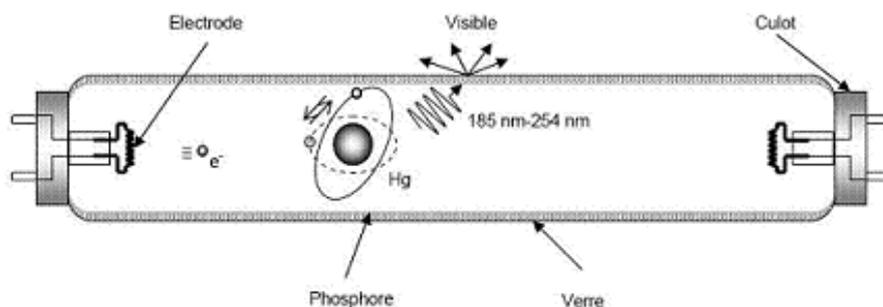


Tubes d'éclairage : tubes fluorescents et lampes fluocompactes

Les tubes d'éclairage regroupent les tubes fluorescents (improprement appelés « néon ») et les lampes fluocompactes, aussi appelées lampes économiques, à économie d'énergie ou encore lampes basse consommation (LBC). Les LBC présentent, comme leur nom l'indique, l'intérêt d'être moins consommatrices en énergie que leurs prédécesseurs, les lampes à incandescence (dans lesquelles rayonnait un filament de tungstène porté à incandescence, ce rayonnement étant centré dans l'infrarouge, d'où la quasi-totalité de l'énergie perdue). La différence entre les tubes fluorescents et les LBC repose sur la compacité de ces dernières, mais les deux, tout comme la lampe à vapeur de mercure et la lampe à vapeur d'eau (dite « lampe Balmer »), fonctionnent sur le même principe de base : un gaz est ionisé par interaction avec des électrons énergétiques et sa désexcitation conduit à une émission lumineuse caractéristique de l'espèce émettrice.

B.1. Principe de fonctionnement d'un tube d'éclairage

Dans les tubes d'éclairage se trouve un filament produisant des électrons qui se propagent à l'intérieur du tube scellé contenant du gaz argon ; ce dernier est ionisé et émet ainsi une grande quantité d'électrons. Cette avalanche permet d'engendrer des collisions avec de la vapeur de mercure présente en infime quantité (< 5 mg). Les atomes de mercure ainsi excités reviennent à un état plus stable en émettant un spectre discret de radiations lumineuses, dans le domaine du visible (voir Fig. 3) mais surtout dans le domaine U.V. La synthèse additive des couleurs donnent un blanc « froid », notamment car il manque du rouge. Pour remédier à ce problème, sur la surface interne du tube est déposée une substance fluorescente qui, par définition, absorbe les U.V. et renvoie l'énergie sous forme de lumière visible, complétant ainsi les couleurs manquantes et donnant un blanc plus naturel.



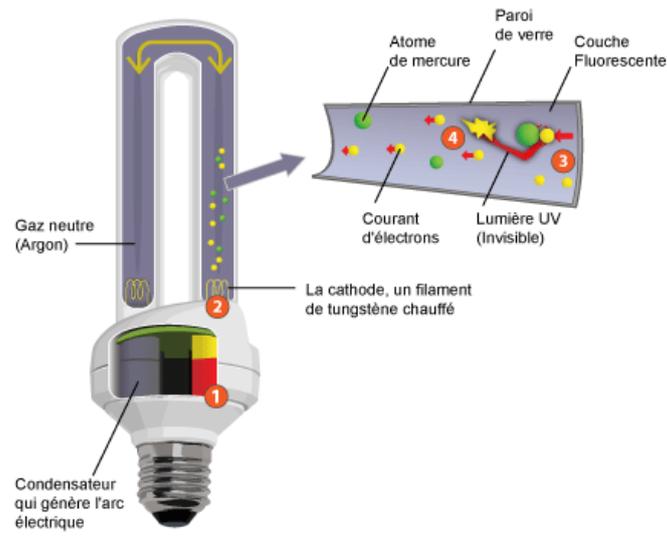


Figure 5 : Schéma de principe (simplifié) a) d'un tube fluorescent et b) d'une lampe fluocompacte.

B.2. Composition de la couche fluorescente et spectres d'émission des tubes

Afin d'obtenir une lumière blanche artificielle proche de la lumière naturelle, une substance fluorescente est donc déposée sur la surface intérieure des tubes. Dans certaines technologies, la quasi-totalité du spectre visible est ainsi générée, avec des surintensités au niveau de certaines raies correspondant aux espèces présentes dans les tubes. Par ailleurs, il a été démontré que l'œil humain est sensible à certaines longueurs d'onde correspondant aux trois couleurs primaires (RVB ou RGB en anglais), aussi les industriels se sont-ils attachés à trouver des composés qui émettent précisément autour de ces valeurs. Le tableau I regroupe les différentes espèces utilisées dans les tubes modernes. On remarque que ces substances sont principalement des oxydes (de terres rares et/ou de métaux). La synthèse additive de ces couleurs donne une lumière blanche, mais c'est bien un spectre discret qui est produit.

