

# Guide de référence de L'ÉCLAIRAGE



hydro  
one

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ : Ni CEA Technologies Inc., ni les auteurs, ni les commanditaires, ou toute autre personne agissant en leur nom, ne seront en aucun cas tenus responsables quant à l'utilisation, ou aux dommages résultant de l'utilisation, des informations, matériels, équipements, produits, méthodes ou procédés, quels qu'ils soient, décrits dans le présent guide.

Il est conseillé de faire appel à des professionnels accrédités pour la mise en œuvre des directives et recommandations contenues dans le présent guide.

Ce guide a été préparé par Energy @ Work pour la Groupe d'intérêt sur les Solutions énergétiques pour les clients (GISEC) de CEA Technologies Inc. (CEATI) avec le parrainage des entreprises © 2007 CEA Technologies Inc. Tous droits réservés.



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada



Des remerciements vont à Ontario Hydro, Ontario Power Generation et tous autres organismes qui ont fourni les matériels employés dans la préparation de ce guide.

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1 Introduction</b>	<b>7</b>
<b>2 Économies D'Énergie</b>	<b>9</b>
<b>3 Crédit De Réduction Des Émissions</b>	<b>11</b>
<b>4 Applications</b>	<b>13</b>
a. Gestion de projet d'éclairage	13
b. Méthodes d'évaluation	14
c. Niveaux d'éclairage	16
d. Lumière et environnement	16
e. Intégration de la technologie	17
f. Études de cas	17
<b>5 Compréhension De La Théorie</b>	<b>29</b>
a. Définition de la lumière	29
b. Effet visuel de la lumière	30
c. Répartition spectrale énergétique	32
d. Éclairage et couleur	34
e. Grandeurs et unités de l'éclairage	40
f. Niveaux d'éclairage	42
<b>6 Production De Lumière</b>	<b>47</b>
a. Sources de lumière	47
b. Types de lampes	49
c. Systèmes d'éclairage	52
<b>7 Lampes À Incandescence</b>	<b>55</b>
a. Lampes à incandescence standard	55

b.	Lampes halogènes à filament de tungstène	60
c.	Lampes halogènes PAR	63
d.	Lampes halogènes PAR et MR IR (infrarouge)	67
e.	Lampes à infrarouge	68
<b>8</b>	<b>Ballasts Pour Lampes Fluorescentes</b>	<b>75</b>
a.	Généralités	75
b.	Ballasts électroniques pour lampes à décharge	80
<b>9</b>	<b>Lampes Fluorescentes</b>	<b>87</b>
a.	Généralités	87
b.	Lampes T8 de haute qualité	99
c.	Lampes T8 de faible puissance	100
d.	Lampes fluorescentes T5 et T5-HO	100
e.	Réflecteurs de luminaire fluorescent	102
f.	Lampes fluorescentes compactes	106
<b>10</b>	<b>Ballasts Pour Lampes DHI</b>	<b>113</b>
a.	Généralités	113
b.	Ballasts à noyau et bobine	113
c.	Ballasts à démarrage assisté	113
d.	Ballasts électroniques pour lampes DHI	114
<b>11</b>	<b>Lampes DHI &amp; Lampes VSBP</b>	<b>115</b>
a.	Lampes à vapeur de mercure (VM)	115
b.	Lampes aux halogénures	121
c.	Lampes à vapeur de sodium à haute pression	129

d.	Lampes à vapeur de sodium à basse pression	135
<b>12</b>	<b>Autres Sources De Lumière</b>	<b>139</b>
a.	Système sans électrodes à couplage pad induction	139
b.	Éclairage par fibre optique	140
c.	Éclairage par DEL	141
<b>13</b>	<b>Enseignes De Sortie</b>	<b>143</b>
	Caractéristiques physiques	143
	Types d'enseignes	143
<b>14</b>	<b>Technologies Émergentes</b>	<b>151</b>
	Sources de dimensions réduites	151
	DEL à lumière blanche	151
	Commandes d'éclairage	151
	Ballasts intelligents	151
<b>15</b>	<b>Codes, Normes Et Réglementation</b>	<b>153</b>
	Code pour les bâtiments	154
<b>16</b>	<b>Feuilles De Travail</b>	<b>155</b>
	Coût de l'éclairage et analyse des économies possibles	155
<b>17</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>159</b>
<b>18</b>	<b>Glossaire Des Termes</b>	<b>161</b>
<b>19</b>	<b>Index</b>	<b>165</b>



# 1 INTRODUCTION

---

Ce guide de référence a pour but de fournir des informations pratiques sur la technologie de l'éclairage, et d'aider à améliorer la mise en œuvre de produits à haut rendement énergétique, par une démarche conceptuelle, en offrant une description détaillée, facile à comprendre, des principes des composants et des technologies qui sont disponibles dans le commerce.

Il est vivement conseillé que les personnes ou compagnies souhaitant entreprendre d'importants projets d'amélioration du rendement énergétique, fassent appel aux services d'un spécialiste en efficacité énergétique, accrédité dans la conception de l'éclairage, ce qui leur permettrait d'optimiser les avantages et le rendement des investissements en tenant compte du taux de rendement interne et des avantages que procure une conception de "qualité".



## 2 ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

---

Les coûts de plus en plus élevés de l'énergie sont devenus très préoccupants et l'on prévoit qu'ils continueront de croître dans un avenir prévisible. C'est pourquoi autant les industries et les institutions que les consommateurs veulent trouver des produits et des solutions plus efficaces. Les applications commerciales pour des produits à meilleur rendement sont déjà disponibles et des possibilités encore plus vastes existent pour le marché résidentiel, en grande partie inexploité. L'éclairage est reconnu comme un secteur notable pour la réalisation d'économies d'énergie.

Plusieurs programmes sont déjà en place pour influencer le marché et les choix des consommateurs en matière de produits à meilleur rendement énergétique. Par exemple, "ÉnerGuide pour les maisons et Maisons R2000", "ÉnerGuide pour les bâtiments existants (EBE)", et le "Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC)", combinés à l'utilisation du programme d'étiquetage Energy Star, constituent quelques-uns des projets de RNCan visant à inciter l'usage de produits d'éclairage à faible consommation d'énergie (on les nomme aussi éconergétiques).

Il existe en outre des initiatives nationales qui encouragent et, dans certains cas, réglementent l'efficacité énergétique. Elles apparaissent sous diverses formes – codes, normes ou directives destinées à l'industrie de la construction – et ont pour objectif de limiter la consommation d'énergie dans les bâtiments; mentionnons à titre d'exemple la norme ASHRAE-IES 90.1, la norme DOE Standard for Federal Buildings (norme du ministère américain de l'Énergie pour les bâtiments fédéraux), Equipment regulations – US National Appliance Energy Conservation Act Amendment of 1988 (Réglementations

## 2 Économies d'énergie

sur les équipements – amendement de la Loi nationale de 1988 sur la conservation d'énergie par les électroménagers aux États-Unis) et “Energy Policy Act of 1992” (Loi de 1992 sur la politique énergétique), etc.

Réaliser des économies d'énergie en éclairage est considéré comme une des mesures les plus fondamentales d'efficacité énergétique, vu le grand nombre de possibilités et d'avantages que cela entraîne.

Les choix comprennent notamment :

- le remplacement des lampes incandescentes par des lampes fluorescentes ou à DHI (décharge à haute intensité).
- la mise à niveau des anciennes installations de lampes fluorescentes afin de les adapter aux applications actuelles, par exemple dans les usines ou installations industrielles, en utilisant des luminaires modernes ou une meilleure technologie. On peut voir un exemple des lampes DHI dans l'une des études de cas présentées au chapitre 4.

10

Préparés convenablement et sous tous les aspects, des projets d'éclairage peuvent se justifier aisément pour les raisons suivantes :

- économies d'énergie : souvent un taux de rendement interne de 25 % ou meilleur;
- réduction des émissions : corrélation directe entre énergie et réduction des émissions;
- économies d'entretien : grâce au remplacement de dispositifs inefficaces;
- niveaux de luminosité accrus : pour un meilleur confort des locataires ou employés, ou pour des raisons de sécurité;
- indice de rendu des couleurs (IRC) amélioré pour augmenter le confort.

## 3 CRÉDIT DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS

---

Le Canada a ratifié le protocole de Kyoto le 16 février 2005. Cette adhésion mènera à une valeur économique des réductions des émissions.

On peut directement relier la réduction de la consommation d'énergie à la réduction des émissions, le calcul s'effectuant à partir de l'énergie économisée soit sur place, soit hors site, selon le type de production. La quantification des émissions a été utilisée avec succès pour créer des "crédits de réduction d'émission" (CRE) ou, dans certains cas, des "droits d'émissions de compensation". Ceux-ci sont habituellement mesurés soit en anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>) ou en oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), soit en gaz – par ex., équivalent dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>e). Les crédits ou droits d'émissions peuvent être engendrés lorsqu'une industrie prend l'initiative d'améliorer le rendement de ses équipements et de réduire les émissions afin de compenser la production de gaz à effet de serre.

Les crédits ou droits d'émissions seront accordés selon plusieurs méthodes, les plus courantes étant : des modifications de procédé, l'efficacité énergétique, le remplacement du type de combustible, l'acquisition de nouveaux équipements, etc. L'éclairage devient ainsi une excellente opportunité car la technologie est jugée "éprouvée" et facilement reproduite.

Les économies d'énergie sont normalement calculées en kilowattheures (kWh) puis converties en crédits de réduction d'émissions ou en droits d'émissions, selon la méthode employée pour produire cette énergie.

Les projets à l'essai dans l'industrie, comme le Projet pilote d'échange des réductions d'émissions ou "PERT", et le Projet

### 3 Crédit de réduction des émissions

pilote d'échange de réductions des émissions de gaz à effet de serre (PÉREG) ont établi la viabilité de l'inscription et de l'échange des crédits d'émission, et en ont préconisé les règles. L'information est disponible sur le site Web d'Environnement Canada :

<http://www.ec.gc.ca/nopp/lfg/primer/fr/primer.cfm?pg=5>

On prévoit que la ratification du protocole de Kyoto va accélérer la valeur marchande des crédits de réduction des émissions avec l'échange éventuel de crédits d'émissions ou de droits d'émissions approuvés. Le gouvernement fédéral définit actuellement les règles visant la création de droits d'émissions de gaz à effet de serre dans tout le Canada.

À l'échelle des provinces, des initiatives spécifiques sont en cours en vue de réduire les SO<sub>x</sub> et les NO<sub>x</sub>. En Ontario par exemple, des crédits d'émissions peuvent être créés et inscrits dans un registre provincial, devenant disponibles à d'éventuels demandeurs. Des droits d'émissions peuvent également être créés grâce à des initiatives d'amélioration de l'efficacité énergétique, en particulier au niveau de l'éclairage.

12

Une bonne source d'information dans ce secteur dynamique est le site de l'actualité environnementale canadienne, Envirozine :

[http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/french/issues/47/any\\_questions\\_f.cfm](http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/french/issues/47/any_questions_f.cfm).

On peut par ailleurs trouver des renseignements plus spécifiques sur l'engagement du Canada envers le protocole de Kyoto sur le site Web du gouvernement canadien consacré aux changements climatiques :

[http://www.climatechange.gc.ca/cop/cop6\\_hague/francais/kyoto\\_f.html](http://www.climatechange.gc.ca/cop/cop6_hague/francais/kyoto_f.html).

## 4 APPLICATIONS

---

### a. Gestion de projet d'éclairage

L'objectif d'un concept d'éclairage "de qualité" est d'offrir un environnement sûr et productif, que ce soit en milieu d'affaires ou pour le plaisir. Pour atteindre cet objectif, on modifie ou on modernise le système d'éclairage de façon à s'assurer que les utilisateurs de l'espace obtiennent la qualité et la quantité appropriées de lumière, au coût le plus faible d'exploitation et d'entretien.

Un concept d'éclairage "de qualité" ne se limite pas aux seuls "coûts de revient de base". La valeur actualisée nette (VAN) ou le taux de rendement interne (TRI) permet de correctement évaluer les coûts du cycle de vie.

Pour une mise en œuvre réussie, une bonne évaluation des données, ainsi que la planification et la réalisation sont primordiales. Dans un bâtiment, tous les systèmes sont interreliés. Par exemple, éliminer 10 kW d'énergie d'éclairage dans un édifice commercial aura un effet marquant sur le système de chauffage, ventilation et climatisation. Bien que le coût du refroidissement diminuera, le système de chauffage pourrait se révéler insuffisant. Il est indispensable que le concepteur des dispositifs d'éclairage ait une bonne compréhension de tous les systèmes du bâtiment, et de la façon dont ils sont interreliés.

Même si des projets types aux "coûts de revient de base les plus bas" feront économiser de l'énergie dans le bâtiment, ils ne réussiront pas, en fin de compte, à vraiment maximiser le potentiel d'économie. Ces projets ne consistent en général, qu'à remplacer les lampes, donnant lieu à des économies de 10 à 30 %, mais empêchant un concepteur d'éclairage de revenir plus tard se pencher sur une optimisation de l'économie. *De précieuses réductions d'énergie sont ainsi sacrifiées.*

## 4 Applications

Prenons l'exemple d'un édifice commercial de Toronto : le seul remplacement des lampes aurait occasionné des économies d'énergie en éclairage de 37 %, ce qui, au premier abord, semblerait un objectif respectable. Toutefois, un spécialiste d'éclairage ayant été engagé, il a proposé un concept nouveau et plus global. Par suite, le projet a procuré :

- des économies d'énergie en éclairage de l'ordre de 63 %;
- une plus courte période de récupération;
- un taux de rendement interne supérieur à 30 %; et
- de nouveaux avantages pour l'édifice au niveau de l'entretien, de la durée de vie des luminaires, etc.

Bien que le “coût de revient de base” ait été plus élevé, le coût du cycle de vie, tel qu'il a été calculé au moyen de la valeur actualisée nette ou du taux de rendement interne, s'est avéré une solution bien meilleure.

### b. Méthodes d'évaluation

Les méthodes servant à évaluer les économies d'énergie dans un projet d'éclairage, que ce soit pour une modernisation des dispositifs ou pour une comparaison en vue de nouveaux projets, sont essentielles au succès de la mise en œuvre d'une installation complète à haut rendement énergétique. Trop souvent, on utilise la méthode de la période de remboursement, en oubliant qu'elle sous-évalue l'avantage financier à la compagnie. Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les diverses méthodes d'évaluation de la période de remboursement. Il est important que le choix de la méthode reflète les mêmes principes que ceux utilisés par la compagnie lorsqu'elle évalue d'autres investissements de capitaux.

## Coût du cycle de vie

Une analyse appropriée du coût du cycle de vie dressera un portrait financier plus réaliste d'un projet de modification éconergétique qu'une simple évaluation de la période de remboursement. Malheureusement, l'efficacité énergétique ayant été une faible priorité, on utilise souvent, par souci de commodité, l'analyse de la "période de remboursement" pour évaluer des projets liés à l'économie d'énergie, surtout en éclairage.

- La période de remboursement est le rapport entre les frais d'investissement dans le projet et les économies annuelles d'énergie réalisées. Cela consiste donc à calculer en combien d'années les économies engendrées rembourseront l'investissement initial : par exemple, un projet de 100 000 \$ qui va économiser 35 000 \$ annuellement aura une période de remboursement de trois ans.
- L'analyse de l'établissement des coûts du cycle de vie est un calcul comparable; mais elle porte sur une chronologie réaliste et inclut les épargnes liées à l'entretien, le coût accru éventuel du remplacement des lampes, et le coût de l'argent. Elle ne peut être correctement évaluée que si l'on prend en compte le coût de l'argent en utilisant soit le taux de rendement interne, soit la valeur actualisée nette, comme on l'explique ci-dessous.

## Valeur actualisée des flux de trésorerie

Les méthodes de l'actualisation des flux de trésorerie tiennent compte de la valeur temporelle de l'argent, mais en même temps, prévoient le plein recouvrement de l'investissement dans les biens amortissables.

- La méthode de la valeur actualisée nette actualise les flux des économies annuelles en fonction du rendement du capital investi requis de la compagnie, ou du coût du capital.

