

> Adresses utiles



SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE

17, rue Hamelin
75783 Paris Cedex 16
Tél. : 01 45 05 72 72
Télécopie : 01 45 05 72 73
Internet : www.feder-eclairage.fr

ADEME



ADEME

(Agence de l'environnement
et de la maîtrise de l'énergie)
27, rue Louis-Vicat
75737 Paris Cedex 15
Tél. : 01 47 65 20 00
Télécopie : 01 46 45 52 36
Internet : www.ademe.fr



ASSOCIATION FRANÇAISE DE L'ÉCLAIRAGE

AFE

(Association française de l'éclairage)
17, rue Hamelin
75783 Paris Cedex 16
Tél. : 01 45 05 72 00
Télécopie : 01 45 05 72 70
Internet : www.afe-eclairage.com.fr

Le Syndicat de l'éclairage regroupe les fabricants de lampes, luminaires, candélabres et composants ci-dessous :

3 E International - Abel - Aric - Arlus - Atéa - Atelier Sédap - Aubrilam - Claude - Comatélec - Conimast International - Dil Eclairage - Erco - Etap - Ets Jean Rochet - GE Lighting - GHM - Girardin - Honeywell - I Guzzini - Legrand - Lledo France - Louis Poulsen - Ludec Se'lux - Mazda Eclairage - Optectron - Osram - Petitjean - Philips Eclairage - Radian - S.E.A.E. - S.L.I. France - Sammode - Sarlam - Sécurlite - Serméto - Sogexi - Sylvania - Technilum - Thorn Europhane - Trato - Tridonic - Trilux - Vossloh Schwabe - Waldmann Eclairage (liste au 15/11/2000).

Nous remercions les sociétés qui ont eu l'amabilité de fournir des illustrations.

Ce document a été réalisé par le Syndicat de l'éclairage avec la participation de l'ADEME.

Dans la même collection – « Éclairage industriel : pour une approche en coût global d'une installation d'éclairage industriel ».

– « Bureaux, écoles, commerces, industries : mieux s'éclairer à coûts maîtrisés ».

– « Les lampes à économie d'énergie : efficacité lumineuse pour des usages professionnels ».

> LES TUBES FLUORESCENTS HAUT RENDEMENT

SYNDICAT DE
L'ÉCLAIRAGE



Une solution performante
pour l'éclairage économique
des locaux industriels et tertiaires <

> Les tubes fluorescents

> Le choix de la performance

Bureaux, écoles, industries, hôpitaux, équipements collectifs, parkings..., les tubes fluorescents sont les vedettes incontestables de l'éclairage des locaux tertiaires et industriels où leur efficacité en matière d'économie en fait la source de lumière la plus performante.

Il existe deux technologies principales pour produire de la lumière par l'électricité : l'incandescence et la décharge.

Dans les lampes à incandescence, un filament de tungstène est porté à haute température. Dans les lampes à décharge, c'est un arc électrique visible ou transformé en lumière visible, grâce aux substances fluorescentes garnissant les parois de l'ampoule.

Les tubes fluorescents sont donc des lampes à décharge, plus précisément des lampes à vapeur de mercure basse pression.

Il se vend plus de 50 millions de tubes fluorescents chaque année en France. Certains types, apparus sur le marché il y a plus de quarante ans (diamètre 38 mm), sont toujours disponibles. Concernant les tubes les plus couramment utilisés de diamètre 26 mm (T8), **les tubes haut rendement** répondent parfaitement aux niveaux de qualité et de performance requis pour une installation moderne.



> Toujours plus d'efficacité lumineuse

Les tubes haut rendement doivent leur nom à leur niveau d'efficacité lumineuse. Appelés aussi trichromatiques ou à trois bandes, ils intègrent des poudres émettant dans les trois

couleurs fondamentales (rouge, vert, bleu). A consommation égale, ils fournissent en effet plus de lumière qu'un tube à simple bande.



