



# Les Lampes à décharge et l'Environnement



3<sup>ème</sup> édition – Année 2006

*Le Syndicat de l'éclairage est l'association professionnelle des principaux fabricants et importateurs français de lampes électriques :*



*ARIC*



*General Electric*



*MAZDA & PHILIPS ECLAIRAGE*



*OSRAM SASU*

*Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que se soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation écrite du Syndicat de l'éclairage est illicite et constitue une contrefaçon*

## TABLE DE MATIERES

1	Introduction	5
2	La contribution des sources de lumière à la protection de l'environnement	5
3	L'utilisation du mercure	7
4	Action des fabricants de lampes pour la réduction du mercure	8
5	L'élimination des lampes à décharge en fin de vie	8
ANNEXE A	Principes de fonctionnement des lampes	10
ANNEXE B	Composition des lampes	11
B.1.	Lampes fluorescentes	11
B.2.	Lampes mercure et lampes aux halogénures métalliques	11
B.3.	Lampe sodium à haute pression	12
B.4.	Lampes sans électrodes	12
B.5.	Autres lampes	12

## 1. Introduction

Les tubes fluorescents, improprement appelés « tubes néon », les lampes fluocompactes et les lampes à décharge à haute intensité (pour l'éclairage public) appartiennent à la famille de sources de lumière dans laquelle la lumière est produite, directement ou indirectement, par une décharge électrique dans un gaz, une vapeur métallique ou un mélange de plusieurs gaz et vapeurs.

Dans le cas des lampes fluorescentes et fluocompactes, la majeure partie de la lumière est émise par une couche de substances fluorescentes excitées par le rayonnement ultraviolet de la décharge. Ce dernier reste confiné à l'intérieur de la lampe car le verre de l'ampoule n'est pas perméable aux UV.

Toutes ces sources de lumière font, en général, appel à une dose très faible de mercure métallique, enfermée dans l'enveloppe en verre de la lampe. Il n'existe actuellement aucun substitut du mercure qui permettrait le fonctionnement des lampes à décharge et qui leur donnerait une efficacité lumineuse et une qualité de lumière équivalentes.

Depuis quelques années la contribution des lampes à décharge à la préservation de l'environnement a beaucoup progressé. Cette amélioration concerne les caractéristiques des produits mais aussi le processus de fabrication associé.

L'évaluation du cycle de vie des sources de lumière, "du berceau à la tombe", nous apprend qu'en moyenne et à l'échelle européenne, l'énergie électrique consommée tout au long de leur durée de vie est responsable pour plus de 90% de leur effet sur l'environnement. Même si la réduction, voire la suppression des matériaux dangereux employés contribue déjà à la protection de l'environnement, la contribution la plus efficace est, bien sûr, l'augmentation de l'efficacité lumineuse des sources, c'est-à-dire l'amélioration de la transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse.

*Note - Les données quantitatives qui seront données dans ce document concernant la composition des lampes, les efforts des fabricants pour augmenter l'efficacité des sources de lumière ainsi que la réduction des composants potentiellement toxiques ne s'appliquent qu'aux*

*lampes commercialisées en France par les constructeurs adhérents du Syndicat de l'Eclairage. Ce dernier ne saurait donc engager sa responsabilité ni sur les caractéristiques, ni sur l'impact sur l'environnement des produits mis sur le marché par d'autres fabricants ou importateurs.*

## 2. La contribution des sources de lumière à la protection de l'environnement naturel <sup>1</sup>

L'efficacité lumineuse d'une lampe électrique d'éclairage général est définie par le flux lumineux émis, par unité de puissance électrique consommée (lumens / watt). L'efficacité lumineuse est donc la mesure de l'efficacité énergétique d'une source de lumière et de son économie à l'usage. Plus le nombre de lumens par watt (lm / W) est élevé, plus la source de lumière est économique et de la même façon plus sa contribution à la protection de l'environnement est grande.