## 4 Applications

- La méthode du taux de rendement interne trouve le taux d'actualisation, qui correspond aux encaissements et aux décaissements, laissant une valeur actualisée nette égale à zéro. La compagnie peut alors prendre des décisions d'investissement de capitaux, basées sur les projets qui présentent le taux de rendement interne (TRI) le plus élevé; par exemple, si les taux d'intérêt sont inférieurs à 10 %, un projet qui présente un TRI supérieur à 10 % crée un mouvement de trésorerie positif.

### c. Niveaux d'éclairement

Le niveau de lumière, ou plus correctement, le niveau d'éclairement lumineux, se mesure aisément à l'aide d'un luxmètre. L'éclairement lumineux est l'énergie lumineuse qui frappe une surface. Il se mesure en lux (SI) ou en pied-bougies (mesures impériales). L'IESNA (Illuminating Engineering Society of North America ou Société nord-américaine de l'ingénierie de l'éclairage) publie des tableaux présentant les niveaux recommandés d'éclairement lumineux pour toutes les tâches possibles. Il faut bien garder à l'esprit que le niveau d'éclairement lumineux n'a rien à voir avec la qualité de l'éclairage; en d'autres termes, il est tout à fait possible, dans un espace donné, d'avoir le niveau d'éclairement lumineux recommandé, mais avec une source lumineuse qui produit un éblouissement tel qu'il s'avère impossible de travailler. C'est pourquoi de nombreuses plaintes tiennent au fait qu'il y a trop ou pas assez de lumière.

### d. Lumière et environnement

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer si une installation d'éclairage est ou non efficace. Une méthode consiste à vérifier la conformité (c'est le concepteur de l'éclairage qui s'en charge) avec la version actuelle de la norme d'éclairage ASHRAE/IESNA 90.1. Régulièrement mis à jour, ce document fournit une recommandation de la densité de puissance lumineuse –

nombre de watts par mètre carré ou par pied carré – attribuable à l'éclairage. Il est en général possible qu'un concepteur d'éclairage compétent obtienne des résultats supérieurs aux recommandations de la norme ASHRAE/IESNA 90.1.

### e. Intégration de la technologie

Même si le présent guide est divisé en chapitres qui traitent individuellement des différentes technologies d'éclairage, il faut comprendre que les meilleures installations d'éclairage combinent plusieurs techniques dont le but est d'optimiser le rendement des systèmes. Les concepteurs d'éclairage expérimentés, par exemple, choisiront le facteur de puissance des ballasts des lampes fluorescentes, la lampe et le système de commande qui donneront les meilleurs résultats pour les objectifs de l'espace visé et du client.

La meilleure solution est celle qui apparie convenablement les besoins du client et la technologie. Par conséquent, une application peut employer la technologie des lampes T5, tandis qu'une autre favorisera des lampes aux halogénures métalliques.

### f. Études de cas

Voici trois études de cas caractéristiques.

Première étude de cas

#### **Projet de conseil scolaire en Ontario**

Les conseils scolaires sont en général propriétaires de leurs installations, tout comme les MUSH (municipalités, universités, écoles et hôpitaux). Le phénomène du baby-boom au milieu des années 1960 a entraîné une extraordinaire expansion de la construction dans ce secteur. Ainsi, les administrateurs de ces installations ont hérité d'équipements âgés aujourd'hui de 45

## 4 Applications

ans, la plupart des infrastructures ayant un besoin urgent de remplacement.

Cela vaut particulièrement pour les écoles. Les fonds étant limités pour le remplacement, la modernisation des systèmes dans ces installations reste souvent la seule option.

Les systèmes d'éclairage, comme d'ailleurs les chaudières, appareils frigorifiques, moteurs et pompes, sont eux aussi âgés de 45 ans et leur durée de vie utile est presque terminée. Avec le temps, les douilles de lampes et le câblage interne se détériorent, les diffuseurs se fissurent et se brisent. Par conséquent, à un certain point, leur remplacement devient plus économique que leur réparation.

Une autre préoccupation importante pour le gestionnaire des installations est le changement des usages. Lorsque ces matériels et appareils ont été installés, les ordinateurs étaient inconnus dans le secteur de l'enseignement primaire et secondaire.

18

Aujourd'hui, ils sont d'usage courant aussi bien dans la salle de classe que pour la gestion des installations. Les programmes d'études ayant eux aussi évolué, certaines installations, comme les laboratoires de science, connaissent à présent des usages très différents. Par suite, dans un grand nombre de salles de classe, la technologie de l'éclairage est désuète, les matériels doivent être remplacés et les appareils d'éclairage ne conviennent plus aux tâches prévues.

Les nouvelles technologies d'éclairage mènent à des choix plus nombreux. Les gymnases fournissent un bon exemple. En effet, les salles de gymnastique des anciennes écoles sont parfois encore dotées d'un éclairage incandescent, fluorescent ou à vapeur de mercure. Dans ces installations, on pourrait réduire d'au moins 50 % l'énergie absorbée par le gymnase si l'on installait des systèmes fluorescents plus efficaces, dans des emplacements stratégiques, en utilisant des lampes T8 ou T5, combinés à des

capteurs d'occupation. Certains conseils scolaires préfèrent utiliser des appareils d'éclairage aux halogénures installés plus en hauteur, car cela exige moins d'appareils, et donc des coûts d'entretien inférieurs. Pour accroître encore l'économie d'énergie, ces appareils peuvent être dotés de ballasts à deux paliers, combinés à des capteurs d'occupation.

**Situation :** Ce projet consistait en une étude d'évaluation de 130 bâtiments, surtout constitués d'édifices administratifs et d'écoles secondaires et primaires. Le défi à relever, dans la plupart des projets de conseils scolaires, est l'évaluation du nombre d'heures d'utilisation relativement faible des bâtiments, comparativement aux projets commerciaux.

**Surface :** 5 750 000 pieds carrés

**Action :** Une entreprise spécialisée dans la conception et la mise en œuvre de programmes d'énergie, a retenu les services d'un expert en éclairage afin d'aider le conseil scolaire à présenter une évaluation exhaustive de l'économie possible et des coûts pour la réalisation d'un projet global d'efficacité énergétique.

**Technologie:** L'éclairage existant dans les 130 bâtiments se composait de lampes fluorescentes T12 de 34 W, de quelques luminaires à vapeur de mercure dans les gymnases, d'enseignes de sortie à lampes incandescentes et d'éclairage décoratif.

**Solutions :** L'équipe de conception proposa une approche globale comprenant une modernisation et un nouveau concept d'éclairage, des commandes de l'éclairage, l'automatisation des bâtiments, le changement du combustible utilisé, des améliorations

tions de l'enveloppe des bâtiments, un renouvellement du système CVCA et la mise en place de panneaux solaires.

- Dans les salles de classe, les appareils d'éclairage fluorescent furent munis de lampes fluorescentes T8 avec des ballasts électroniques et, le cas échéant, les appareils eux-mêmes furent remplacés par d'autres plus récents et plus efficaces. Aux endroits où les tendances d'utilisation permettaient des économies, des capteurs d'occupation furent installés.
- Dans les toilettes, les appareils d'éclairage existants furent remplacés ou munis de lampes fluorescentes T8 avec des ballasts électroniques. Des capteurs d'occupation furent installés le cas échéant.
- Dans les gymnases, presque partout de nouveaux luminaires furent installés, utilisant soit des lampes fluorescentes T8, soit des appareils d'éclairage aux halogénures placés plus en hauteur. Des capteurs d'occupation furent installés le cas échéant.
- Dans les bureaux, les appareils d'éclairage existants furent munis de lampes fluorescentes T8 avec des ballasts électroniques, et le cas échéant, les appareils eux-mêmes furent remplacés par d'autres plus récents et plus efficaces. Aux endroits où les tendances d'utilisation permettaient des économies, des capteurs d'occupation furent installés.

- Les enseignes de sortie furent remplacées par de plus modernes, munies de DEL (diodes électroluminescentes).
- Les systèmes d'éclairage extérieurs furent améliorés en les dotant de nouvelles commandes, de minuteries et, dans certains cas, des cellules photoélectriques; et de nouveaux appareils d'éclairage à lampes à vapeur de sodium haute pression furent installés.

Résultats : Coût total du projet : 12 000 000 \$

Économie d'énergie : 21,9 millions d'kWh (kilowattheures équivalents)

Épargne financière : 1 500 000 \$ par année

Taux de rendement interne : supérieur à 11 %.

Note : Le propriétaire a inclus d'autres mesures qui ont abouti à des résultats encore meilleurs et permis de dépasser le taux de rendement minimal prévu.

Mesures : Modernisation de l'éclairage, changement du carburant utilisé, système d'automatisation des bâtiments, améliorations de l'enveloppe des bâtiments, renouvellement du système CVCA, panneaux solaires.

Deuxième étude de cas

### **Édifice commercial au centre-ville de Toronto**

Les gestionnaires de locaux commerciaux recherchent continuellement des possibilités d'améliorer le confort des locataires tout en

## 4 Applications

diminuant des coûts. L'éclairage est considéré comme une technologie éprouvée apte à répondre à ces deux objectifs.

Les bâtiments commerciaux utilisent couramment des systèmes variés d'éclairage fluorescent. Le concepteur d'éclairage doit donc prendre en compte cette diversité. La répartition de l'éclairage, de même que l'agencement et la géométrie des luminaires, peuvent ne plus convenir aux postes de travail desservis. Par exemple, les niveaux de luminosité sur les ordinateurs de bureau sont peut-être trop élevés. Ou encore, les appareils d'éclairage pourraient être munis de diffuseurs qui créent des réflexions sur les écrans d'ordinateur. Et les commandes de ces appareils se limitent souvent à des disjoncteurs dans un local électrique sur chaque étage. L'usage de systèmes de 347 V au Canada risque également de restreindre les options offertes au concepteur d'éclairage.

22

Un des points à prendre en compte, pour les propriétaires et les locataires des bâtiments commerciaux, est l'interruption provoquée par un projet de rénovation de l'éclairage. Les aspects qui exigent beaucoup de coopération et de coordination comprennent :

- l'accès sans danger aux étages ou aux bureaux,
- l'accès aux ascenseurs,
- l'entreposage des outils et autres matériels,
- l'élimination des matériaux d'emballage,
- le nettoyage au début et à la fin de chaque quart de travail.

Afin de compléter un projet de façon opportune et avec un minimum d'interruption pour les locataires, il est nécessaire de gérer ce projet avec compétence. Il est recommandé d'obtenir des mesures de la consommation d'énergie, à chaque endroit, "avant" et "après" la mise en œuvre.

- Situation :** Ce projet visait un édifice de classe A à Toronto, comprenant 35 000 appareils d'éclairage dans la "construction de base".
- Surface :** 2 670 000 pieds carrés
- Action :** Le propriétaire de l'édifice embaucha une firme d'ingénierie spécialisée en systèmes à haut rendement énergétique dont le mandat était de fournir une analyse des coûts de modernisation des systèmes d'éclairage déjà en place, en utilisant des systèmes à lampes T8 plus efficaces.
- Technologie :** Les appareils d'éclairage utilisés dans la construction de base étaient une installation inefficace, incluant des tubes fluorescents coûteux en U. Chaque appareil contenait 3 lampes et 2 ballasts électromagnétiques.
- Solutions :** Les concepteurs d'éclairage présentèrent un nouveau concept d'appareil comportant un réflecteur, un ballast électronique et des lampes T8 tubulaires. Des essais sur place montrèrent que les besoins en luminosité étaient satisfaits et qu'une économie de 63 % de l'énergie d'éclairage avait été atteinte par rapport au système d'origine. Cette solution permit également d'éviter le surcoût des tubes en U.

D'autres mesures prises dans le cadre du programme global de rendement énergétique incluaient le remplacement des chaudières, des améliorations dans l'apport d'air frais et le chauffage de l'eau. Ce projet montre bien l'importance de prendre de mesures intégrées. Par exemple, la charge d'éclairage de 3500 kW qui fut éliminée de l'édifice, correspondait à autant

## 4 Applications

de chaleur d'éliminée. Ce qui produit donc une économie notable au niveau du refroidissement, mais rendit également essentielle la modernisation des chaudières. Les chaudières modernes et plus efficaces, avec leurs nouvelles commandes, permirent une économie notable du fait de la moindre quantité de chaleur à fournir, améliorant par la même occasion la qualité de l'air intérieur.

Résultats : Coût total du projet : 17 000 000 \$

Économies  
d'énergie : 19,4 millions d'ekWh (kilowattheures  
équivalents)

Épargne  
financière : 1 800 000 \$ par année

Taux de rendement interne : supérieur à 10 %. (Note : Le propriétaire a inclus d'autres mesures qui ont abouti à des résultats encore meilleurs et permis de dépasser le taux de rendement minimal prévu.)

La réduction de 3500 kW s'est traduite par près de 1 M \$ d'économie annuelle, le coût du projet d'éclairage étant d'environ 2,5 M \$ et le taux de rendement interne de 30 %. Comme c'est souvent le cas pour ce genre de projets, le propriétaire a mis en œuvre d'autres mesures de modernisation avec des périodes de récupération sensiblement plus longues, en vue d'optimiser les améliorations de l'édifice et de mieux les adapter aux mises à niveau "nécessaires" des systèmes, comme par exemple de nouvelles chaudières.

## Troisième étude de cas

**Installation industrielle**

**Situation :** Une installation industrielle du sud de l'Ontario recevait de plus en plus de plaintes à propos des niveaux d'éclairage ambiants. Les opérateurs trouvaient très préoccupants les niveaux de luminosité médiocres dans certains endroits de l'installation. En outre, les coûts d'entretien étaient anormalement élevés à cause des nombreux remplacements annuels des lampes, attribuables à l'environnement poussiéreux de l'usine.

**Action :** Un concepteur d'éclairage industriel fut invité à visiter l'installation, à s'entretenir avec le personnel et à recommander des solutions possibles.

**Technologie :** Dans toute l'installation, l'éclairage était fourni par des luminaires classiques à deux tubes fluorescents T12 de 34 W, du type ouvert, répartis en une "grille", conformément aux plans d'origine de l'usine. Bien que des changements aient été apportés dans l'usine au cours des années, l'éclairage est resté le même. Les niveaux d'éclairage dans certains endroits s'étaient détériorés au point de ne plus fournir que 5 pied-bougies (fc), alors que l'IESNA préconise 15 fc. Soucieux de sa sécurité, le personnel a offert de démontrer la difficulté à faire fonctionner les équipements dans des endroits mal éclairés.

**Solutions:** Une solution en trois phases fut proposée et acceptée.

## 4 Applications

Phase 1 : Un bref rapport d'évaluation préliminaire de 15 pages fut préparé, récapitulant les données sur la situation actuelle et incluant des propositions sur les niveaux d'éclairage, les appareils d'éclairage, les types de lampes, de ballasts et de luminaires, ainsi que les options recommandées.

Phase 2 : Étant donné l'existence d'autres installations du même genre ayant déjà fait l'objet de modernisation, il fut décidé d'organiser une visite pour que le personnel puisse voir concrètement d'autres industries comparables qui avaient installé et qui utilisaient les technologies proposées; par exemple,

- lampes aux halogénures
- lampes à vapeur de sodium basse pression
- lampes fluorescents T8

26

Phase 3 : Un projet pilote de démonstration fut retenu pour l'option proposée, afin de confirmer l'acceptation par le personnel, les niveaux d'éclairage et les recommandations. Un niveau de luminosité théorique de 20 pied-bougies fut établi pour compenser la perte de rendement lumineux attribuable :

- au facteur d'utilisation (CU),
- au facteur de dépréciation du flux lumineux (LLD), et
- au facteur de dépréciation imputable à la saleté de l'appareil d'éclairage (LDD).

Le facteur de réflexion dans la zone d'essai fut considéré comme étant égal à zéro du fait de l'encrassement inévitable dans l'usine. Vu qu'aucune expérience n'avait été tentée dans le

passé pour modéliser ce type d'espace, en raison des complexités des structures et du type de travaux d'entretien, la flexibilité fut classée à un niveau très élevé.

La zone d'essai nécessita 27 appareils d'éclairage de 400 W aux halogénures, mais on l'augmenta à 32 appareils sur demande du personnel de l'usine.

Le projet pilote montra qu'un taux de rendement interne de 36 % avait été atteint, dépassant le taux de rendement minimal prévu de 14 %. Les niveaux d'éclairage passèrent de 5 fc à 18 fc, et même 20 fc dans les zones du projet pilote, la puissance des lampes fut réduite de 256 W à 32 W, avec comme conséquence une économie d'énergie de 30 %.

