

LUMIERE ET ECLAIRAGE

La lumière



C'est quoi la lumière ?

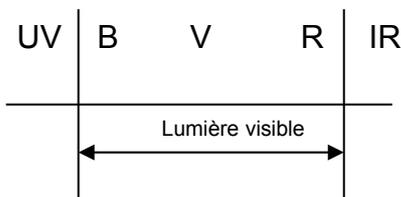
Définition

La lumière est un **ensemble d'ondes électromagnétiques.**

La lumière « blanche » visible est composée de l'ensemble des fréquences de la lumière visible (couleurs de l'arc en ciel : rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet)

Les trois composantes principales étant le **Rouge** le **Vert** et le **Bleu**. (on peut donc produire une grande quantité de couleur de lumière à partir de ces trois couleurs, exemple : écran de TV)

Les fréquences non visibles de la lumière sont l'infra-rouge (IR) et l'ultra violet (UV)

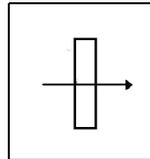


Propriétés

Vitesse

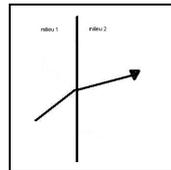
La lumière se propage de façon rectiligne à la vitesse de

299 792 458 m/s soit environ **300 000 Km/s**

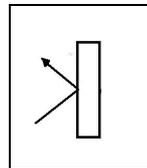


Transparence :

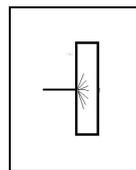
La lumière peut traverser une matière transparente (eau, air, verre...).



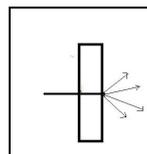
Quand elle change de milieu elle peut être déviée on appelle ce phénomène la **réfraction**.



Réflexion : La lumière peut être réfléchiée par certaines surfaces . Les surfaces polies (miroirs...) les surfaces blanches etc...



Absorption : La lumière peut être absorbée par certaines matières dans ce cas la elle se transforme généralement en énergie thermique (chaleur) ou peut être transformée en une autre forme d'énergie : énergie électrique (cellule photovoltaïque), chimique (photographie), mécanique (moulin solaire), etc....



Diffusion : La lumière peut être diffusée, les rayons lumineux sont dirigés dans de multiples directions. (par exemple : schema ci-contre Transparence+ diffusion)



Comment mesure t'on la lumière ?

Différentes unités sont utilisées en éclairage pour mesurer la lumière.

Unité de flux lumineux : le lumen (lm) c'est la mesure de la quantité de lumière émise par une source lumineuse

Unité d'éclairement : Le Lux (lux), c'est la quantité de flux lumineux reçu par une surface de 1m^2 . $1\text{ Lux} = 1\text{ lm}/1\text{ m}^2$. Le lux peut se mesurer avec un luxmètre.

Unité d'intensité lumineuse : Le Candella (cd), c'est la mesure de la lumière émise dans une direction précise. 1 candela correspond à l'intensité lumineuse de la flamme d'une bougie pour un observateur situé à une distance de 1m.

Unité d'efficacité lumineuse : Le lumen/Watt (lm/W). C'est le rapport entre la puissance d'une source lumineuse artificielle et le flux lumineux qu'elle libère. Plus cette efficacité lumineuse est importante plus le système d'éclairage est économique. Par exemple :

- Lampes incandescentes classiques : 10 à 15 lm/W
- Lampes incandescentes halogènes : 25 lm/W
- Diodes électroluminescentes : 25 à 35 lm/W
- Systèmes fluorescents : 40 à 70 lm/W
- Lampes à vapeur de sodium : plus de 100 lm/W

Unité de « température de Couleur » : Le Kelvin (K) : La température de couleur d'une source lumineuse artificielle blanche correspond à la température du corps noir incandescent qui donnerait une lumière de composition colorimétrique équivalente. Par exemple

- 2800 K Blanc « chaud » lumière qui tire vers le rouge orangé (halogène)
- 3000 K à 4200 K Blanc
- 4200 K à 6500 K Blanc « froid » lumière qui tire vers le bleu et le violet (fluorescence)

