

1 Conversion énergie électrique en énergie lumineuse

Cette conversion consiste en une transformation de l'énergie électrique en rayonnement lumineux.

Si l'on ne s'en tient qu'à l'éclairage nous avons 2 grandes familles qui regroupent plusieurs catégories.

Familles	Catégorie
Lampes à incandescence	La lampe standard La lampe à iode (halogène)
Lampes à décharge	Lampe fluorescente Lampe Fluo compacte Lampe à vapeur de mercure Lampe à iodure métallique Lampe à vapeur de sodium : - Basse pression - Haute pression

La lampe incandescence

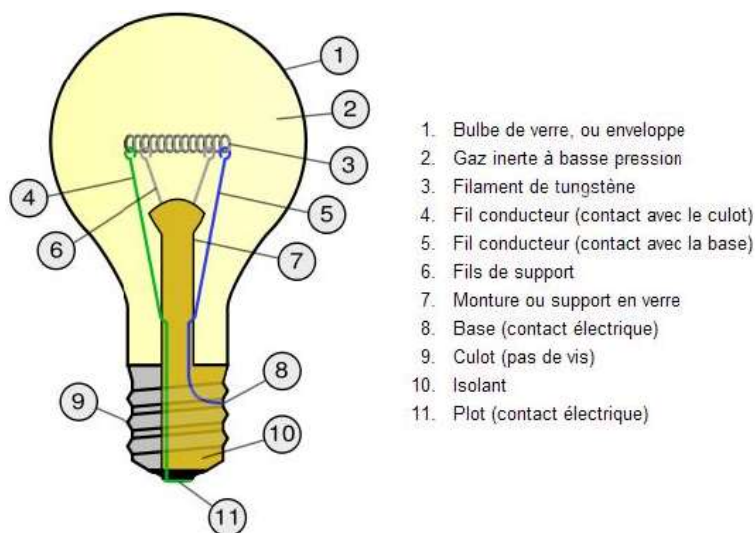
La lampe à incandescence standard

Principe et constitution :

Un filament en **tungstène** est porté à une température de **2250° à 2400°**.

L'énergie électrique est transformée **en énergie** ; du fait de la haute température, il y a production d'énergie lumineuse.

Pour éviter la détérioration du filament, on le place à l'abri de l'oxygène dans une ampoule contenant un gaz inerte (argon, krypton).



Forme des ampoules

Lampe Standard Belle



Lampe Flamme



Lampe Sphérique



Lampe Tube



Lampe Tube Linolite



Désignation d'une lampe :

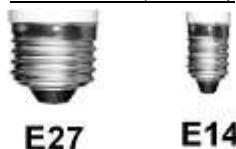
Elle doit comprendre :

La puissance : 15 - 25 - 40 - 60 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 1000. (Watts)

La tension : en général 220 V ; tension particulière : 24 /27 - 115/120 - 135/140 - 240 - 250 V.

Le type de culots : ils sont normalisés.

Culots à vis (Edison)



Culots à baïonnette



Avantages / Inconvénients

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

Les lampes à iodes (halogène).

La lampe à *iode* est une variante de la précédente.

Ces lampes à iode ont une efficacité supérieure, un flux lumineux constant, ne noircissent pas et durent deux fois plus longtemps.

Forme des ampoules :



Les lampes à décharge

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

- *à cathode froide* : tubes lumineux (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.

Remarque : toute lampe à décharge nécessite un *appareillage auxiliaire* : il faut limiter le courant qui traverse la lampe (ballast) et créer une surtension (ballast + starter)

Les lampes fluorescentes

Principe de la fluorescence :

Le *tube* en verre contient de la *vapeur de mercure à basse pression*. Lorsque la décharge électrique s'établit entre les deux électrodes, un phénomène de *luminescence ultraviolet* apparaît. La *poudre fluorescente* qui couvre l'intérieur du tube transforme ce rayonnement en *lumière visible*.

Forme des ampoules

Tube fluorescent
forme tube

Tube fluorescent
forme U

Tube fluorescent
forme en anneau

Tube fluorescent
forme tube



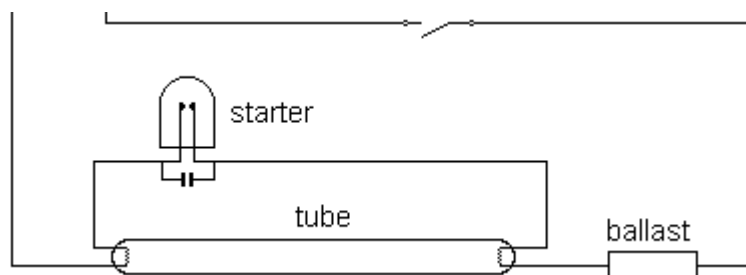
Fonctionnement de la lampe

Les lampes fluorescentes standards nécessitent trois appareillages spécifiques :

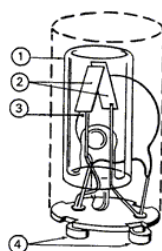
- **Starter** pour l'allumage
- **Condensateur** pour améliorer la qualité du courant
- **Ballast** pour entretenir la décharge et stabiliser le courant.

