villes)
- c) c'est ce que nous pouvons voir autour de l'objet que nous regardons

Réponse : c) ce que nous pouvons voir autour de l'objet que nous regardons

4 Un milieu transparent est un milieu qui

- a) laisse passer la lumière
- b) ne laisse pas passer la lumière
- c) laisse passer la lumière mais ne permet pas de distinguer les détails

Réponse : a) les milieux transparents laissent passer la lumière. Exemples : l'air, l'eau, le verre...

5 La lumière peut traverser l'espace

Vrai – Faux

Réponse : Vrai : c'est pour ça que l'on peut voir la lumière venant du Soleil ! Si elle ne pouvait pas traverser l'espace, nous ne verrions ni le Soleil, ni les étoiles.

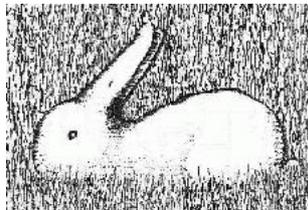
6 La lumière qui vient du Soleil est composée d'une seule couleur ou de plusieurs ?

Réponse : Plusieurs. Notre œil ne peut pas voir toutes les couleurs car elles sont mélangées. Par contre, quand il pleut, l'arc en ciel nous prouve qu'il y a plein de couleurs qui viennent du Soleil !

7 Que voit-on sur cette image ?

- a) Un canard
- b) Un lapin

Réponse : on peut voir chacun de ces deux animaux ! Un lapin couché sur le ventre et un canard couché sur le dos !



8 Lisez ces deux lignes le plus rapidement possible. Laquelle vous pose le plus de problèmes ?

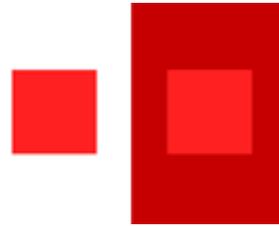
- a) La 1^{ère}
- b) La 2^{ème}

Vert Rouge Bleu Jaune Bleu Jaune
Bleu Jaune Rouge Vert Jaune Vert

Réponse : b) La seconde ligne est plus difficile à lire que la première car les mots et leur couleur ne correspondent pas.

9 Ces deux carrés ont-ils la même taille et la même couleur ?

- a) Non, le carré de gauche est plus grand et plus foncé.
- b) Oui, ils sont identiques.
- c) Non, le carré de droite est plus grand et plus clair.



Réponse : b) Ils sont identiques. Mais du fait que les carrés ne reposent pas sur le même fond, celui de gauche apparaît plus grand et plus foncé que celui de droite.

10 Les rayons du Soleil vont de la couleur rouge à la couleur violet ?

Vrai – Faux

Faux : Le Soleil émet aussi des rayons **invisibles pour l'œil**. Par exemple : les infrarouges ou les ultraviolets. Les rayons qui vont de la couleur rouge à la couleur violet font partie de ce qu'on appelle le spectre **visible** du Soleil.

11 Pour me protéger du Soleil l'été, à la plage, un parasol ou un tissu suffit

Vrai - Faux

Faux : une partie des rayons du Soleil passent à travers les tissus. Il est donc toujours nécessaire de se protéger avec une crème solaire.

12 En montagne, on est mieux protégé des rayons du Soleil qu'à la mer

Vrai - Faux

Faux : Plus on monte en altitude, plus on reçoit de rayonnement ultraviolet du Soleil. Il faut donc aussi se protéger avec une crème solaire lorsque l'on est en montagne.

Niveau collègue

1 Que trouve t-on de spécifique sur la rétine ?

- a) des cellules musculaires ?
- b) des cellules photoreceptrice ?
- c) des cellules hépatiques ?

Réponse : a) La rétine est constituée de cellules nerveuses dont les cellules photoréceptrices appelées cônes et bâtonnets. Lorsque la lumière atteint les cellules cônes ou bâtonnets, elles modifient leur activité.