Résultats : Des appareils d'éclairage de 400 W aux halogénures, du type fermé, furent choisis et fournirent les résultats suivants :

- 31 % d'économies d'énergie
- 51 % de réduction d'appareils d'éclairage et de ballasts
- 75 % de réduction au niveau des lampes
- quatre fois plus de luminosité
- 100 % de satisfaction du client en termes de quantité et de qualité de lumière !



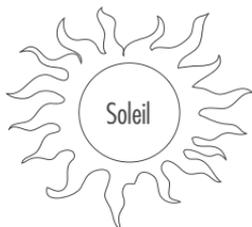
## 5 COMPRÉHENSION DE LA THÉORIE

### a. Définition de la lumière

#### Définition

- La lumière est ce qui éclaire les objets et les rend visibles.
- On définit la lumière comme un rayonnement électromagnétique ou un flux de particules énergétiques se propageant dans l'espace ou dans un milieu matériel sous forme d'ondes électromagnétiques (définition physique).
- La lumière est définie comme un rayonnement produisant une sensation sur l'œil humain – la lumière est la partie du spectre électromagnétique visible par l'œil (définition du génie de l'éclairage).

Qu'est-ce que la lumière ?

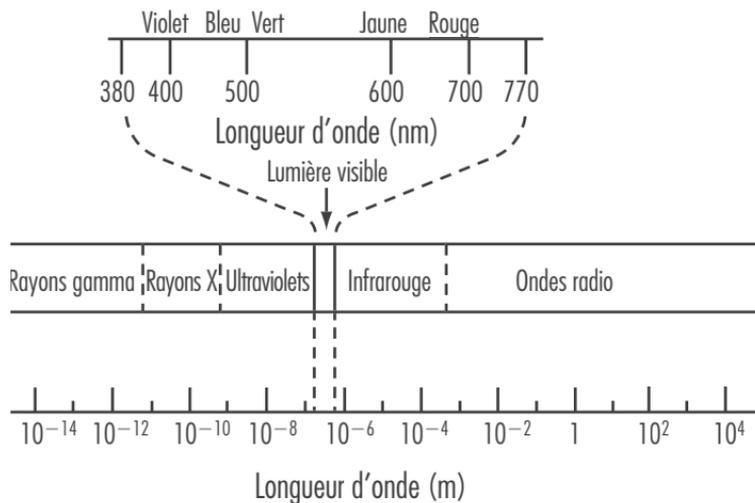


#### Spectre électromagnétique

- Le spectre électromagnétique est illustré dans la figure ci-dessous.
- La partie visible du spectre couvre une bande étroite de longueur d'onde comprise entre 380 nm et 770 nm environ (1 nm =  $10^{-9}$  m). Les longueurs d'onde plus courtes ou plus

## 5 Compréhension de la théorie

longues que celles situées dans cette bande ne stimulent pas les récepteurs de l'œil humain.



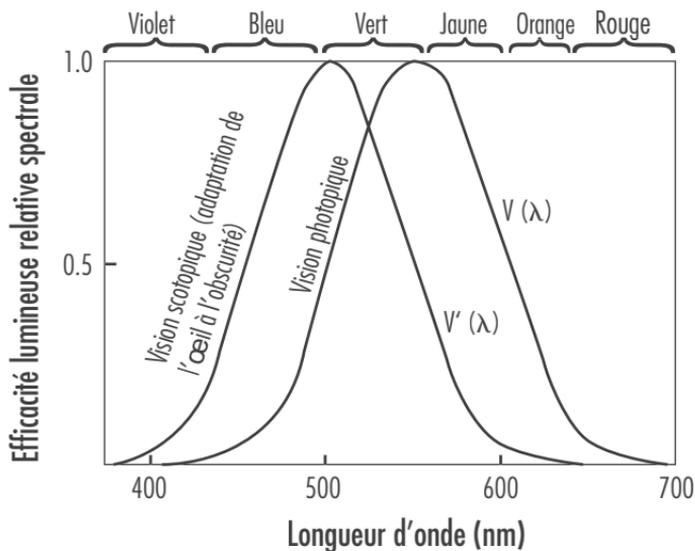
### b. Effet visuel de la lumière

- On définit la lumière comme un rayonnement qui produit une sensation sur l'œil humain.
- La partie visible du rayonnement qui atteint l'œil est absorbée par des récepteurs spéciaux (cônes et bâtonnets) dans la rétine qui tapit le fond de l'œil.
- Dans la rétine, les cônes et les bâtonnets transforment ce rayonnement en impulsions électriques. Les nerfs transmettent les impulsions électriques au cerveau où la sensation de lumière est alors créée.

### Sensibilité spectrale de l'œil

- La sensibilité de l'œil humain n'est pas uniforme sur l'ensemble du spectre visible. Différentes longueurs d'onde donnent des impressions de couleurs différentes et des impressions d'intensité lumineuse différentes.
- Les “courbes d'efficacité lumineuse relative spectrale” (illustrées dans la page suivante) montrent le rapport entre la sensibilité à chaque longueur d'onde et la sensibilité maximale.
- La courbe de vision photopique (ou diurne) s'applique lorsque la rétine est excitée par une forte lumière. C'est la courbe  $V(\lambda)$ . En vision photopique, la réponse visuelle est maximale dans la région jaune-vert du spectre, à une longueur d'onde de 555 nm.
- La courbe de vision scotopique (ou nocturne) s'applique lorsque la rétine est adaptée à l'obscurité. C'est la courbe  $V'(\lambda)$ . En vision scotopique, la réponse visuelle est maximale dans la région bleu-vert du spectre, à une longueur d'onde de 507 nm.

## Courbes d'efficacité lumineuse relative spectrale



### c. Répartition spectrale énergétique

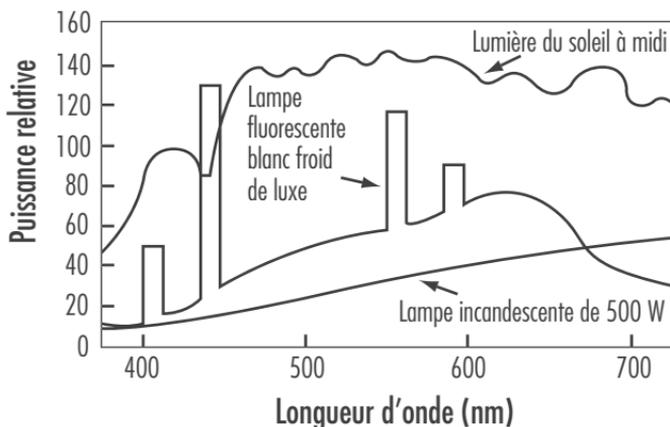
#### Introduction

- Chaque source lumineuse est caractérisée par une courbe de répartition spectrale énergétique ou spectre.

#### Courbe de répartition spectrale énergétique

- La courbe de répartition spectrale énergétique, ou spectre, d'une source lumineuse montre le flux énergétique qui est émis par la source à chaque longueur d'onde, sur le spectre électromagnétique (principalement dans la bande visible).
- Avec la température de couleur et l'indice de rendu des couleurs, la courbe de répartition spectrale énergétique peut

donner une représentation complète de la composition des couleurs du rendement lumineux d'une lampe.



### Spectre des lampes à incandescence

- Les lampes à incandescence et la lumière naturelle produisent un spectre lisse et continu.

### Spectre des lampes à décharge à haute intensité

- Les lampes à DHI produisent des spectres contenant des lignes ou les bandes discontinues.

### Spectre des lampes fluorescentes

- Les lampes fluorescentes produisent des spectres mixtes, c.-à-d. qui produisent une courbe continue et des bandes discontinues superposées.
- Le spectre continu est attribuable au revêtement d'halophosphores et de phosphore (terres rares).

## 5 Compréhension de la théorie

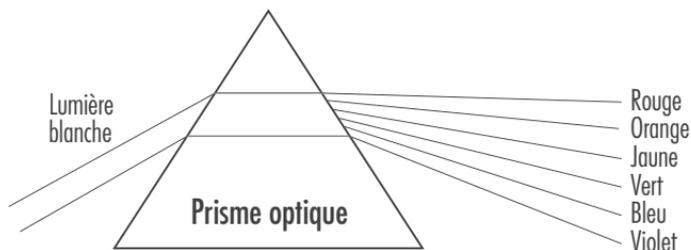
- Le spectre des bandes ou lignes discontinues est attribuable à la décharge de vapeurs de mercure.

### d. Éclairage et couleur

#### Introduction

- Chaque longueur d'onde de la lumière visible provoque une certaine sensation de couleur.
- Une source lumineuse émettant un rayonnement relativement équilibré dans toutes les longueurs d'onde de la lumière visible, comme la lumière du soleil, semblera blanche à l'œil.
- Toute couleur peut être imitée par une combinaison d'au moins trois couleurs primaires bien choisies.
- Les trois couleurs primaires habituellement choisies sont le rouge, le vert et le bleu.
- Un faisceau de lumière blanche traversant un prisme se décompose en un spectre de couleurs (arc-en-ciel).

34



#### Couleurs de surface

- La couleur perçue, ou aspect chromatique, d'une surface est la couleur de la lumière qui est réfléchiée par cette surface.

- Certaines longueurs d'ondes sont plus fortement réfléchies par une surface colorée que d'autres qui sont davantage absorbées, et c'est ce qui donne à la surface son aspect chromatique.
- La couleur dépend à la fois du facteur de réflexion spectrale et de la répartition spectrale énergétique de la source de lumière. Afin de voir la couleur d'un objet, il est nécessaire que cette couleur existe dans le spectre de la source de lumière employée.

### Propriétés des couleurs de la source de lumière

- Les propriétés des couleurs d'une source de lumière sont fonction de sa répartition spectrale énergétique.
- Les propriétés des couleurs d'une source de lumière sont caractérisées par trois grandeurs :
  - la chromaticité ou température de couleur (CT)
  - l'indice de rendu des couleurs (IRC)
  - l'efficacité lumineuse (lumens/watt)

### Chromaticité ou température de couleur

- Tous les objets vont émettre de la lumière lorsqu'ils sont chauffés à une température suffisamment élevée.
- La chromaticité ou température de couleur d'une source de lumière caractérise l'aspect chromatique de cette source.
- La température de couleur proximale d'une source de lumière est la température absolue, en degrés kelvin ( $^{\circ}\text{K}$ ), d'un corps noir ayant la même chromaticité que la source de lumière.

## 5 Compréhension de la théorie

- Les sources ayant de faibles températures de couleur – inférieures à  $3000\text{ °K}$ , présentent une couleur rougeâtre ou jaunâtre, appelée couleur chaude.
- Les sources ayant des températures de couleur élevées – supérieures à  $4000\text{ °K}$ , présentent une couleur bleuâtre, appelée couleur froide.
- Une couleur chaude convient mieux pour de faibles niveaux d'éclairage, alors qu'une couleur froide est mieux adaptée à des niveaux d'éclairage élevés.
- La description et l'application des couleurs peuvent se résumer comme suit :
  - en dessous de  $3000\text{ °K}$  ▶ couleur chaude ▶ rougeâtre  
▶ faibles niveaux d'éclairage.
  - au-dessus de  $4000\text{ °K}$  ▶ couleur froide ▶ bleuâtre  
▶ niveaux d'éclairage élevés.

## Température de couleur de sources de lumière courantes

Source de lumière	Tempér. couleur (K)	Description
Ciel – très bleu	25,000	froide
Ciel – couvert	6,500	froide
Lumière du soleil à midi	5,000	froide
Lampe fluorescente – blanc froid	4,100	froide
Lampe aux halogénures (400 W, claire)	4,300	froide
Lampe fluorescente – blanc chaud	3,000	chaude
Lampe à incandescence (100 W)	2,900	chaude
Lampe à vapeur de sodium haute pression (400 W, claire)	2,100	chaude
Flamme d'une bougie	1,800	chaude
Lampe à vapeur de sodium basse pression	1,740	chaude

## Indice de rendu des couleurs (IRC)

- L'indice de rendu des couleurs est une expression générale indiquant l'effet qu'a une source de lumière sur l'aspect chromatique des objets, par rapport à l'effet produit par une source de lumière normalisée ou de référence ayant la même température de couleur proximale.
- Les propriétés de rendu des couleurs d'une source de lumière s'expriment par l'indice IRC.
- L'IRC correspond à la valeur moyenne des mesures effectuées sur un ensemble de huit couleurs d'essai.
- La valeur de l'IRC est comprise entre 0 et 100.
- Un IRC égal à 100 correspond à une source de lumière qui a un rendu des couleurs de la même qualité que celui de la source de référence.

## 5 Compréhension de la théorie

- L'IRC sert à comparer des sources de lumière ayant la même chromaticité (ou température de couleur).
- L'IRC constitue un indicateur général du rendu des couleurs : plus l'IRC est élevé, meilleur est le rendu des couleurs.
- Il est essentiel de comprendre que la valeur de l'indice IRC n'a aucun rapport avec la lumière "naturelle", même si les couleurs éclairées par une source de lumière à IRC élevé apparaîtront comme davantage naturelles.
- Du point de vue énergétique, la caractéristique la plus importante d'une lampe est sa capacité à transformer l'énergie électrique en lumière. Cette capacité se nomme efficacité lumineuse et s'exprime en lumens par watt, ou en flux lumineux par watt absorbé. Le tableau ci-dessous montre la gamme générale de lumens par watt et l'IRC pour diverses sources de lumière.

### Indice de rendu des couleurs et efficacité lumineuse de sources de lumière ordinaires

Catégorie	Lumen/watt	IRC
Lampe à incandescence	10 à 35	+95
Lampe à vapeur de mercure (DHI)	20 à 60	20 à 40
Diode électroluminescente	20 à 40	
Lampe fluorescente	40 à 100	60 à 90
Lampe aux halogénures (DHI)	50 à 110	65 à 90
Lampe à vapeur de sodium haute pression (DHI)	50 à 140	20 à 30 (60)
Lampe à vapeur de sodium basse pression	100 à 180	S/O - bas

## Description du rendu des couleurs

IRC	Rendu des couleurs
75 à 100	Excellent
60 à 75	Bon
50 à 60	Passable
0 à 50	Médiocre (ne convient pas dans les situations où le rendu des couleurs revêt une importance critique)

## Technologie et performance

- Les lampes à incandescence produisent des courbes de répartition spectrale énergétique lisses et régulières, donnant des valeurs exceptionnelles de l'IRC.
- Les versions “halogènes” des lampes à incandescence produisent une lumière plus blanche avec un IRC de +95.
- Avec la technologie des lampes à décharge dans des gaz, les caractéristiques de couleur sont modifiées par le mélange des gaz et par l'utilisation de revêtements au phosphore.
- Les lampes à DHI sont choisies la plupart du temps pour leur exceptionnelle efficacité énergétique; les versions “halogénures” ont des IRC acceptables.

## Notes d'applications pratiques

- La lumière chaude est associée aux intérieurs, aux ambiances nocturnes et à la chaleur; elle convient mieux à des environnements intérieurs et frais.
- La lumière chaude donne aux objets de couleurs chaudes (rouge et jaune) plus d'éclat.
- La lumière froide est associée aux extérieurs, aux contextes diurnes et au froid; elle convient mieux à des environnements chauds.

## 5 Compréhension de la théorie

- La lumière froide se mélange mieux avec la lumière du jour (éclairage diurne).
- La lumière froide donne aux objets de couleurs froides (bleu et vert) un aspect plus tonique.
- Appariez la couleur de la source lumineuse avec la couleur des objets présents dans la pièce (décoration intérieure).
- Les sources lumineuses ayant un IRC élevé occasionnent le moins d'accentuation ou de déformation des couleurs.