Indice de rendu des Couleurs (IRC) : c'est ce qui caractérise les sources à ne pas déformer les couleurs par rapport à la lumière solaire. Exprimée par un chiffre de 0 à 100. 0 si la différence est importante 100 si elle est nulle

IRC > 90 excellent rendu des couleurs,
80 < IRC < 90 bon, 70 < IRC < 80 acceptable,
60 < IRC < 70 médiocre, IRC < 60 mauvais

Autres unités

Le stilb ou Le cd/m^2 : Servent à mesurer la luminance dont une valeur trop importante entraîne l'éblouissement. $1\text{ stilb (sb)} = 1\text{ cd}/\text{cm}^2$.

Un exemple :

Une lampe à incandescence de 100 W (efficacité lumineuse de $12\text{lm}/\text{W}$) est utilisée pour l'éclairage direct d'une pièce 10 m^2

Flux total = $100 \times 12 = 1200\text{ lm}$
Eclairement $1200/10 = 120\text{ Lux}$

Quelle doit être la puissance de la source lumineuse fluorescente (efficacité lumineuse $40\text{ lm}/\text{W}$) nécessaire pour obtenir le même éclairement dans la pièce ?

Solution: 1200 lm sont nécessaires pour avoir 120 lux dans la pièce
Il faut donc une source lumineuse fluorescente de $1200 / 40 = 30\text{ W}$

Quelques ordres de grandeur !

Extérieur en plein soleil : 50 000 à 100 000 lux

Extérieur nuageux : 10 000 à 30 000 lux

Intérieur, temps clair
devant une fenêtre : 2000 à 5000 lux.

Extérieur, de nuit, avec lune : 0,1 à 1 lux



L'éclairage

Qu'est ce qu'un bon éclairage ?

Pour qu'une pièce, un local ou une surface de travail soit bien éclairés il faut :

- Eviter le manque d'éclairement
- Eviter l'excès d'éclairement, l'éblouissement, les ombres, les contrastes lumineux entre les zones de travail.
- Eviter l'effet stroboscopique (clignotement)
- Avoir un bon rendu des couleurs
- Eviter la surchauffe du lieu de travail

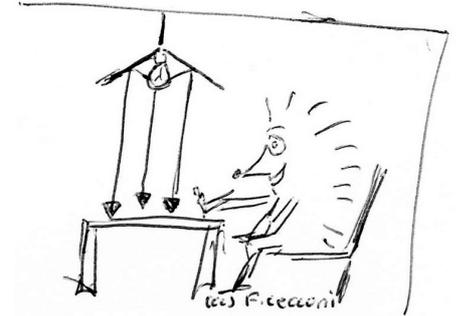
Quel type d'éclairage choisir ?



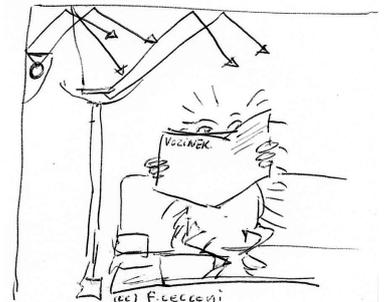
Les luminaires doivent servir à répartir la lumière, assurer la protection contre l'éblouissement, permettre le raccordement électrique en toute sécurité, assurer la protection des lampes.

Pour répartir la lumière on utilise différents types d'éclairage

L'éclairage direct : Le flux lumineux est envoyé directement sur la surface à éclairer. Permet d'éclairer fortement les surfaces pour les travaux précis ou pour mettre en valeur les objets.



L'éclairage indirect : la lumière est réfléchi sur les murs et/ou les plafonds avant d'atteindre la surface à éclairer. Donne une lumière d'ambiance uniforme et évite l'éblouissement due à la



source.

L'éclairage diffus : La lumière est répartie de façon homogène dans toutes les directions. Evite les ombres et produit une lumière douce.

Quoi ?

Pourquoi ?

Comment ?

Eclairer suffisamment (voir post-it)

Eviter les chutes et la fatigue visuelle

Avoir des luminaires de puissance suffisante.
Avoir un éclairage de secours.
Nettoyer les luminaires.

Eviter l'éblouissement

Eviter la gêne, les maux de tête, la fatigue.