Les lampes fluorescentes tubulaires haute efficacité et les lampes fluocompactes d'intégration possèdent une efficacité lumineuse importante (de 80 à 100 lm / W), mais elles ne peuvent pas être utilisées pour toutes les applications en raison de leur forme et du ballast extérieur nécessaire à leur connexion au réseau. Des nouvelles lampes fluorescentes de très faible diamètre ont été récemment commercialisées. Elles apportent non seulement de meilleures caractéristiques photométriques, mais leur faible diamètre permet également la conception de luminaires plus efficaces et de plus faible encombrement. Ceci se traduit par une quantité inférieure de matières à incorporer dans le produit et donc à traiter en fin de vie. De même, les lampes à décharge à haute intensité ont une efficacité lumineuse très élevée mais elles sont plutôt adaptées à l'éclairage extérieur et professionnel en raison de leur flux lumineux élevé. L'éclairage intérieur domestique demande des lampes de plus faible puissance et à amorçage quasi instantané. Néanmoins, une nouvelle famille de lampes à décharge à haute intensité, de petite puissance, pouvant remplacer avantageusement certaines lampes à incandescence ou halogènes et à réflecteur, ont fait leur apparition sur le marché depuis quelques années.

La description du principe de fonctionnement des lampes à décharge figure dans l'annexe A.

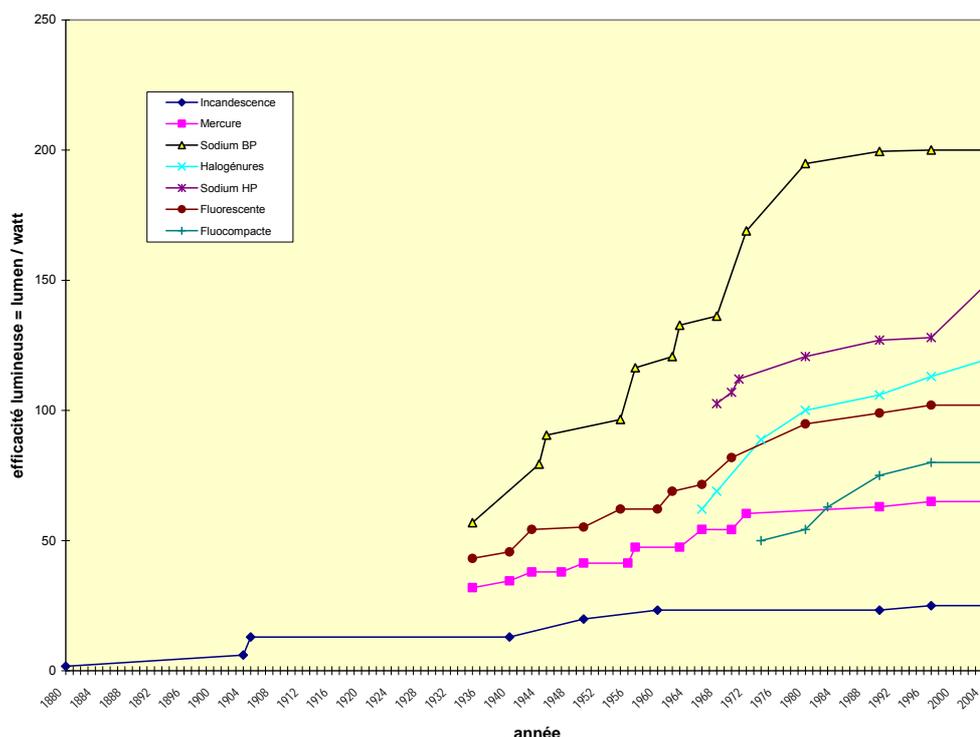
---

<sup>1</sup> Environnement naturel : éléments affectant la qualité de vie tels que la qualité de l'eau, de l'air et du sol ainsi que la préservation de l'énergie et des matériaux et l'élimination des déchets

La lampe fluorescente compacte, de faible encombrement, est dotée d'une bonne efficacité lumineuse et a été conçue pour l'éclairage intérieur. D'où l'appellation lampe "basse consommation". L'efficacité lumineuse des lampes "basse consommation" est au moins quatre fois supérieure à celle des lampes à incandescence classiques et leur durée de vie est au moins dix fois plus longue. Les courbes de la figure 1 montrent clairement que les

efforts soutenus des fabricants de lampes pour améliorer la transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse ont été couronnés de succès.