### e. Grandeurs et unités de l'éclairage

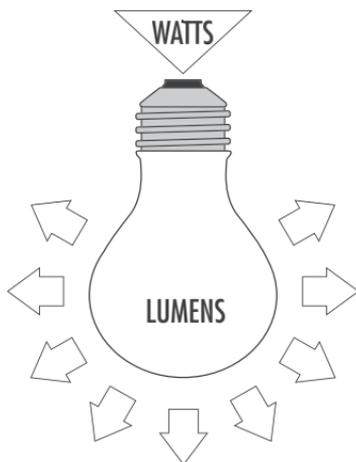
#### Flux lumineux ou rendement lumineux

- On définit le flux lumineux, ou rendement lumineux, comme la quantité totale de lumière émise, par seconde, par une source lumineuse.
- La sensibilité de l'œil humain change, atteignant son maximum à la longueur d'onde de 555 nm pendant la journée (vision photopique) et de 507 nm pendant la nuit (vision scotopique).
- L'unité du flux lumineux est le lumen (lm).
- On définit le lumen comme le flux lumineux associé à un flux énergétique de  $1/683$  W à une longueur d'onde de 555 nm dans l'air.
- Lumens d'une lampe (lm) = c'est la quantité de lumière rayonnée par une source dans le spectre visible.

#### Efficacité lumineuse

- On définit l'efficacité lumineuse d'une source de lumière comme le quotient du flux lumineux (lumens) par la puissance absorbée (watts).

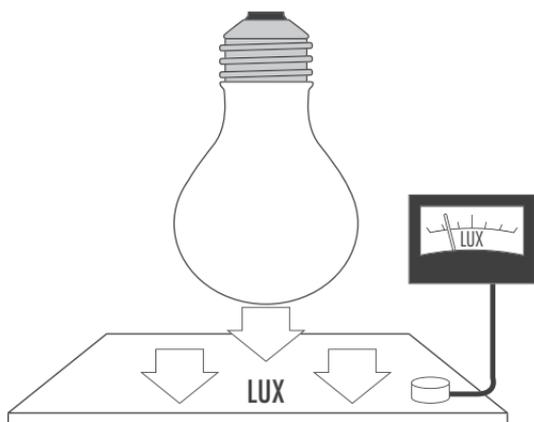
- L'efficacité lumineuse est mesurée en lumens par watt ( $\text{lm}/\text{W}$ ).



- L'efficacité lumineuse de différentes sources de lumière change considérablement : elle peut varier de moins de  $10 \text{ lm}/\text{W}$  à plus de  $200 \text{ lm}/\text{W}$ .
- Efficacité lumineuse d'une source de lumière =  $\text{lm lampe} / \text{W lampe}$ .

Densité du flux lumineux ou niveau d'éclairage

- On définit la densité du flux lumineux en un point d'une surface comme le flux lumineux par unité de surface.
- La densité du flux lumineux est également désignée sous les noms de "éclairage lumineux", "quantité de lumière sur une surface", ou "niveau d'éclairage".
- L'unité SI du niveau d'éclairage est le lux ( $\text{lx}$ ),  $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$ .
- En unités impériales, on mesure le niveau d'éclairage en pied-bougies ( $\text{fc}$ ) :  $1 \text{ fc} = 1 \text{ lm}/\text{pi}^2$ .



- La relation entre le pied-bougie et le lux est de :  $1 \text{ fc} = 10,76 \text{ lx}$ . Il se trouve qu'elle est identique à la relation entre les mètres carrés et les pieds carrés :  $1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ pi}^2$ .
- Pour mesurer le niveau d'éclairement, on utilise un photomètre, comme l'illustre la figure ci-dessous.
- Les pages qui suivent présentent les niveaux minima d'éclairement recommandés pour différentes tâches.
- Lux = unité d'éclairement lumineux en un point d'une surface.
- Lux = lumens/unité de surface.

### f. Niveaux d'éclairement

#### Introduction

- Des recommandations relatives aux niveaux d'éclairement se trouvent dans la 9e Édition du Manuel d'éclairage de l'IESNA. La Illuminating Engineering Society of North America ou Société nord-américaine de l'ingénierie de l'éclairage) est l'organisme technique qui fait autorité en matière d'éclairage et des niveaux d'éclairement.

- Les données présentées dans les tableaux ci-après sont approximatives et décrivent des applications types.

## Niveaux d'éclairage par tâche visuelle

Type de tâche visuelle	Niveau d'éclairage		Commentaires
	fc	lux	
Tâches réalisées occasionnellement	3	30	Tâches d'initiation et visuelles simples
Visites d'initiation/visites courtes	5	50	Tâches d'initiation et visuelles simples
Espaces de travail/tâches simples	10	100	Tâches d'initiation et visuelles simples
Plan de travail avec contraste élevé / sur grandes pièces	30	300	Tâches visuelles courantes
Plan de travail avec contraste élevé / sur petites pièces or pièces inversées	50	500	Tâches visuelles courantes
Plan de travail avec contraste faible / sur petites pièces	100	1,000	Tâches visuelles courantes
Tâches proches du seuil de vision ordinaire	300-1,000	3,000-10,000	Tâches visuelles spéciales

## 5 Compréhension de la théorie

Exemples de niveaux d'éclairage par aire de bâtiment et par tâche

Aire de bâtiment et tâche	Niveau d'éclairement		Commentaires
	fc	lux	
Auditoriums	10	100	Ajouter une disposition pour niveaux plus élevé
Banques — guichets	50	500	
Salon de coiffure	50	500	
Toilettes	30	300	
Entrées d'édifices (actives)	5	50	
Caissiers	30	300	
Salles de conférences	30	300	Plus éclairage ponctuel
Couloirs — corridors	5	50	
Salles de bal	5	50	
Dessinateurs — contraste élevé	50	500	
Dessinateurs — contraste faible	100	1,000	
Ascenseurs	5	50	
Halls d'exposition	10	100	Ajouter une disposition pour niveaux plus élevé
Illumination — ambiance brillante (structure verticale)	5	50	Moindre pour surfaces claires, plus pour surfaces foncées
Illumination — ambiance sombre (structure verticale)	3	30	Moindre pour surfaces claires, plus pour surfaces foncées
Hôpitaux — salles d'examen	50	500	Fort rendu des couleurs
Hôpitaux — salles d'opération	300	3,000	Variable (gradation ou commutation)
Cuisines	50	500	
Salles de lavage	30	300	
Halls d'entrées	10	100	
Bureaux - général	30	300	
Aires de stationnement — couvertes	2	20	Plus faible la nuit
Aires de stationnement — découvertes	.2	2	Plus élevé pour des raisons de sécurité

Niveau d'éclairage			
Aire de bâtiment et tâche	fc	lux	Commentaires
Lecture – écriture	50	500	Varie selon les difficultés de la tâche
Restaurants – cantines, etc.	10	100	
Cages d'escaliers	5	50	
Magasins – aires de ventes	30	300	
Éclairage public – autoroutes	0.9	9	Varie selon la densité de la circulation routière
Éclairage public – voies d'accès	0.7	7	Varie selon la densité de la circulation routière et pédestre

### Ajustement des niveaux d'éclairage

<b>Facteur</b>	<b>Réduire de 30 % le niveau d'éclairage</b>	<b>Réduire de 30 % le niveau d'éclairage</b>
Facteur de réflexion du milieu (ambient de la tâche)	Supérieur à 70 %	Inférieur à 70 %
Vitesse ou précision	Aucune importance	Critique
Âge du travailleur	Moins de 40 ans	Plus de 55 ans



# 6 PRODUCTION DE LUMIÈRE

---

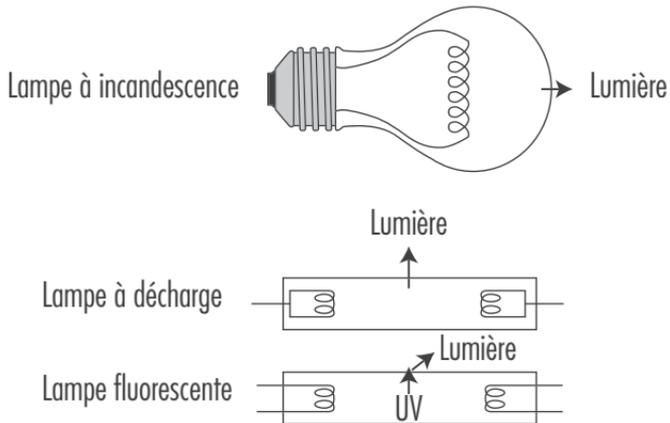
## a. Sources de lumière

### Introduction

De nombreux processus différents transforment l'énergie en rayonnement visible (lumière).

Quelques processus fondamentaux sont décrits ci-après.

### Production de lumière



## 6 Production de lumière

### Incandescence

- Tout solide ou liquide émet un rayonnement visible dès qu'il est porté à des températures supérieures à 1000 °K.
- À mesure que la température monte, l'intensité lumineuse augmente et l'objet apparaît plus blanc.
- Ce phénomène est connu sous le nom d'incandescence ou de rayonnement de température.
- Application : lampes à incandescence.

### Luminescence

- La luminescence est l'émission de lumière à basse température sans incandescence.
- Deux types importants de luminescence sont la décharge électrique ou gazeuse, et la fluorescence.

48

### Électroluminescence

- L'électroluminescence est l'émission de lumière produite lorsqu'un courant continu à basse tension traverse un dispositif à semi-conducteurs contenant un cristal et une jonction p-n.
- Le dispositif électroluminescent le plus courant est la diode électroluminescente ou DEL.

### Décharge électrique ou gazeuse

- Lorsqu'un courant électrique traverse un gaz, les atomes et les molécules émettent un rayonnement dont le spectre est caractéristique des éléments présents.
- Dans les décharges à basse pression, la pression du gaz est d'environ 1/100e atmosphère ou 0,147 psi (lb/po<sup>2</sup>).

- Dans les décharges à haute pression, la pression du gaz est d'environ 1 à 2 atmosphères ou 14,7 à 29,4 psi.
- Application : lampes à décharge.

### Fluorescence

- C'est la propriété de certains corps d'émettre de la lumière lorsqu'ils reçoivent un rayonnement. Le rayonnement est absorbé (en général par un solide) à une longueur d'onde donnée, puis réémis à une longueur d'onde différente.
- Lorsque le rayonnement réémis est visible et que l'émission se produit uniquement durant l'absorption, le phénomène se nomme fluorescence.
- Si l'émission persiste après l'excitation, le phénomène se nomme alors phosphorescence.
- Dans la lampe fluorescente, le rayonnement ultraviolet résultant de la décharge gazeuse est transformé en rayonnement visible en excitant du phosphore appliqué en une mince couche à l'intérieur du tube.
- Application : lampes à DHI fluorescentes et phosphorées.

## b. Types de lampes

### Définition

Une lampe électrique est un dispositif qui transforme l'énergie électrique en lumière.

Types de lampes classées par méthode de production de la lumière

- Lampes à incandescence

## 6 Production de lumière

- Lampes à décharge dans un gaz
  - Décharge à basse pression
    - lampes fluorescentes
    - lampes à vapeur de sodium basse pression (SBP)
  - Décharge à haute pression ou DHI
    - lampes à vapeur de mercure (VM)
    - lampes aux halogénures métalliques (HM)
    - lampes à vapeur de sodium haute pression (SHP)
- Lampes électroluminescentes
  - DEL

Types de lampes par classes normalisées

- Lampes à incandescence
- Lampes fluorescentes
- Lampes à décharge à haute intensité (DHI)
  - lampes à vapeur de mercure (VM)
  - lampes aux halogénures métalliques (HM)
  - lampes à vapeur de sodium haute pression (SHP)
- Lampes à vapeur de sodium basse pression (SBP)
- Sources à diodes électroluminescentes (DEL)

Efficacité lumineuse ou rendement lumineux

L'efficacité lumineuse des divers types de lampe est présentée ci-après :

Type de lampe	Efficacité lumineuse	
	(Lumen par W)	Durée de vie utile (h)
À incandescence	de 10 à 35	de 1 000 à 4 000
À vapeur de mercure	de 20 à 60	plus de 24 000
Diode électroluminescente	de 20 à 40	voir ci-dessous
Fluorescente	de 40 à 100	de 6 000 à 24 000
Aux halogénures métalliques	de 50 à 110	de 6 000 à 20 000
À vapeur de sodium haute pression	de 50 à 140	de 24 000 à 40 000
À vapeur de sodium basse pression	de 100 à 180	16 000

### Durée de vie utile

- La durée de vie utile correspond au nombre total d'heures de fonctionnement d'une grande "population" de lampes lorsque 50 % d'entre elles survivent; cela suppose que la vie utile de certaines lampes varie considérablement par rapport à la moyenne.
- On peut prolonger la durée de vie des lampes à incandescence en utilisant un gradateur qui réduit la puissance maximale consommée.
- Les lampes fluorescentes compactes ont des durées de vie relativement longues d'environ 10 000 heures.
- Les lampes à décharges ont de plus longues durées de vie qui atteignent environ 20 000 heures, voire plus.
- La durée de vie des sources à diodes électroluminescentes (DEL) est basée sur différents critères. Lorsque la DEL a perdu 50 % de son rendement lumineux initial, on la considère comme défaillante. La durée normale est comprise entre 50 000 et 100 000 heures. Cette méthodologie est employée par la plupart des fabricants.

### c. Systèmes d'éclairage

Appareil d'éclairage ou luminaire

Un appareil d'éclairage comprend :

- une ou plusieurs lampes,
- un ballast (pour les lampes à décharges),
- un luminaire (encastré ou en saillie),
- un câblage interne et des douilles,
- un diffuseur (paralume ou à lentille).

Système d'éclairage

Un système d'éclairage type comprend :

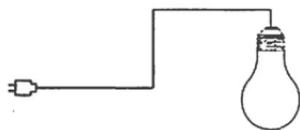
- des luminaires,
- un ou des systèmes de commande de l'éclairage.

Environnement du système d'éclairage

Un environnement de système d'éclairage comprend :

- une pièce (plafond, mur, plancher),
- des objets répartis dans la pièce.

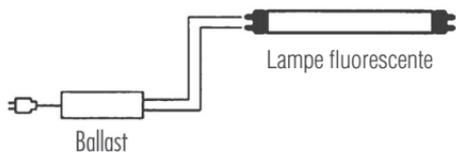
Illustration d'un système d'éclairage



Lampe à incandescence



Luminaire

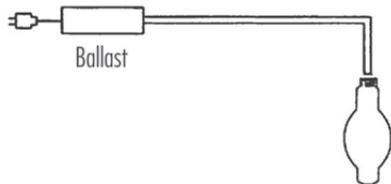


Lampe fluorescente

Ballast

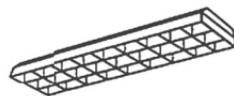


Réflecteur



Lampe à décharge  
à haute intensité

Ballast



Grille paralume



Lentille plate



## 7 LAMPES À INCANDESCENCE

---

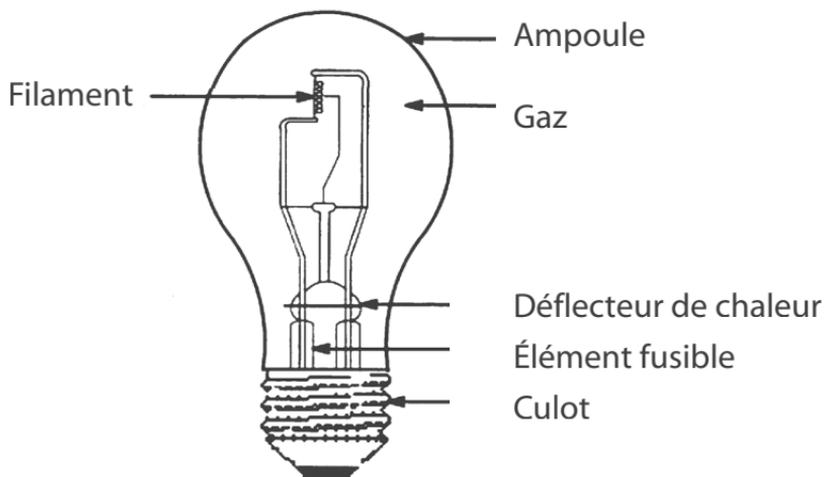
### a. Lampes à incandescence standard

#### Construction

- Une construction type de lampe à incandescence est illustrée dans la figure de la page suivante.
- Une lampe à incandescence produit de la lumière lorsqu'un courant électrique traverse un filament métallique et le chauffe à une température élevée (au-dessus de 5000 °C ou 9000 °F).
- Pour le filament, on utilise du tungstène en raison de son point de fusion élevé et de son faible taux d'évaporation aux hautes températures.
- Le filament est spiralé afin d'en diminuer la longueur et de réduire la perte thermique.
- Le filament est enfermé dans une ampoule de verre remplie d'un gaz inerte à basse pression.
- Le gaz inerte, comparativement au vide, permet un fonctionnement à de plus hautes températures, ce qui se traduit par un plus faible taux d'évaporation du filament.
- Les ampoules sont souvent dépolies afin de fournir une lumière diffuse plutôt qu'un éclat éblouissant créé par le filament à nu.

