

# Les Lampes à Décharge et l'Environnement

- Contribution à la protection de l'environnement et à la conservation des ressources
- Matériaux ayant un effet sur l'environnement
- L'élimination des lampes en fin de vie

2<sup>ème</sup> édition, novembre 1997

*Le Syndicat de l'éclairage est l'association professionnelle des fabricants et importateurs français de lampes électriques et d'appareils d'éclairage.*

*Les lampes à décharge sont commercialisées en France par les adhérents du Syndicat de l'éclairage suivants:*

- *Société DARIC (marques Aric, ...)*
- *Compagnie Philips Eclairage (marques Philips, Mazda, ...)*
- *General Electric Lighting (marques General Electric, Tungram, ...)*
- *Osram (marques Osram, Radium, ...)*
- *S.L.I. (marques Claude, Sylvania, ...)*

*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	4
2	La contribution des sources de lumière à la protection de l'environnement	4
3	Substances potentiellement toxiques	6
4	Action des fabricants de lampes pour la réduction du mercure	7
5	Composition des lampes fluocompactes ("basse consommation")	7
6	Autres matériaux ayant un impact sur l'environnement	7
7	Les lampes fluorescentes et la radioactivité	8
8	L'élimination des lampes en fin de vie	9
ANNEXE A	Principes de fonctionnement des lampes	11
ANNEXE B	Composition des lampes	13
B.1.	Lampes fluorescentes	13
B.2.	Lampes mercure et lampes aux halogénures métalliques	13
B.3.	Lampe sodium à haute pression	14
B.4.	Lampes sans électrodes	14
B.5.	Autres lampes	14

## 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.

Malgré leur encombrement, la faible consommation d'énergie électrique et le flux lumineux important de ces sources de lumière les destinent principalement à l'éclairage d'usines, de bureaux, d'écoles, d'hôpitaux ainsi qu'à l'éclairage public urbain et routier.

Des nouvelles lampes plus compactes avec des propriétés lumineuses adaptées à l'éclairage domestique ont fait ces dernières années leur percée dans les foyers.

Toutes ces sources de lumière font appel à une dose très faible de mercure métallique, enfermé 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. L'analyse du cycle de vie d'une lampe fluorescente tubulaire effectuée par un cabinet britannique indépendant montre ainsi que l'énergie consommée intervient pour 99 % dans son impact 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, exprimé en lumens, 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 <sup>2</sup>. De même, les lampes à décharge à haute

<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. Ce document ne traite donc pas des actions directes que les lampes à décharge pourraient exercer sur la santé humaine.

<sup>2</sup> Les luminaires et les équipements auxiliaires feront l'objet d'un document séparé.

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.