> Caractéristiques des tubes haut rendement

Puissance	Flux lumineux	Efficacité lumineuse	Indice de rendu des couleurs	Température de couleur	Durée de vie utile	Tension lampe	Diamètre	Longueur
watt (W)	lumen (lm)	lm/W	IRC	kelvin (K)	heures	volt (V)	mm	mm
18 à 58	1 350 à 5 200	80 à 100	80 à 93	2 700 à 6 500	10 000 / 15 000*	59 à 111	26	590 à 1 500

* Avec ballast conventionnel / avec ballast électronique.

haut rendement



> Cinq avantages majeurs

→ **Très bon indice de rendu des couleurs (IRC).**

→ **Durée de vie utile (ou économique) exceptionnelle.** A 12 000 heures, ils conservent encore plus de 90 % de leur flux lumineux, d'où un remplacement moins fréquent.

→ **Maintenance réduite.** Par le seul fait de remplacer un tube standard par un tube haut rendement, l'utilisateur est assuré que les prochains changements de lampes seront plus espacés.

→ **Diminution de la puissance installée.** En cas de rénovation complète de l'installation d'éclairage, l'adoption de tube haut rendement permet de réduire le nombre de luminaires pour un niveau d'éclairage équivalent.

→ **Amélioration de l'ergonomie.**

Le tube haut rendement apporte plus de lumière et plus de confort, ce qui a une incidence directe sur la productivité et permet de réduire les risques d'accidents du travail.



> Le tube 16 mm électronique (ou T5) : un nouveau système d'éclairage

Apparu sur le marché en 1995, le tube 16 mm électronique, ou T5, constitue la dernière évolution en matière de tubes fluorescents. Il se caractérise par :

→ Une efficacité lumineuse légèrement supérieure à celle des tubes haut rendement.

→ Une perte du flux lumineux très faible par rapport aux tubes ordinaires (90 % du flux initial à 10 000 h).

→ Une réduction de taille à la fois en diamètre, en longueur et en hauteur d'encastrement des luminaires (moins de 6 cm), ce qui permet d'obtenir des lumi-

naires plus plats et plus esthétiques qui s'intègrent facilement dans les modules normalisés des faux plafonds.

→ Une luminance plus importante du tube, due à sa faible surface. Ce qui permet, grâce à l'utilisation d'optiques spécialement étudiées, d'obtenir des performances photométriques – rendement (+ 15 %), confort visuel – nettement supérieures à celles des tubes 26 mm.

→ Une efficacité optimisée pour les températures de fonctionnement réelles (35° C), le rendement du tube 26 mm étant annoncé pour une température de fonctionnement de 25° C.

→ Un meilleur bilan environnemental. Moins d'énergie consommée grâce au ballast électronique obligatoire, moins de mercure mis en œuvre, moins de lampes à recycler compte tenu d'une durée de vie plus longue et moins de matières premières utilisées pour la fabrication du produit ; impossibilité, lors de la maintenance, de revenir à des lampes bas de gamme.

Ainsi, même par rapport aux tubes T8 (26 mm) haut rendement alimentés par un ballast électronique, les tubes T5 ont une efficacité lumineuse supérieure de plus de 20 %.

> Caractéristiques des tubes 16 mm électroniques

Puissance	Flux lumineux	Efficacité lumineuse	Indice de rendu des couleurs	Température de couleur	Durée de vie utile	Tension lampe	Longueur
watt (W)	lumen (lm)	lm/W	IRC	kelvin (K)	h	volt (V)	mm
14 à 80	1 350 à 7 000	96 à 104	85	3 000 à 6 000	16 000	59 à 111	549 à 1 449

> Rationalité, confort, productivité...

L'efficacité lumineuse supérieure, la large gamme de températures de couleur disponible, l'indice de rendu des couleurs (85) et le maintien du flux lumineux dans le temps font du tube haut rendement une référence pour de nombreuses applications.



► BUREAUX

Il permet d'améliorer le confort visuel et de réhabiliter la fluorescence aux yeux des utilisateurs et des gestionnaires.



► HÔPITAUX

Il permet de mieux maîtriser les consommations d'énergie pour l'éclairage qui, selon EDF, s'élèvent en moyenne à 40 % de la facture totale d'électricité.