Eviter l'éclairage direct
Eviter les réflexions sur les surfaces.

Eviter les ombres

Cause de gêne, et fatigue.

Eclairage diffus ou complémentaire

Contrastes lumineux

Cause de fatigue visuelle

Avoir peu d'écart d'éclairement entre les différents lieux de travail.

Eviter l'effet stroboscopique

Fatigue, et danger en cas d'utilisation de machines

Installer les tubes fluorescents par 2 ou éclairage incandescent.

Eviter la chaleur

Bien être
Qualité des aliments

Placer les sources lumineuses loin des zones de travail. Favoriser les systèmes produisant peu de chaleur.

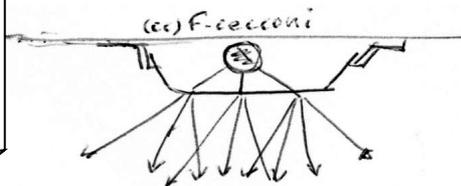
Avoir un bon rendu des couleurs.

Eviter la dénaturation des objets ou aliments éclairés.

Utiliser des sources lumineuses ayant un bon IRC.

Minima d'éclairement

Salles de séminaire et réunion 300 lux
Chambres froides, réserves 200 lux
Ambiance cuisine 300 lux
Préparation pâtisserie 300 à 400 lux
Vestiaires sanitaires 120 lux
Préparation viandes 500 à 550 lux
Contrôle visuel de la vaisselle 500 à 550 lux
Laverie 300 lux
Salle de restaurant 200 à 300 lux
Chambre d'hôtel 200 lux
Lingerie, repassage 1000 lux
Couloirs, escaliers, pièces aveugles 200 lux.
Voies de circulation extérieures 10 lux.
lieux de travail extérieurs 40 lux.



Quelle source choisir ?

Pour produire de la lumière on a le choix entre

L'incandescence (classique et halogène) qui a l'avantage d'être économique à l'achat, qui produit une lumière chaude et agréable (2600-3000K) un IRC de 100, mais qui chauffe et a une durée de vie relativement courte (1000 à 2000 h)

La fluorescence (tubes fluorescents, lampes fluo compactes) qui consomme moins d'énergie, qui émet peu de chaleur, qui a une durée de vie supérieure (9000 à 14000 h), mais qui est plus chère à l'achat produit une lumière plus froide (2500-3500K) avec un IRC de 80 à 90. De plus les « fluos » produisent un effet stroboscopique qui même s'il est invisible à l'œil nu peut être gênant.

Les lampes à décharge (Vapeurs de sodium), Très économiques, longue durée de vie, mais avec un IRC faible et un temps de chauffe long : utilisé pour l'éclairage public et routier.

Les lampes à diodes qui sont économiques, peu fragiles, résistantes aux chocs aux vibrations, qui ont une durée de vie très longue (80 000 h), chauffent peu, mais qui sont encore chères à l'achat et produisent souvent une lumière ayant un IRC faible. Elles s'utilisent actuellement pour l'éclairage décoratif, ponctuel, ou de signalisation.

Le Tube au néon : Mauvaise efficacité lumineuse, mais on peut lui donner de multiples formes, utilisé pour la signalétique la décoration et les enseignes.

Lampe à incandescence



Comment ça marche ?

L'incandescence : Un courant électrique traverse un filament en tungstène enfermé dans une ampoule remplie de gaz neutre (argon, krypton), qui en résistant au passage de celui-ci produit de la chaleur (effet joule) et de la lumière.

Dans les lampes dites halogènes les vapeurs d'iode présentes dans l'ampoule permettent la régénération du filament, prolongeant sa durée de vie et sa montée en température plus élevée.

La fluorescence : Un tube rempli d'un gaz neutre et de vapeurs de mercure (Hg) chauffées est traversé par un courant électrique. En percutant les noyaux d'atomes de mercure les électrons libèrent des ultra violets qui sont transformés en lumière visible blanche par la peinture fluorescente qui recouvre l'intérieur du tube.

Optimiser l'éclairage !!!

