

I) Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme s'est efforcé de créer des lampes de plus en plus performantes (**torche, lampe à huile, bougie de suif, lampe à acétylène, à gaz, électrique**). Actuellement, seules les lampes électriques sont utilisées pour l'éclairage général. Il existe aujourd'hui plusieurs sortes de sources d'énergie lumineuse. Si l'on ne s'en tient qu'à l'éclairage nous avons 3 grandes familles qui regroupent plusieurs catégories.

FAMILLES	CATEGORIE
<i>Lampes à incandescence</i>	La lampe standard La lampe à iode (halogène)
<i>Lampes à décharge</i>	Lampe fluorescente Lampe Fluo compacte Lampe à vapeur de mercure Lampe à iodure métallique Lampe à vapeur de sodium : - Basse pression - Haute pression
<i>Lampes à induction</i>	Lampes à induction

II) La lampe à incandescence

2.1 La lampe à incandescence standard

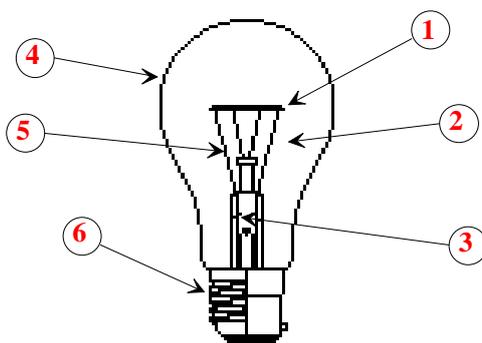
2.1.1) Principe

Un filament conducteur est **chauffé à blanc** par un courant électrique, **sous vide**, dans une ampoule de verre. L'énergie électrique est transformée en **énergie calorifique** ; du fait de la haute température, il y a production d'énergie **lumineuse**.

2.1.2) Constitution

Une lampe à incandescence est constituée essentiellement d'un **filament en tungstène**, porté à une température très élevée, de **2400°C**. Le tungstène est choisi pour sa température de fusion élevée : 3655°C.

Pour éviter que le **filament se consume**, on place celui-ci à l'abri de **l'oxygène de l'air** dans une ampoule contenant un **gaz inerte** (argon-azote ou krypton-azote). L'ampoule de verre qui contient les gaz neutres est claire, dépolie ou opalisée selon la qualité de diffusion de lumière désirée.



- 1 : Filament au tungstène.
- 2 : Atmosphère vide au gaz.
- 3 : Pied en verre.
- 4 : Ampoule.
- 5 : Fil de traverse.
- 6 : Culot

2.1.3) Forme des ampoules

Il existe une très grande variété de lampe avec des formes diverses



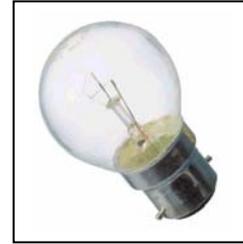
Lampe Standard Belle



Lampe Standard



Lampe Flamme



Lampe Sphérique



Lampe Tube



Lampe Globe



Lampe Tube Linolite



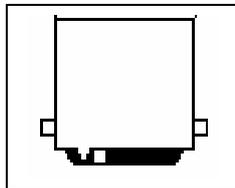
Lampe réflecteurs à broches



Lampe pour illuminations

2.1.4) Les caractéristiques des lampes

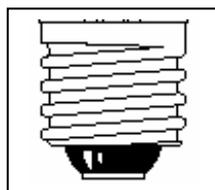
Le **culot** permet de **fixer** la lampe au support et d'assurer l'**alimentation électrique**. Il existe 2 familles : Les Culots à **Vis : E** ; Les culots à **Baïonnette: B**



Culot à Baïonnette: E

Avantage : Montage et Démontage rapide.

Inconvénients : Fixation Mécanique peu sûre et I limitée.



Culot à Vis : B

Bonne fixation mécanique, Gamme des choix de puissances plus élevées.