► ÉCOLES

Il offre une alternative rationnelle et confortable à l'incandescence trop consommatrice d'énergie ou aux tubes standard à la lumière moins agréable.



► INDUSTRIE ET GRANDES SURFACES DE VENTE

Dans les bâtiments dont la hauteur est inférieure à 8 m, il s'impose comme la solution qui apporte à la fois la garantie d'une gestion efficace mais aussi de conditions de travail et de productivité améliorées.



► COMMERCES

Il offre la possibilité d'obtenir un éclairage général confortable qui se marie efficacement avec un éclairage d'accentuation.

> Correspondance des teintes tubes standard/tubes haut rendement

Température de couleur (TC)	Teintes tubes standard	Indice de rendu des couleurs (IRC)	Teintes tubes haut rendement	Indice de rendu des couleurs (IRC)
2 700 K			Interna Confort	85
3 000 K	Blanc chaud	50	Blanc chaud Blanc solaire Incandia	85
4 000 à 4 300 K	Blanc industrie Blanc universel Naturel	58 à 75	Blanc de luxe Brillant Brillant de luxe	85
5 000 à 6 500 K	Lumière du jour	75 à 77	Lumière du jour Jour	85

Ce tableau regroupe les différentes appellations proposées par les marques des constructeurs de tubes fluorescents, adhérents du Syndicat de l'éclairage : Claude, GE Lighting, Mazda, Osram, Philips Eclairage, Sylvania.

> Collecte et retraitement des tubes

Le mercure contenu dans les tubes fluorescents est le seul matériau sensible d'un point de vue environnemental. C'est pourquoi ces tubes sont concernés par la Directive européenne relative aux déchets dangereux qui a été transposée en France par un décret du 15 mai 1997. Depuis le 1^{er} janvier 1998, le professionnel ou le détenteur final de tubes usagés doit donc suivre une démarche spécifique pour assurer leur élimination : la collecte séparée et le traitement des déchets. Une filière industrielle s'est mise en place pour proposer la collecte et le retraitement de ces déchets.

Le Syndicat de l'éclairage tient à la disposition des utilisateurs une liste d'entreprises susceptibles de traiter ces produits dans le respect de la réglementation.

A noter que les fabricants participent à l'effort environnemental. Ils ont en effet déjà réduit considérablement la quantité de mercure dans les tubes (contenu en mercure réduit de 80 % en 20 ans).

> La garantie des marquages

Marque, référence commerciale, puissance et éventuellement marquage « CE » doivent apparaître sur le tube.

Les fabricants adoptent de plus en plus une indication codée à trois chiffres de la température de couleur et de l'indice de rendu des couleurs (IRC), par exemple 827, 930...

► **Le premier chiffre** se rapporte au rendu de couleur : par exemple, 9 signifie que l'IRC est supérieur à 90, 8 qu'il est compris entre 80 et 90, etc.

► **Les deux derniers chiffres** indiquent la température de couleur : 30 pour 3 000 K, 65 pour 6 500 K.

A ce propos, il est utile de conseiller à l'installateur de toujours placer la lampe de façon à ce que le marquage soit visible sans avoir besoin d'ouvrir le luminaire pour tourner la lampe. Cette simple précaution facilitera la maintenance et permettra, lors du changement de lampe et de starter, de les remplacer à l'identique et d'éviter ainsi différentes températures de couleur dans un même luminaire ou d'un luminaire à l'autre.



Les mêmes indications portées sur les tubes peuvent figurer sur les emballages, en particulier le marquage « CE », obligatoire s'il ne figure pas sur les tubes.

En France doit également apparaître le logo d'Eco-Emballage – société chargée d'assurer la collecte et le traitement des emballages – indiquant que le fabricant participe au financement de ce programme.

> Alimentations électroniques : *la prime à l'investissement*

Comme toutes les lampes à décharge, les tubes fluorescents haut rendement doivent être associés à des auxiliaires d'alimentation : ballasts, starters, amorces, disposés dans le luminaire.