Ces modifications conduisent à la transformation du message lumineux initial en signal nerveux, message électrique qui est transmis vers le cerveau.

2 Qui fabrique les images que nous percevons ?

- a) le cerveau
- b) l'oeil

Réponse : a) Le cerveau : en effet le travail du cerveau consiste à créer une image à partir de toutes les informations lumineuses que lui transmettent les 2 yeux.

3 Qu'appelle-t-on persistance rétinienne ?

Réponse : La rétine transmet des informations lumineuses au cerveau. Chaque image formée est gardée en mémoire un court instant (1/10ème de seconde). Lorsqu'une autre série d'informations arrive au cerveau durant ce laps de temps, il superpose les images ! Ainsi une succession rapide d'images fixes d'une personne, ou d'un objet qui bouge, donne la perception de mouvement.

4 La lumière blanche peut être obtenue par superposition de lumière :

- a) rouge, verte et bleue
- b) jaune et verte
- c) rouge et bleue

Réponse : a) rouge, verte et bleue. La lumière blanche est composée de lumières de toutes les couleurs.

5 Un filtre bleu éclairé en lumière blanche absorbe le bleu et transmet toutes les autres couleurs ?

Vrai – faux

Réponse : Faux. Il transmet le bleu et absorbe toutes les autres couleurs.

6 Dans les solides et les liquides, la vitesse de la lumière est plus grande que dans l'air ?

Vrai – Faux

Réponse : Faux. La vitesse de la lumière est plus grande dans le vide et dans l'air que dans tous autres milieux transparents.

7 Qu'est-ce qu'une illusion d'optique ?

- a) Une déformation de l'image vue, à cause d'une déficience visuelle (myopie, presbytie, etc.)
- b) La perception fautive d'une image due à une interprétation erronée par le cerveau.
- c) Faire croire à une personne que l'on voit quelque chose qu'elle ne voit pas.

Réponse : b) La projection d'une image sur notre rétine est traitée dans un 1^{er} temps par des cellules rétinienne, puis analysée par notre cerveau afin de nous rendre cette image compréhensible. Le cerveau cherchant à mettre du sens partout, son traitement de l'image conduit parfois à des anomalies : les illusions d'optique.

8 A votre avis, cette illusion d'optique est :

- a) Une figure ambiguë
- b) Une illusion géométrique
- c) Une illusion de mouvement

Réponse : a) Il s'agit d'une figure ambiguë où l'on peut voir aussi bien un visage d'Indien qu'un Inuit face à une ouverture.



9 Les illusions d'optique sont des créations humaines. Elles n'existent pas à l'état naturel.

VRAI ou FAUX ?

Réponse : FAUX. Les mirages (phénomènes optiques produisant l'illusion de nappes d'eau) sont des illusions d'optique d'origine naturelle.

10 En étant dans l'eau ou à l'ombre, je suis protégé des rayons UV

Vrai – Faux

Faux : 40 % des rayons peuvent pénétrer jusqu'à 50 cm dans l'eau claire et 80 % des rayons traversent les nuages, le brouillard ou la brume.

11 Quel type d'ondes est utilisé pour réaliser de l'imagerie médicale comme la radiologie ?

- a) Rayons visibles
- b) Ondes radio
- c) Rayons X

Réponse : c) les rayons X : ils sont capables de passer au travers des matériaux. Les ondes radio sont utilisées dans le domaine des télécommunications (radio, téléphonie mobile...)

12 Ce type de rayonnement peut être utilisé pour tuer les bactéries nocives. Il peut également causer le cancer de la peau. Il aide également le corps à produire de la vitamine D. Lequel est-ce ?

- a) Ultraviolet
- b) Rayons visibles
- c) Rayons X

Réponse a) : Les ultraviolets sont bénéfiques pour notre corps mais uniquement en faible dose : 15 minutes par jour sont suffisantes pour notre organisme. Au-delà, ils peuvent être très dangereux.