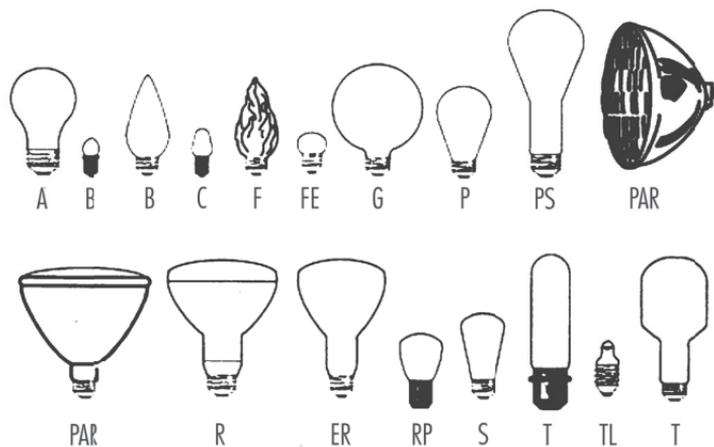
## 7 Lampes à incandescence

### Construction Type



56

### Formes et désignation



## Code des diverses formes de lampes

A	Arbitraire (standard)	- usage universel pour éclairage dans les habitations
B	En balle de fusil	- usage décoratif
BR	À réflecteur bombé	- sert de substitution aux lampes à incandescence de type R
C	En cône	- sert le plus souvent dans les petits électroménagers et comme voyant
ER	À réflecteur elliptique	- sert de substitution aux lampes à incandescence de type R
F	En forme de flamme	- usage décoratif intérieur
G	En forme de globe	- éclairage ornemental et parfois éclairage diffusant
P	En forme de poire	- standard pour phares de tramways et de locomotives
PAR	À réflecteur parabolique aluminisé	- sert à l'éclairage focalisé et dans les projecteurs à réflecteurs
S	Rectiligne	- lampes faible puissance - pour enseignes et décoration
T	Tubulaire	- éclairage de vitrines et d'électroménagers

## Désignation des lampes

La désignation d'une lampe comprend un numéro qui indique la puissance en watts, un code qui précise la forme et un numéro qui donne le plus gros diamètre approximatif.

Exemple : 60A19

60 : puissance (60 W)

A : forme de la lampe

19 : diamètre maximal de l'ampoule (en 8e de pouce).

## 7 Lampes à incandescence

### Caractéristiques des lampes incandescentes

Indice de rendu des couleurs	- 97 (IRC) - excellent IRC
Température de couleur	- de 2500 à 3000 °K - couleur chaude
Efficacité lumineuse	- de 10 à 35 lumens par watt - plus faible efficacité de toutes les sources lumineuses - l'efficacité augmente avec la puissance de la lampe
Durée de vie de la lampe (heures)	- de 1000 à 4000 (en principe 1000) - durée de vie la plus courte de toutes les sources lumineuses - les lampes ayant des durées de vie plus longues ont une moins bonne efficacité lumineuse
Généralités	- première lampe mise au point; la plus courante des lampes
Configuration de la lampe	- source ponctuelle
Puissance de la lampe	- de 1 à 1500 W
Facteur de dépréciation du flux lumineux (LLD)	de 80 à 90 %
Durée de préchauffage	- fonctionnement instantané
Durée de rallumage*	- fonctionnement instantané
Coût de la lampe	- faible - plus bas prix coûtant - coût d'utilisation le plus élevé
Principales applications	- dans le secteur résidentiel - éclairage d'articles dans des vitrines et autres étalages

\* Le rallumage est le temps nécessaire pour que la lampe se rallume après avoir été éteinte temporairement.

Pour plus de renseignements :

- Consulter les catalogues des fabricants de lampes.

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Durée de vie utile (h)	Lumens initiaux	lm/W initial	Lumens moyens	Lumens moyens par watt	Temp. de couleur (°K)	LLD
<b>Standard</b>								
25 A 19	25	1,000	270	10.8			2,550	0.79
40 A 19	40	1,000	510	12.8			2,650	0.87
60 A 19	60	1,000	855	14.3			2,790	0.93
100 A 19	100	1,000	1,650	16.5	1,535	15.4	2,870	0.90
150 A 23	150	1,000	2,780	18.5	2,585	17.2	2,925	0.89
200 PS 30	200	1,000	3,400	17.0			2,925	0.85
300 PS 30	300	1,000	5,720	19.1	5,205	17.4	3,000	0.82
500 PS 35	500	1,000	10,750	21.5	9,783	19.6	3,050	0.89
1000 PS 52	1,000	1,000	23,100	23.1	21,252	21.3	3,030	0.89
1500 PS 52	1,500	1,000	33,620	22.4	28,241	18.8	3,070	0.78

#### Lampes R

30 R 20	30	2,000	200	6.7				
50 R 20	50	2,000	320	6.4				
75 R 20	75	2,000	500	6.7				

#### Lampes BR et ER

50 ER 30	50	2,000	320	6.4				
75 ER 30	75	2,000	580	7.7				
120 ER 40	120	2,000	1,475	12.3				

#### Lampes PAR

65 PAR 38	65	2,000	765	11.8				
75 PAR 38	75	2,000	1,040	13.9				
120 PAR 38	120	2,000	1,370	11.4				
150 PAR 38	150	2,000	1,740	11.6	1,462	9.7		0.78
200 PAR 46	200	2,000	2,300	11.5				
300 PAR 56	300	2,000	3,840	12.8				
500 PAR 64	500	2,000	6,500	13.0				

## 7 Lampes à incandescence

- Note:**
- L'IRC des lampes à incandescence atteint en général 97.
  - Les tableaux des lampes dans tout ce document sont illustrés uniquement à des fins de comparaison; veuillez consulter les plus récents catalogues ou sites Web des fabricants de lampes pour des renseignements actualisés sur des numéros de pièce et la disponibilité des lampes.

### b. Lampes halogènes à filament de tungstène

#### Construction

- La lampe halogène au tungstène sous tube de quartz est un autre type de lampe à incandescence.
- Dans la lampe à incandescence classique, le matériau du filament se perd peu à peu par évaporation; il se dépose sur les parois internes de l'ampoule, la noircissant et réduisant l'efficacité lumineuse de la lampe pendant sa durée de vie utile.
- Dans certains modèles de lampes, lorsqu'on ajoute un gaz halogène au gaz inerte de l'ampoule, il se produit une réaction chimique à haute température, ce qui provoque l'évaporation du tungstène lequel est redéposé sur le filament, empêchant ainsi tout dépôt sur les parois internes de l'ampoule.
- L'ampoule de la lampe halogène au tungstène est en principe construite en verre de quartz afin de résister aux hautes températures de fonctionnement de la lampe.
- La lampe comporte souvent un réflecteur qui sert à mieux dissiper la chaleur et à mieux disperser la lumière.

À culot simple



Tubulaire : T3



Tubulaire : T10



Tubulaire : T6



Tubulaire : T4



Tubulaire : T-3

À culot double



Minispot



Maxispot



À réflecteur parabolique PAR36



MR16 (à réflecteur dichroïque)

## Formes et désignation

### Code des diverses formes de lampes

Tubulaire : T3	lampe halogène au tungstène, à tension secteur – culot double
Tubulaire : T10	lampe halogène au tungstène, à tension secteur – culot simple
Tubulaire : T6	lampe halogène au tungstène, à tension secteur – culot simple
Tubulaire : T4	lampe halogène au tungstène, à tension secteur – sans réflecteur
Tubulaire : T-3	lampe halogène au tungstène, à basse tension – sans réflecteur
Maxi-spot	lampe halogène au tungstène, à basse tension – avec réflecteur
Mini-spot	lampe halogène au tungstène, à basse tension – avec réflecteur
PAR 36	lampe halogène au tungstène, à basse tension – à réflecteur parabolique
MR 16	lampe halogène au tungstène, à basse tension – à réflecteur dichroïque

## 7 Lampes à incandescence

Lampes halogènes au tungstène, à basse tension

- Elles fonctionnent à basse tension - principalement 12 V.
- Chaque luminaire comprend un transformateur de taille compacte, qui fournit la basse tension à la lampe.
- Elles sont plus efficaces que les lampes à incandescence standard.
- Elles offrent une plus longue durée de vie utile que les lampes à incandescence standard.
- Elles sont principalement utilisées pour l'éclairage des vitrines et autres étalages.

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Durée de vie utile (h)	Lumens initiaux	lm/W initial	Lumens moyens	Lumens moyens par watt	Temp. de couleur (°K)	LLD
-------------------------	---------------	------------------------	-----------------	--------------	---------------	------------------------	-----------------------	-----

### À quartz à culot simple

Q 75CL	75	2,000	1,400	18.7				
Q 100 CL	100	750	1,800	18.0			3,000	
Q 150 CL/DC	150	1,000	2,800	18.7	2,688	17.9	2,850	0.96
Q 250 CL/DC	250	2,000	5,000	20.0	4,850	19.4	2,950	0.97
Q 400 CL/MC	400	2,000	8,250	20.6			2,950	
Q 500 CL/DC	500	2,000	10,450	20.9			2,950	

### À quartz à culot double

Q 200 T3/CL	200	1,500	3,460	17.3			2,850	0.96
Q 300 T3/CL	300	2,000	5,950	19.8			2,950	0.96
Q 400 T4/CL	400	2,000	7,750	19.4			2,950	0.96
Q 500 T3/CL	550	2,000	11,100	22.2	10,767	21.5	3,000	0.96
Q1000 T6/CL	1,000	2,000	23,400	23.4			3,050	0.96
Q1500 T3/CL	1,500	2,000	35,800	23.9	34,726	23.2	3,050	0.96

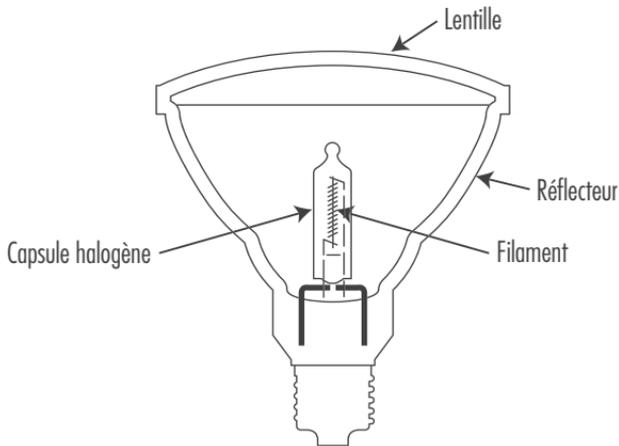
### Types MR basse tension

20MR16FL	20W	4,000	700	CBCP
50MR16FL	50W	4,000	2,000	CBCP
65MR16FL	65W	4,000	2,100	CBCP

- Notes:**
- L'IRC des lampes à incandescence atteint en général 97
  - L'IRC des lampes halogènes au tungstène (sous quartz) est légèrement supérieur à celui des autres lampes à incandescence.
  - CBCP = Centre Beam Candle Power (Intensité lumineuse au centre du faisceau), on utilise ceci à la place des lumens pour les lampes basse tension à réflecteur

**Voir aussi :** • Les catalogues des fabricants de lampes.

### c. Lampes halogènes PAR



#### Description générale

- Les lampes halogènes PAR sont munies d'un réflecteur aluminisé parabolique (PAR); elles contiennent une capsule halogène au lieu d'un simple filament.
- La capsule halogène comprend un filament de tungstène et un gaz halogène.

## 7 Lampes à incandescence

### Familles des lampes PAR

- Les lampes PAR se déclinent en quatre familles, décrites ci-dessous, du rendement le plus bas au plus élevé :
  - lampes PAR standard
  - lampes PAR à économie d'énergie (éconergétique)
  - lampes halogènes PAR
  - lampes halogènes PAR à infrarouge (PAR-IR).
- Toutes les lampes PAR sont munies d'un réflecteur enduit d'aluminium ou d'argent sur une partie de la surface de l'ampoule.
- Les lampes PAR sont utilisées pour l'éclairage dirigé, c.-à-d. la mise en valeur ou l'éclairage par projection.
- La taille de lampe PAR la plus courante est la PAR38.
- D'autres tailles sont les PAR30, PAR20 et PAR16.
- La divergence des faisceaux est désignée par les appellations NS (faisceau étroit), SP (éclairage spot) et FL (faisceau diffusant).

64

Lampe PAR standard (voir aussi l'article 7a, Lampes à incandescence standard)

- Elles contiennent un filament de tungstène mais aucun gaz halogène, c.-à-d., aucune capsule halogène.
- Puissances nominales des lampes PAR : 75 W, 100 W et 150 W
- Durée de vie utile : 2 000 heures.

### Lampes halogène PAR

- Les lampes halogènes PAR sont munies d'une capsule halogène à la place d'un filament de tungstène.

- Puissances nominales des lampes : 45 W, 65 W et 90 W.
- Durée de vie utile : 2 000 heures.

## Substitution des lampes PAR38

	Lampe PAR Standard	Lampe PAR éco-énergétique	Lampe halogène PAR	Lampe halogène PAR IR
	75	55,65	45	
	100	80,85	-	-
	150	120	90	60
	-	-	-	100
Durée de vie	2,000	2,000	2,000	2,000
Énergie	-	20 % de moins	40 % de moins	60 % de moins
Luminosité	-	identique	identique	identique
Couleur	-	identique	plus blanche	plus blanche
Marque GE	PAR	Watt-Miser PAR	halogène Performance Plus PAR	halogène IR-PAR
Marque Philips	PAR	Econ-O-PAR	Masterline	-
Marque Sylvania	PAR	Super Saver	Capsylite	-

- Notes:**
- Les lampes de substitution fournissent la même intensité lumineuse vers le centre du faisceau.
  - La lampe PAR standard sert de référence pour les comparaisons présentées dans le tableau.

## Applications

Mise en valeur des marchandises dans les magasins et les vitrines ou étalages :

- éclairages vers le bas
- éclairage accentué
- éclairage extérieur.

## 7 Lampes à incandescence

### Avantages

Les lampes halogènes PAR présentent de nombreux avantages par rapport aux lampes PAR standard et aux lampes PAR éconergétiques :

- économies d'énergie de l'ordre de 40 à 60 %
- une lumière plus blanche
- rendement lumineux uniforme pendant toute la durée de vie de la lampe sans noircissement.

### Inconvénients

Les lampes halogènes PAR sont plus coûteuses que les lampes PAR standard et que les lampes PAR éconergétiques.

### Évaluation

- Les lampes halogènes PAR offrent des économies d'énergie qui amortissent la différence de prix en moins d'une année.
- Les lampes halogènes PAR fournissent une lumière de meilleure qualité.

66

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Durée de vie utile (h)	Lumens initiaux	lm/W initial	Lumens moyens	lm/W moyen	Temp. de couleur (K)	LTD
<b>PAR Quartz</b>								
Q90 PAR38	90	2,000	1,740	19.3				0.96
Q150 PAR38	140	4,000	2,000	13.3	1,900	12.7	2,900	
Q250 PAR38	250	6,000	3,220	12.9			2,900	
Q500 PAR56	500	4,000	7,000	14.0			2,950	
Q1000 PAR64	1,000	4,000	19,400	19.4			3,000	

## d. Lampes halogènes PAR et MR IR (infrarouge)

- Les lampes halogènes PAR IR contiennent une capsule halogène dont la surface est enduite d'une fine pellicule infrarouge (IR).
- Visuellement transparente, la pellicule IR réverbère la chaleur de nouveau au filament, rendant la lampe plus efficace.
- Ces lampes sont les lampes PAR à incandescence les plus efficaces.
- Puissance des lampes : 40 W, 50 W, 55 W, 60 W, 80 W, 100 W et autres.
- Durée de vie : de 3 000 à 6 000 heures.
- Elles constituent une excellente substitution pour les lampes PAR à incandescence classiques.

