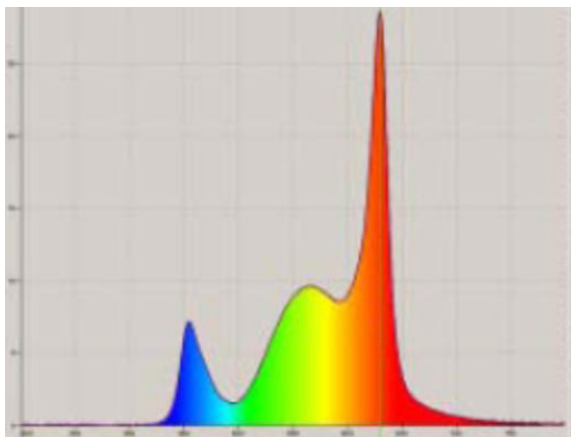


LA LUMIÈRE

LA LUMIÈRE EST HUMAINE

La lumière est humaine. La lumière a plusieurs aspects : humaine car c'est sa perception par l'homme qui définit la lumière, que ce soit dans une approche médicale ou artistique. Et technique puisque la lumière a un aspect vibratoire donc nous allons parler (sans aborder son caractère corpusculaire et ses photons). La lumière est humaine ; c'est d'ailleurs la seule des 7 unités du Système International qui est définie par rapport à l'homme. L'unité de mesure de la lumière est ainsi la candela (cd) qui est définie comme le flux d'énergie lumineuse perçu par l'œil humain dans son axe pour la longueur d'onde qu'il voit le mieux.

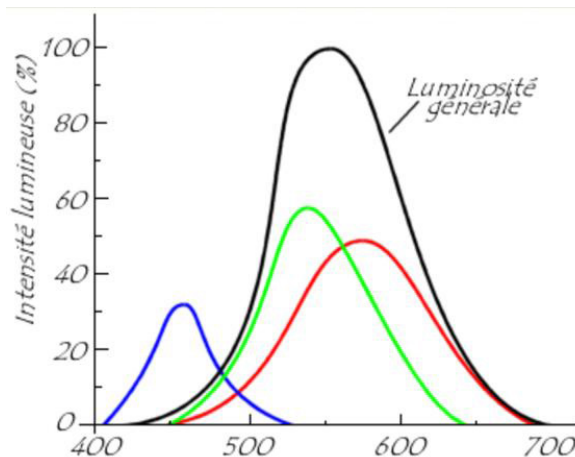
LA LUMIÈRE EST TECHNIQUE



La lumière techniquement est un spectre : des puissances différentes suivant la fréquence

La lumière est un mélange : comme le son, la lumière reçue par l'œil est un mélange de différentes teintes (fréquences/longueurs d'ondes) du rouge au violet de l'arc en ciel, avec pour chacune d'entre elles une intensité différente. L'ensemble de ces fréquences et intensités est appelé un spectre. Le son, la musique est également un spectre, mais nos capteurs auditifs sont plus précis que nos capteurs lumineux.

L'HOMME RÉAGIT À LA TECHNIQUE



Notre œil contient 3 types de récepteurs de sensibilités

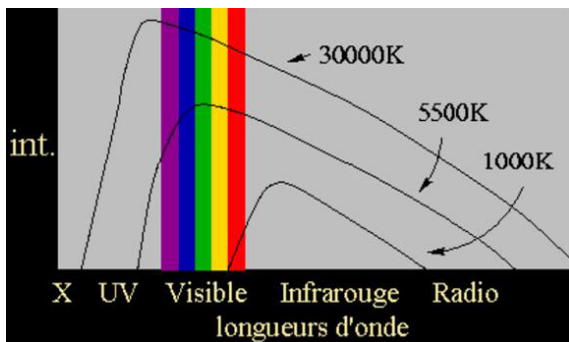
Couleurs et intensités

différentes selon la teinte. Notre œil analyse la lumière. Il contient en effet 3 types de récepteurs sensibles à certaines longueurs d'ondes seulement. Nous évoquons la candela il y a peu : elle est définie par la longueur d'onde verte car reçue par nos 3 récepteurs. C'est cette teinte que nous percevons comme la plus intense. Nos 3 types de récepteurs ont de plus des sensibilités différentes ce qui modifie encore notre perception des couleurs et des intensités. Ces récepteurs sont complétés par un autre moins précis (flou et réparti sur toutes les longueurs d'ondes) utilisé dans l'obscurité et pour détecter les mouvements.

