

Nom :  
Prénom :  
Classe :

# Les technologies de lampes :



Temps prévu pour la réalisation de la leçon : **5h00**

Thème affilié

Classe : ..... ..CAP E...

Nom : .....

Prénom : .....

Eclairage - Electrothermie

FLASHCODE de la leçon :

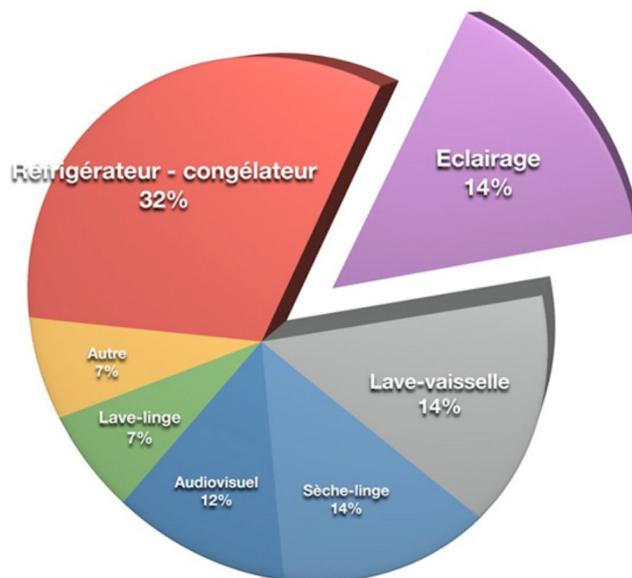


web

## PARTIE I° : Introduction : (temps estimé : 40min)

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).

La consommation électrique liée à l'éclairage n'est pas négligeable. Aujourd'hui l'éclairage dans les secteurs résidentiel et tertiaire représente 14 % de toute l'électricité consommée dans un pays comme la France, soit la production permanente de 7 réacteurs nucléaires.



### Quelques chiffres :

Pour un ménage, la consommation annuelle en éclairage représente entre 400 et 600 kWh. Ce chiffre pourrait être réduit à 150 kWh/an sans perte de confort visuel soit une consommation divisée par 3 ou 4.

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 :
<b>LAMPES A INCANDESCENCE :</b>	-Lampe standard -Lampe à iode (Halogène)
<b>LAMPES A DECHARGE :</b>	-Lampe fluorescente -Lampe Fluo Compacte -Lampe à vapeur de mercure -Lampe à iodure métallique -Lampe à vapeur de sodium : Basse/Haute pression
<b>LAMPE A INDUCTION</b>	-

## PARTIE II° : Comment choisir sa technologie d'éclairage ?

(Temps estimé :1H20)

Nous avons besoin de la lumière et ses bienfaits sur notre santé et notre psychisme ne peuvent être mis en doute.

L'éclairage artificiel est dans la journée le complément de l'éclairage naturel et à la nuit tombée il en prend totalement le relais.

Cet éclairage artificiel doit faire l'objet de choix judicieux et adaptés :

- ✓ de notre confort visuel,
- ✓ d'efficacité.
- ✓ Sans oublier l'aspect esthétique qui contribue au style de notre intérieur que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de notre habitation.

Vous connaissiez les watts (W). Avec l'apparition des diodes électroluminescentes, une nouvelle unité de mesure apparaît, le lumen. Là où les watts mesurent la puissance de l'énergie dégagée par la lumière, les lumens mesurent directement le rendement lumineux.

Watts et lumens : quelle différence ?

Pour choisir la puissance de notre éclairage, nous regardions, jusqu'à 2006, le nombre de watts qu'indiquait l'emballage d'une ampoule :

<i>Avant :</i>	<i>Maintenant :</i>
<i>Plus l'éclairage était puissant, plus l'énergie consommée était grande et plus le nombre de watts était élevé.</i>	de nouvelles ampoules permettent aujourd'hui de produire beaucoup plus de lumière en consommant beaucoup moins d'énergie.

**L'énergie consommée n'est donc plus un critère suffisant pour mesurer la puissance d'une ampoule.**

Nous allons voir quels critères sont à prendre en compte pour faire son choix :

## Efficacité lumineuse

On évalue la qualité énergétique d'une lampe par son **efficacité lumineuse** (en lm/W) définie comme le rapport du flux lumineux (en lumen) par la puissance électrique absorbée (en watt)

TYPE D'AMPOULE	RENDEMENT LUMINEUX (LUMENS PAR WATT)
AMPOULE A INCANDESCENCE	8 à 14 lm/watt
AMPOULE FLUOCOMPACTE	45 à 60 lm/watt
AMPOULE HALOGENE	13 à 20 lm/watt
TUBE FLUORESCENT (NEON)	52 à 79 lm/watt
AMPOULE A LEDS	100 lm/watt