Figure 1 : Amélioration de l'efficacité lumineuse des divers types de lampes d'éclairage général



En effet, si l'efficacité lumineuse exprimée en lumens par watt est élevée, on peut obtenir un éclairage identique avec une moindre consommation d'énergie, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement.

Les lampes à décharge sont de loin les sources de lumière disponibles les plus efficaces. Au-delà de leur efficacité, le rendement global des installations d'éclairage reste primordial. Une installation d'éclairage de faible rendement

peut neutraliser les effets positifs de la haute efficacité d'une source sur l'environnement. La haute efficacité des ballasts et des luminaires ainsi qu'une bonne gestion du temps d'allumage par des détecteurs de présence ou de modulation de l'éclairage en fonction des variations de l'éclairage naturel, contribuent autant que la lampe à l'efficacité totale de l'ensemble. Le tableau 1 indique le rapport entre la production annuelle de lumière et la consommation d'énergie pour les lampes à incandescence et à décharge utilisées en France

**Tableau 1 : Bilan de la consommation annuelle d'énergie pour l'éclairage en France**

Type de lampe	Consommation d'énergie TWh*	Production de lumière Tlmh**	Rapport Production de lumière / Consommation d'énergie (efficacité lumineuse moyenne)
Lampes à incandescence	19,6	280	14,3 lm / W
Lampes à décharge	21,0	1 800	85,7 lm / W
* TWh = Téra watt-heure = 10 <sup>12</sup> Watt-heure			
** Tlmh = Téralumen-heure = 10 <sup>12</sup> Lumen-heure			

### 3. L'utilisation du mercure

Nous avons vu que les lampes à décharge, grâce à leur haute efficacité lumineuse et l'économie d'énergie qui en résulte, participent à la conservation des ressources et contribuent de façon significative à préserver l'environnement.

Cependant elles contiennent en général du mercure, matériau sensible d'un point de vue environnemental.

La consommation de mercure en Europe a diminué considérablement pour atteindre en 1994 environ 400 tonnes et 300 tonnes en 2000, dont 21 tonnes peuvent être attribuées à l'Industrie de l'Eclairage (source: EU Consultation document on Mercury strategy,

Mars 2004), et ceci grâce aux importants efforts de recherche et développement des producteurs ainsi qu'au recyclage des produits contenant du mercure (piles, thermomètres, lampes, ...). Comme dans certains pays d'Europe ces lampes sont à leur tour et pour une large partie recyclées en fin de vie, et le mercure donc récupéré pour fabriquer de nouvelles lampes, la consommation nette réelle de mercure est très inférieure au chiffre mentionné.

Dans ce cadre, les constructeurs de lampes adhérents au Syndicat de l'Eclairage se sont engagés à réduire et, lorsqu'il est possible, à supprimer les substances toxiques de leurs produits (et des processus de fabrication) et y consacrent un effort maximal dans leurs programmes de recherche.

Le Tableau 2 présente le contenu en mercure des différentes lampes à décharge.