Deux choix existent : système conventionnel (ballast ferromagnétique + starter + condensateur) ou ballast électronique.

Dans le cas d'une alimentation conventionnelle, il est possible d'utiliser un starter électronique, à la place d'un starter conventionnel, ce qui permet d'améliorer la sécurité de l'installation et d'augmenter la durée de vie des lampes. Mais les gains

d'exploitation et de maintenance réellement significatifs ne peuvent cependant être escomptés que par le remplacement de l'alimentation standard au profit d'**une alimentation par ballast électronique**.

Les luminaires avec ballasts électroniques coûtent plus cher à l'achat mais leurs performances permettent de réaliser d'importantes économies de consommation. Associé à un tube haut rendement, un ballast électronique augmente de 50 % la durée de vie du tube et cette solution peut diviser les consommations par deux.

Par ailleurs, l'électronique est le premier

niveau d'équipement qui permet ensuite de mettre en œuvre des systèmes de gestion de l'éclairage.

Enfin, l'utilisation de tubes haut rendement associés à des ballasts électroniques élimine totalement le « tremblement » de la lumière parfois ressenti (le ballast électronique fonctionne en haute fréquence, à la différence du ballast standard).

Lire à ce sujet la brochure du Syndicat de l'éclairage

« Bureaux, écoles, commerces, industries : mieux s'éclairer à coûts maîtrisés ».

> Coûts et performances

Ce tableau présente une comparaison chiffrée entre deux installations de type tertiaire (circulations d'hôpital) équipées de luminaires munis de quatre tubes de 18 W, l'une avec des tubes standard, l'autre avec des tubes haut rendement.

Des arguments pour orienter l'utilisateur vers des économies d'énergie...	Tube standard	Tube haut rendement
Flux lumineux de chaque tube de 18 W en lumen (lm)	1 150	1 350
Nombre de luminaires <i>En prenant en compte le flux lumineux des tubes, on peut en déduire le nombre de luminaires à installer pour obtenir une même quantité de lumière</i>	25	21
Nombre de tubes installés (4 tubes par luminaire)	100	84
Puissance total du luminaire (4 tubes + 2 ballasts) en W	90	90
Nombre d'heures de fonctionnement par jour	12	12
Nombre de jours de fonctionnement annuel	365	365
Nombre d'heures de fonctionnement annuel <i>Nombre d'heures de fonctionnement par jour X nombre de jours de fonctionnement annuel</i>	4 380	4 380
Prix de l'électricité en F HT/kWh	0,50	0,50
Durée de vie utile des tubes (heures)	5 000*	10 000*
Prix unitaire d'un luminaire pour l'utilisateur final (F HT)	180	180
Prix unitaire moyen du tube pour l'utilisateur final (F HT)	10,50	21
Coût de main-d'œuvre pour installer un luminaire (30 min à 180 F HT/h)	90	90
Coût de main-d'œuvre pour changer un tube (10 min à 180 F HT/h)	30	30
Coût d'investissement (F HT) <i>(prix tube + coût de main-d'œuvre /tube) X nombre de tubes installés + (prix luminaire + coût de main-d'œuvre /luminaire) X nombre de luminaires installés</i>	10 800	9 954
Nombre relatif de tubes changés tous les ans <i>(nombre de tubes installés X nombre d'heures de fonctionnement annuel) / durée de vie utile des tubes</i>	88	37
Coût annuel de remplacement des tubes (F HT) <i>(prix tube + coût de main-d'œuvre /tube) X nombre de tubes changés par an</i>	3 564	1 887
Coûts de la consommation électrique par an (F HT) <i>(puissance totale luminaires X nombre d'heures de fonctionnement annuel) X (coût kWh/1000)</i>	4 927,50	4 139,10
Coût total 1^{re} année (F HT) <i>(coût d'investissement + coût de consommation + coût annuel de remplacement des tubes si la durée de vie des tubes est inférieure à la durée de fonctionnement annuel)</i>	15 727,50	14 093,10
Economie réalisée dès la 1^{re} année (F HT)		1 634,40 F
Economies réalisées en 5 ans (F HT) <i>(prend en compte l'investissement initial, le coût des lampes changées et de la consommation durant cette période)</i>		11 496 F Soit 1 752,55 €

Toutes les valeurs utilisées sont bien sûr des valeurs moyennes, sujettes à des évolutions et des différences en fonction des situations, choisies arbitrairement dans un but de simplicité et d'une meilleure lisibilité du tableau.