Grâce à des illusions d'optique

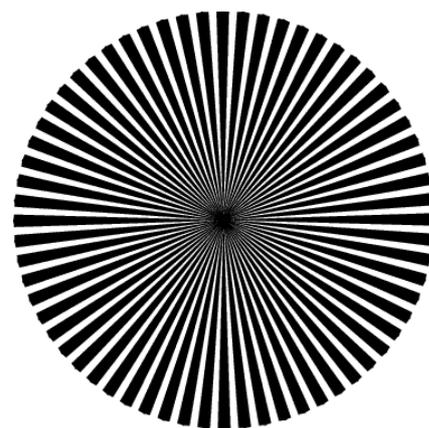
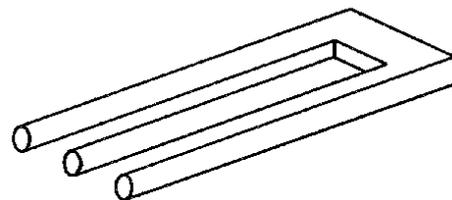
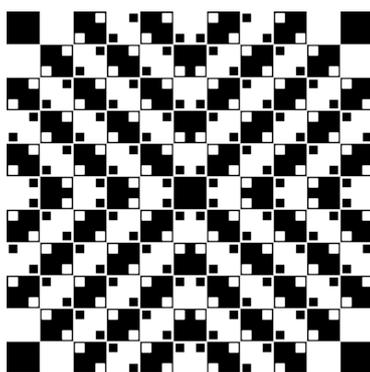
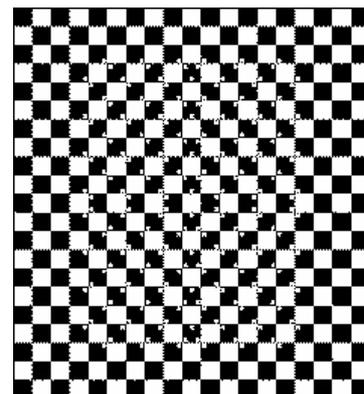
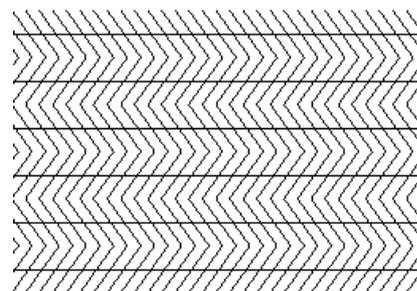
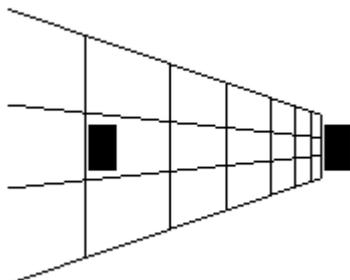
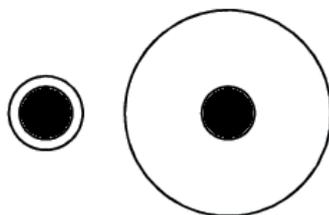
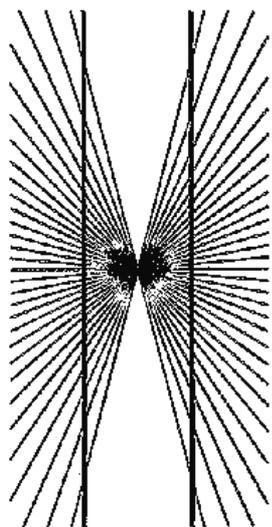
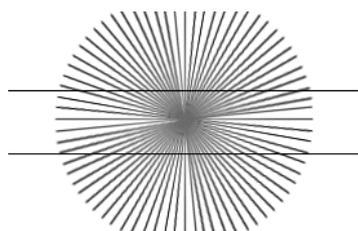
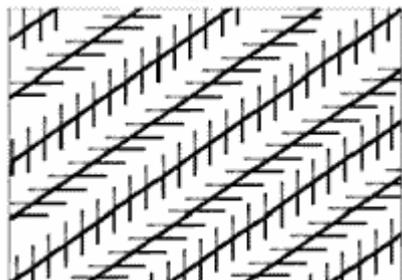
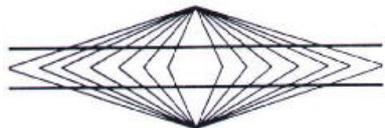
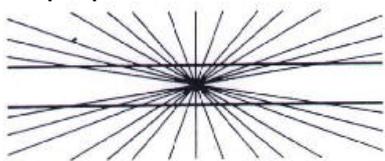
Les termes **illusion d'optique** se rapportent à toute illusion qui trompe le système visuel humain (depuis l'œil jusqu'au cerveau) et aboutit à une perception déformée de la réalité. Les illusions d'optiques peuvent survenir naturellement ou être créées par des astuces visuelles spécifiques qui permettent de mettre en évidence les principes de fonctionnement du système visuel humain.