**Tableau 2 : Quantité de mercure contenu dans les lampes à décharge vendues sur le marché français en 2005**

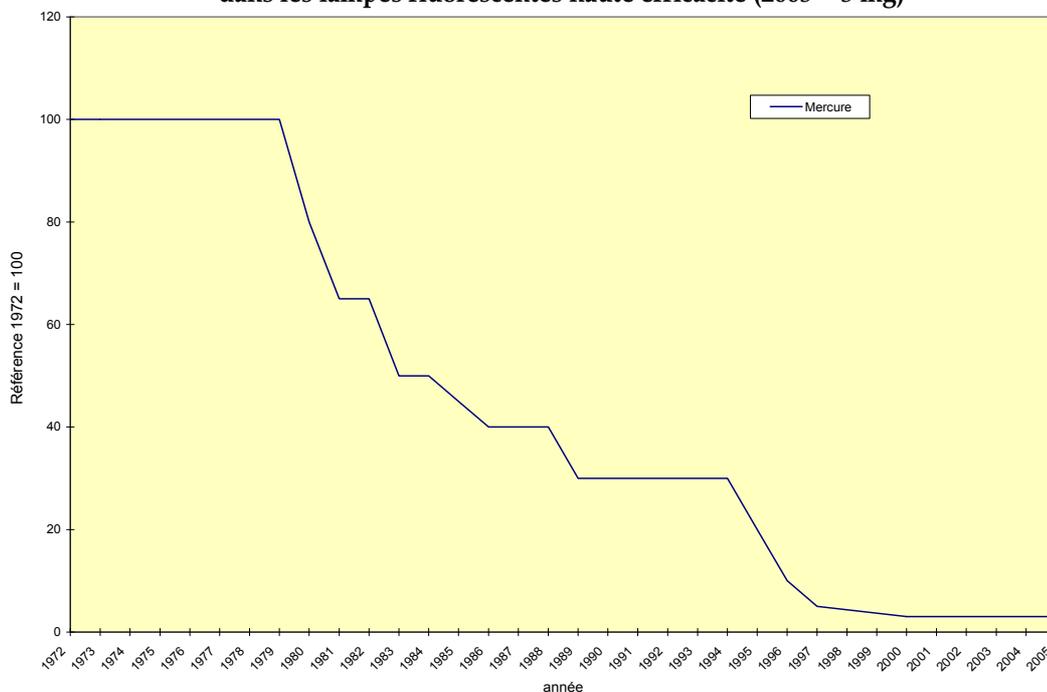
Type de lampe	Quantité de Mercure	
	par lampe (g)	total annuel (kg)
Lampes fluorescentes	≤ 0,010	470
Lampes fluorescentes compactes (CFL)	0,005	100
Lampes à vapeur de mercure haute pression (ballon fluorescent) (<250 W)	0,020	100
Lampes aux halogénures métalliques (<250 W)	0,020	
Lampes sodium haute pression (<400 W)	0,025	
Total		670
<i>Elément de comparaison : il faut 800 tubes fluorescents, pour atteindre la quantité de mercure présente dans un seul thermomètre à mercure (aujourd'hui interdit à la vente).</i> <b>(Les lampes à décharge au Sodium basse pression et quelques types à haute pression ne contiennent pas de mercure)</b>		

#### 4. Action des fabricants de lampes pour la réduction du mercure

Les 30 dernières années le contenu en mercure des lampes fluorescentes a été réduit d'au moins 90% (voir figure 3). Les fabrications actuelles contiennent moins de 0,010 g de mercure par lampe. Des nouvelles lampes

fluorescentes contenant seulement 0,003 g (3 mg) de mercure sont déjà commercialisées en Europe et sont couramment fabriquées en France. Des nouvelles lampes Sodium haute pression ne contenant pas de mercure sont disponibles sur le marché européen. L'absence de mercure facilite leur élimination en fin de vie et contribue ainsi à la protection de l'environnement.

Figure 3 : Réduction depuis 1972 de la quantité de mercure contenue dans les lampes fluorescentes haute efficacité (2005 = 3 mg)



Actuellement seul le mercure permet en général le fonctionnement des lampes à décharge en leur donnant une efficacité lumineuse et une qualité de lumière acceptables.