Lampe PAR à incandescente standard :

150PAR38FL, 2 000 heures, 1 700 lumens initiaux, 11,3 lm/W

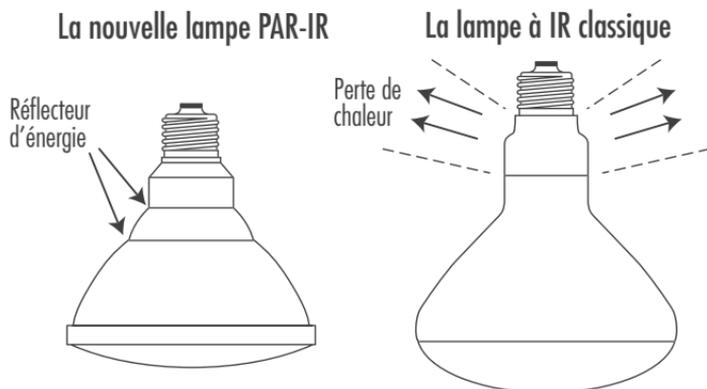
Lampe halogène PAR :

120PAR38FL, 2 000 heures, 1 900 lumens initiaux, 15,8 lm/W Halogen HIR

Lampe halogène PAR HIR :

90PAR38HIR/FL, 4 000 heures, 2 030 lumens initiaux, 22,5 lm/W

## e. Lampes à infrarouge



- Le réflecteur d'énergie réverbère la chaleur vers l'avant
- Le culot de la lampe PAR est chemisé pour la rendre plus robuste

- Déperdition de chaleur dans la lampe IR classique (en verre tendre)

### Description générale

Les lampes émettrices de rayons infrarouges, également connues sous le nom de lampes chauffantes à infrarouge, ou simplement lampes IR, sont des lampes à incandescence de conception spéciale qui ont pour but de produire surtout de la chaleur et peu de lumière.

### Types

- Il existe essentiellement deux types de lampes IR :

- le type PAR – c.-à-d., lampes à réflecteur aluminisé parabolique, et
- le type R – c.-à-d., les lampes du type réflecteur.
- les lampes du type PAR sont plus récentes et plus efficaces. Elles viennent dans les tailles suivantes :
  - 175W PAR38 : lampe de 175 W
  - 100W PAR38 : lampe de 100 W.
- les lampes du type R sont plus anciennes et ont été très largement utilisées. Elles sont offertes dans les tailles suivantes :
  - 250W R40 : lampe de 250 W
  - 175W R40 : lampe de 175 W
  - 150W R40 : lampe de 150 W.
- La 250W R40 est actuellement la lampe IR la plus employée sur le marché.
- La plupart des lampes à infrarouge ont leur face avant rouge, mais on trouve également des lampes avec une lentille transparente.

Les lampes PAR peuvent remplacer les lampes du type R

- Les lampes PAR sont plus récentes et plus efficaces que des lampes du type R.
- Les lampes PAR peuvent remplacer des lampes R de plus grande puissance, en dégageant une chaleur équivalente.
- Remplacements typiques :
  - la 175W PAR peut remplacer la lampe R de 250 W
  - la 100W PAR peut remplacer les lampes R de 175 W ou de 150 W.

## 7 Lampes à incandescence

- Les paramètres utilisés pour comparer les deux types de lampes sont présentés ci-dessous.

### Données techniques

Type de lampe	Puissance d'entrée	Chaleur produite (W)	Efficacité de la lampe (%)	Chaleur produite 0° à 30° (W)
175 W PAR	175	115	65.7	74
100 W PAR	100	65	65.0	42
250 W R	250	144	57.6	77.5
175 W R	175	95	54.3	46
150 W R	-	-	-	-

- “Puissance d’entrée” : c’est la puissance nominale en watts de la lampe.
- “Chaleur produite” : c’est la chaleur utile fournie en avant de la lampe, c.-à-d. la chaleur produite dans un angle solide de 90° autour de l’axe de la lampe dans la demi- sphère en avant de la lampe.
- Les valeurs fournies dans la colonne “Chaleur produite” du tableau ci-dessus ont été obtenues durant un essai en laboratoire.
- “Efficacité de la lampe” : elle est définie comme le rapport entre la chaleur produite et la puissance d’entrée nominale en watts.
- “Chaleur produite 0° à 30°” est la chaleur dégagée dans la zone de 0° à 30° près de l’axe central de la lampe.

## Durées de vie utile

- Les durées de vie utile nominales des lampes IR sont présentées ci-dessous (données fournies par les fabricants de lampes) :

Type de lampe	Durée de vie utile (heures)
175 W PAR	5,000
100 W PAR	5,000
250 W R	5,000
175 W R	5,000
150 W R	5,000

- La durée de vie utile des lampes est définie statistiquement comme la période, en heures, après laquelle 50 % des lampes fonctionnent encore (alors que 50 % ont grillé).
- La vie utile prévue (théorique) d'une seule lampe est de 5 000 heures; mais, par définition, sa vie réelle peut être plus longue ou plus courte.
- De construction plus robuste, les lampes PAR sont faites en verre trempé qui se brise difficilement sous un choc thermique ou un choc mécanique.
- Dans des applications agricoles, par exemple, les conditions typiques incluent une forte humidité (indice d'HR d'au moins 75 %) et des concentrations d'ammoniaque de 25 à 35 ppm, ce qui a un effet négatif anticipé sur la durée de vie utile de la lampe.
- Les fluctuations de tension, courantes dans les fermes, ont un impact négatif vu que des tensions plus élevées que la tension de référence tendent à réduire la vie utile prévue des lampes.
- En surveillant la tension secteur d'un grand nombre de lampes installées dans un environnement agricole et en faisant un suivi des taux de défaillance, on obtiendrait une comparaison entre les types de lampes PAR et R au niveau de la fiabilité et

## 7 Lampes à incandescence

de la durée de vie utile. Les lampes PAR de 175 W peuvent remplacer les lampes R de 250 W

- Les données techniques présentées à la page précédente montrent que la lampe 175W PAR peut remplacer la lampe 250W R tout en offrant une plus grande efficacité.
- Le remplacement se traduit par une baisse de consommation de 75 W par lampe, c.-à-d., une économie d'énergie de 30 %.
- La chaleur produite est réduite de 29 W.
- La chaleur produite dans la zone de 0° à 30°, c.-à-d. la chaleur dégagée dans la zone de l'axe de la lampe, est presque identique pour l'ancienne lampe et la nouvelle (seulement 3,5 W de moins).
- L'efficacité de la lampe IR est améliorée.

Les lampes PAR de 100 W peuvent remplacer les lampes R de 175 W

72

- La lampe 100W PAR peut remplacer la lampe 175W R tout en offrant une plus grande efficacité.
- Le remplacement se traduit par une baisse de consommation de 75 W par lampe, c.-à-d., une économie d'énergie de 43 %.
- La chaleur produite est réduite de 30 W.
- La chaleur produite dans la zone de 0° à 30°, c.-à-d. la chaleur dégagée dans la zone de l'axe de la lampe, est presque identique pour l'ancienne lampe et la nouvelle (seulement 4 W de moins).

L'efficacité de la lampe IR est améliorée.

Applications

- Chauffage des animaux d'élevage

- Chauffage dans les fermes d'élevage où les lampes sont en marche continuellement
- Restaurants qui utilisent ces lampes IR pour conserver la nourriture chaude.

### Évaluation

- Les lampes PAR à infrarouge offrent un choix meilleur et dans l'ensemble, plus efficace que les lampes IR du type R.



# 8 BALLASTS POUR LAMPES FLUORESCENTES

---

## a. Généralités

### Définition

Un ballast est un dispositif utilisé dans une lampe à décharge pour fournir l'amorçage (allumage) et assurer les conditions électriques de fonctionnement.

### Fonction

- Le ballast fournit la tension adéquate pour amorcer et faire fonctionner la lampe.
- Le ballast limite le courant dans la lampe à décharge lors du fonctionnement – la résistance d'une lampe à décharge devient négligeable une fois que l'arc a été amorcé.
- Le ballast empêche toute fluctuation de tension ou de courant, provoquée par la décharge en arc, d'être introduite dans le circuit d'alimentation.
- Le ballast permet de compenser le faible facteur de puissance qui est caractéristique de la décharge en arc.

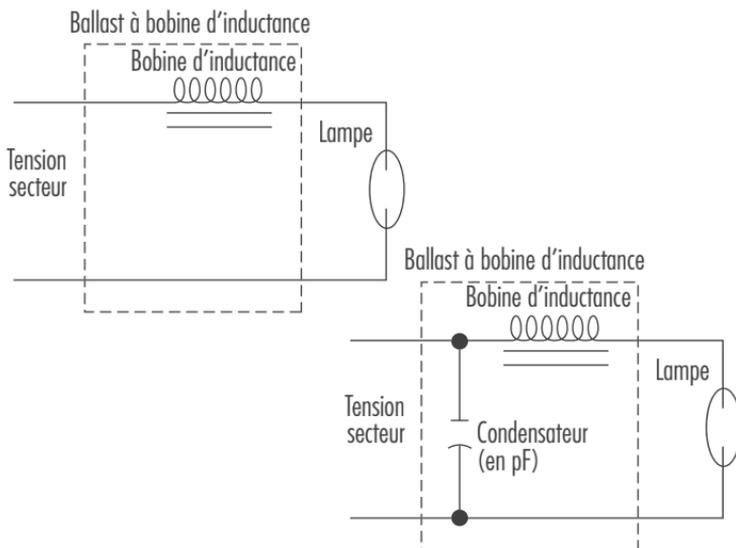
### Construction des ballasts

- Un ballast standard simple est un ensemble constitué d'un noyau et d'une bobine d'inductance.
- Le noyau est fait d'acier laminé pour transformateur.
- La bobine d'inductance se compose d'un fil de cuivre ou d'aluminium qui est enroulé autour du noyau.

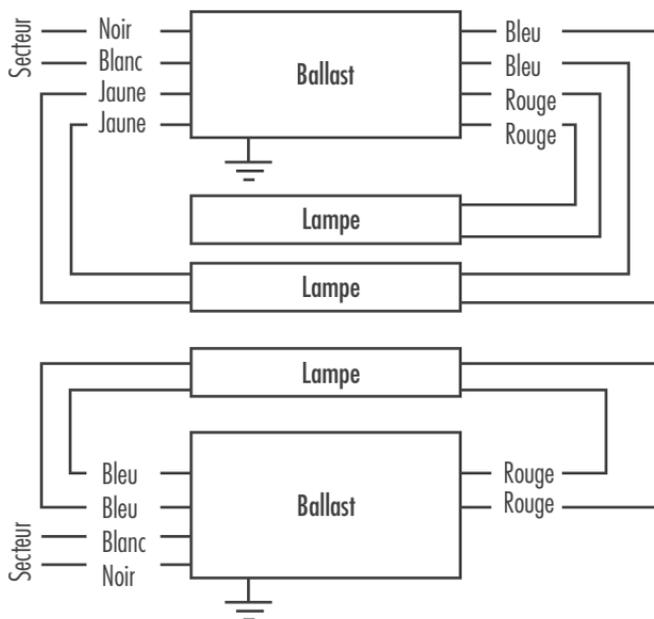
## 8 Ballasts pour lampes fluorescentes

- L'ensemble noyau-bobine est imprégné d'un produit non conducteur qui assure l'isolation électrique et aide à dissiper la chaleur produite.
- Des condensateurs peuvent être ajoutés au circuit du ballast afin d'aider à fournir une tension suffisante, à allumer la lampe, et/ou à corriger le facteur de puissance.
- Certains ballasts sont logés à l'intérieur même de l'appareil d'éclairage.

Illustrations de ballasts simples



### Diagrammes de câblage types



### Pertes dans le ballast

- Comme tous les circuits électriques, le ballast connaît des pertes d'énergie.
- Les fabricants de ballast, dans leurs catalogues, fournissent les valeurs des pertes dans les ballasts.
- Les ballasts à bon rendement énergétique connaissent moins de pertes d'énergie (on les nomme aussi ballasts à faibles pertes).

### Types

- Les principaux types de ballasts, classés d'après leur construction et leur efficacité, sont les suivants :

## 8 Ballasts pour lampes fluorescentes

- ballasts à faibles pertes (magnétiques à noyau et bobine)
  - ballasts électroniques (à semi-conducteurs)
  - ballast magnétique standard (magnétiques à noyau et bobine).
- Les ballasts sont également classés selon le type et la fonction de leur circuit électrique.
  - À noter que, pour des raisons de conformité aux nouvelles réglementations sur l'énergie, les ballasts électromagnétiques pour lampes fluorescentes sont graduellement retirés du marché.
  - Chaque ballast est conçu de façon à convenir à un type particulier et à une puissance particulière (W) de lampe.
  - Le type et la puissance de la lampe compatible avec le ballast sont inscrits sur l'étiquette du ballast.

### Normes

- Les ballasts doivent être conformes aux spécifications des normes ANSI (American National Standards Institute) pour une performance appropriée des lampes. La norme canadienne sur l'efficacité des ballasts est la norme CAN/CSA-C654-M91 intitulée Mesures du rendement des ballasts pour lampes fluorescentes.
- L'étiquette CBMA (Certified Ballast Manufacturers Association) indique que le ballast a été testé et qu'il répond aux spécifications des normes ANSI.
- L'étiquette UL (Underwriters Laboratories) indique que le ballast a été testé et qu'il est conforme aussi bien aux critères de sécurité des laboratoires UL (norme canadienne) qu'à ceux de la norme canadienne CAN/CSA-C654-M91.

- L'étiquette CSA (Association canadienne de normalisation) indique que le ballast a été testé et qu'il est conforme aux critères de sécurité de la CSA.
- En vertu de l'Accord de libre-échange nord-américain, autant les laboratoires UL que la CSA peuvent certifier des produits électriques destinés à la vente dans les deux pays.

### Protection thermique

- Le Code canadien de l'électricité et le NEC (Code américain de l'électricité) exigent que tous les ballasts pour lampes d'intérieur soient protégés thermiquement.
- Cette protection est assurée par un rupteur thermique monté dans le ballast, qui coupe l'alimentation dès qu'une température maximale est atteinte (1050 °C environ).
- Les ballasts qui sont conformes à ces normes de protection thermiques sont désignés "ballasts de classe P".
- Un ballast qui se met à fonctionner de façon cyclique (en coupant et en rétablissant le courant), indique un problème de surchauffe.

### Niveaux sonores

- Tous les ballasts à noyau et bobine produisent un bruit habituellement décrit comme un "bourdonnement".
- Les fabricants donnent aux ballasts une valeur du niveau sonore, comprise entre A et F.
- Un ballast A est celui qui produit le bourdonnement le moins perceptible; il devrait donc être utilisé dans des endroits calmes (bureaux, maisons).
- Un ballast F est celui qui produit le bourdonnement le plus perceptible; il peut donc être employé dans des endroits où le

## 8 Ballasts pour lampes fluorescentes

bruit est acceptable (usines, installations extérieures).

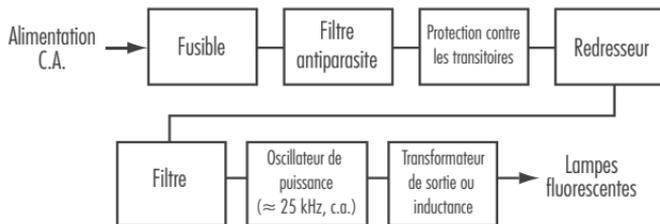
Durée de vie des ballasts

- La plupart des ballasts sont conçus pour durer environ 50 000 heures dans des conditions normales de fonctionnement.
- Si la chaleur produite par le ballast et la lampe n'est pas adéquatement dissipée, la durée de vie utile du ballast s'en trouve réduite.
- Une température de 8 à 10 °C plus élevée que la température prévue sur le luminaire réduira de moitié la durée de vie utile du ballast.
- La température assignée des ballasts est en principe de 75 °C. Il existe aussi des modèles spéciaux de ballast à température assignée de 90 °C : on les nomme ballasts à "température extrême". Certains fabricants indiquent 8 °C plutôt que 10 °C.
- De même, une diminution de 100 °C durant le fonctionnement augmentera environ du double la durée de vie utile du ballast.