## La qualité de lumière

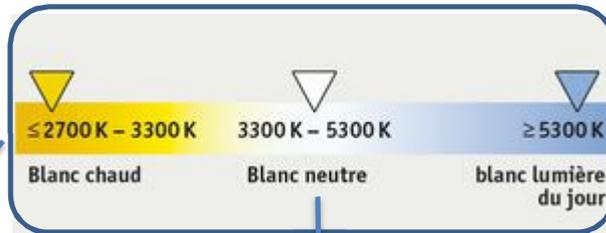
### ✓ Indice de rendu des couleurs (I.R.C) :

L'I.R.C indique l'aptitude d'une lampe à faire ressortir toutes les nuances de couleurs. **C'est la lumière du jour qui fixe l'indice maximum ( IRC de 100 %).**

Or, les lampes à incandescence et les halogènes atteignent généralement un excellent IRC : supérieur à 90 pour les premières et 100 % pour les secondes. Par contre, certaines lampes fluocompactes peinent à atteindre un IRC agréable. Pour obtenir un résultat probant, les spécialistes préconisent les lampes affichant un IRC supérieur à 85 %.

## Couleur de la lumière ou la température de couleur ?

La température de couleur ou la couleur de la lumière **se mesure en kelvins (K)** et indique si la lumière blanche est chaude (**nuance jaune**) ou froide (**nuance bleue**).



### La lumière blanc chaud :

Agréable, relaxante et ressemble à la lumière de fin de journée.

$T^\circ < 3300 \text{ K}$ .

### La lumière blanc neutre :

Énergisante

$T^\circ$  : entre 3300 et 5300 K.

### blanc lumière du jour

Favorise la concentration

$T^\circ > 5300^\circ \text{K}$ .

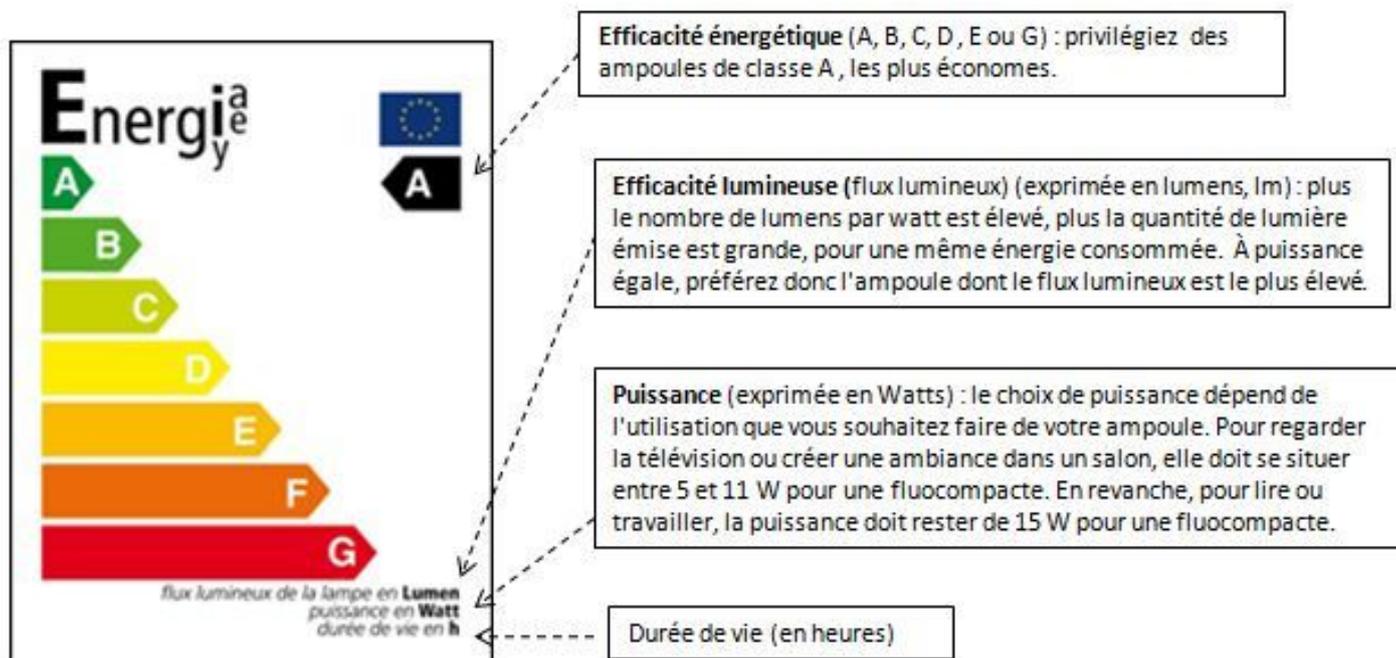
## Efficacité énergétique :

L'Étiquette-énergie, obligatoire pour les lampes de plus de 4 watts, affiche quatre informations obligatoires et à ne surtout pas négliger :