#### 5. L'élimination des lampes à décharge en fin de vie

Le mercure contenu dans les lampes est le seul matériau sensible d'un point de vue environnemental. Il ne représente un risque potentiel que lorsqu'on brise les lampes

Le décret 97-517 du 15 mai 1997 transpose en droit français la directive européenne 91/689/CEE relative aux déchets dangereux et la décision du Conseil de l'Union Européenne du 22 décembre 1994. Le décret classe les fractions collectées séparément de tubes fluorescents usagés et autres déchets contenant du mercure comme déchets dangereux.

Les décharges de classes 2 et 3, recevant respectivement les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes, leur sont donc interdites, tout comme l'incinération, qui contribue aux émissions de mercure dans l'atmosphère (en très faible quantité néanmoins, de par les filtres des cheminées des sites de traitement).

Les décharges de classe 1, aujourd'hui appelées « installations de stockage de déchets ultimes et stabilisés » n'admettent que les déchets ultimes, c'est-à-dire les déchets qui ne sont pas susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment (voir Arrêtés du 18 décembre 1992). Comme en France il existe des filières de traitement de tubes fluorescents, ces décharges n'admettront que les produits stabilisés issus de leur traitement en fin de vie.

D'autre part, les décharges de classe 1 exigent avant admission la conformité avec les seuils de contenu en mercure, les essais de résistance mécanique (déchets massifs ou non) et de lixiviation. En général, les lampes

fluorescentes et les lampes à décharge à haute intensité ne remplissent pas les exigences correspondantes et doivent donc être traitées pour que les produits issus du traitement satisfassent à l'essai de lixiviation et puissent être déposés dans ce type de décharge, ou bien être recyclés ou réutilisés.

Deux technologies sont utilisées pour le traitement des tubes fluorescents : le broyage (*shredder*) et celle appelée « séparation des extrémités - air pulsé » (*end cut - air push*). La première permet de broyer tous les types de lampes fluorescentes confondus, mais les matériaux issus du broyage et triés a posteriori présentent des impuretés, ne permettant pas leur recyclage pour la fabrication de nouvelles lampes fluorescentes. Cette technologie est adaptée aux lampes n'ayant pas une forme tubulaire.

L'autre méthode est exclusivement destinée aux tubes, et consiste à couper d'abord les extrémités de la lampe (*end cut*) contenant les composants métalliques. Elle livre ensuite à l'étape suivante l'ampoule cylindrique de verre avec la poudre fluorescente fixée à sa paroi intérieure. L'air pulsé (*air push*) enlève la poudre de l'ampoule avant le broyage de cette dernière. Cette technique fournit trois flux de matériaux secondaires très purs : verre, métaux non ferreux et poudre fluorescente contenant des traces de mercure.

Lorsque les lampes traitées sont du type « nouvelle génération », c'est-à-dire des lampes à haute efficacité lumineuse, recouvertes d'une seule couche de poudre fluorescente dite « à triphosphores », contenant du mercure à très faible dose et dont l'ampoule est protégée contre l'adsorption du mercure par un revêtement protecteur intermédiaire, généralement en oxyde d'aluminium, il est possible de recycler la quasi totalité des matériaux issus du traitement dans la fabrication de nouvelles lampes. Cette proportion de matériaux recyclés, proche du 100 %, est l'optimale d'un point de vue environnemental.

Après extraction du mercure, les poudres fluorescentes peuvent être régénérées pour leur conférer une qualité identique à celle des poudres de première fabrication. Le verre broyé, appelé groisil ou calcin, peut alors être utilisé pour la fabrication de nouvelles enveloppes en verre (ampoules) et le mercure - après affinage - réemployé pour être dosé dans de nouvelles lampes. Enfin, les métaux

non ferreux sont recyclés par les métallurgistes fournisseurs des fabricants de lampes.

En France, suite aux initiatives du Syndicat de l'Éclairage dans le cadre du rapport "Desgeorges II", une infrastructure de traitement de lampes fluorescentes et de lampes à décharge a pu être lancée dès 1997. Le réseau des différents prestataires s'étant par la suite constitué sur le marché français traitait en 2004 près de 13 millions de lampes.