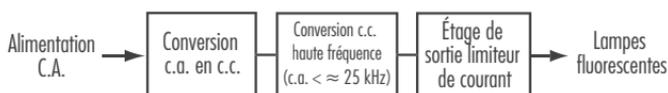
80

### b. Ballasts électroniques pour lampes à décharge

Diagramme type des composants du circuit



## Schéma fonctionnel



## Notes

- Certains ballasts ont moins de composants que sur le schéma.
- Certains ballasts possèdent des composants destinés à réduire le taux d'harmoniques, à améliorer le facteur de puissance et à fournir la protection thermique.

## Description générale

- Un ballast à allumage rapide met en marche une ou plusieurs lampes à décharges en préchauffant les électrodes des lampes jusqu'à la température appropriée d'émission d'électrons, avant d'amorcer l'arc.
- Un ballast à allumage instantané ne préchauffe pas les électrodes, mais amorce l'arc grâce à une tension d'allumage plus élevée.
- Un ballast à allumage modifié met en marche la lampe de la même manière que le ballast à allumage rapide. Ensuite, il réduit ou coupe la tension de chauffage des électrodes dès que l'arc dans la lampe s'est stabilisé.
- Les deux types de ballast stabilisent l'arc en limitant le courant à des niveaux appropriés.
- Les plus anciens ballasts (ballasts électromagnétiques) sont constitués de noyaux laminés sur lesquels sont enroulés des fils de cuivre ou d'aluminium; certains possèdent des condensa-

## 8 Ballasts pour lampes fluorescentes

teurs qui commandent la tension et/ou rectifient le facteur de puissance.

- Les ballasts électromagnétiques font fonctionner les lampes à la fréquence du secteur (60 Hz).
- Les ballasts électroniques pour lampes fluorescentes sont munis de composants électroniques ou à semi-conducteurs.
- Les ballasts électroniques font fonctionner les lampes à une fréquence plus élevée, en principe de 25 à 50 kHz.
- Des ballasts électroniques à allumage rapide, à allumage instantané et à “allumage programmé” sont offerts sur le marché.
- Le fonctionnement des lampes à allumage rapide par des ballasts à allumage instantané ou à allumage modifié, risque de diminuer la durée de vie utile des lampes s’il est combiné avec d’autres techniques de contrôle – par exemple, les capteurs d’occupation. Pour plus de détails à ce sujet, consulter les données des fabricants de ballast et de lampes.
- Par rapport au ballast électromagnétique, le ballast électronique est plus léger, fonctionne à des températures inférieures et à plus faible niveau de bruit, et son rendement énergétique est meilleur; mais il est plus coûteux.
- Il est impératif d’apparier les caractéristiques électriques des lampes et des ballasts.

### Données techniques

- Les modèles de ballasts sont disponibles pour des appareils d’éclairage à une, deux, trois ou quatre lampes.
- Les ballasts existent pour des tensions de 120, 277 et 347 V. Certains offrent aujourd’hui un mode de fonctionnement

universel, c.-à-d. de 120 V à 277 V, et pour des tensions moins courantes, telles que 240 V.

- Les spécifications des ballasts se basent sur : le nombre de lampes, le type de lampe (F32T8/841 ou autre) et la tension du secteur.
- Exemple : ballast électronique pour appareil à deux lampes F32T8/841 120 V.
- Certains ballasts électroniques sont à intensité réglable.
- Le rendement des ballasts électroniques est de 21 à 43 % meilleur que celui des ballasts électromagnétiques.
- Le taux d'harmoniques ou taux de distorsion harmonique (THD) indique l'intensité du bruit électromagnétique produit.
- Une plus basse température assignée du ballast signifie des pertes électriques inférieures et une plus faible charge de refroidissement.

### Taux d'harmoniques (THD)

- Les harmoniques sont des fréquences qui sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale.
- Pour une fréquence fondamentale de 60 Hz, le deuxième harmonique sera 120 Hz et le troisième, 180 Hz.
- Les harmoniques peuvent être présents aussi bien dans la tension que dans le courant.
- Les harmoniques se produisent chaque fois que la forme d'onde est déformée par rapport à une onde sinusoïdale pure.
- Les entreprises d'électricité fournissent une tension et un courant très proches de la forme d'onde sinusoïdale.

## 8 Ballasts pour lampes fluorescentes

- Si la charge d'un utilisateur n'est pas linéaire, elle va provoquer de courtes impulsions de courant à chaque cycle de l'onde sinusoïdale; l'onde sinusoïdale du courant sera déformée, engendrant alors un courant harmonique.
- Les caractéristiques de la charge non linéaire déterminent la forme de la distorsion, l'amplitude de chaque harmonique, ainsi que le courant harmonique correspondant.
- Le courant total est une combinaison de la fréquence fondamentale et de l'apport de chacun des harmoniques.
- Le taux de distorsion harmonique (THD) du courant est la valeur efficace (rms) de tous les courants harmoniques en pourcentage du courant fondamental, et il est défini comme suit :

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{\text{somme des carrés des amplitudes efficaces de tous les harmoniques}^*} \times 100 \%}{\text{Amplitude efficace du fondamental}}$$

\* ne comprend pas l'harmonique fondamental

- La norme IEEE 519-1981 se rapporte au taux de distorsion (DF) qui équivaut au THD. Cependant, dans le présent guide, on préfère le terme THD car il est plus descriptif.
- La plupart des ballasts électromagnétiques ont un THD compris entre 18 % et 35 %.
- Les ballasts électroniques produisent un THD inférieur à 32 %. La plupart d'entre eux ont un THD ne dépassant pas 20 %, certains allant jusqu'à moins de 10 %.
- Grâce à leur meilleur rendement, les ballasts des lampes T8 absorbent en général 30 % moins de courant que les ballasts électromagnétiques classiques.

Interférences électromagnétiques (IEM) ou perturbations radioélectriques (RFI)

- Les IEM/RFI peuvent occasionner des interférences avec les équipements de transmission comme la radio, la télévision et les ordinateurs.
- Les lampes fluorescentes allumées par des ballasts électromagnétiques ou électroniques rayonnent des IEM directement dans l'air.
- Les IEM des lampes peuvent se réverbérer sur les conducteurs des circuits d'alimentation électrique par l'entremise des ballasts.
- Les IEM émises à la fréquence fondamentale du ballast électronique et ses harmoniques, se propagent des circuits électroniques du ballast aux conducteurs des circuits d'alimentation. Ces IEM peuvent occasionner des interférences avec d'autres appareils électriques sur le même réseau de distribution.
- Les IEM peuvent rayonner dans l'air à partir des conducteurs des circuits d'alimentation.
- Les IEM peuvent être provoqués par les composants électroniques à haute fréquence du ballast électronique.
- Aux États-Unis, les ballasts électroniques doivent être conformes aux prescriptions de la partie 18, sous-partie C, classe A de la Federal Communications Commission (Commission fédérale des communications), pour les applications industrielles et commerciales, ou à la classe B pour les applications résidentielles. Au Canada, aucune norme n'a été fixée à ce sujet pour l'instant.

## 8 Ballasts pour lampes fluorescentes

### Facteur de puissance

- On peut utiliser deux méthodes pour calculer le facteur de puissance :
  - la puissance ( $W$ ), la tension ( $V$ ) et le courant ( $I$ )
  - la puissance ( $W$ ) et la puissance réactive ( $VAR$ ).
- Si le calcul est effectué correctement, le résultat devrait être identique pour les deux méthodes.
- Un faible facteur de puissance augmentera la composante “demande”(kVA) sur votre facture d'électricité, pour une charge donnée d'éclairage.

### Durée de vie utile des ballasts

- Les ballasts sont conçus pour fonctionner pendant environ 50 000 heures.

### Évaluation

- Une plus basse température de fonctionnement des ballasts va réduire la charge de la climatisation de l'air.
- Les anciens modèles de ballasts avaient une plus faible fiabilité que les ballasts actuels.
- Lorsqu'ils sont utilisés avec des capteurs de lumière, les ballasts électroniques à intensité réglable peuvent réduire la charge d'éclairage en n'autorisant que le niveau de lumière exigé, si d'autres sources lumineuses existent.
- De la même manière, un système de gestion et de contrôle de l'énergie utilise des ballasts à intensité réglable pour délester partiellement la charge d'éclairage.

## 9 LAMPES FLUORESCENTES

---

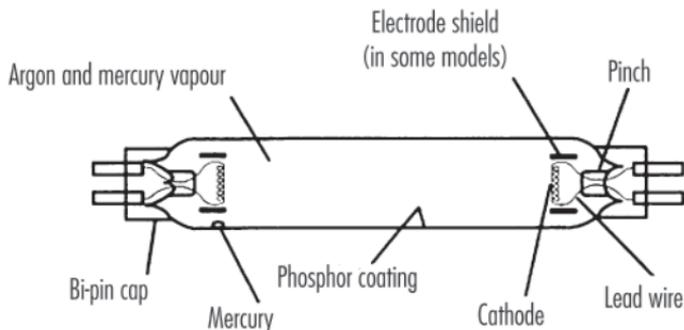
### a. Généralités

#### Construction

- Pour la construction typique d'une lampe fluorescente, voir la figure ci-après.
- Une lampe fluorescente est une lampe à décharge électrique à vapeur de mercure à basse pression.
- Une lampe fluorescente se compose d'un tube de verre rempli d'un mélange de gaz argon et de vapeur de mercure à basse pression.
- Lorsqu'un courant traverse le gaz ionisé entre les électrodes, la décharge dans le mercure crée un rayonnement ultra-violet (UV).
- Le rayonnement UV est capté par la couche fluorescente à l'intérieur du tube, puis converti en lumière visible.
- La lampe est raccordée à la source d'alimentation électrique par un ballast, lequel fournit la tension d'allumage et le courant nécessaires au fonctionnement.

## 9 Lampes fluorescentes

Construction typique d'une lampe fluorescente linéaire



Principaux types de lampes fluorescentes

88

- Lampes à préchauffage
- Lampes à allumage instantané
- Lampes à allumage rapide

## Lampes à préchauffage

- Les cathodes de la lampe sont préchauffées électriquement durant quelques secondes, puis une haute tension est appliquée pour allumer la lampe.
- Le préchauffage est accompli par un commutateur automatique appelé “démarrreur” ou “starter” qui applique le courant aux cathodes durant une période suffisante pour les chauffer.
- Les lampes à préchauffage possèdent un socle à deux broches à chaque extrémité.
- Les lampes à préchauffage fonctionnent normalement dans un circuit de préchauffage (préchauffage du ballast, du démarrreur, de la lampe et des douilles).
- Les lampes à préchauffage peuvent aussi être utilisées dans des circuits d’allumage rapide.
- Les lampes à préchauffage ne sont plus employées aussi couramment aujourd’hui.

## Lampes à allumage instantané

- Les lampes à allumage instantané exigent une tension élevée d’amorçage, laquelle est fournie par le ballast.
- Vu qu’il n’y a pas de préchauffage des cathodes, aucun démarrreur n’est nécessaire.
- Le chauffage des électrodes est assuré par l’arc une fois qu’il a été amorcé.
- Les lampes à allumage instantané ont un socle à une seule broche à chaque extrémité de l’ampoule.
- Certaines lampes à allumage instantané possèdent un socle à deux broches, les broches étant connectées ensemble à l’intérieur du socle.

## 9 Lampes fluorescentes

- Les lampes à allumage instantané fonctionnent en principe seulement dans un circuit d'allumage instantané (ballast, lampe et douilles de lampe à allumage instantané).

### Lampes à allumage rapide

- Le ballast chauffe rapidement les cathodes, provoquant une ionisation suffisante dans la lampe pour que l'arc s'amorce.
- Selon le modèle de ballast, les cathodes peuvent être ou ne pas être continuellement chauffées après l'allumage de la lampe.
- Les lampes à allumage rapide s'allument presque immédiatement (en une ou deux secondes).
- Aucun démarreur n'est nécessaire, ce qui élimine le retard d'allumage dû aux systèmes de préchauffage.
- La tension d'amorçage des lampes à allumage rapide est plus faible que celle des lampes à allumage instantané, ce qui permet l'usage de ballasts plus petits et plus efficaces.
- Les lampes à allumage rapide possèdent un socle à deux broches à chaque extrémité.
- Les lampes à allumage rapide conviennent également dans des applications d'intensité réglable et de clignotement.
- Les lampes à allumage rapide fonctionnent en principe uniquement dans un circuit d'allumage rapide (ballast, lampe et douilles de lampe à allumage rapide).
- Les lampes à allumage rapide sont actuellement les lampes fluorescentes les plus courantes.

### Types de lampes à allumage rapide

- Lampes fluorescentes linéaires – nouveaux types, de tailles T8 et T5

- Lampes fluorescentes linéaires (430 mA pour F40) – anciens modèles, principalement de taille T12
- Lampes fluorescentes éconergétiques, principalement de taille T12
- Lampes fluorescentes en U, de tailles T8 et T12
- Lampes circulaires, de tailles T9 et T5
- Lampes à flux élevé, offertes dans les tailles T12, T8 et T5
- Lampes à flux très élevé (1500 mA), principalement de taille T12
- Les diamètres des lampes sont compris entre 5/8 pouce et 2,5 pouces.

## 9 Lampes fluorescentes

### Formes des lampes

#### Lampes à deux broches



Lampe miniature T-5 à 2 broches (diamètre 5/8 po)



Lampe moyenne T-8 à 2 broches (diamètre 1 po)



Lampe moyenne T-12 à 2 broches (diamètre 1 1/2 po)



Lampe à douille goliath T-17 à 2 broches (diamètre 2 1/8 po)

#### Haut rendement et très haute rendement



Lampe T-12, culot à 2 plots en retrait (diamètre 1 1/2 po)

#### À une broche



Lampe T-6 à 1 broche (diamètre 3/4 po) SLIMLINE



Lampe T-8 à 1 broche (diamètre 1 po) SLIMLINE



Lampe T-12 à 1 broche (diamètre 1 1/2 po) SLIMLINE

Lampe en U



Lampe circulaire



Lampes fluocompactes



T4 à 2 tubes



T4, T5 à 4 tubes



T5 à long tube

## Désignations des lampes

**Lampes à deux broches** (*à préchauffage, à allumage rapide et à allumage instantané*)

On les identifie par leur puissance (W), le diamètre de leur ampoule et leur couleur.

- Exemple : F40T12/CW/ES

F	: lampe fluorescente
40	: puissance (34 W pour les types ES)
T	: tubulaire (forme de l'ampoule)
12	: diamètre maximal du tube – en huitièmes de pouce ( $12/8 = 1,5$ po)
CW	: couleur blanc froid

- Exemple : F32 T8/41K

F	: lampe fluorescente
32	: puissance (32 W)
T	: tubulaire (forme de l'ampoule)
8	: diamètre maximal du tube – en huitièmes de pouce ( $8 \times 1/8 = 1$ po)
41K	: 4100 °K, couleur blanc froid

**Lampes à une broche** (*à allumage instantané*)

- On les identifie par leur longueur et leur couleur plutôt que par leur puissance, vu qu'elles peuvent fonctionner à plusieurs puissances.
- Exemple : F96T12/WW

F	: lampe fluorescente
96	: longueur de la lampe en pouces
T	: tubulaire (forme de l'ampoule)
12	: diamètre maximal du tube – en huitièmes de pouce ( $12/8 = 1,5$ po)
WW	: couleur blanc chaud

## 9 Lampes fluorescentes

### Longueur des lampes

Certaines longueurs types des lampes sont :

- Lampe F20 – 24 po (2 pi)
- Lampe F30 – 36 po (3 pi)
- Lampe F32 T8 – 48 po (4 pi) – cette lampe devient la lampe standard dans l'industrie
- Lampe F40 – 48 po (4 pi)
- Lampe F96 – 96 po (8 pi)

### Codes de couleurs

(par ex., 841 = IRC de 80 % et 4 100 °K)

		IRC	TCP* (Kelvin)
C50	: Chroma 50 (5 000 °K, IRC90+)	90+	5000
C75	: Chroma 75 (7 500 °K, IRC90+)	90+	7500
CW	: Blanc froid	62	4200
CWX	: Blanc froid de luxe	87	4100
D	: Lumière du jour	76	6500
LW	: Blanc Lite	48	4150
N	: Lumière naturelle	86	3600
SP	: Série spectre continu	70+	varies
SPX	: Série spectre continu de luxe	80+	varies
WW	: Blanc chaud	52	3000
WWX	: Blanc chaud de luxe	74	2950
741	: Lampe T8 couleur froide	70+	4100
735	: Lampe T8 couleur neutre	70+	3500
730	: Lampe T8 couleur chaude	70+	3000
841	: Lampes T5 & T8 couleur froide	85+	4100
835	: Lampes T5 & T8 couleur neutre	85+	3500
830	: Lampes T5 & T8 couleur chaude	85+	3000
De luxe	: signifie un meilleur IRC, mais pour les vieux modèles de lampes T12, signifie aussi moins bon rendement.		