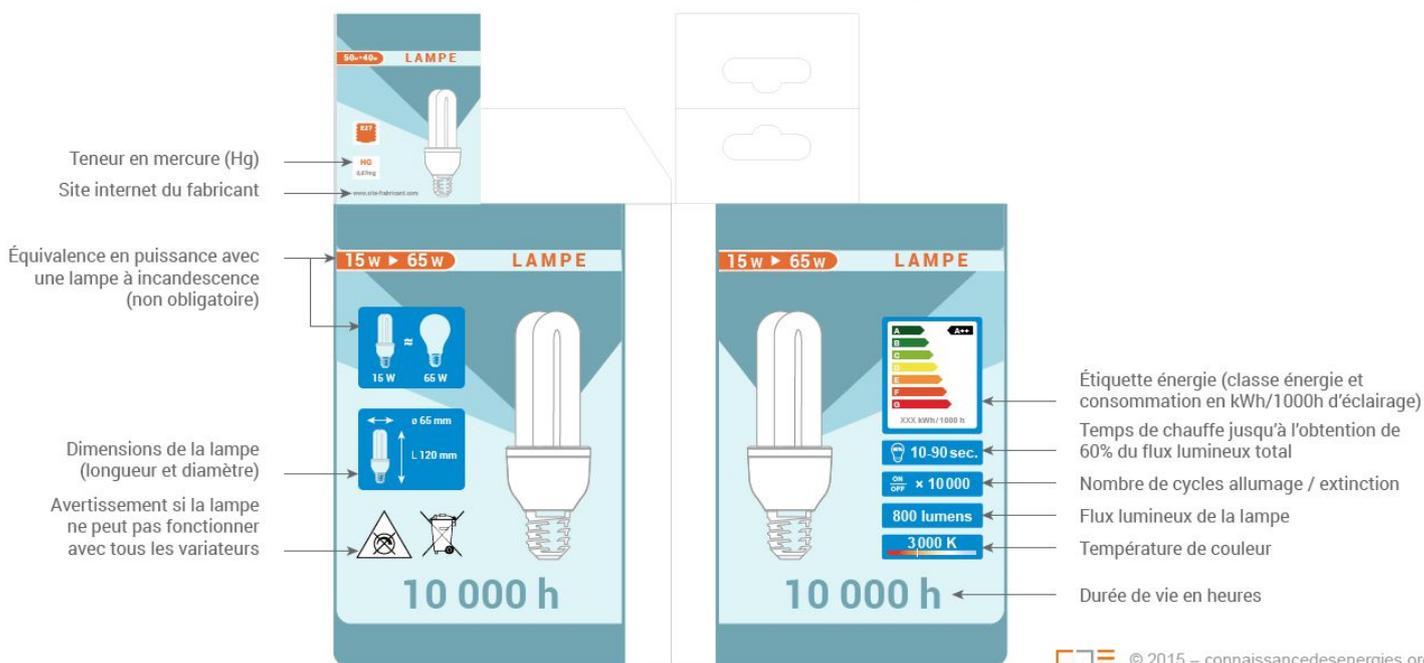
- **La puissance électrique en watts (W) ;**
- **Le flux de lumière (énergie lumineuse) émis en lumen (lm) ;**
- **La durée de vie en heure (h) ;**
- **La classe d'efficacité énergétique.**

La classe d'efficacité énergétique varie de la lettre **A (barre verte : résultat très performant)** à la lettre **G (barre rouge : efficacité très médiocre)**. Les ampoules fluo compactes affichent pour la plupart une efficacité de classe A, B indiquant une moins bonne qualité.

A titre de comparaison, les lampes à incandescence de base sont pour la plupart de classe E et les halogènes oscillent entre C et G.