2005 a vu la publication au journal officiel français de la transcription de la Directive européenne relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE, ou WEEE en anglais), par le décret relatif à la composition des équipements électriques et électroniques, et à l'élimination des déchets issus de ces équipements. Ce texte ne concerne que les lampes autres que celles à filament<sup>2</sup>, et impose aux producteurs de ces lampes d'organiser et de financer leur fin de vie.

Les principaux producteurs de lampes français, adhérents du Syndicat de l'éclairage, ont lancé dès 2004 une étude approfondie sur le sujet, aboutissant en mai 2005 à la création de la société Récylum, seule entité habilitée, par arrêté ministériel, à gérer la fin de vie des lampes. Tout metteur en marché de lampes peut donc adhérer à cet éco-organisme, pour répondre à ses obligations.

C'est l'approche recommandée par ELC et le Syndicat de l'éclairage.

Le changement du régime de responsabilité apporté par la nouvelle réglementation sur les déchets d'équipements électriques et électroniques devrait entraîner, progressivement, une massification des flux de lampes à décharge en fin de vie vers des solutions de traitement respectueuses de l'environnement. Pour toute information complémentaire relative à la fin de vie des lampes à décharge, veuillez vous rendre sur le site [www.recylum.com](http://www.recylum.com)

<sup>2</sup> L'absence de substance dangereuse, et le très gros volume de lampes à incandescence (près de 300 millions d'unités en France), rendent leur collecte et leur traitement inutiles et nocifs (équivalent à 25 000 camions roulant pendant 24 heures)

## ANNEXE A

### Principes de fonctionnement des lampes <sup>3</sup>

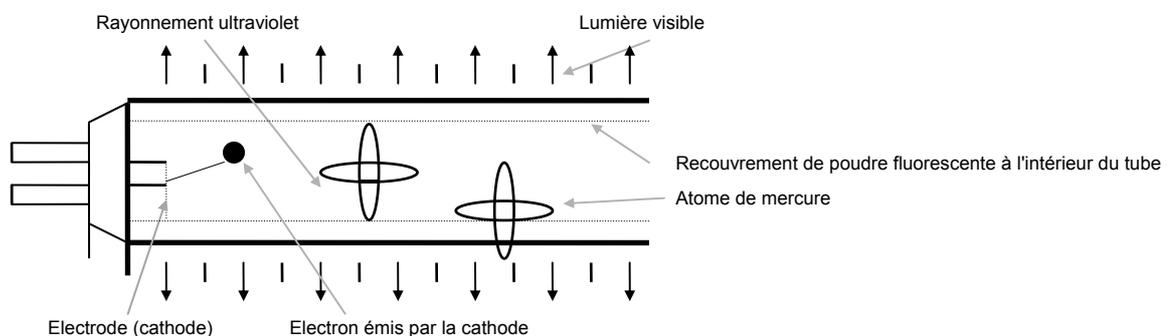
Les lampes fluorescentes sont des lampes "à décharge", ce qui signifie qu'elles produisent de la lumière par le passage d'un courant électrique à travers une vapeur ou un gaz. Le courant circule à travers une vapeur de mercure à basse pression ; les lampes fluorescentes sont donc appelées aussi lampes à décharge à mercure "à basse pression".

Lorsque la lampe est mise sous tension, le courant électrique chauffe les électrodes recouvertes de substances émissives, ce qui provoque l'émission de particules chargées, appelées électrons.

Les électrons ionisent (chargent d'électricité) le gaz de remplissage et créent un courant électrique entre les électrodes. Cette circulation de courant est appelée arc électrique ou décharge.

Les électrons bombardent les atomes de mercure et ces derniers émettent un rayonnement ultraviolet (UV).

Lorsque le rayonnement UV rencontre la poudre qui recouvre l'intérieur du tube, celle-ci devient fluorescente et émet de la lumière visible.