Tableau I : Composition chimique des différents composés utilisés comme substances fluorescentes dans les tubes à décharge tels que les LBC

Colour	Phosphor Name	Chemical Formula	Wavelength
Blue	Barium Aluminate (BAM)	$\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27} : \text{Eu}^{2+}$	450nm
	or SrCaBaMg Chloroapatite	$(\text{Sr,Ca,Ba,Mg})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}^{2+}$	453nm
Green	Calcium Tungstate (CAT)	$\text{Ce}_{0.65}\text{Tb}_{0.35}\text{MgAl}_{11}\text{O}_{19}$	543nm
	or Lanthanum Phosphate (LAP)	$\text{LaPO}_4 : \text{Ce}^{3+}\text{Tb}^{3+}$	544nm
Orange-Red	Yttrium Oxide (YOX)	$\text{Y}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{3+}$	611nm

En fonction des technologies utilisées, des spectres lumineux différents sont obtenus. La figure 6 présente les spectres de plusieurs sources, dont le Soleil et la lampe à incandescence (rayonnements du corps noir) ou des lampes fluocompactes (association d'émissions atomiques discrètes pour former un spectre plus ou moins continu).

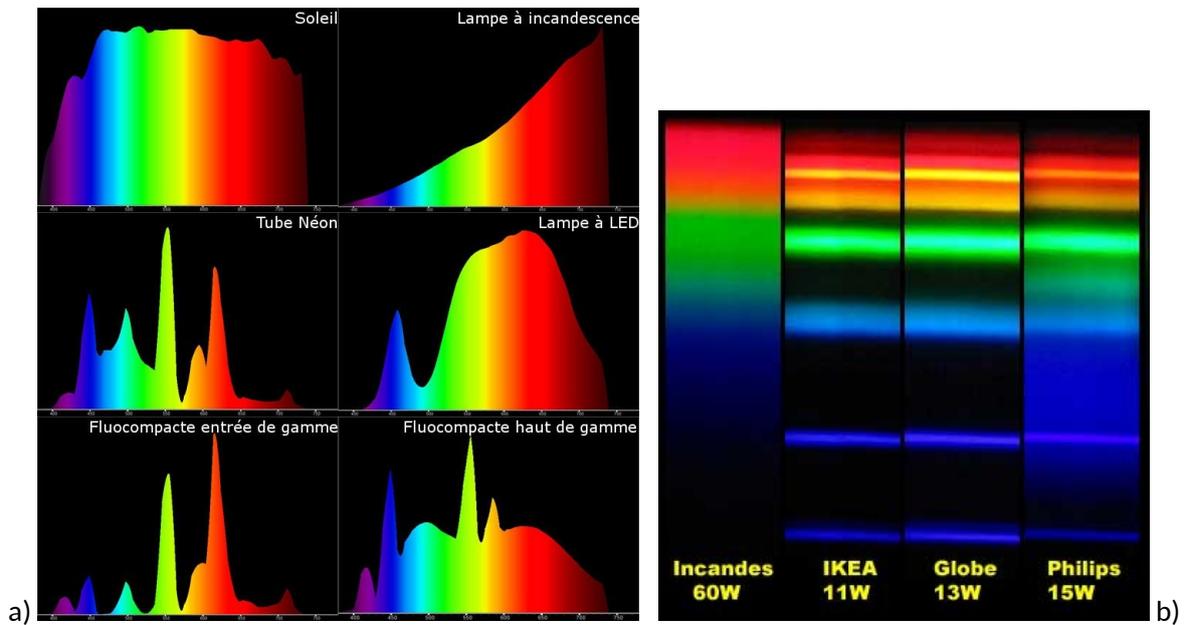


Figure 6 : Spectres d'émission qualitatifs de différentes sources de lumière. a) Comparaison de spectres issus de différentes technologies de lampes : un « néon » est un tube d'éclairage classique et une lampe à LED (Diode ÉlectroLuminescente en français) est une lampe fonctionnant avec un dispositif électronique permettant l'émission atomique d'espèces chimiques sélectionnées pour couvrir le domaine visible. b) Comparaison de différentes technologies de lampes basse consommation.

Remarque : les LBC sont moins énergivores que les anciennes lampes (à incandescence) car leur rendement (en lumière visible) est bien meilleur. En revanche, elles contiennent du mercure qui est un élément toxique. Il faut donc recycler ces lampes. Dans les technologies des lampes halogènes, des espèces halogénées sont présentes dans le tube et elles contribuent à augmenter la durée de vie de la lampe en permettant au mercure absorbé par la substance fluorescente d'être relâché. A l'avenir, une avancée majeure serait de pouvoir se passer de mercure.