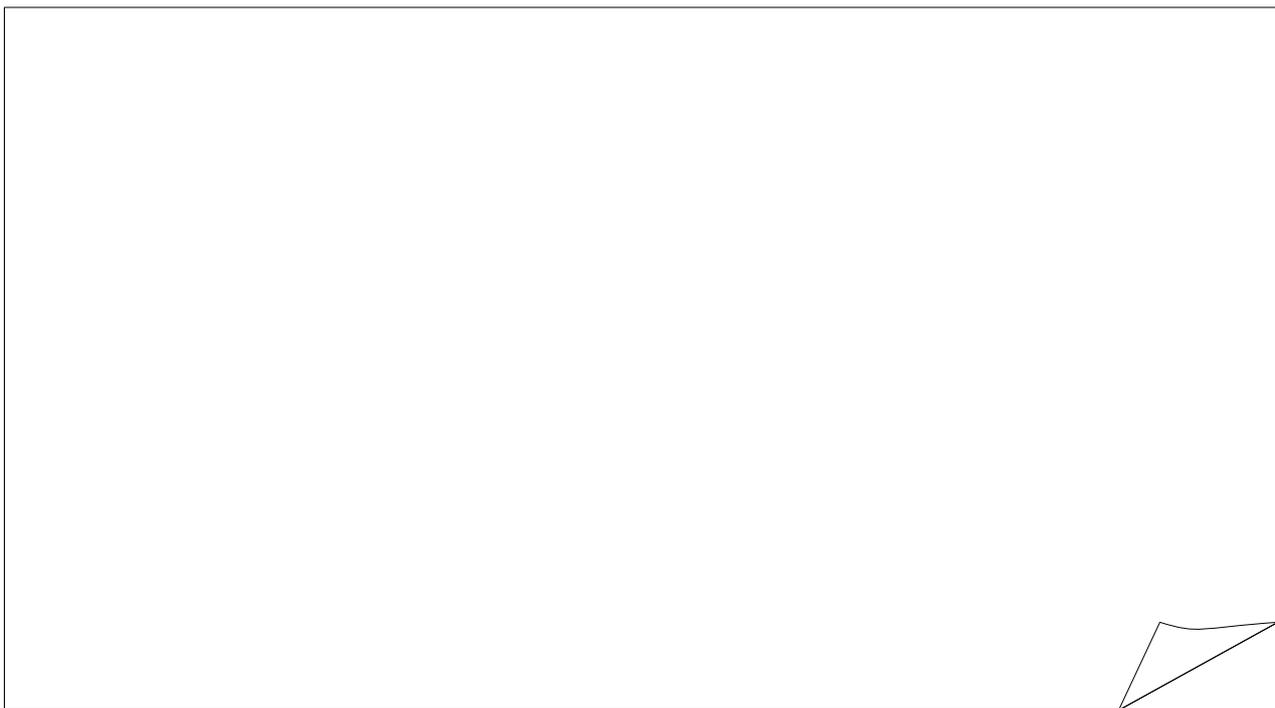
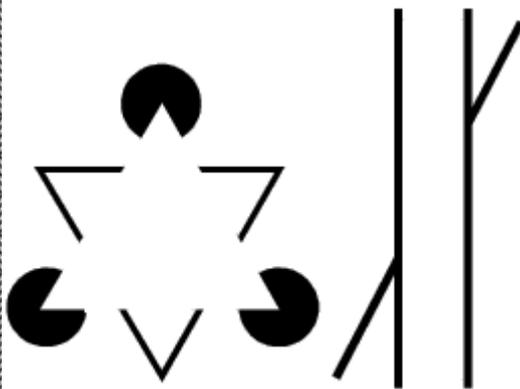
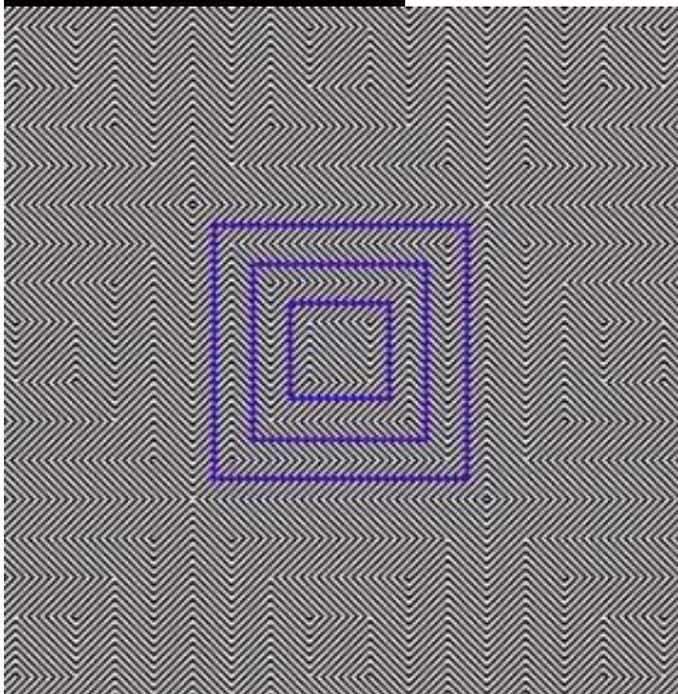
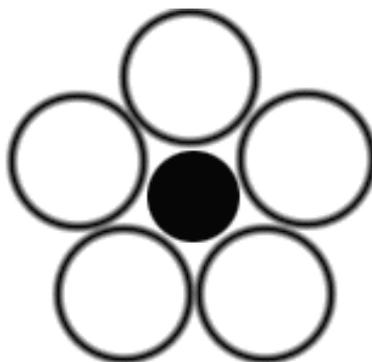
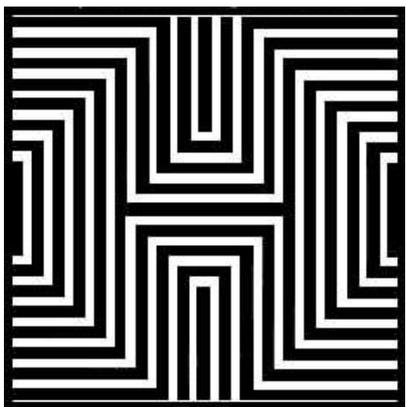
Dans l'aménagement d'une pièce les illusions d'optiques peuvent être utilisées pour donner l'impression qu'une pièce est plus spacieuse par exemple :