Tout comme les lampes fluorescentes, les lampes à haute pression sont considérées comme des lampes à décharge, car elles produisent de la lumière par le passage d'un courant électrique à travers une vapeur métallique. Dans les lampes fluorescentes, cependant, la lumière est produite par la poudre fluorescente déposée sur les parois du tube dont la composition détermine la couleur de la lumière émise. Dans les lampes à haute pression, la lumière est produite par l'arc électrique lui-même. La décharge a lieu à des pressions et à des températures plus élevées que dans les lampes fluorescentes, d'où l'appellation "lampes à décharge haute pression".

Le mercure réunit un ensemble unique de propriétés qui font de lui le matériau le plus efficace lors de son utilisation dans des lampes fluorescentes et dans les lampes haute pression. Les poudres fluorescentes qui produisent efficacement de la lumière visible, doivent être excitées par un rayonnement ultraviolet compris entre 200 et 300 nanomètres. Par sa structure atomique, le mercure peut convertir efficacement l'énergie cinétique des électrons en mouvement en rayonnement ultraviolet d'une

longueur d'onde de 253,7 nanomètres, sans gaspillage d'énergie pour l'ionisation ou pour produire un rayonnement UV en dehors de la plage d'excitation des poudres fluorescentes. Tous les nombreux isotopes naturels du mercure produisent des rayonnements UV proches de 254 nanomètres et permettent aux électrons situés à des niveaux d'énergie cinétique légèrement différents, de produire un rayonnement ultraviolet utile. Enfin, la pression de vapeur du mercure aux températures de fonctionnement des lampes à décharge permet qu'une quantité appropriée d'atomes de mercure reste dans la phase vapeur pendant le fonctionnement de la lampe. La faible conductivité thermique du mercure ajoutée à certaines des propriétés énoncées ci-dessus font de lui le matériau idéal pour les lampes fluorescentes et également le meilleur choix pour les lampes haute pression.

<sup>3</sup> Source : *The management of spent electric lamps containing mercury*, National Electrical Manufacturers Association, Washington, U.S.A., septembre 1994.

## ANNEXE B

### Composition des lampes <sup>4</sup>

#### B.1. La lampe fluorescente

Le tube en verre utilisé dans les lampes fluorescentes normales est fabriqué en verre sodocalcique, similaire à celui utilisé par l'industrie pour la fabrication de bouteilles ou d'autres articles d'usage domestique courant.

Les culots des extrémités de la lampe sont en aluminium, tandis que les fils dans les lampes (entrées de courant et électrodes) sont en tungstène, nickel, cuivre et fer. Aucun de ces matériaux ne présente un danger potentiel en cas de bris de la lampe outre le danger évident du verre cassé.

Le dépôt blanc (appelé usuellement poudre fluorescente) à l'intérieur d'une lampe couleur "blanc industrie" est généralement un halophosphate de calcium, contenant de faibles quantités d'antimoine et de manganèse (moins de 1 à 2% du poids de la poudre chacun) qui sont bien présents mais étroitement liés à la matrice de la poudre. Le pourcentage de ces composants peut varier légèrement en fonction de la couleur de la lampe (blanc industrie, blanc chaud, etc.).

Une nouvelle famille de poudres fluorescentes a été développée ces dernières années faisant appel à des mélanges de terres rares telles que le lanthane, l'yttrium, l'euporium et d'autres éléments similaires. Ces poudres fluorescentes sont utilisées soit seules, soit comme deuxième couche sur une première d'halophosphates, afin de produire des lampes avec une plus haute efficacité et un meilleur rendu de couleurs.

Les électrodes de la lampe sont généralement recouvertes d'une faible quantité d'oxydes de baryum, de strontium et de calcium, appliquées

pour favoriser l'amorçage de la lampe et un fonctionnement efficient. Un gaz inerte, généralement de l'argon, du néon ou du krypton, est présent dans la lampe à une pression très faible, proche du vide (de légères implosions peuvent donc avoir lieu si les lampes sont brisées).