Il existe deux types de ballasts : ferromagnétique ou électronique (sans starter, ni condensateur).

Amorçage puis stabilisation à l'aide d'un starter et d'un ballast.



Constitution d'un starter :



1. Ampoule contenant du gaz néon.
2. Éléments contacts bimétalliques.
3. Condensateur d'antiparasitage.
4. Broches formant culot.

Démarrage d'un tube fluorescent :

	Au repos, le starter est ouvert.
	Fermeture de l'interrupteur.
	Dans le starter le néon devient luminescent et chauffe les électrodes.
	Les électrodes se déforment et viennent se toucher.
	Dans le tube fluorescent, les électrodes sont formées d'un fil spiralé en tungstène. Le courant passe et chauffe les électrodes (comme le filament d'une lampe à incandescence). Cela a pour effet d'élever la température du gaz argon et de vaporiser le mercure contenu dans le tube.
	Les électrodes du starter se refroidissent et se séparent. Cette coupure du circuit provoque une surtension (due au ballast). Cette surtension entre les 2 extrémités du tube rend conducteur les vapeurs de mercure contenues dans le tube.
	Un rayonnement ultraviolet invisible est émis. Des poudres fluorescentes déposées à l'intérieur du tube ont pour effet de transformer ces radiations émises par les vapeurs de mercure (ultraviolet) en lumière visible.
	Le tube devient lumineux.
	Le ballast limite alors le courant (risque de surintensité).

Désignation d'un tube fluorescent.

Un tube fluorescent est indissociable de son appareillage et il faut bien tenir compte des éléments suivants :

- **La puissance électrique.** Elle est directement liée à la long du tube.
18W - 0,60m; 36W - 1,20m; 58W - 1,50m
- **La teinte de couleur.** Blanc confort, Blanc soleil, etc.
- **La nature du dispositif d'allumage :** Avec starter ou bande d'amorçage extérieure ou inférieure.
- **Le culot :** 1 ou 2 broches.
- **La forme du tube :** droit, circulaire, en U, miniature.

Avantages / Inconvénients

Avantages	Inconvénients
<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

Les lampes fluocompactes

Ces lampes ont été créées pour remplacer la lampe à **incandescence** .

Elles sont munies 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.

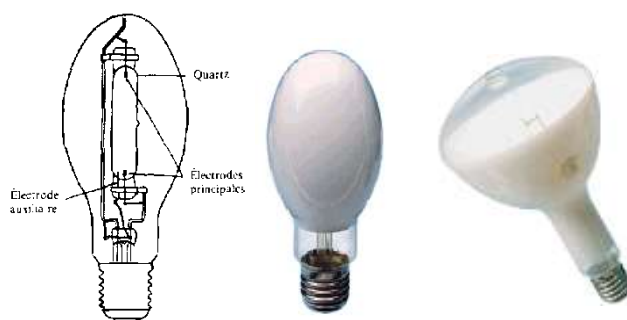
Forme des ampoules :



Les lampes à vapeur de mercure

Cette lampe est constitué 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 ...



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 210 lm/W
- La durée de mise en régime est de 5 à 10 minutes.
- Utilisation : l'éclairage routier, domaine dans lequel leur efficacité très élevée est un avantage considérable.



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 lumineuses vont de 68 à 140 lm/W.
- Utilisation : les parcs de stockage, tunnels souterrains, piscines, gymnases,...



Les lampes à DEL ou LED

Principe

Constituée d'un groupement de diodes électroluminescentes.

Un système d'alimentation intégré permet la conversion d'énergie pour alimenter les diodes en courant continu.

Une diode LED :



Le passage du courant de l'Anode (+) à la cathode (-) crée la luminescence (émission par la matière d'un rayonnement lumineux visible)

Une diode électroluminescente est une jonction **P-N** qui doit être polarisée en sens **direct** lorsqu'on veut émettre de la lumière.