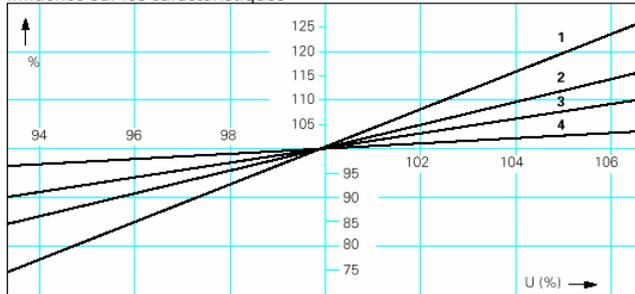
La durée de vie moyenne de ces lampes est d'environ : **1000 H.**

2.1.5 Avantages / Inconvénients

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lumière agréable. ▪ Peu encombrante. ▪ Montage facile. ▪ Allumage instantané. ▪ Prix d'achat faible. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficacité lumineuse faible : 12 lm/W. ▪ Durée de vie assez courte : 1000 heures. ▪ Pertes d'énergie sous forme calorifique relativement importante pour les grandes puissances.

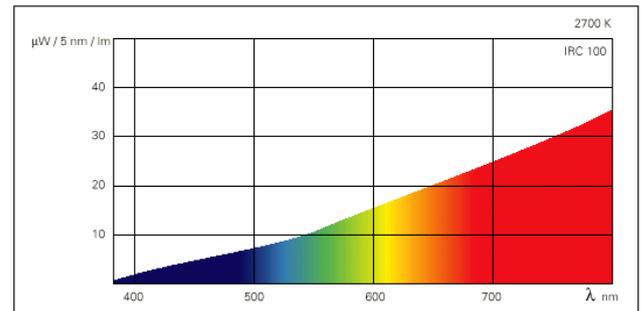
2.1.6 Autres caractéristiques :

Influence sur les caractéristiques



1 : Flux - 2 : Efficacité - 3 : Puissance - 4 : Courant

Influence sur les caractéristiques



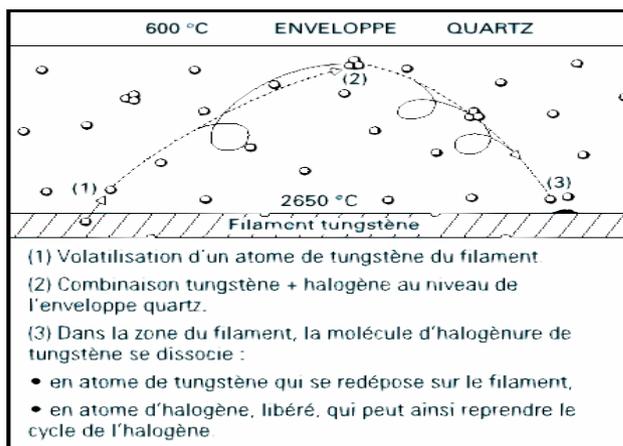
Spectre d'une lampe à incandescence standard (Mazda)

Les lampes à **incandescence** émettent une lumière à spectre **continu** garantissant un indice de rendu des couleurs (**IRC**) **idéal** ≈ 99 . La température de couleur est de 2700 °K.

2.2 Les lampes à iodes (halogène).

Les performances des lampes à incandescence standard sont nettement améliorées par un mélange gazeux aux **halogènes** dans une ampoule en **quartz**. Dans une certaine plage un cycle **tungstène - halogène** permet de restituer au filament une grande partie du tungstène **évaporé**.

Ce phénomène, appelé cycle de l'halogène, se reproduit en permanence, il évite ainsi tout noircissement de l'ampoule, il augmente la **longévité** du filament.



La vaporisation de tungstène de filament (1) libère des molécules de tungstène qui se combinent à des molécules d'iode (2) et forment un iodure de tungstène qui, porté à une température supérieure à 2000°C, se décompose en libérant le tungstène qui se dépose sur le filament (3)



L'amélioration des performances porte sur plusieurs critères.