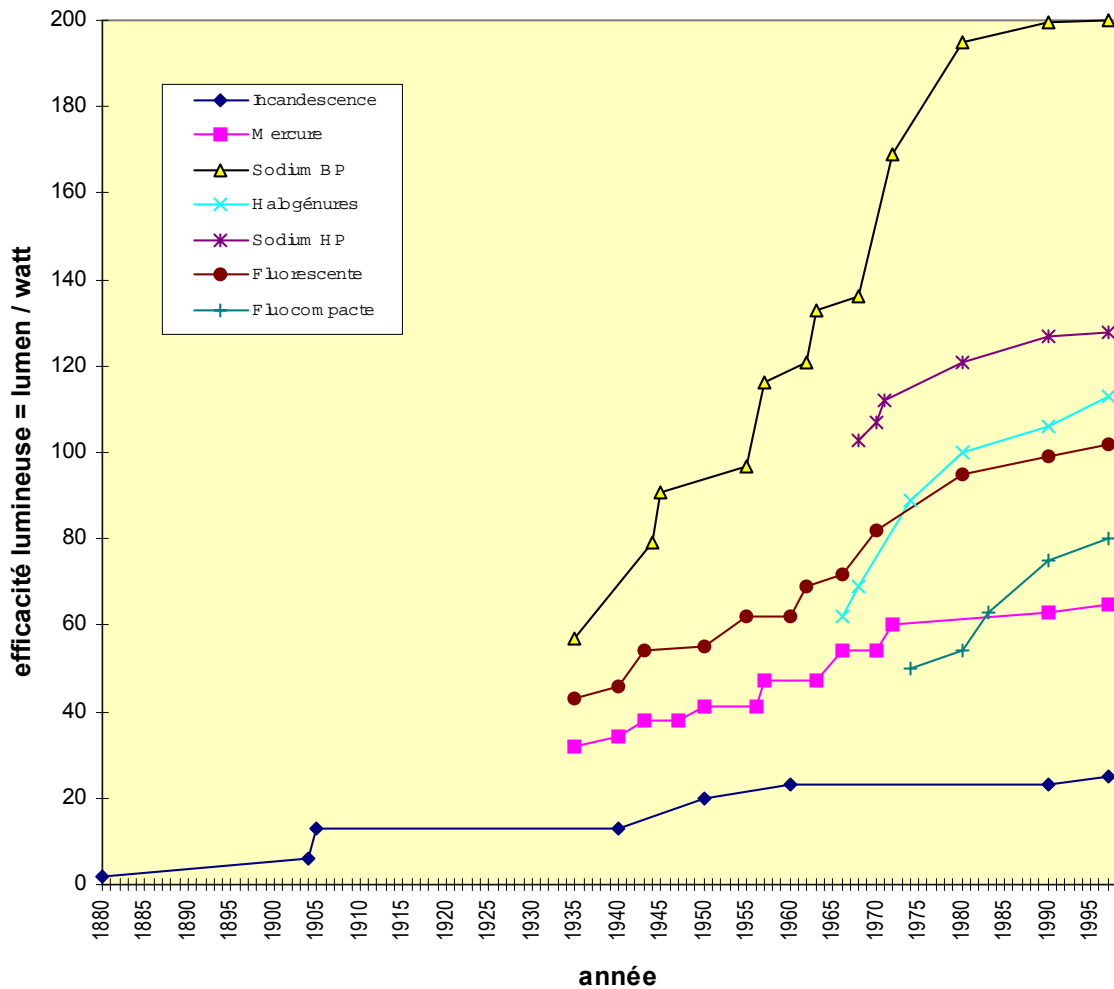
La description du principe de fonctionnement des lampes à décharge figure dans l'annexe A.

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 lampes "*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/watt est élevée, on peut obtenir un éclairage identique avec une moindre consommation d'énergie, contribuant ainsi à la préservation de l'environnement.

la production annuelle de lumière et la consommation d'énergie pour les lampes à incandescence et à décharge utilisées en France

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

**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 = Térawatt-heure = 10<sup>12</sup> Watt-heure  
 \*\* Tlmh = Térألumen-heure = 10<sup>12</sup> Lumen-heure

### 3. Substances potentiellement toxiques

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 ces lampes contiennent des fractions de matériaux potentiellement toxiques, notamment du mercure.

La consommation de mercure en Europe a diminué considérablement pour atteindre en 1994 environ 400 tonnes (estimation) et ceci grâce aux importants efforts de recherche et développement des producteurs ainsi qu'au recyclage des produits contenant du mercure (piles, thermomètres, lampes, ...). Il s'en suit que

le mercure contenu dans les lampes à décharge fabriquées représente actuellement environ 1,3 % de la consommation totale. 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 1995.**

Type de lampe	Quantité de Mercure	
	par lampe (grammes)	total annuel (kg)
Lampes fluorescentes	0,015	707
Lampes fluorescentes compactes (CFL)	0,005	33
Lampes à vapeur de mercure haute pression (ballon fluorescent)	0,030	120
Lampes aux halogénures métalliques	0,030	
Lampes sodium haute pression	0,025	
Total		860

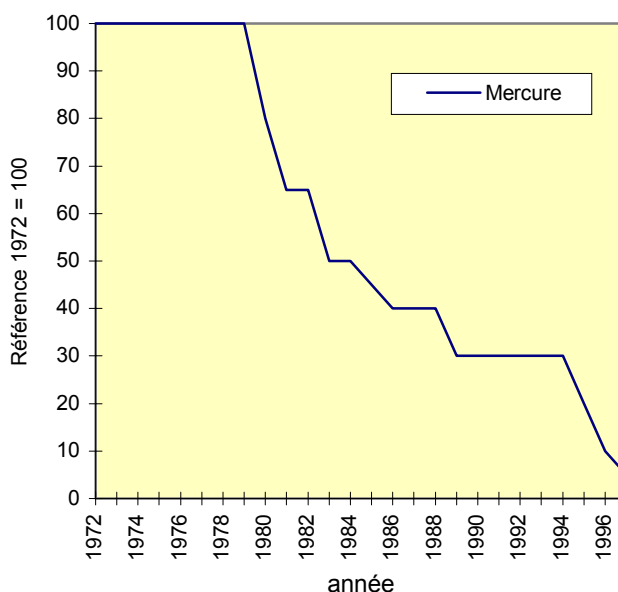
(Les lampes à décharge au Sodium basse pression et quelques types à haute pression **ne contiennent pas de mercure**)