La longueur d'onde du rayonnement émis dépend du matériau utilisé (ex : les diodes à l'arséniure de gallium)

Forme des ampoules



Avantages / Inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Très faible consommation électrique ; ▪ Durée de vie très longue (environ 50000 heures) ; ▪ De très petite taille, elles permettent beaucoup de fantaisie. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encore coûteuses à l'achat pour un groupe de LED ▪ donnant la même lumière qu'une lampe économique. (10 fois plus chères)

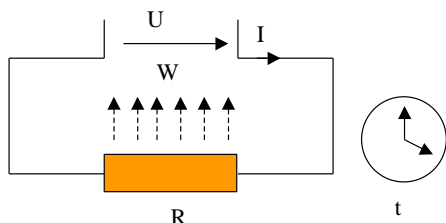
2 Conversion énergie électrique en énergie thermique

Principe

Cette conversion, appelée aussi chauffage, consiste en une transformation de l'énergie électrique en chaleur. Elle est facilement sans combustion, sans fumée ; sa régulation en température est souple et précise.

Rappels d'électrotechnique

La conversion de l'énergie électrique s'effectue, par effet Joule, dans une résistance traversée par un courant électrique



$$W = U.I.t$$

$$W = R.I^2.t$$

Avec :

- W : énergie [J]
- U : Tension [V]
- I : Courant [A]
- t : Temps de passage du courant [s]
- R : résistance [Ω]

Grandeurs en énergie thermique

La correspondance entre l'énergie électrique en joule et l'énergie thermique est donnée par la relation :

$$1 \text{ calorie [cal]} = 4,186 \text{ joules [J]}$$

La calorie représente la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 g d'eau.

Multiples :

1 kilocalorie [kcal] = 10^3 calories

1 thermie [th] = 10^6 calories

1 calorie = 1 microthermie [μ th]

Autres unités :

Le wattheure 1 Wh = 3600 J

Le kilowattheure 1 kWh = 10^3 Wh

Résistance électrique

C'est dans la résistance électrique que s'effectue la transformation de l'énergie électrique en chaleur. Le calcul de la résistance s'effectue, en général, à partir de la puissance à obtenir et de la tension du réseau.

A partir des relations : $P = U.I$ et $U = R.I$ On a donc : $R = U^2/P$ P : Puissance dissipée [W]

$$R = \rho \frac{L}{s}$$

L : longueur du fil [m]

s : section du fil [m^2]

ρ : résistivité du fil [Ωm] ou [$\Omega mm^2.m^{-1}$]

Matériaux résistants.

Le matériau résistant est l'organe actif qui transforme le courant électrique en chaleur.

Tableau : Alliage pour résistances électriques

Composition type	Caractéristiques types			Observations et principaux emplois
	Résistivité $\mu\Omega\text{-cm}$ à 15°C	Température limite d'emploi (°C)	Coefficient de thermo-résistivité $\times 10^{-3}$	
Ni 80-Cr 20	109	1 200	0,015	Fours de traitement - Chauffage aux températures élevées - Appareils ménagers – Résistances de mesure - Radiateurs lumineux
Ni 45-Cr 25 Fe solde	112	1 150	0,12	Fours de traitement (résistances spécialement étudiées pour les atmosphères réductrices, carburantes ou faiblement sulfureuses) - Shunts Radiateurs- Bougies d'allumage
Ni 30-Cr 20 Fe solde	104	1 100	0,27	Chauffage à température moyenne

Diamètre des fils normalisés :

0,14- 0,16-0,18- 0,20- 0,224- 0,250- 0,280- 0,315- 0,355- 0,400 - 0,450 - 0,500 - 0,560 - 0,630 - 0,710 - 0,800 - 0,900 - 1,00 - 1,12 -1,25- 1,40-1,60- 1,80- 2,00- 2,24- 2,50- 2,80- 3,15- 3,55- 4,00.