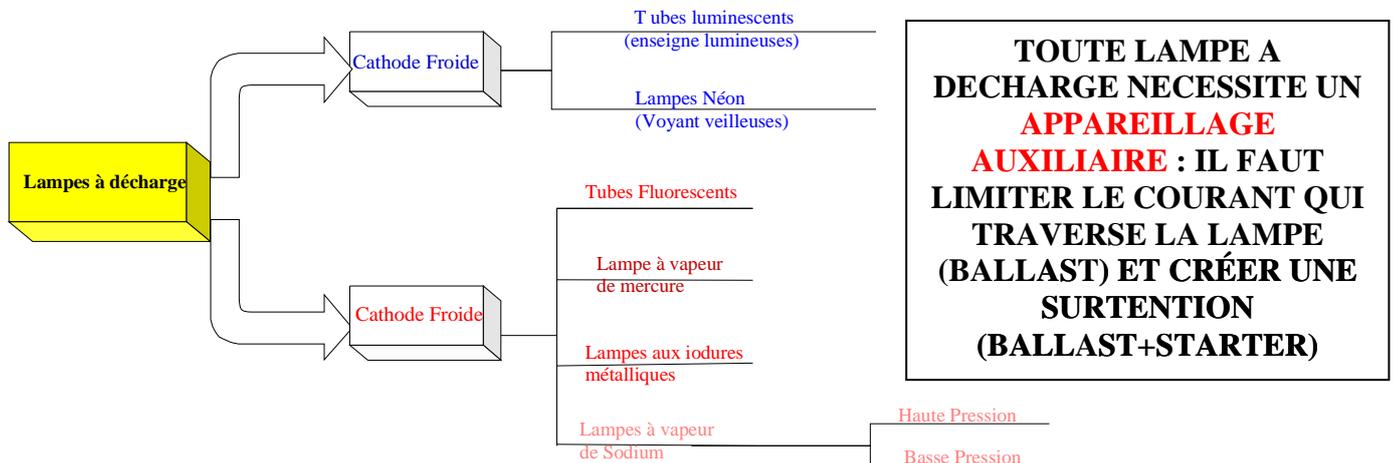
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficacité lumineuse plus importante qu'une lampe à incandescence standard (25 lm/W). ▪ Qualité de lumière blanche et éclatante. ▪ IRC idéal ≈ 99. ▪ La qualité de lumière et quantité de lumière identique pendant toute la durée de vie. ▪ Durée de vie : 2000 h. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prix d'achat plus important qu'une incandescence.



III) Les lampes à décharge

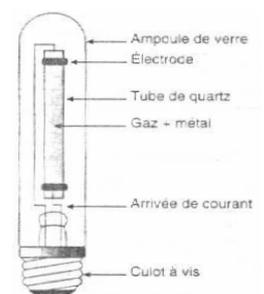
On distingue deux grands modes de fonctionnement des lampes à décharge :

- **à cathode froide** : tubes luminescents (enseignes lumineuses), lampes néon (voyant, veilleuses)
- **à cathode chaude** : tube fluorescent, lampes à vapeur de mercure, lampes à vapeur de sodium haute et basse pression, lampes aux iodures métalliques.



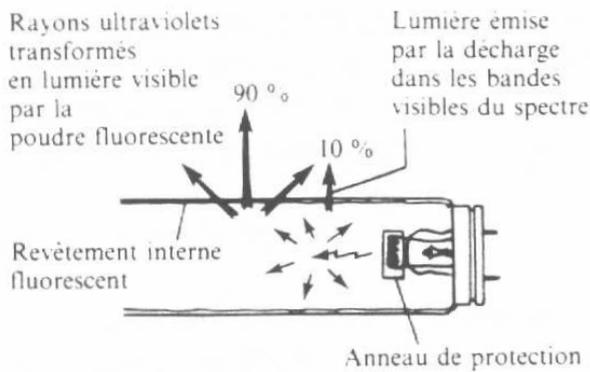
Une lampe à décharge fonctionne en régime d'arc, elle comporte :

- Une ampoule de forme ovoïde ou tubulaire, contenant un mélange gazeux azote - argon.
- Un tube à décharge, ou brûleur, muni à chacune des ses extrémités d'électrodes en tungstène et contenant un gaz rare (néon, argon, xénon) pour favoriser l'amorçage et une infime quantité de métal, iodures métalliques, mercure ou sodium
- Une structure métallique assure le support de l'alimentation électrique.