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

Dans les 20 dernières années le contenu en mercure des lampes fluorescentes a été réduit d'environ 80% (voir figure 2). Les fabrications actuelles contiennent moins de 0,020 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 2 : Réduction depuis 1972 de la quantité de mercure contenue dans les lampes fluorescentes haute efficacité (1994 : 0,015 )



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

#### 5. Composition des lampes fluo-compactes "basse consommation"

A la différence des ses "soeurs aînées", les lampes *basse consommation* constituent une nouvelle génération de sources lumineuses. Leur conception est, de ce fait, encore en pleine évolution et les différents fabricants ont parfois choisi des solutions différentes pour un même type de lampe normalisée.

Il existe trois familles de lampes fluocompactes : sans ballast, avec ballast magnétique intégré et avec ballast électronique intégré. Elles existent en forme double, quadruple, carrée, circulaire et à branches multiples. Selon la méthode d'amorçage on distingue des lampes à moyen d'amorçage interne ou externe, avec ou sans starter. Elles peuvent être munies de cathodes

préchauffées ou non-préchauffées, à forte ou à faible résistance. Enfin, selon le cas, ces lampes sont équipées de quelques 35 types différents de culots.

Il est donc très difficile, voire impossible, et en tout cas pas représentatif, de publier des valeurs moyennes des matériaux constitutifs de ces lampes.

#### 6. Autres matériaux ayant un impact sur l'environnement

Le tableau 3 indique les proportions de matériaux utilisés dans les lampes à décharge susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement. Comme la quantité et la composition peuvent varier en fonction du fabricant et des caractéristiques et spécifications de la lampe, les chiffres donnés représentent des valeurs moyennes. Pour connaître le poids approximatif des matériaux rentrant dans une lampe spécifique, il suffit de multiplier son poids par les pourcentages donnés dans le tableau.

**Tableau 3 : Autres matériaux utilisés dans les lampes à décharge ayant un impact mineur sur l'environnement (pourcentage en poids)**

Élément contenu dans la lampe	Lampes fluorescentes à deux culots (tous les types)	Lampes fluorescentes à culot unique (lampes fluocompactes ou "basse consommation")	Lampes mercure haute pression (lampes ballon fluorescent)	Lampes sodium haute pression <sup>(3)</sup>	Lampes aux halogénures métalliques
Mercure	0,01	Voir § 5	0,02	0,02	0,03
Antimoine	0,01		--	--	--
Baryum	0,03		0,002	0,04	0,002
Cadmium <sup>(1)</sup>	--		--	--	--
Indium	0,001		--	--	--
Plomb <sup>(2)</sup>	0,005 <sup>(5)</sup>		0,5	0,3	0,3
Sodium	--		--	0,01	0,001 <sup>(4)</sup>
Strontium	0,1		0,05	0,03	0,001
Thallium	--		--	--	0,001
Vanadium	--		0,07	< 0,001	0,005
Yttrium	--		0,1	0,004	0,07
Terres rares	0,01		0,01	< 0,001	0,003
Poids moyen de la lampe	180 g		90 g	150 g	140 g

(1) Les fabricants européens n'utilisent plus de cadmium depuis 1980. On peut en trouver encore dans des lampes fabriquées avant cette date et arrivant maintenant à leur mise au rebut.

(2) Principalement utilisé pour les soudures.

(3) Les lampes sodium Basse Pression et quelques types Haute Pression **ne contiennent pas de mercure**.

(4) Sels de sodium (donc pas du sodium élémentaire).