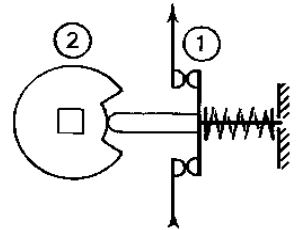
Commande des appareils de chauffage

Schémas des commutateurs

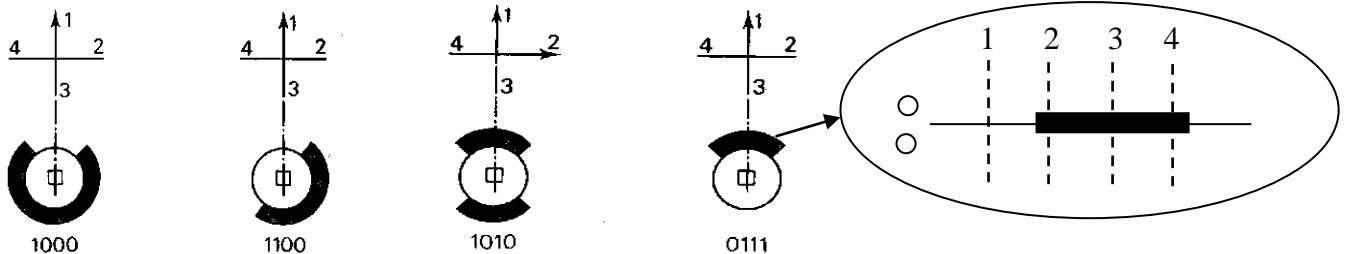
Les commutateurs rotatifs permettent de commander plusieurs circuits selon un ordre prédéterminé.

Ils sont constitués essentiellement par :

- Des contacts (1), en général, 2 par étage de commutation ; ces contacts sont indépendants. Le nombre de contacts nécessaires dans un schéma détermine le nombre d'étages du commutateur (2 par étage).
- Des cames (2) qui réalisent le programme de fonctionnement des contacts selon les conditions imposées par l'utilisation des circuits ; 1 came par contact



Selon le programme de fonctionnement on a 4 types de cames :



Couplage de résistances

On couple deux résistances R1 et R2 de 1000W- 230V chacune pour obtenir 3 allures de chauffe :

- position 1 : arrêt ;
- position 2 (allure 1) : R1 et R2 série;
- position 3 (allure 2) : R1 seule ;
- position 4 (allure 3) : R1 et R2 parallèle.

Calcul de puissance de chauffe

Calcul de la valeur ohmique des résistances R1 et R2 :

$$R1 = R2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

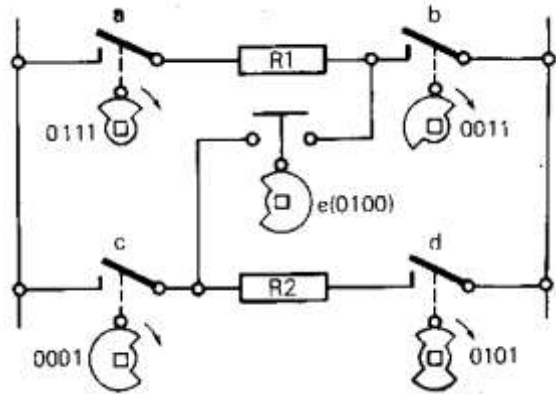
Compléter le tableau ci-dessous :

Position	Groupement des résistances	Résistance équivalente du groupement	Puissance de chauffe (W)
1	Aucun	—	0
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....

Tableau de commutation

Soit un commutateur à quatre positions qui réalise les trois allures, compléter le tableau ci-dessous :

Contacts Positions	a	b	c	d	e
1	0	0	0	0	0
2 (allure 1)	....	....	....	....	....
3 (allure 2)	....	....	....	....	....
4 (allure 3)	....	....	....	....	....



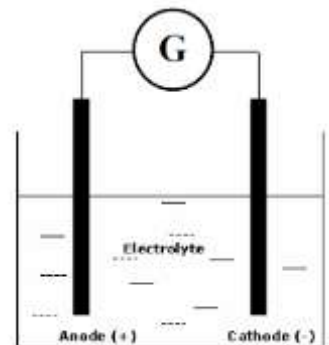
3 Conversion énergie électrique en énergie chimique

Définition et principe

Cette conversion, appelée aussi **électrolyse**, est un processus d'échange au cours duquel l'énergie électrique est transformée en énergie chimique.

La réaction a lieu dans une solution : **l'électrolyte**.

Les ions doivent pouvoir circuler librement dans l'électrolyte pour passer d'une électrode à l'autre. Les **deux électrodes** sont reliées par l'électrolyte et par un générateur **G** de courant électrique.



Applications

Une application très courante de l'électrolyse est la recharge de l'accumulateur.

Un accumulateur est capable de fonctionner en pile (décharge) ou en électrolyseur (charge). Dans un accumulateur, les réactions aux électrodes sont inversables : les réactions traduisant la charge et la décharge sont inverses l'une de l'autre.

Lors de certaines électrolyses, un dépôt métallique peut se former sur une électrode. Ce phénomène est utilisé dans l'industrie pour : la purification de métaux (l'électroraffinage du cuivre), le revêtement métallique d'objets pour les protéger de la corrosion ou les décorer (la galvanostégie), la reproduction d'objets comme les CD (La galvanoplastie)...