3.1 Les lampes fluorescentes

3.1) Principe de fonctionnement



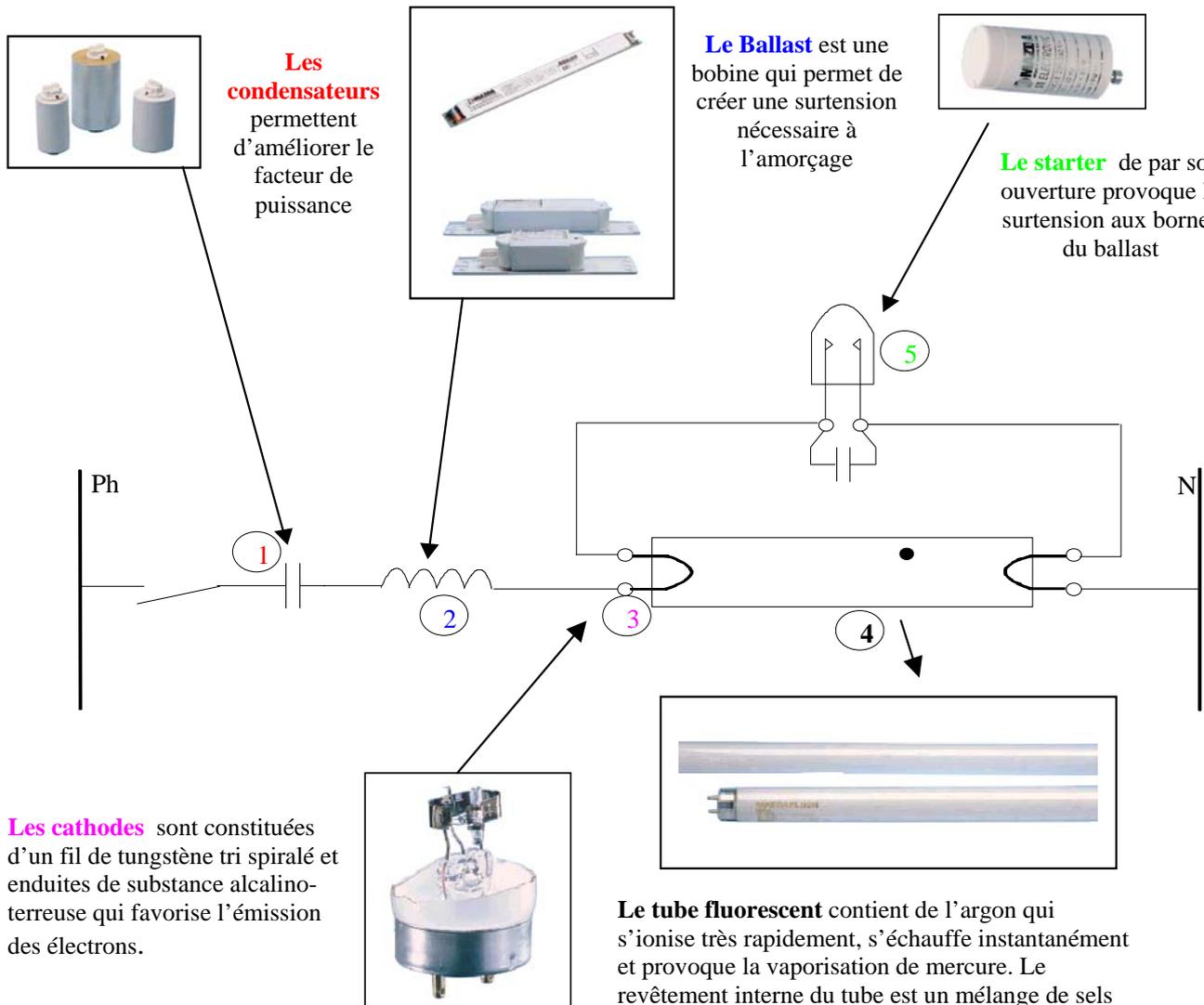
Transformation du rayonnement dans une lampe fluorescente

C'est une lampe à **décharge** constituée d'un tube dont la paroi interne est recouverte d'une mince couche de poudre **fluorescente**.