*Cas de tubes utilisés avec ballast conventionnel. L'emploi d'un ballast électronique augmenterait jusqu'à 50 % la durée de vie et réduirait d'autant les consommations.

> Commentaires

Un tube fluorescent haut rendement est certes deux fois plus cher à l'achat qu'un tube standard mais le coût global (investissement + maintenance, hors consommation) est inférieur de 10 %, compte tenu du nombre réduit de tubes nécessaires pour atteindre l'éclairage requis. Au bout de 5 ans d'exploitation, l'économie réalisée est de 27 %. La durée de vie prise en compte est la durée utile (durée économique), c'est-à-dire la durée au bout de laquelle le flux

lumineux de l'installation est inférieur ou égal à 80 % du flux initial. Valeur qui représente le seuil au-delà duquel il devient nécessaire de changer toutes les lampes sous peine de les voir continuer à consommer de l'énergie en produisant de moins en moins de lumière.

Enfin, rappelons que l'utilisation de ballasts électroniques augmente de 50 % la durée de vie utile des tubes et réduit les consommations d'énergie.

Des arguments pour orienter l'utilisateur vers des économies d'énergie...	Tube standard	Tube haut rendement
Flux lumineux de chaque tube en lumen (lm)		
Nombre de luminaires		
Nombre de tubes installés		
Puissance totale du luminaire (tubes + ballast) en W		
Nombre d'heures de fonctionnement par jour		
Nombre de jours de fonctionnement annuel		
Nombre d'heures de fonctionnement annuel <i>Nombre d'heures de fonctionnement par jour X nombre de jours de fonctionnement annuel</i>		
Prix de l'électricité en € HT/kWh		
Durée de vie utile des tubes (heures)*		
Prix unitaire d'un luminaire pour l'utilisateur final (€ HT)		
Prix unitaire moyen du tube pour l'utilisateur final (€ HT)		
Coût de main-d'œuvre pour installer un luminaire (€ HT)		
Coût de main-d'œuvre pour changer un tube (€ HT/h)		
Coût d'investissement (€ HT) <i>(prix tube + coût de main-d'œuvre/tube) X nombre de tubes installés + (prix luminaire + coût de main-d'œuvre/luminaire) X nombre de luminaires installés</i>		
Nombre relatif de tubes changés tous les ans <i>(nombre de tubes installés X nombre d'heures de fonctionnement annuel) / durée de vie utile des tubes</i>		
Coût annuel de remplacement des tubes (€ HT) <i>(prix tube + coût de main-d'œuvre/tube) X nombre de tubes changés par an</i>		
Coûts de la consommation électrique par an (€ HT) <i>(puissance totale luminaires X nombre d'heures de fonctionnement annuel) X (coût kWh/1000)</i>		
Coût total 1^{re} année (€ HT) <i>(coût d'investissement + coût de consommation + coût annuel de remplacement des tubes, si la durée de vie des tubes est inférieure à la durée de fonctionnement annuel)</i>		
Economie réalisée dès la 1^{re} année (€ HT)		
Economies réalisées en 5 ans (€ HT) <i>(prendre en compte l'investissement initial, le coût des lampes changées et de la consommation durant cette période.)</i>		

* Variable suivant le ballast choisi.

> Coût global d'exploitation sur 5 ans

Année	Tube standard	Tube haut rendement
0*	10 800 F	9 954 F
1	15 727,50 F	14 093,10 F
2	24 219 F	20 119,20 F
3	32 710,50 F	26 145,30 F
4	41 202 F	32 171,40 F
5	49 693,50 F	38 197,50 F
Économies réalisées en 5 ans : 11 496 F <i>soit 1 752,55 €</i>		

* Année 0 = investissement.