(5) Le verre du "pied" de la lampe contient de l'antimoine et du plomb, mais ces matériaux se trouvent "vitrifiés" et sont donc inertes (environ 0,8 % et 0,6 % du poids de la lampe respectivement).

Le lecteur trouvera dans l'annexe B une description des autres matériaux rentrant dans la composition des lampes à décharge.

La quantité de mercure est à ce jour comprise entre 0,003 et 0,010 g, selon le type considéré, mais les efforts des fabricants entraîneront prochainement une diminution du contenu de cet élément. Les autres matériaux, dont les proportions diffèrent selon les lampes, sont les mêmes que ceux des lampes fluorescentes (et des starters pour certains types). Les lampes à ballast intégré possèdent en plus, les matériaux propres aux ballasts classiques (tôle magnétique et fil de cuivre), ou bien un circuit électronique comparable à celui des ballasts électroniques.

Les composants plastiques utilisés dans les coques de ces lampes ne contiennent pas de matériaux ayant un effet significatif sur l'environnement.

## 7. Les lampes fluorescentes et la radioactivité

Les lampes fluorescentes et fluocompactes alimentées par un ballast conventionnel requièrent (ou intègrent) un dispositif d'amorçage, appelé starter, afin d'assurer un allumage correct. Ce starter est un ensemble constitué d'un condensateur et d'un amorceur à lueur. L'amorceur à lueur peut contenir une faible dose d'un isotope radioactif sans **aucun risque pour la santé**, car le rayonnement de ces isotopes est négligeable. La brochure de l'ELC <sup>3</sup>. "*Radioactive substances in CFLs*" (Substances radioactives dans les lampes fluocompactes) donne toutes les précisions complémentaires.

<sup>3</sup> ELC : European Lighting Council (organisation européenne regroupant les fabricants de lampes électriques), rue Montoyer, Case 1, 1040 Bruxelles, Belgique.

Les alimentations par ballasts électroniques et les lampes fluocompactes à ballast électronique n'utilisent pas de starter à lueur et ne contiennent donc pas des substances radioactives.

## 8. L'élimination des lampes 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**, interdisant ainsi aujourd'hui, au titre de la loi 75-633 du 15 juillet 1975, leur stockage dans des installations recevant d'autres catégories de déchets.

Les décharges de classes 2 et 3, recevant respectivement les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes, leur sont donc interdites. L'incinération n'est pas écologiquement acceptable, car elle contribuerait aux émissions de mercure dans l'atmosphère.

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.

**La nouvelle réglementation française conduit donc à une démarche spécifique pour l'élimination des fractions collectées séparément de tubes fluorescents et lampes usagées contenant du mercure : le traitement en fin de vie.**

Des compagnies de transport autorisées collectent les lampes usagées contenant du mercure auprès des communes et des grands utilisateurs privés ou publics. Les lampes sont alors transportées vers les centres de traitement, ou traitées sur place lorsqu'on fait appel à une installation mobile. Cette organisation par "tiers personnes" est l'approche recommandée par l'ELC et par le Syndicat de l'Eclairage.

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 fluocompactes et aux lampes à décharge à haute intensité.

L'autre méthode consiste à couper d'abord les extrémités de la lampe (*end cut*) contenant les composants métalliques et du verre au plomb. Elle livre en suite à l'étape suivante l'ampoule cylindrique de verre avec la poudre fluorescente adhérente 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'occlusion du mercure, 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 sont régénérées pour leur conférer une qualité identique à celle des poudres de première fabrication. Le groisil, également appelé calcin, est 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. Il s'agit du traitement le plus respectueux de l'environnement car

pratiquement aucun matériau n'est ni incinéré ni déposé en décharge. Le cercle vertueux est bouclé : la fabrication de nouvelles lampes utilise les matériaux issus du traitement en fin de vie des vieilles lampes collectées, sans aucune perte de qualité ni d'efficacité lumineuse.

En France, suite aux initiatives du Syndicat de l'Eclairage dans le cadre du rapport "Desgeorges II", une infrastructure de traitement de lampes fluorescentes et de lampes à décharge est déjà opérationnelle.

**Le Syndicat de l'Eclairage met à disposition des consommateurs intéressés, à leur demande, une liste d'entreprises susceptibles de traiter correctement en France, dans le respect des réglementations, leurs lampes usagées en fin de vie.**