### Exemple d'étiquette énergétique :



## PARTIE III° : Présentation des différentes lampes : (temps estimé :3H)

### La lampe à incandescence



#### Principe :

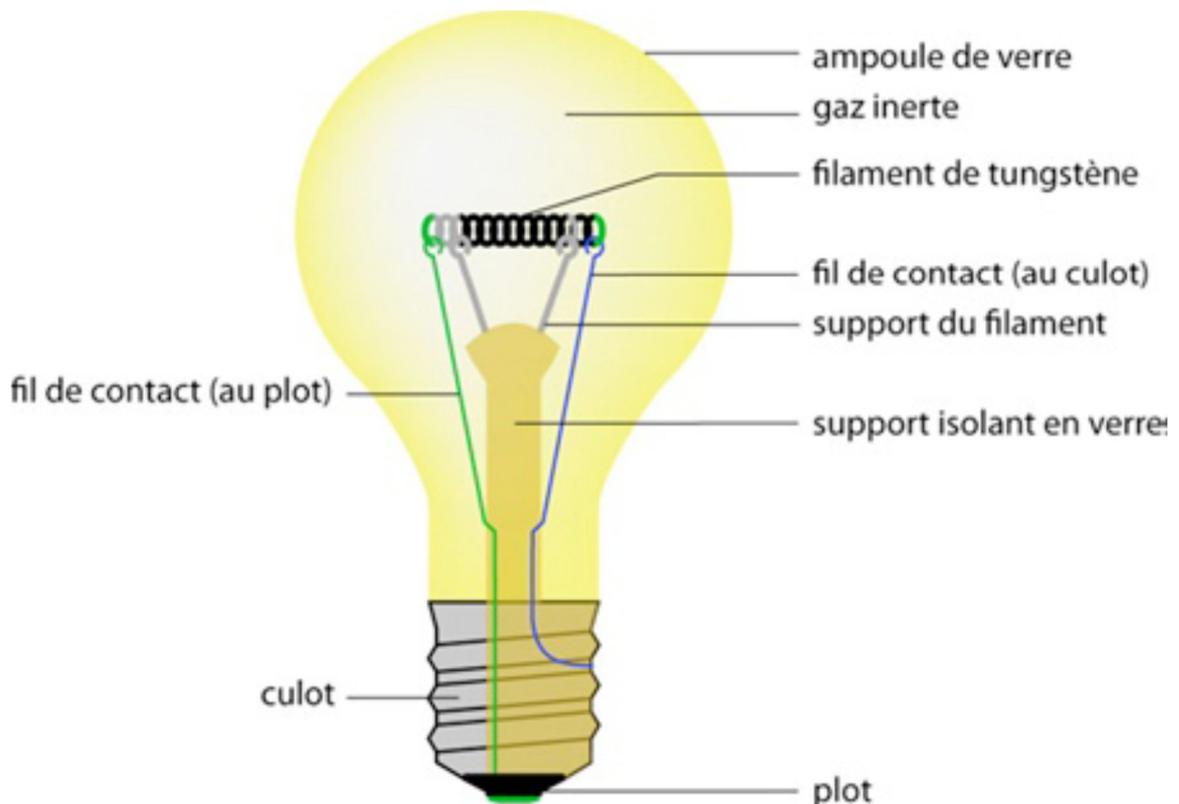
Un filament conducteur est chauffé à **blanc** par un courant électrique, sous vide, dans une ampoule de verre. L'énergie électrique est transformée en énergie **calorifique** ; du fait de la haute température, il y a production d'énergie **lumineuse**.

#### 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. (**Luminance**)

#### Vocabulaires liés à la constitution



*AVANTAGES :*

*-utilisation dans toute les pièces de la maison*

*-Lumière agréable*

*-Prix d'achat peu élevé.*

*-Allumage instantané.*

*INCONVENIENTS :*

-Très mauvais rendement : 92 à 95% de l'énergie électrique est perdue en chaleur. 5 à 8% sont transformés en lumière

-L'intensité lumineuse diminue avec le temps

-La durée de vie n'excède pas 1000 heures

-Efficacité lumineuse faible : 12 lm/W.

Pour mémoire, les ampoules à incandescence de 100 W ont été retirées du marché en juillet 2009, celles de 75 W en janvier 2010, celles de 60 W en juillet 2010 et celles de 40 W en septembre 2011.

Seules les ampoules de 25 W étaient encore en vente et doivent être retirées des magasins théoriquement depuis janvier 2013.



## La lampe Halogène :



### Principe :

Les performances des lampes à incandescence standard sont nettement améliorées par un mélange gazeux aux **halogènes** dans une ampoule en **quartz**.. Ces gaz permettent aux fragments de tungstène qui se détachent du filament de s'y redéposer. Le filament se dégrade donc moins vite et autorise un échauffement beaucoup plus important, produisant une lumière plus forte et plus blanche qu'une lampe ordinaire. En outre, l'ampoule ne noircit pas. Il existe une grande variété de lampes halogènes dont la puissance varie de 20 à 500 Watts. Les plus courantes sont les puissantes lampes allongées en forme de crayon ainsi que les lampes très basse tension (TBT) en forme de petits spots.

### Exemples d'utilisations des lampes halogènes :



**Spots en habitat**



**Eclairage de chantier**



**Eclairage industriel**

### AVANTAGES :

- Rendement lumineux 2 fois supérieur à celui des lampes à incandescence classiques
  - Durée de vie 2 fois plus longue (environ 2000 h)
  - Leur petite taille permet d'utiliser des luminaires plus compacts.
  - La qualité de lumière et quantité de lumière identique pendant toute la durée de vie.
- IRC idéal » 99.*

### INCONVENIENTS :

- Les rayons UV ne sont pas arrêtés par le quartz constituant l'ampoule. Or ces rayonnements sont cancérigènes et il est dangereux de s'y exposer à très courte distance pendant de longues périodes. Une simple paroi en verre arrête ces ultraviolets et écarte tout danger.
- Le quartz de l'ampoule est très fragile et ne supporte pas le contact avec les doigts.
- La durée de vie n'excède pas 1000 heures
- Leur prix est plus élevé que celui des lampes à incandescence classiques.