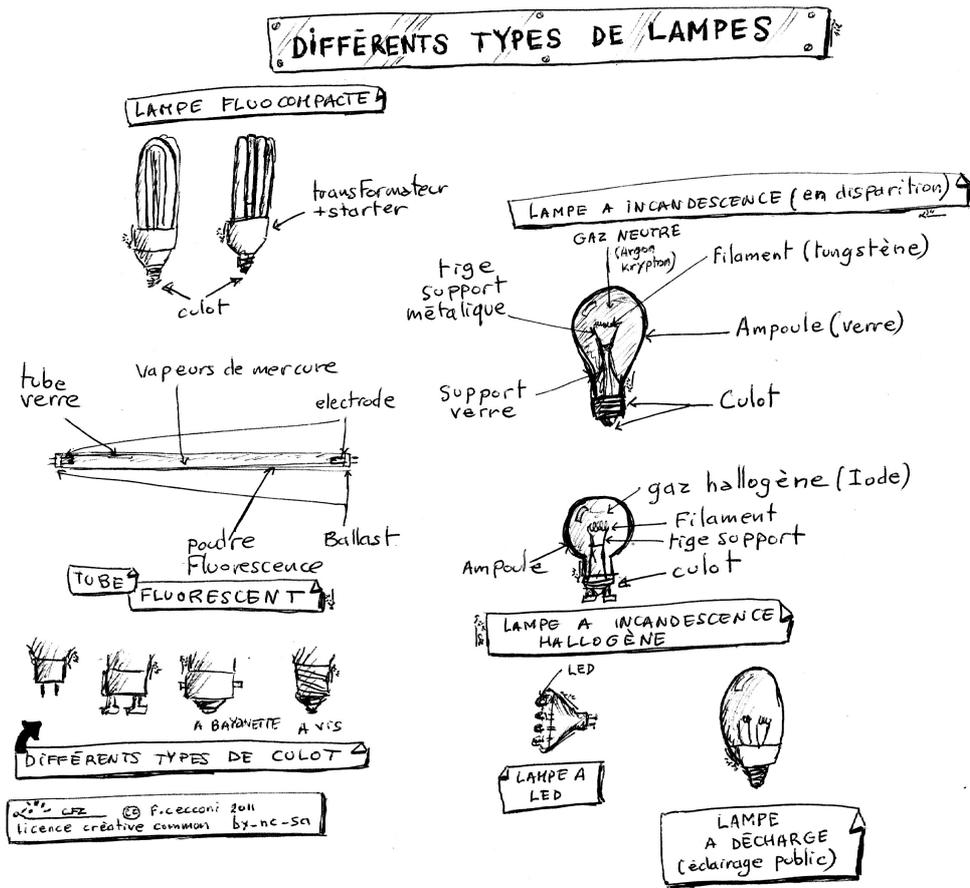
- Eclairer ou disposer des miroirs sur les murs pour « agrandir une pièce »
- Eclairer le plafond pour le faire paraître plus haut
- Diriger la lumière vers le bas en cas de plafonds trop hauts
- Réaliser des trompe l'œil (faux reliefs) pour donner une sensation d'espace ou de texture etc...
- Eclairer ou disposer des miroirs sur les murs pour « agrandir une pièce »
- Eclairer le plafond pour le faire paraître plus haut
- Diriger la lumière vers le bas en cas de plafonds trop hauts