Niveau lycée

1 Quelle est la particularité de la Fovéa ?

Réponse : Lorsqu'on fixe un objet, son image se forme sur la fovéa. C'est la zone de la rétine où l'acuité visuelle est la meilleure. Elle est uniquement constituée de cônes et représente un millième de la surface de la rétine.

2 Qu'est ce que la Rhodospine ? Quel rôle joue t'elle dans la perception visuelle.

Réponse : Lorsque la lumière atteint les cellules cônes ou bâtonnets, elles modifient leur activité car elles contiennent des molécules sensibles à la lumière : l'iodospine et la **rhodospine**.

Ces modifications conduisent à la transformation du message lumineuse initial en signal nerveux (électrique) : c'est la **transduction**.

Le message électrique est transmis via les cellules bipolaires puis ganglionnaires (qui forment le nerf optique) vers le cerveau.

3 Comment explique t'on la vision binoculaire.

Réponse : Chaque œil capte de manière indépendante une image de notre environnement. Le cortex visuel additionne à chaque instant les deux images. Il nous donne la perception globale de notre environnement et les notions de relief et de distance.

4 La lumière blanche est une lumière :

- a) monochromatique
- b) polychromatique
- c) composée d'une infinité de radiations

Réponse : c) La lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations colorées caractérisées par leurs longueurs d'onde.

5 La couleur d'un corps :

- a) dépend uniquement du corps
- b) est la même lorsqu'il est en plein Soleil ou lorsqu'il est éclairé par une lampe à vapeur de sodium
- c) dépend de la couleur de la lumière qui l'éclaire

Réponse : c) la couleur d'un corps correspond à la couleur de la lumière renvoyée par ce corps. Elle dépend de la nature de la lumière qui l'éclaire et des propriétés du corps lui-même.

6 Combien de temps met la lumière du Soleil pour parvenir jusqu'à nous ?

- a) 4 min 30
- b) 8 min 20
- c) 12 min 45

Réponse : b) Le Soleil, étoile la plus proche de la Terre, est à 150 millions de kilomètres et sa lumière met 8 minutes et 20 secondes pour arriver jusqu'à nous.

7 Quelle est l'origine des illusions d'optique ?

.....

.....

.....

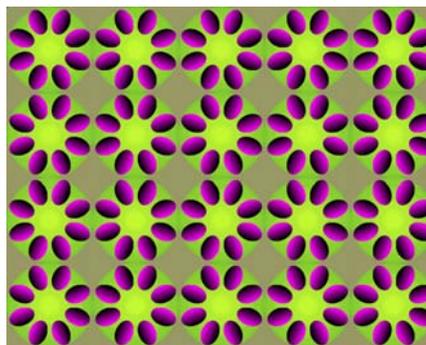
.....

.....

Réponse : l'image physique formée au fond de l'oeil sur la rétine est analysée point par point, puis transmise au cerveau sous forme de messages codés. Les zones visuelles du cerveau analysent alors ces signaux et nous donnent une représentation du sujet perçu. L'interprétation faite par le cerveau peut parfois être ambiguë ou erronée. Ces "erreurs" d'interprétation sont les illusions d'optique. Les illusions sont les témoins des mécanismes de la vision. Elles confirment que notre perception du monde est assez éloignée du principe de la photographie.

8 Agrandissez cette image. En la regardant, vous aurez alors une sensation étrange : celle que les motifs ovales bougent ! Mais à quoi est due cette impression ?

- a) Au fort contraste entre les motifs violets et leur environnement dans les tons de vert.
- b) A un strabisme divergent imperceptible qui existe chez chaque être humain.
- c) Aux mouvements continus des yeux lorsqu'ils fixent une image.



Réponse : c) L'œil humain se fatigue rapidement lorsqu'il fixe un objet. Pour éviter cela, l'œil émet des mouvements imperceptibles de manière continue. Suivant le motif regardé, cela peut induire la perception de mouvements imaginaires. Les effets de mouvement surviennent lorsque les images rémanentes entrent en conflit avec celles déplacées du fait des mouvements des yeux.