## La lampe fluorescente :



### Principe :

C'est le gaz contenu dans le tube (généralement vapeur de mercure) et non un filament qui émet des **rayonnements ultraviolets**. Ceux-ci sont transformés en photons lumineux au contact des pigments fluorescents tapissant la paroi intérieure du tube. Pour fonctionner, ce type de lampe nécessite un dispositif comprenant un **starter** fournissant l'impulsion électrique pour exciter le gaz et un ballast supprimant le scintillement.

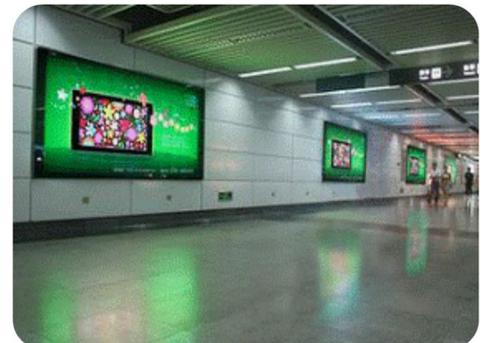
### Exemples d'utilisations des lampes fluorescentes :



Eclairage entrepôt



Eclairage de chantier



Eclairage station de métro

### AVANTAGES :

- Prix peu élevé à l'achat
- Bon rendement énergétique : 30% de conversion lumineuse).
- Durée de vie 6 à 8 fois plus longue qu'une lampe classique (6000 à 8000 heures)
- faible consommation (4x moins que l'incandescence)

### INCONVENIENTS :

- Dimensions peu pratique
- Lumière relativement froide.
- nécessité d'un ballast et starter
- La longévité dépend du nombre d'allumages

## La lampe fluo compacte :



### Principe :

Appelées aussi LFC, ces lampes "**basse énergie**" sont une variante moins encombrante des tubes fluorescents. Le tube est ici disposé en cercle ou simplement en U. Il est parfois enveloppé dans un bulbe de protection en verre. Le tube utilisé est plus mince et plus court. Certains modèles possèdent en plus un régulateur électronique de courant qui évite le clignotement à l'allumage. Les lampes fluocompactes constituent une très bonne alternative aux lampes à incandescence classiques car elles **consomment 5 fois moins d'énergie** pour un même confort visuel.

### Exemples d'utilisations des lampes fluo-compact :



**Eclairage industriel**



**Eclairage de jardin**



**Eclairage de l'habitat**

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 d'opérations 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



#### AVANTAGES :

- Malgré un prix d'achat élevé, elles permettent de faire des économies conséquentes sur leur durée de vie.

- Leur durée de vie est élevée (6000 à 8000 h).

- Leur petite taille permet d'utiliser des luminaires plus compacts.

- L'indice de rendu des couleurs (IRC) très satisfaisant.

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

#### INCONVENIENTS :

- La montée en puissance n'est pas instantanée. Il faut plusieurs dizaines de secondes avant que la lampe fournisse son éclairage maximal. Ces lampes ne conviennent donc pas pour des éclairages de très courte durée.

- Elle doit donc être traitée comme un déchet dangereux à la fin de sa durée de vie. (présence de vapeur de mercure)

- Coût élevé à l'achat (amortissable après 3000 heures d'utilisation)

- Rayonnement électromagnétique important 180V/m. Eviter l'utilisation de ces lampes comme lampes de chevet ou de bureau.

- peuvent rarement être utilisées avec un variateur d'intensité lumineuse classique

## La lampe D.E.L ( ou L.E.D) :

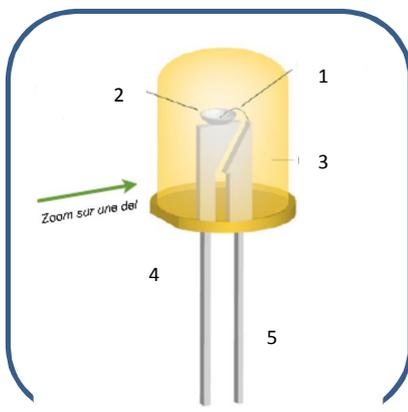


Surtout connues pour une série d'usages techniques (lampe témoin pour électroménager, lampes de poche...) et pour leur aspect design, les lampes à **LED (Diode électroluminescente)** s'ouvrent de nouvelles perspectives en matière

### Principe :

Elles reposent sur une technologie récente constituée d'un dispositif semi-conducteur au silicium qui, traversé par un courant très faible (quelques centaines de milliampères) et une tension de quelques volts (à partir de 3,5 V), provoque une émission puissante de lumière.

Pour les diodes utilisées dans l'éclairage, le dispositif émetteur de lumière est noyé en cours de fabrication dans une lentille qui distribue la lumière selon un angle de 120 degrés.