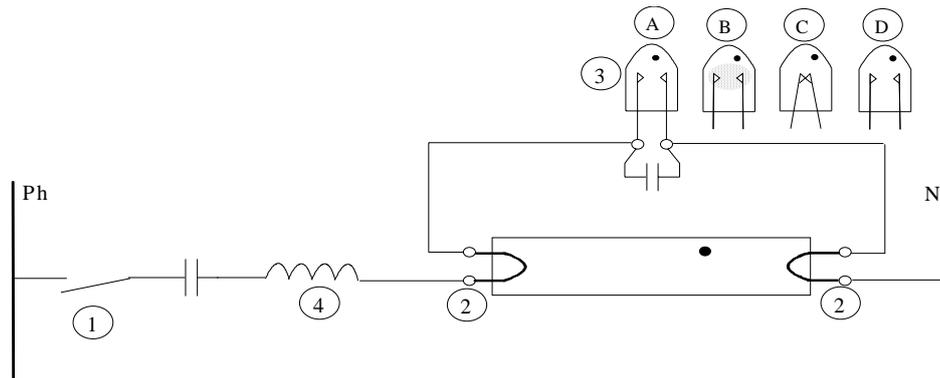
Le tube est muni d'une **électrode** à chaque extrémité et contient une faible quantité de mercure dans un gaz **rare**.

Le principe de base est le suivant: un tube à **vapeur de mercure** soumis à une différence de potentiel, produit des **radiations ultraviolettes** invisibles qui sont transformées en lumière visible par la poudre **photoluminescence**.

3.2) Eléments constitutifs



3.3) Analyse détaillée du fonctionnement



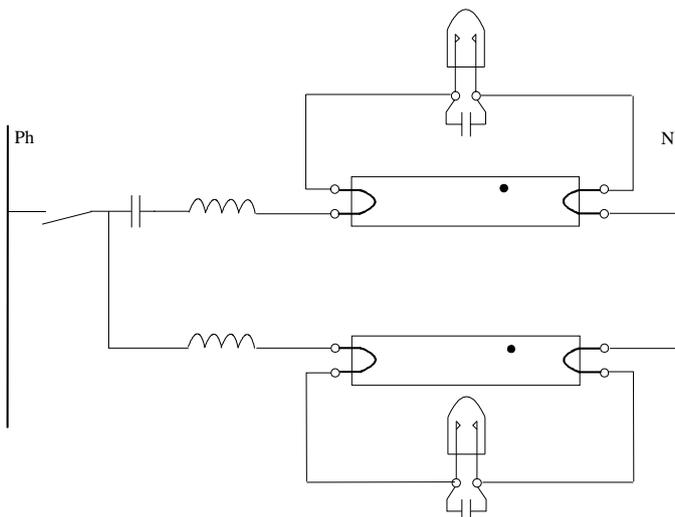
- Au repos, le starter **3** est ouvert. (Fig A)
- On ferme l'interrupteur **1**, la tension du secteur se trouve appliquée aux bornes du starter **3**
- Le néon qui s'ionise à partir de 80 à 120 V devient conducteur. Le starter s'allume (fig B)
- Le starter étant allumé, la chaleur dégagée par cette décharge déforme les électrodes biméalliques qui viennent en contact. A ce moment la lueur disparaît (fig C). Le courant s'établit par le starter, les cathodes **2** montées en série avec l'inductance **4** s'échauffent et deviennent émissives.
- Les électrodes du starter se refroidissent et se séparent brutalement en reprenant leur position initiale (fig D).
- Cette rupture brusque provoque une surtension, par l'intermédiaire de l'inductance **4** aux bornes des cathodes **2** et le tube s'allume. Le courant s'établit.
- La tension aux bornes du starter **3** tombe alors à une dizaine de volts ce qui est insuffisant pour provoquer l'ionisation du néon dans le starter et son réallumage.

3.4) Les Avantages / inconvénients

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durée de vie de l'ordre de 7000 heures. ▪ Faible consommation d'énergie ▪ Permet de réaliser des éclairagements élevés ▪ Efficacité lumineuse : 25 à 75 lm/W 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un équipement d'amorçage et d'alimentation spécial est nécessaire ▪ Prix de l'installation initiale plus élevé qu'en incandescence

Nota : La gamme de température de couleur est large : 2800°K (lumière chaude) à 6300°K (lumière froide), l'IRC varie de 52 à 97 selon le type de tube.

3.5) Le montage duo-compensé



Le montage **duo** permet de diminuer l'effet **stroboscopique** qui se produit quand on alimente un seul tube. La capacité en **série** avec le **ballast** permet de **déphasé** la tension par rapport à l'autre tube (sans capacité), on aura donc diminué l'effet stroboscopique. La capacité permet également de compenser le **facteur de puissance**.