#### B.2. Lampes à vapeur de mercure et lampes aux halogénures métalliques

Ces lampes sont généralement constituées par un tube en quartz (tube à décharge), enfermé dans une enveloppe extérieure en verre résistant aux hautes températures (similaire à celui utilisé pour la fabrication de la vaisselle de cuisine).

En fonction du type de lampe, l'enveloppe extérieure est soit claire, soit recouverte d'une simple couche diffusante, ou d'une ou deux poudres fluorescentes différentes.

Une de ces poudres est le phosphate de vanadate d'yttrium, l'autre est un mélange de ce phosphate avec une faible quantité de germanate de magnésium. Le matériau utilisé comme diffuseur est une argile (kaolin) spécialement préparée.

Le tube à décharge contient une petite quantité de mercure et il est rempli avec une faible quantité de gaz inerte, l'argon. Il contient aussi des traces d'autres matériaux, déposés sur l'électrode en tant que produit émetteur, semblables à ceux utilisés dans les lampes fluorescentes.

---

<sup>4</sup> Source : *The management of spent electric lamps containing mercury*, National Electrical Manufacturers Association, Washington, U.S.A., septembre 1994.

Les fils intérieurs de support utilisés dans la construction de la lampe sont en fer plaqué nickel ou en acier inoxydable, tandis que les électrodes sont en tungstène. Les lampes mercure ou aux halogénures métalliques utilisent un culot en laiton nickelé auquel sont soudées les entrées de courant.

Dans les lampes aux halogénures métalliques, le tube à décharge contient des très faibles quantités d'iodures de sodium et de scandium et, dans certains cas, des iodures, des oxydes ou des bromures de lithium, d'étain, de dysprosium, d'holmium, de thulium, de thallium ou de césium. Ces matériaux contribuent à l'amélioration des qualités de rendu de couleur de ces lampes. L'enveloppe extérieure est remplie à une pression légèrement inférieure à la pression atmosphérique (de légères implosions peuvent donc se produire si l'on brise la lampe).

### **B.3. Lampe sodium à haute pression**

Ces lampes sont constituées d'un tube à décharge intérieur en céramique d'alumine très pure, enfermé dans une enveloppe extérieure en verre résistant aux hautes températures. En fonction du type de lampe, l'enveloppe est soit claire, soit recouverte d'une matière diffusante. Cette matière est constituée d'oxyde d'aluminium, de phosphate de vanadate d'yttrium, ou de silice.

Le tube à décharge contient une faible quantité d'amalgame de sodium. La proportion sodium/mercure varie d'environ 1/10 à 1/3. Un gaz inerte, du xénon très pur, remplit le tube. Les électrodes du tube à décharge sont en

tungstène et sont recouvertes avec une pâte émettrice de tungstate de baryum et de calcium ou bien d'un tungstate de baryum et d'yttrium. Des fils en fer plaqué nickel, en nickel ou en acier inoxydable, constituent la structure interne de la lampe. Ces lampes ont généralement un culot en laiton nickelé auquel sont soudées les entrées de courant. L'ampoule extérieure de la plupart des lampes sodium haute pression est vide de tout gaz et peut imploser si elle est brisée.

### **B.4. Lampes sans électrodes**

Les lampes sans électrodes (aussi appelée lampe à induction) sont déjà commercialisées par plusieurs grands fabricants. Ces lampes, fonctionnant comme les lampes fluorescentes, sur le principe d'une décharge dans le mercure à basse pression qui active une poudre fluorescente, contiennent une quantité de mercure comparable à celle des lampes fluorescentes actuelles.

### **B.5. Autres lampes**

D'autres types de lampes, utilisées pour des applications d'éclairage général, à incandescence (classiques et halogènes), sodium basse pression et un nouveau type de sodium à haute pression ne contiennent pas de mercure. Elles ne sont constituées que des matériaux inertes et ne sont donc pas évoquées dans le présent rapport. Ce document ne traite pas non plus des émetteurs infrarouges ou ultraviolets qui peuvent être assimilés respectivement aux lampes à incandescence et aux lampes à décharge.