Flèche N°1 : **Fils de liaison**

Flèche N°2 : **Coupe de réflexion**

Flèche N°3 : **Résine époxy**

Flèche N°4 : **Cathode**

Flèche N°5 : **Anode**

### Exemples d'utilisations des lampes LED :



**Eclairage publicitaire**



**Eclairage tendance dans l'habitat**



**Eclairage salle de bain**

### *AVANTAGES :*

- Très faible consommation électrique
- Durée de vie très longue (environ 50000h).
- De très petite taille, elles permettent beaucoup de fantaisie

### *INCONVENIENTS :*

- Encore coûteuses à l'achat pour un groupe de LED donnant la même lumière qu'une lampe économique. (10 fois plus chères)
- Lumière LED potentiellement nocives.

## Les lampes à décharges :

### Définition :

Leurs noms est dû au principe de leur fonctionnement : **une décharge électrique** est créée entre deux électrodes dans une enveloppe en quartz remplis de gaz sous haute pression. Cette décharge produit une excitation des atomes qui en résulte une libération d'énergie sous la forme de lumière visible. Selon la pression du gaz dans le tube ou l'ampoule, on distingue les lampes à basse et à haute pression.

Il existe trois familles de lampe à décharges :

- La lampe à vapeur de mercure**
- La lampe à vapeur de sodium**
- La lampe aux halogénures métalliques.**

### *AVANTAGES :*

- Aucun ballast, ni amorceur n'est nécessaire*
- *Très bonne alternative aux lampes à incandescence*
- *Durée de vie plus longue que les lampes à incandescence*
- lampe puissante et économique*

### *INCONVENIENTS :*

- *Impact sur l'environnement*
- la lampe a tendance à éblouir.*
- pollution lumineuse (dans le ciel)*

## Les Lampes à vapeur de mercure



Arrêtée en avril 2015, La lampe au mercure haute pression était la première lampe à décharge haute intensité à être créée. Auparavant utilisées essentiellement dans l'éclairage routier ou dans les entrepôts,

### Principe :

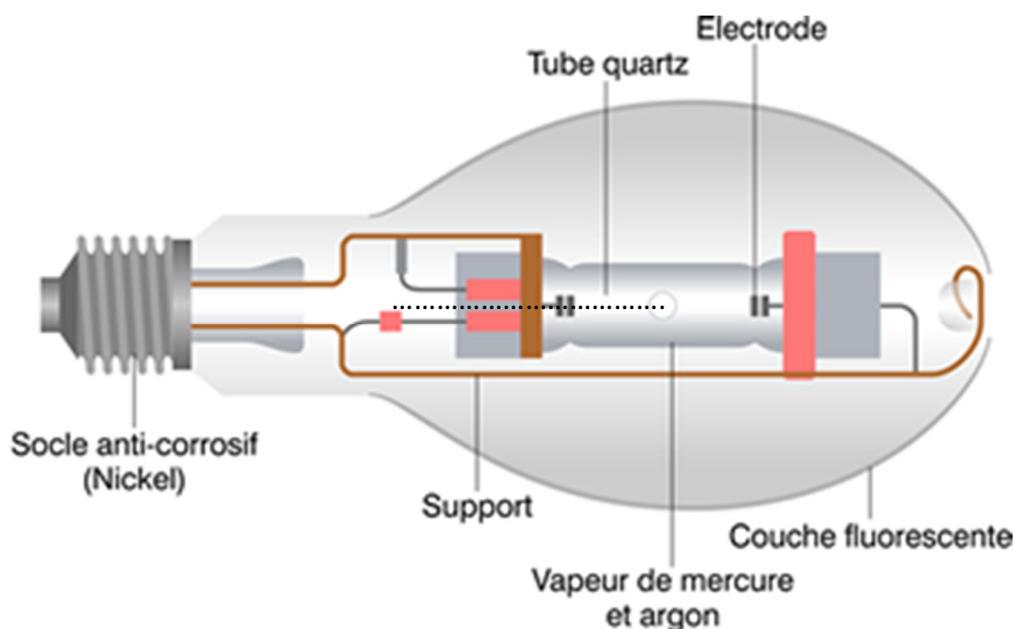
Le spectre lumineux émis par la lampe au mercure est **composé d'ultraviolets** qu'une poudre fluorescentes converti en lumière visible.

On rencontre aussi ces lampes avec un réflecteur parabolique aluminé intégré, qui n'ont pas ce revêtement convertissant les U.V en lumière visible.

Attention à ce type d'éclairage, **n'oubliez pas vos lunettes de soleil pour protéger vos yeux.**

Enfin, ces lampes exigent un **traitement d'extraction du mercure lorsqu'elles sont en fin de vie.** Ces traitements sont long et couteux réalisant ainsi une facture environnementale lourde.

La lampe à vapeur de mercure est remplacée par les lampes aux halogénures métalliques ou à vapeur hautes pression.