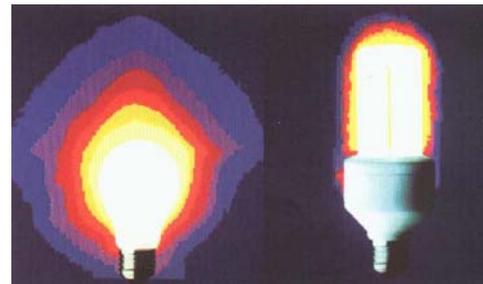
3.2 Les lampes fluo compactes

Ces lampes ont été créées au départ pour remplacer la lampe à **incandescence** il existe deux familles : → une famille munie d'un ballast intégré dans le culot, soit à baïonnette soit à vis, pouvant être mise en place directement à la place des lampes à incandescence standard.

→ une autre famille dont le ballast est associé indépendamment de la lampe; celles-ci ne peuvent donc pas se brancher sur un luminaire déjà existant sans l'interposition d'un ballast dans le circuit.



Voir document Lampe Fluocompacte



Lampe Incandescence

Lampe fluo compacte

Comparaison thermographique entre une lampe incandescente et une lampe fluo compacte



La structure de la lampe est un tube fluorescent replié sur lui-même, où l'on a raccordé ses deux extrémités à une platine **électronique miniaturisée**.

Le résultat est ⇒ d'une part, avoir tous les **avantages** de la **fluorescence** : L'indice de rendu des couleurs (IRC) très satisfaisant.

Une durée de vie considérablement accrue (et donc moins de maintenance).

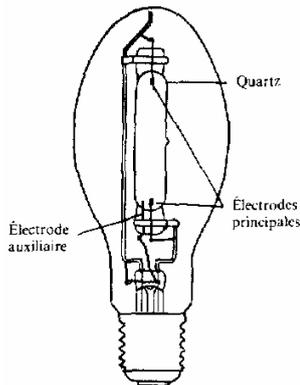
Une consommation minimale et 80% de dégagement en chaleur en moins par rapport à une lampe à incandescence.

⇒ D'autre part, tous les avantages de l'électronique allumage instantané sans le moindre **clignotement**, aucun vrombissement ni **papillotement**... et une optimisation des performances de la lampe

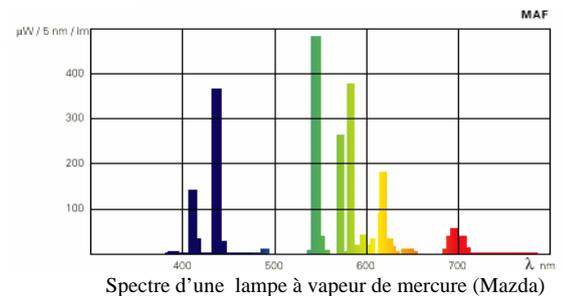


3.3 Les lampes à vapeur de mercure

Cette lampe est constituée d'un tube en quartz contenant du mercure est placé à l'intérieur d'une ampoule en verre dont les parois sont recouvertes d'une poudre fluorescente. L'atmosphère à l'intérieur est un gaz neutre. Elles nécessitent **un appareillage spécial**.



- La durée de mise en régime est de **10 minutes pour 80% du flux nominal**.
- Le temps de mise en régime est de 3 à 5 minutes.
- La température de couleur varie de 3900 à 4300°K et l'indice de rendu de couleur de 33 à 49.
- Utilisation : **Ateliers, halls, jardins, stations services ...**



3.4 Les lampes à vapeur de sodium à basse pression

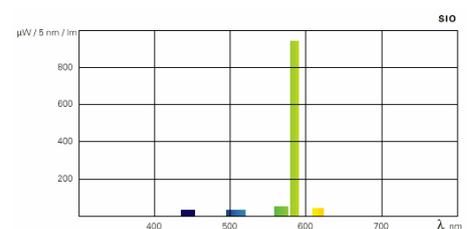
Cette lampe à décharge est composée d'un tube en U dans lequel se trouvent du sodium à basse pression avec du néon pour faciliter le démarrage.

La lumière émise est de couleur jaune orangée.