9 Par une belle journée ensoleillée, vous voyez au loin sur la route comme une grande flaque d'eau réfléchissant le ciel. Mais lorsque vous vous en approchez, cette flaque disparaît : il s'agissait d'un mirage. Quand ce phénomène peut-il apparaître ?

- a) Lorsque l'asphalte de la route est humide malgré la chaleur.
- b) Lorsque la température du sol est différente de celle de l'atmosphère.
- c) Lorsque le trafic routier est important et que la teneur en CO₂ augmente sensiblement.

Réponse : b) Lorsque la température du sol est différente de celle de l'atmosphère. On trouve alors à proximité du sol une couche d'air dans laquelle l'indice de réfraction varie rapidement, entraînant une courbure des rayons lumineux qui déforme l'image des objets situés au ras du sol. Quand le sol est chaud, la courbure est dirigée vers le haut, et les objets se doublent d'une image renversée, laissant croire à un reflet sur un plan d'eau.



Copyright Ophtasurf ©

10 Quel type d'émission provient de matière radioactive ?

- a) Infrarouges
- b) Onde radio
- c) Rayons gamma

Réponse c : Les rayons gamma sont produits par les réactions nucléaires

11 Quelle est la vitesse d'une onde électromagnétique ?

- a) 300 mètres par seconde
- b) 300 000 mètres par seconde
- c) 300 000 000 mètres par seconde

Réponse c) une onde électromagnétique se déplace à la vitesse de la lumière (300 000 000 m/s)

12 Quelles ondes ont la plus grande longueur d'onde, la plus petite fréquence et qui transporte le moins d'énergie ?

- a) Rayons gamma
- b) Rayons X
- c) Ondes radio

Réponse c) ce sont les ondes radio



CONCLUSION :

Le rôle des médiateurs ne se limite pas à l'accueil lors de votre visite. Il comprend la préparation de votre venue (la construction sur mesure de votre visite au CCSTI) ainsi qu'une aide ultérieure si le besoin s'en fait sentir. N'hésitez donc pas à nous contacter :

Elodie Brickler
ebrickler@agglo-annecy.fr

Fabien Champagnat
fchampagnat@agglo-annecy.fr

Carole Le Roy
cleroy@agglo-annecy.fr

Pierre-Marie Verjus
pmverjus@agglo-annecy.fr

Tel : 04 50 08 17 00
Fax : 04 50 08 17 01

Conception et réalisation de ce document :

Médiateurs scientifiques :
Elodie Brickler
Fabien Champagnat
Carole Le Roy
Pierre-Marie Verjus

Professeurs relais :
Danièle Bertoncello
Florence Vassal
service.edu@ville-crangevrier.fr



ANNEXES : LES LIENS AUX PROGRAMMES

ECOLE MATERNELLE

NIVEAUX SCOLAIRES	EXTRAITS DE TEXTES OFFICIELS ECOLE MATERNELLE	DANS L'EXPOSITION
CYCLE 1	<p><u>Programme</u> : DECOUVRIR LE MONDE</p> <p>1. Découverte sensorielle : C'est par l'usage de ses sens que l'enfant reconnaît les objets et les événements qu'il perçoit. L'aider à mieux découvrir le monde, c'est donc enrichir et développer ses aptitudes sensorielles, lui permettre de s'en servir pour distinguer des réalités différentes, les classer ou les ordonner, les décrire grâce au langage. Dans cette perspective, on lui propose des situations mettant en jeu l'exploration des <u>caractéristiques visuelles des objets : couleurs, intensités, oppositions brillant/terne, clair/sombre. L'observation des effets de la lumière (jeux de lumière et d'ombres, de miroirs), la déformation de la vision avec des instruments d'optique simples (loupes, lunettes, verres de couleur, tubes...)</u> permettent à l'enfant de percevoir autrement les objets qui l'entourent.</p> <p><u>Compétences devant être acquises en fin d'école maternelle</u> :</p> <p>1 – Compétences dans le domaine sensoriel : <i>Être capable de :</i> - décrire, comparer et classer des perceptions élémentaires (tactiles, gustatives, olfactives, auditives et visuelles), - associer à des perceptions déterminées les organes des sens qui correspondent.</p> <p>Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm</p>	