Réaliser des trompe l'œil (faux reliefs) pour donner une sensation d'espace ou de texture

Voici quelques illusions d'optique







Approfondir ...

sujet	Source
Lumière	http://fr.wikipedia.org/wiki/Lumi%C3%A8re
Eclairage	http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89clairage http://www.vorzinek.org/docs/tableau_lampes.pdf sciences appliquées B.Rougier, A.chretien, D. Laprévotte, C. Thiebaud, ed BPI ISBN 2 85708 2843 Physique et chimie appliquée L.Fort, BPI ISBN 2 85708 064 6
Lampe a incandescence	http://fr.wikipedia.org/wiki/Lampe_%C3%A0_incandescence_classique http://fr.wikipedia.org/wiki/Lampe_%C3%A0_incandescence_halog%C3%A8ne
Tube fluorescent	http://fr.wikipedia.org/wiki/Tube_fluorescent http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Fluorescent_tube.gif
Autres lampes	Lampe à décharge → http://fr.wikipedia.org/wiki/Lampe_%C3%A0_d%C3%A9charge Diodes électroluminescentes → http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_%C3%A9lectroluminescente http://www.led-fr.net/ Lampe au néon → http://fr.wikipedia.org/wiki/Lampe_n%C3%A9on
Illusions d'optique	http://fr.wikipedia.org/wiki/Illusion_d%27optique http://ophtasurf.free.fr/illusion.htm? http://ophtasurf.free.fr/pointaveugle.htm http://www.csenergie.qc.ca/st-sauveur/Lucie/Blagues/Illusions.html http://perso.wanadoo.fr/bernard.langellier/illusions/illusionsjs.htm http://www3.sympatico.ca/gauthier.roger/illusion/ http://perso.wanadoo.fr/jean-paul.davalan/jeux/illusions/ http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/logiciels/Illusoptic.htm http://www.moillusions.com
Document en perpétuelle modification version 1.2 du 01/12/11	