L'efficacité lumineuse de ces lampes est **très élevée**, jusqu'à 210lm/W.



La durée de mise en régime est de 5 à 10 minutes.
La lumière ne permet pas de juger les couleurs, aussi l'usage est limité à l'éclairage routier, domaine dans lequel leur efficacité très élevée est un avantage considérable.



3.5 Les lampes à vapeur de sodium à haute pression

Le tube est en céramique translucide, le verre et le quartz ne pouvant pas résister à la forte corrosion de la vapeur de sodium portée dans ces lampes à plus de 1000°C.

La lumière n'est pas monochromatique car d'autres raies, de longueurs d'onde différentes, du sodium sont émises. Elle se rapproche d'une lumière très chaude.



L'intensité du courant d'amorçage est supérieure de 50% au courant de marche. Le temps de mise en régime est de 10 minutes.

La gamme de puissance est étendue, de 50W à 1kW.

Leurs efficacités lumineuse vont de 68 à 140 lm/W.

L'IRC va de 25 à 85 et une température de couleur de 2150 à 3500°K.

Ces lampes sont principalement utilisées pour éclairer **les parcs de stockage, tunnels souterrains, piscines, gymnases,...**

3.6 Les lampes à iodures métalliques

Ce sont des lampes tubulaires ou ovoïde en verre dur qui renferment un tube à décharge dans lequel on a introduits des iodures métalliques ; iodure de mercure, de sodium de thallium et d'indium par exemple. L'émission spectrale de ces métaux complète celle du mercure d'où :

- Une efficacité lumineuse très élevée.
- Lumière presque blanche.

Ces lampes existent en format deux culots :

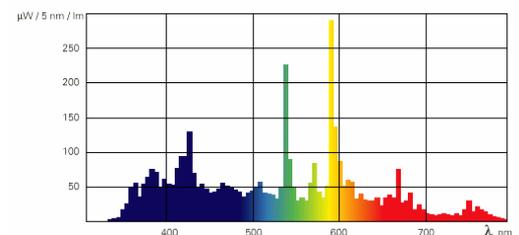
Ces lampes sont utilisées principalement pour l'éclairage de **grand espaces (stade de foot avec représentation TV, gymnase,...)**.



Format de type Ballon (Culot E 40)



Format tubulaire à 2 culots



Spectre d'une lampe à iodure métallique (Mazda)

Par la particularité de leurs lumières, ces lampes sont particulièrement recommandées pour les prises de vue TV, les éclairages sportifs ou pour les éclairages d'installation commerciales (supermarché) et industrielles. Leurs puissances d'utilisation s'étendent de 70W à 2kW. Les températures de couleurs vont jusqu'à 4900°K, les indices de rendu de couleur de 90. L'efficacité lumineuse est de 90 lm/W en moyenne.

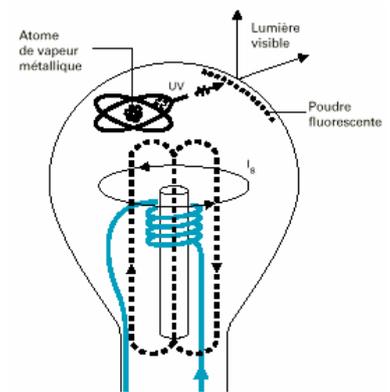
IV) Les lampes à induction

L'éclairage par induction est une nouvelle technologie.

Le principe de l'induction :

La lampe à induction utilise le même principe de décharge qu'un tube fluorescent. La différence se situe au niveau de la génération du phénomène de décharge, celui-ci étant dans ce cas réalisé grâce à un champ électromagnétique créé par un courant à haute fréquence (2,65 Mhz) circulant dans une bobine.

Il n'y a donc plus aucune usure d'électrode ou de filament comme dans les systèmes d'éclairage traditionnels, **d'où une très longue durée de vie.**



- L'amorçage et le réamorçage est instantané : 0.1 seconde.
- La gamme de puissance s'étend de 55W à 165W.
- La température de couleur de 2700 à 4000°K, l'IRC est de 85.
- Haute efficacité lumineuse : 70 lm / W.
- Le flux lumineux est de 12000 lumens (pour 165W)
- Leur durée de vie est exceptionnelle : **60000 heures.**