ECOLE ELEMENTAIRE

NIVEAUX SCOLAIRES	EXTRAITS DE TEXTES OFFICIELS ECOLE ELEMENTAIRE	DANS L'EXPOSITION
<p>CYCLE 2</p>	<p>DÉCOUVRIR LE MONDE</p> <p>4 - Le monde du vivant 4.1 Les manifestations de la vie chez l'enfant</p> <p>Il s'agit de faire prendre conscience à l'enfant de certaines caractéristiques de son corps dont les cinq sens.</p> <p><u>Compétences devant être acquises en fin de cycle :</u> <i>Avoir compris et retenu :</i> - les différentes caractéristiques des cinq sens,</p> <p>Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm</p>	
<p>CYCLE 3</p>	<p>SCIENCES EXPERIMENTALES ET TECHNOLOGIE</p> <p>6 - Le ciel et la Terre</p> <p>L'objectif est en tout premier lieu d'observer méthodiquement les phénomènes les plus quotidiens et d'engager les élèves dans une première démarche de construction d'un modèle scientifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la lumière et les ombres - <p><u>Compétences devant être acquises en fin de cycle</u> <i>Être capable de :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - poser des questions précises et cohérentes à propos d'une situation d'observation ou d'expérience, - imaginer et réaliser un dispositif expérimental susceptible de répondre aux questions que l'on se pose, en s'appuyant sur des observations, des mesures appropriées ou un schéma ; - utiliser des instruments d'observation et de mesure :loupe, ... - participer à la préparation d'une enquête ou d'une visite en élaborant un protocole d'observation ou un questionnaire ; - rédiger un compte rendu intégrant schéma d'expérience ou dessin d'observation, - produire, créer, modifier et exploiter un document à l'aide d'un logiciel de traitement de texte ; <p>Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm</p>	

COLLEGES

NIVEAUX SCOLAIRES	EXTRAITS DE TEXTES OFFICIELS COLLEGE	DANS L'EXPOSITION
PHYSIQUE CHIMIE classe de 5 ^{ème}	PARTIE C : La lumière : sources et propagation rectiligne Sources de lumière Entrée de la lumière dans l'œil Propagation rectiligne de la lumière. Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2007/hs6/default.htm	
PHYSIQUE CHIMIE classe de 4 ^{ème}	PARTIE C : Couleurs et images C1 – Lumières colorées et couleur des objets C2 – Lentilles minces : Foyers et images C3 – Vitesse de la lumière Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2007/hs6/default.htm	
SVT classe de 4 ^{ème}	Lien : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2007/hs6/MENE0750668A_annexe3.pdf	
SVT classe de 3 ^{ème}	Lien : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2007/hs6/MENE0750668A_annexe3.pdf	

