

Quel éclairage pour demain?

Étude comparative des ampoules à incandescence, à LED et fluocompacte.

L'économie d'énergie est un point essentiel pour la préservation de l'environnement. Comment faire donc pour optimiser les économies d'énergie au niveau de l'éclairage? Parmi les différents types d'ampoule qui existent aujourd'hui j'ai choisi d'étudier et de comparer l'ampoule à incandescence, la fluo compacte et la LED. Mon but est de savoir si l'évolution des ampoules a réellement apporté un gain énergétique tout en respectant notre santé et l'environnement.

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- QUELEN Morgane

Positionnement thématique (étape 1)

PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire), CHIMIE (Chimie Théorique - Générale), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Ampoule</i>	<i>Bulb</i>
<i>Énergie</i>	<i>Energy</i>
<i>Économie</i>	<i>Economy</i>
<i>Évolution</i>	<i>Evolution</i>
<i>Efficacité</i>	<i>Efficiency</i>

Bibliographie commentée

Aujourd'hui un ménage français consomme, en moyenne, entre 325 et 450kWh par an pour éclairer son habitat. [1] Pour faire baisser cette consommation il faut étudier les différentes ampoules qui existent pour connaître leurs inconvénients et leurs avantages afin de choisir la plus adaptée à nos modes de consommation.

C'est Thomas Edison, qui, en 1879, crée la première ampoule à incandescence, bien que ce soit en réalité Joseph Swan qui en soit l'inventeur en 1850 [2]. Le principe de fonctionnement est le suivant : un filament de tungstène, enveloppé dans une ampoule en verre sous vide, est porté à incandescence par le passage d'un courant électrique. Ce filament chauffe, et émet de la lumière. La température du filament est très élevée, en effet, dans une ampoule à incandescence classique elle est de 2500°C environ ce qui détruit petit à petit le filament (par sublimation)[3]. Cette ampoule est très gourmande en énergie et émet énormément dans l'infrarouge [4] ce qui explique le fait qu'elle dégage beaucoup de chaleur causant de grandes pertes thermiques. Cependant elle a un éclairage très confortable et un faible coût initial.

Puis dans les années 1970, durant la crise du pétrole, des chercheurs ont eu l'idée de replier sur lui-même un tube fluorescent créant ainsi l'ampoule fluocompacte [5]. Elle contient un ballast électronique qui génère une tension de fréquence très élevée entre les électrodes de la lampe. Les électrons, émis par un filament chauffé, sont accélérés par cette tension et excitent la vapeur de mercure contenue dans l'ampoule. En se désexcitant, le mercure émet des rayons ultraviolets qui frappent la couche fluorescente déposée sur la surface intérieure de l'ampoule ce qui crée de la lumière visible. Cette ampoule comporte de nombreux avantages par rapport à la lampe à incandescence, elle a une meilleure efficacité, une durée de vie de six à quinze fois plus longue et dégage beaucoup moins de chaleur. Elle possède toutefois des inconvénients majeurs : elles sont polluantes pour l'environnement et pour la santé en cas de rejet non contrôlé ou de casse à cause du mercure qu'elles contiennent, leur coût de fabrication est supérieur à celui d'une lampe à incandescence à cause du ballast qui est cher et leur spectre lumineux n'est pas uniforme et présente des pics [4] ce qui produit un éclairage peu confortable.

Les ampoules LED (diode électroluminescente) ont été inventées peu avant les années 50[6]. Ce sont des diodes dont le fonctionnement repose sur la physique quantique et sur les semi-conducteurs. Dans un semi-conducteur, les niveaux d'énergie sont répartis en une bande de valence et une bande de conduction séparées par une bande interdite de largeur ΔE . Une jonction PN est créée par la mise en contact de deux semi-conducteurs l'un dopé N (excès d'électrons) et l'autre dopé P (déficit d'électrons donc excès de « trous »). Lorsque cette jonction est directement polarisée (partie P portée à un potentiel supérieur à la partie N), les électrons excédentaires de la bande de conduction du semi-conducteur N et les trous de la bande de valence du semi-conducteur P migrent vers la jonction. Dans cette zone, dite d'émission, les électrons de la bande de conduction se recombinent avec les trous de la bande de valence, émettant des photons de fréquence $hf = \Delta E$, éventuellement dans le visible. Ces ampoules offrent de nouveaux avantages à leurs utilisateurs : elles ont une consommation très inférieure à celle des lampes incandescentes, elles ont une durée de vie de 20000 à 50000h et elles chauffent très peu. Mais ces ampoules basse consommation ont encore de nombreux défauts car elles émettent dans l'ultraviolet ce qui peut être dangereux pour la santé, elles produisent une pollution lumineuse néfaste pour l'environnement et elles sont chères. [7]

Problématique retenue

À travers l'étude de ces trois ampoules, à LED, à incandescence et fluocompacte, nous nous demandons s'il existe une réelle optimisation dans l'évolution des ampoules c'est à dire si les lampes émettent réellement dans le visible avec le moins de pertes thermiques possible tout en respectant santé et l'environnement.

Objectifs du TIPE

Pour répondre à cette problématique je me suis proposée d'étudier la puissance lumineuse fournie par les ampoules à l'aide d'un luxmètre. Pour cela j'ai préalablement étudié la directivité de chacune d'elles pour que mon étude soit la plus juste possible. Grâce à l'étude de mon binôme concernant la puissance électrique consommée et les pertes thermiques je pourrai en déduire l'efficacité. J'étudierai également le spectre d'émission de chacune des ampoules.

Abstract

Nowadays electric lamps are all around us, that is why we decided to study three bulbs: the LED bulb, the Incandescent bulb and the compact fluorescent bulb in order to optimize our energy consumption while respecting our health and environment. First we examined the emission spectra of each bulb, then we tried to reach an energy balance thanks to a measure of the electric, thermal and bright power and with these results we deduced the efficiency of each bulb. Eventually we carried out a search about their impacts on our health and environment.

Références bibliographiques

[1] ADEME : Bien choisir son éclairage :

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-bien-choisir-son-eclairage.pdf>

[2] HISTOIRE POUR TOUS : L'invention de l'ampoule : <http://www.histoire-pour-tous.fr/inventions/2582-invention-ampoule.html>

[3] BRUNO BROLIS : Les lampes à incandescence :

http://cours.dirphot.free.fr/documents_divers/Lampes_incandescence.pdf

[4] BERNARD VALEUR : Lumière et luminescence : *Belin*

[5] RUE DES AMPOULES : Ampoules fluocompactes: avantages et inconvénients :

<http://www.ruedesampoules.com/195/ampoules-fluocompactes-fonctionnement-et-avantages>

[6] UNIVERSAL LED : Fonctionnement d'une ampoule à led : <http://www.universal-led.com/essai.php>

[7] NOTRE PLANÈTE : Avantages et inconvénients des lampes LED : <http://www.notre-planete.info/actualites/4108-lampes-LED-avantages-inconvenients>