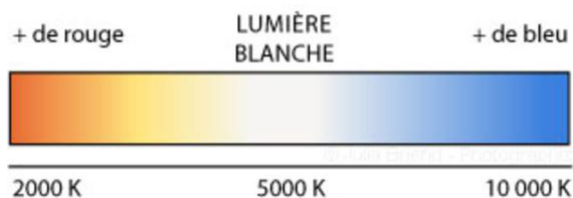
Couleurs et nuances de blanc

Une couleur taupe ou rose par exemple sera un mélange de différentes vibrations, tout comme le blanc. Le blanc est varié et approximativement caractérisé par une température de couleur en degré Kelvin K. Cette température est définie par l'œil qui perçoit la même nuance de couleur que pour la lumière émise par un corps noir chauffé : celui-ci varie alors du rougeoyant vers 2.000K au bleuté vers 10.000K. La couleur de la lumière naturelle du soleil varie ainsi de 2.000K lors du coucher à 5.700K (le soleil lui-même) ou 6.500K (le mélange de lumière

reçu du soleil et d'un ciel couvert). Car en effet, même si le soleil émet sur tout le spectre visible, la diffraction par l'atmosphère modifie la couleur de la lumière que nous recevons. Les autres sources de lumière produisent par exemple une lumière de 1.800K pour une bougie, 2.700K pour une source électrique blanc chaud (légèrement jaune comme un soleil le soir ou plus prosaïquement comme les anciennes ampoules à incandescences ou les anciens phares de voiture), 5.000K pour un blanc pur ou 6.500K pour un blanc froid (légèrement bleuté comme un ciel couvert ou dans nos intérieurs comme les LEDs ou les tubes fluorescents les plus courants). Mais comment discuter des couleurs ? : chacun a ses préférences et ses harmonies. Le choix des températures de couleur est très personnel. Il relève de la décoration.

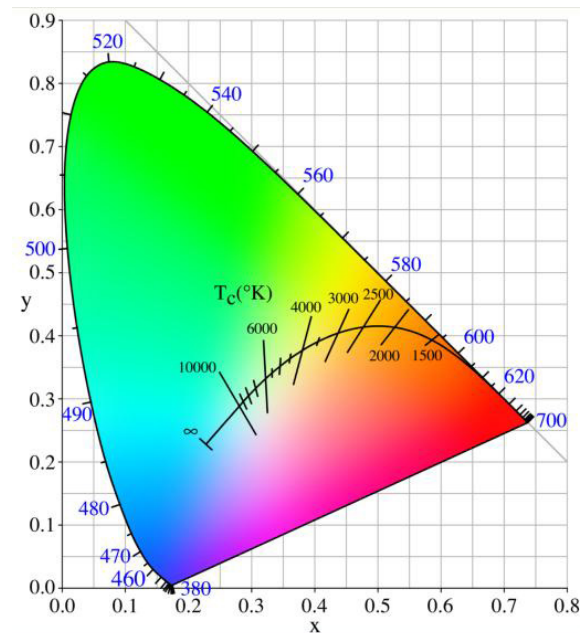


Un corps noir chauffé émet un ensemble de fréquences qui définissent des nuances de blanc différentes selon sa température



Voici les nuances de blanc obtenues en fonction de la température du corps noir chauffé

Diagramme chromatique



Le diagramme chromatique est une représentation pratique pour définir une couleur (par ses proportions de rouge et de vert)

C'est une méthode de représentation courante de toutes les couleurs perçues par l'œil, en s'appuyant sur l'analogie pour l'œil avec un simple mélange de 3 couleurs primaires. Les couleurs perçues par l'œil pour toute lumière sont identiques à celles qu'il perçoit lorsqu'il reçoit seulement un mélange de 3 couleurs, et on choisit pour ces couleurs primaires le rouge, le vert et le bleu : x et y sont les proportions de rouge et de vert (le solde étant du bleu). En particulier, les couleurs de l'arc en ciel se trouvent le long de la courbe, les pourpres sur le segment du bas, les couleurs d'un corps noir chauffé sont le long de la courbe des températures de couleur. On définit ainsi le blanc théorique au milieu ($x=y=0,33$), au même point où on retrouve aussi la température du soleil 5.700K sur la courbe des températures de couleur. Cette méthode de définition des couleurs est pratique en éclairage. Pour d'autres domaines (peinture, décoration...) les habitudes sont parfois d'utiliser des gammes de références comme les nuanciers RAL ou Pantone.