Ces lampes ont eu leurs heures de gloire. Elles permettaient de remplacer les lampes incandescentes de 1000 W sous condition d'y ajouter un ballast (ou self). Elles n'ont que rarement été utilisées pour d'autre application du fait que leur très mauvais rendu des couleurs : IRC 50 et un faible rendement lumineux : entre 36 et 58 lm/W

L'ampoule qui contient un mélange d'argon et de vapeur de mercure, diffuse une lumière froide de 4300K

**Exemples d'utilisations des lampes à vapeur de mercure :**



**Eclairage des routes**



**Eclairage des voies publiques**



**Eclairage d'entrepôt**



## Les Lampes à vapeur de sodium :



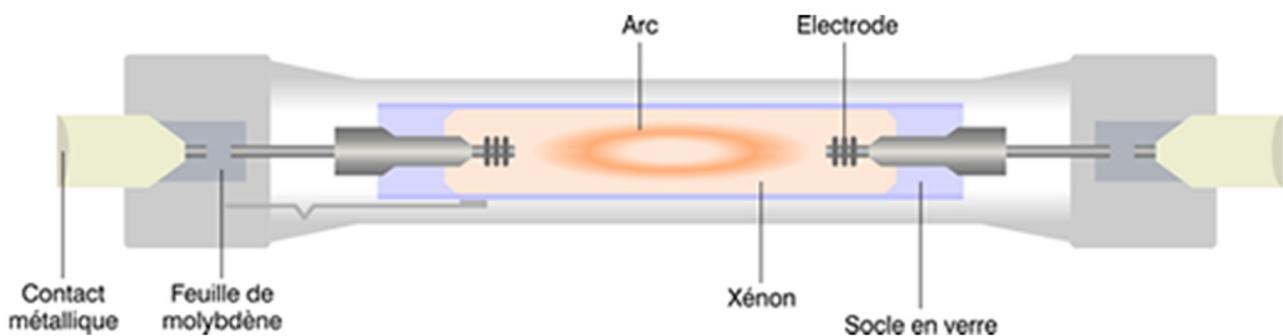
### Principe général :

La lampe à vapeur de sodium fait partie des **lampes à décharge**. Son principe de fonctionnement est donc identique.

Le tube à décharge contient un amalgame de sodium avec du mercure et du xénon comme gaz d'allumage.

La lumière est émise, en majeure partie sous forme de rayonnements visibles, mais une petite partie est émise sous forme de rayonnements ultraviolets invisibles. Dans les lampes ellipsoïdes, on tente de récupérer ces rayons en tapissant la paroi intérieure de l'ampoule d'une poudre qui absorbe les U.V. et les transforme en rayons visibles. Cette poudre rend l'ampoule opaline. A l'allumage, le flux lumineux nominal n'est atteint qu'après **2 à 3 minutes**. Après extinction ou coupure de courant, le réamorçage ne peut se faire qu'après les **5 à 10 minutes** nécessaires à leur refroidissement.

Certains modèles particuliers permettent un réamorçage immédiat. Ces lampes couvrent toute la gamme de puissance. Néanmoins, elles doivent être utilisées avec des accessoires adéquats : l'amorceur doit procurer une tension très élevée pour permettre cet allumage instantané.



### Sodium haute pression :

Elles ont supplanté les lampes à vapeur de mercure : Durée de vie et flux lumineux supérieur mais d'une couleur **jaune-orangé** et un mauvais IRC (25) ce qui les cantonne dans **l'éclairage public, routier ou parking**. Il existe toutefois une exception : La lampe sodium blanche qui a un IRC de 80 à 85 au détriment de son rendement lumineux 50 lm/W.

#### Exemples d'utilisations des lampes à vapeur de sodium:



**Eclairage des rues**



**Eclairage des parkings**

### Sodium basse pression :



Elle est principalement utilisée pour l'éclairage des autoroutes, tunnels ou encore dans les régions à fort brouillard car l'efficacité lumineuse est très élevée et que le rendu des couleurs n'y est pas primordial. Ces lampes sont dites « monochromatiques » car elles émettent un rayonnement lumineux uniquement dans une longueur d'onde jaune-orangé. L'œil perçoit mieux les formes lorsqu'elles sont éclairées avec une lumière jaune d'où leurs utilisations dans un environnement enfumé ou brumeux. (Sensibilité maximale de l'œil humain). Cette lumière monochromatique lui confère la plus haute efficacité lumineuse de toutes les lampes communes (hors LED).

Mais c'est également cette caractéristique qui lui donne un très mauvais indice de rendu des couleurs (IRC).