LYCEE D'ENSEIGNEMENT GENERAL

NIVEAUX SCOLAIRES	EXTRAITS DE TEXTES OFFICIELS LYCEE D'ENSEIGNEMENT GENERAL	DANS L'EXPOSITION
SVT Classe de 1 ^{ère} S		
PHYSIQUE Classe de 2 ^{nde}	<p>PARTIE I- Exploration de l'espace</p> <p>I.1- De l'atome aux galaxies 1.3. L'année de lumière.</p> <p>I.2 – Messages de la lumière 2.1. Le prisme 2.2. Les spectres d'émission et d'absorption. 2.3. Application à l'astrophysique.</p> <p>Source : BO HS 2 du 30 août 2001. Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2001/hs2/seconde1.htm#page10 ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2001/hs2/physique-chimie.pdf</p>	
PHYSIQUE Classe de 1 ^{ère} S	<p>PARTIE IV – Optique</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conditions de visibilité d'un objet. 2. Images formées par les systèmes optiques. 3. Un exemple d'appareil optique. <p>Source : BO HS 7 du 31 août 2000. Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2000/hs7/default.htm</p>	
PHYSIQUE Classe de T ^{ale} S Enseignement obligatoire	<p>PARTIE A : Propagation d'une onde ; ondes progressives</p> <p>3. La lumière, modèle ondulatoire.</p> <p>Source BO HS. n°4 du 30 août 2001. Lien : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2001/hs4/physchim.pdf</p>	
PHYSIQUE Classe de T ^{ale} S Enseignement de spécialité	<p>PARTIE A : Produire des images, observer.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formation d'une image par une lentille mince ou par un miroir sphérique. 2. Quelques instruments d'optique. <p>Source BO HS. n°4 du 30 août 2001. Lien : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2001/hs4/physchim.pdf</p>	

LYCEE TECHNOLOGIQUE

NIVEAUX SCOLAIRES	EXTRAITS DE TEXTES OFFICIELS LYCEE TECHNOLOGIQUE	DANS L'EXPOSITION
<p>PHYSIQUE</p> <p>Classe de 1^{ère}</p> <p>Série : ST2S « Sciences et Technologies de la santé et du social »</p>	<p>POLE « PHYSIQUE ET SANTE »</p> <p>PARTIE 1 – LA VISION</p> <p>1.1 L'œil 1.2 Les lentilles minces 1.3 L'œil réduit : certains défauts et leurs corrections. 1.4 Réflexion totale : fibroscopie</p> <p>PARTIE 2 - LES ONDES AU SERVICE DE LA SANTE</p> <p>2.1 Les radiations électromagnétiques visibles 2.2 IR, UV, rayons X 2.4 Analogies et différences entre radiographie, scanner, échographie</p> <p>Source BO HS 2 du 26 octobre 2006. Lien : ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2006/hs2/annexes_hs2.pdf</p>	
<p>PHYSIQUE</p> <p>Classe de 1^{ère}/_{T^{ale}}</p> <p>Série : STI « Sciences et Technologies Industrielles »</p>	<p><i>En cours de réalisation</i></p> <p>Source BO n°11 du 28 avril 2002 Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs11/som.htm</p>	

LYCEE PROFESSIONNEL

NIVEAUX SCOLAIRES	EXTRAITS DE TEXTES OFFICIELS LYCEE PROFESSIONNEL	DANS L'EXPOSITION
MATHS - SCIENCES CAP	<p>Pas d'optique au programme</p> <p>Source BO HS n°5 du 29 août 2002 Lien : http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs5/default.htm</p>	
MATHS - SCIENCES BEP Secteurs 3	<p>Métiers de l'électricité, électronique, de l'audiovisuel, et des industries graphiques :</p> <p>IMAGES : Propagation rectiligne de la lumière Célérité de la lumière Réfraction de la lumière Les lentilles minces Spectroscopie</p> <p>Lien : http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/mathphysique_lp/officiel/prgmphys/prgmbac/cprog_phys_bac.htm</p>	
MATHS - SCIENCES BAC PRO	<p>OPTIQUE A – formation méthodologique de base Réflexion Réfraction, angle limite</p> <p>B – Unités spécifiques O1 - lentilles convergentes O2 – Lumière et couleur O3 - Photométrie O4 – Détecteurs et amplificateurs de lumière</p> <p>Liens : http://pedagogie.ac-montpellier.fr:8080/Disciplines/lp_ensgen/lp_maths_sciences/file/programmes/bacpro/programme-sciences-bac.pdf http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/mathphysique_lp/officiel/prgmphys/prgmbac/cprog_phys_bac.htm</p>	