Esthétique de la lumière

Il est utile aussi pour éclairer d'utiliser une autre mesure qui caractérise la couverture du spectre : l'Indice de Rendu de Couleur IRC est le pourcentage de couverture du spectre visible par une source lumineuse. Cette mesure permet d'estimer si les êtres et les objets seront vus en lumière artificielle comme ils le sont à la lumière du soleil.

Mesurer la lumière

Et bien entendu l'intensité est un élément clé. La lumière est une énergie radiative identique à la chaleur. Éclairer c'est chauffer, comme le soleil le fait avec la terre. Nous le disions plus tôt : l'intensité est mesurée en tenant compte que notre œil perçoit la puissance lumineuse de façon différente suivant la fréquence dans le spectre. Vous trouverez ainsi des mesures pour les sources émettrices : l'intensité lumineuse d'une source dans une direction en candela (cd) est définie comme l'intensité lumineuse dans une direction donnée d'une source lumineuse monochromatique ayant une intensité énergétique de $1,5\text{mW/sr}$ et la fréquence la plus visible pour l'homme (c'est à dire un jaune tirant sur le vert). C'est l'intensité lumineuse d'une bougie. Vous trouverez aussi des mesures de puissance en lumen (lm). Un lumen est la puissance émise par une source d'une candela dans un stéradian ($1\text{lm}=1\text{cd}\cdot 1\text{sr}$), le stéradian étant l'angle solide d'un cône de env. 65° , ce qui représente env. 8% de l'espace. Et pour la lumière reçue, vous trouverez des mesures : de la luminance qui caractérise une ou des sources dans une direction donnée par l'intensité reçue en fonction de la surface apparente de la source en cd/m^2 et surtout de l'éclairement en lux lx, c'est-à-dire du flux de lumière reçu sur une surface ($1\text{lx}=1\text{lm/m}^2$). Récapitulons : comme vous l'avez compris, la lumière qui intéresse l'homme est un mélange de fréquences visibles, chacune avec une intensité différente, si possible sans lumière invisible (infrarouges et ultraviolets). On a pris l'habitude de la caractériser et de la simplifier par quelques chiffres.

- Son intensité lumineuse. Nous voyons de 1 lux lors d'une nuit de pleine lune à 10.000 lux en plein soleil l'été. Il nous est par exemple agréable d'avoir 5 lux pour baliser et circuler la nuit dans un couloir, 70 lux pour une lumière d'ambiance, 300lx pour une lumière de travail sur un bureau ou une table de cuisine.
- La température de couleur (en K) et l'Indice de Rendu des Couleurs (en %).

Ces deux mesures de la qualité de la lumière produite participent à la beauté.

CONCEVOIR L'ÉCLAIRAGE

Mise en espace

Mais il nous manque une notion : sa mise en espace. Vous la faite en choisissant les localisations des sources lumineuses, leurs orientations et leurs angles (par des lentilles, des abat-jours, des réflecteurs, tous ces éléments définissant des angles plus ou moins nets). Cette mise en espace dans une pièce ou un volume tient compte de votre goût, des usages de l'endroit, de la décoration (les couleurs des objets, la saturation de ces couleurs c'est-à-dire leur proportion de noir, les surfaces brillantes ou mates présentes dans la pièce). Vous obtenez ainsi une pièce éclairée en beauté, mettant en valeur votre décoration, les personnes qui s'y trouvent, et rendant confortables toutes leurs activités. Ce placement des sources lumineuses est le facteur principal de l'efficacité énergétique de l'éclairage, pourvu que vous utilisiez des sources modernes qui ont pour la plupart un bon rendement (fluorescents et LEDs qui remplacent progressivement les lampes à incandescence, halogènes et à décharge). D'autres paramètres jouent également un rôle : les températures de couleur élevées ont un meilleur rendement énergétique, la technique (la dissipation de chaleur, la pose suivant les règles électriques et optiques).

Méthode et expérimentation

En gardant ces différents repères théoriques à l'esprit, je vous conseille d'expérimenter vous-même ou de confier à Semeur d'étoiles la conception de votre éclairage : les caractéristiques techniques ne décrivent que sommairement la lumière, les paramètres sont nombreux. Et plus qu'un sujet technique, la lumière est humaine et liée à la perception.