**Eclairage des routes**



**Eclairage des monuments**



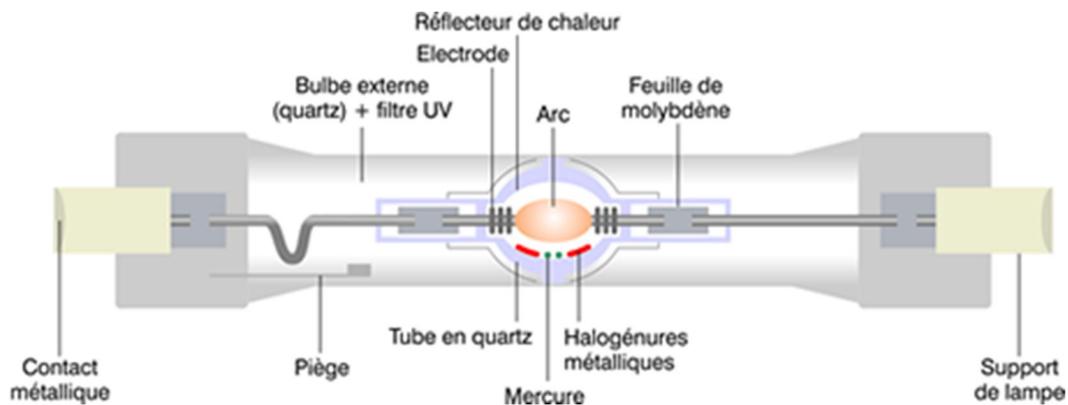
## Les lampes aux halogénures (ou iodures) métalliques



### Principe :

La lampe aux iodures métalliques fait partie des **lampes à décharge**. Son principe de fonctionnement est donc identique.

L'ampoule contient de la vapeur de mercure haute pression dans laquelle on a ajouté des halogénures métalliques. Suivant le fabricant, les iodures métalliques sont différents (dysprosium, scandium, sodium, tallium, indium, etc.). **La température de couleur dépend des iodures métalliques présents.**



De température de couleur blanche, leurs performances et leurs compacités (de 20w à 150w) ont permis à ces sources de pouvoir s'intégrer dans des luminaires de tailles réduites et de pouvoir remplacer les lampes halogènes peu efficaces et gourmandes en énergie.

Excellents rendus de couleurs (IRC >80 et >95), durée de vie moyenne de 8000 heures sont leurs atouts telle que l'éclairage de parking, bâtiments, de terrain de sport ainsi que dans l'industrie, les grandes surfaces.... Là où l'éclairage est allumé en permanence et l'on recherche un éclairage performant et plus économique.

### Exemples d'utilisations des lampes aux halogénures métalliques:



**Eclairage des gymnases**



**Eclairage des aquariums**



**Eclairage des stades**

## Synthèse des caractéristiques des différentes lampes :

Types de lampe	Puissances (W)	Flux lumineux (lm)	Efficacité lumineuse (sans ballast) (lm/W)	IRC	T° de couleur (K)	Durée de vie utile (h)	Durée de vie		Dimmable	Domaine d'application
							vie moyenne (h)	oui		
Incandescente normale	7 à 300	21 à 4 850	3 à 19	100	2 700 (2 600 à 3 000)	Plus de 1 000**	1 000 (jusque 3 000 dans de rares cas)	oui	Domestique essentiellement Retrait du marché	
Incandescente halogène *	5 à 500	60 à 9 900	12 à 28	100	3 000 (de 2 800 à 4 700)	Plus de 2 000**	2 000 (1 500 à 5 000)	oui	Domestique essentiellement Retrait du marché	
Tube fluorescent	4 à 140	120 à 8 350	30 à 112	50 à 98	2 700 à 8 000	Plus de 20 000**	12 000 à 66 000	oui	Éclairage général des commerces et bureaux, éclairage industriel, sportif	
Fluo-compacte culot à visser	5 à 30	150 à 2 000	30 à 67	82 à 85	2 700	Plus de 10 000**	10 000 (6 000 à 15 000)	oui certains produits spéciaux	En substitution aux incandescentes	
Fluo-compacte culot à broche	5 à 120	250 à 9 000	42 à 82	80 à 98	2 700 à 4 000	Plus de 10 000**	6 500 à 20 000	oui	Éclairage domestique et tertiaire	
Halogénures métalliques	20 à 2 100	1 300 à 225 000	37 à 118	65 à 95	2 600 à 5 600	Plus de 6 000**	15 000 à 24 000	non	Éclairage tertiaire, accentuation dans les commerces, éclairage public, sportif et industriel	
Sodium haute pression	35 à 1 000	3 400 à 130 000	35 à 150	25 à 81***	1 800 à 2 200	Plus de 30 000**	10 000 à 30 000**	oui	Éclairage routier, industriel, horticole, des salles et terrains de sport	
Mercure haute pression	50 à 1 000	1 100 à 58 500	11 à 60	36 à 72	2 900 à 4 200	8 000**	20 000**	non	Éclairage industriel et extérieur	
Sodium basse pression	18 à 185	1 800 à 32 000	100 à 200	-	1 800	-	Largement supérieur à 16 000	non	Éclairage autoroute	
Induction	55 à 85	3 500 à 6 000	65 à 70	80 à 85	2 700 à 4 000	30 000 à 40 000	60 000	non	Anciennement éclairage intérieur et extérieur quand l'accès est difficile	
Lampe LED	1 à 18	140 à 950	30 à 120	80 à 90****	2 700 à 4 000	Plus de 15 000	25 000 à 30 000	oui si le driver le permet	Éclairage domestique et tertiaire	