\*TCP température de couleur proximale

## Code des types de lampe

Le code des types de lampe suit le code de couleurs.

Le code des types de lampe sont décrits ci-dessous.

- IS : à allumage instantané
- RS : à allumage rapide
- HO : à flux élevé
- VHO : à flux très élevé
- U : en U
- WM : WattMiser (compagnie Générale électrique)
- SS : Super Saver (très éconergétique)
- EW : Econowatt (Philips)

## Caractéristiques

Généralités - un appareil d'éclairage fluorescent se compose : d'un ballast desservant habituellement deux lampes, d'un luminaire et d'un diffuseur ou paralume

Configuration de la lampe - linéaire, en U, circulaire ou compacte

Puissance lampes - de 7 W à 215 W

Puissance ballasts - elle varie selon le type de ballast, électromagnétique ou électronique, et le facteur de ballast

Durée de vie utile - 20 000 heures pour les lampes types F32T8  
 - 24 000 heures pour certains types de lampes T8  
 - de 20 à 24 fois la durée de vie utile d'une lampe à incandescence type

## 9 Lampes fluorescentes

Efficacité lumineuse - de 40 à 100 lumens par watt

Lumen - de 70 % à 90 %

### **Facteur de dépréciation du flux lumineux (LLD)**

Température de couleur - de 2700 °K à 7500 °K  
- grande variété de températures de couleur

### **Indice IRC**

Rendu des couleurs - de 62 à 94

Durée d'échauffement - fonctionnement instantané  
- sensible aux températures extrêmes  
- plus lente que celle de la lampe à incandescence

Durée de rallumage - fonctionnement immédiat

96

Coût des lampes - faible  
- les lampes éconergétiques et à bon rendement sont plus coûteuses

Principales applications - bureaux, zones commerciales

## 9 Lampes fluorescentes

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance, l lpe	Puissance, ballast (2 lpes)	Durée de vie utile (h)	Lumens initiaux	Lumens initiaux par watt	Temp. couleur (°K)	IRC
Éconergétique, à allumage rapide, à socle double broche								
<b>F40T12/...../RS/.....FW, SS ou WM</b>								
CW	34	47	(81)	20,000	2,775	59.0	4,100	62
CWX	34	47	(81)	20,000	1,925	41.0	4,100	87
WW	34	47	(81)	20,000	2,825	60.1	3,000	52
D	34	47	(81)	20,000	2,350	50.0	6,500	75
LW	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	4,160	48
30U	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	3,000	85
35U	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	3,500	85
41U	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	4,100	85
50U	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	5,000	85
SPEC30	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	3,000	70
SPEC35	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	3,500	73
SPEC41	34	47	(81)	20,000	2,925	62.2	4,100	70

### Notes :

- Consulter le fabricant de lampes pour des couleurs non citées ci-dessus.
- La durée de vie précisée pour les lampes fluorescentes est basée sur trois heures par amorçages (Heures par amorçage = laps de temps pendant lequel la lampe est allumée avant qu'elle ne soit éteinte puis rallumée).
- Les lumens initiaux indiqués pour les lampes fluorescentes se rapportent à la valeur obtenue à 40 % de la durée de vie utile des lampes.

Voir aussi : • Les catalogues des fabricants de lampes.

## 9 Lampes fluorescentes

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance, 1 pha (2 pps)	Durée de vie (h)	lm initiaux	lm/W initiaux	lm moyens	lm/W moyen	Temp. couleur (°K)	IRC	LID
<b>Fuocompacte</b>										
7W +	7	10	10,000	400	40.0			2,700	81	0.80
9W +	9	10	10,000	600	60.0			2,700	81	0.80
13W +	13	17	10,000	900	52.9			2,700	81	0.80
<b>Circlite (remplacement de lampe à incandescence)</b>										
FCA22/SW +	22	22		10,000	870	39.5				
FCA44/SW +	44	44		7,500	1,750	39.8				
<b>Circline à allumage rapide</b>										
FC8/CW/RS + 1	22	27	12,000	1,050	38.9	805	29.8	4,300	62	0.72
FC12/CW/RS +	32	44	12,000	1,800	40.9	1,465	33.3	4,300	62	0.82
FC16/CW/RS +	40	56	12,000	2,500	44.6	1,910	34.1	4,300	62	0.77
<b>À allumage instantané, 200 mA, socle une broche</b>										
F72T8/CW	38	55 (100)	7,500	3,100	56.4	2,700	49.1	4,300	62	0.83
F96T8/CW	50	70 (130)	7,500	4,200	60.0	3,860	55.1	4,300	62	0.89
<b>À allumage instantané, 430 mA, socle une broche</b>										
F48T12/CW	39	65 (104)	9,000	3,000	46.2	2,760	42.5	4,300	62	0.82
F48T12/LW	30	55 (84)	9,000	2,675	48.6	2,460	44.7	4,100	49	0.82
F72T12/CW	55	80 (150)	12,000	4,600	57.5	4,320	52.9	4,300	62	0.89
F96T12/CW	75	97 (172)	12,000	6,300	64.9	5,800	59.8	4,300	49	0.89
F96T12/LW	60	82 (142)	12,000	6,000	73.2	5,430	66.2	4,100	49	0.89
<b>À allumage rapide, 430 mA, socle deux broches</b>										
F30T12/CW/RS	30	46 (76)	18,000	2,300	50.0	2,010	43.7	4,300	62	0.81
<b>F40T12/.../RS</b>										
blanc froid	40	53 (93)	20,000	3,150	59.4	2,715	51.2	4,300	62	0.84
blanc froid de luxe	40	53 (93)	20,000	2,220	41.5	1,800	34.0	4,200	87	0.84
blanc chaud	40	53 (93)	20,000	3,200	60.4	2,715	51.2	3,000	52	0.84
blanc chaud de luxe	40	53 (93)	20,000	2,150	40.6	1,765	33.3	3,100	73	0.84
lumière du jour	40	53 (93)	20,000	2,600	49.1	2,245	42.4	6,500	75	0.84

## 9 Lampes fluorescentes

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance, 1 lpe (2 lpes)	Durée de vie (h)	Im initiaux	Im/W initiaux	Im moyens	Im/W moyen	Temp. couleur (°K)	IRC	LD
blanc Lite	35	48 (83)	20,000	3,050	63.5			4,160	48	0.84
blanc Lite de luxe	34	47 (81)	20,000	3,050	64.9			4,100	67	0.84
spectre continu 5000	40	53 (93)	20,000	2,200	41.5	1,850	34.9	5,000	92	0.84
spectre continu 7500	40	53 (93)	20,000	2,000	37.7	1,685	31.8	7,500	94	0.84
couleur de base 3000	40	53 (93)	20,000	3,400	64.2			3,000	85	0.84
couleur de base 4000	40	53 (93)	20,000	3,400	64.2			4,000	85	0.84

\*indique que seuls des ballasts à faible facteur de puissance sont disponibles

### À allumage rapide T8, socle deux broches

F032/730	32	30 (59)	20,000	2,800	93.0	2,520	84.0	3,000	75	0.90
F032/830	32	30 (59)	20,000	2,950	98.0	2,714	90.0	3,000	82	0.92
F032/830 6		30 (59)	24,000	2,900	96.6	2,755	91.8	3,000	85	0.95
F032/830/XP		30 (59)	24,000	3,000	100	2,850	95.0	3,000	85	0.95

### À flux élevé à allumage rapide, 800 mA, culot à deux plots en retrait

F48T12/CW/HO	60	85 (146)	12,000	4,300	50.6	3,740	44.0	4,300	62	0.82
F72T12/CW/HO	85	106 (200)	12,000	6,650	62.7	5,785	54.6	4,300	62	0.82
F96T12/CW/HO	110	140 (252)	12,000	9,200	65.7	8,005	57.2	4,300	62	0.82
F96T12/LW/HO	95	119 (231)	12,000	9,100	76.5	7,915	66.5	4,160	48	0.82
F96T12/LWX/HO	95	119 (231)	12,000	9,100	76.5			4,100	67	0.82

### À flux très élevé à allumage rapide, 1500 mA, culot à deux plots en retrait

F48T12/CW/VHO	110	146 (252)	10,000	6,250	42.8	4,750	32.5	4,300	62	0.69
F72T12/CW/VHO	165	213 (326)	10,000	9,900	46.5	7,920	37.2	4,300	62	0.72
F96T12/CW/VHO	215	260 (450)	10,000	14,500	55.8	11,600	44.6	4,300	62	0.72
F96PG17/CW	215	260 (450)	12,000	16,000	61.5	12,800	49.2	4,300	62	0.69
F96PG17/LW	185	230 (390)	12,000	14,900	64.8	11,325	49.2	4,160	48	0.69

\*indique que seuls des ballasts à faible facteur de puissance sont disponibles

Notes : Certaines lampes citées ici ne sont plus disponibles dans le commerce, notamment la lampe F40/CW; elles sont présentées ici uniquement à des fins de comparaison.

## b. Lampes T8 de haute qualité

Les fabricants de lampes offrent maintenant des lampes T8 de haute qualité pour des applications spéciales exigeant une couleur exceptionnelle, une plus longue durée de vie utile et un meilleur rendement lumineux.

## 9 Lampes fluorescentes

**Lampe standard F32 T8 :** 20 000 heures, IRC de 82, 2 950 lumens initiaux, 98,3 lm initiaux/W

**Lampe de haute qualité F32 T8 :** 30 000 heures, IRC de 86, 3 100 lumens initiaux, 103,3 lm initiaux/W

### c. Lampes T8 de faible puissance

Les fabricants de lampes offrent aujourd'hui des lampes T-8 de faible puissance, qui permettent d'économiser davantage d'énergie dans les projets de rénovation ou dans les nouvelles constructions.

**Lampe standard F32 T8 :** 20 000 heures, IRC de 82, 2 950 lumens initiaux, jusqu'à 80 lm/W selon le ballast

**Lampe de faible puissance F28 T8 :** 24 000 heures, IRC de 82, 2 562 lumens initiaux, jusqu'à 93 lm/W, selon le ballast

100

- Ces lampes ont quelques limitations : par exemple, elles ne peuvent pas être à intensité réglable et ne fonctionnent pas dans la gamme des basses températures (< 60 °F)
- Certaines fonctionnent avec des ballasts à allumage programmé, mais toutes fonctionnent avec des ballasts à allumage instantané.

### d. Lampes fluorescentes T5 et T5-HO

- Les fabricants de lampes offrent maintenant des lampes fluorescentes T5 dans les modèles standard et à flux élevé (HO).
- Le tube de plus petit de diamètre, compact, offre un bon rendement lumineux, ce qui est plus facile à contrôler.

- Proposées en diverses longueurs, les lampes fluorescentes T5 ont des puissances comprises entre 14 et 80 W, et elles viennent en version “circline” de 22, 40 et 55 W.
- Les lampes T5 ont une longueur nominale, ce qui signifie qu’elles ne peuvent pas être remplacées, dans des appareils d’éclairage existants, par des lampes T12 ou T8 standard. C’est pourquoi on les emploie en général dans des projets de modification conceptuelle ou dans de nouvelles constructions.
- Les lampes fluorescentes T5 exigent l’utilisation de ballasts électroniques et d’une seule douille.
- Les lampes T5 se prêtent à la miniaturisation et peuvent donc être employées dans des applications indirectes.
- La lampe fluorescente T5-HO devient de plus en plus populaire; elle convient particulièrement aux systèmes d’éclairage à grande hauteur, aux grandes surfaces, aux entrepôts et centres de distribution, aux applications industrielles et aux gymnases. La lampe T5-HO possède également une commande d’intensité réglable et fonctionne avec des ballasts à allumage instantané.
- Les lampes T5 et T5-HO ont un rendement lumineux maximal dans les gammes de plus hautes températures ambiantes.

## 9 Lampes fluorescentes

<b>Lampes T5 standard :</b>	14 W, 24 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 1 350 lumens initiaux
	21 W, 36 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 2 100 lumens initiaux
	28 W, 48 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 2 900 lumens initiaux
	35 W, 60 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 3 650 lumens initiaux
<b>Lampes T5 à flux élevé :</b>	24 W, 24 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 2 000 lumens initiaux
	39 W, 36 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 3 500 lumens initiaux
	54 W, 48 po (nom), 20 000 h, IRC de 82, 5 000 lumens initiaux

### 102 e. Réflecteurs de luminaire fluorescent

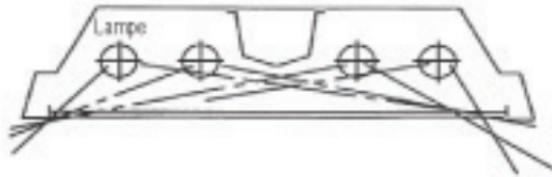
#### Description générale

Un réflecteur de luminaire fluorescent est une tôle d'aluminium placée à l'intérieur du luminaire, qui envoie la lumière vers le plafond, puis la réfléchit vers le bas, vers la zone de travail.

#### Illustration

- Illustration d'un réflecteur encastré pour luminaire de 2 pi x 4 pi, avec élimination de deux tubes fluorescents.

Avant l'installation



Après



Caractéristiques physiques

103

- Il existe trois types principaux de réflecteurs :
  - réflecteurs en aluminium ou en acier anodisé : leur surface est enduite d'une finition électrostatique ou d'une poudre époxyde à haut pouvoir réflecteur.
  - réflecteurs en aluminium anodisé : leur surface est traitée (polie) de façon électrochimique.
  - réflecteurs argentés : une mince couche d'argent est appliquée sur un substrat d'aluminium.
- La finition du réflecteur peut être une peinture très brillante, à réflexion spéculaire (comme un miroir), semi-spéculaire ou diffuse (mate).

## 9 Lampes fluorescentes

- La forme du réflecteur est conçue spécialement (par le fournisseur selon la demande du client) pour optimiser la distribution lumineuse.
- Les réflecteurs sont disponibles dans les tailles suivantes :
  - **réflecteurs simples** – 4 ou 8 pieds de long, pour luminaires à une seule lampe
  - **réflecteurs doubles**– 4 ou 8 pieds de long, pour luminaires à deux lampes
  - **réflecteurs encastrés** – pour luminaires de 2 pi x 2 pi ou de 2 pi x 4 pi.

### Données techniques

- La réflectivité totale moyenne des réflecteurs en aluminium anodisé est d'environ 90 à 91 %.
- La réflectivité totale moyenne des réflecteurs argentés est d'environ 94 à 97 %.
- La durée de vie utile d'un réflecteur argenté est d'environ 15 ans.
- La durée de vie utile d'un réflecteur en aluminium anodisé est d'environ 20 ans.

### Applications

- Les réflecteurs aident à économiser l'énergie d'éclairage.
- Les réflecteurs sont utilisés dans les projets d'amélioration des luminaires ou dans les nouvelles installations de luminaires éconergétiques.
- Une application typique est l'installation d'un réflecteur encastré dans un luminaire de 2 pi x 4 pi, avec élimination de deux des quatre tubes fluorescents.

- Dans la plupart des cas, il est nécessaire de recentrer les deux tubes qui restent dans le luminaire, afin d'éviter les taches sombres.
- Le réflecteur crée l'image d'une lampe, qui va remplacer la lampe éliminée; ceci permet d'enlever des lampes sans occasionner de taches sombres.
- Le rendement lumineux d'un luminaire amélioré dans lequel deux lampes ont été éliminées, diminue de 35 % environ, selon le matériau et la conception du réflecteur.
- Dans le même temps, le nettoyage et le remplacement des lampes vont augmenter le rendement lumineux de 5 à 20 %.

### Coûts

- Les coûts dépendent du type, des dimensions et de la conception du réflecteur.

### Avantages

- Réduit la consommation d'énergie de l'éclairage;
- Améliore l'efficacité lumineuse dans la zone de travail;
- Réduit la charge de la climatisation lorsque des lampes sont éliminées;
- Prolonge la durée de vie des ballasts et des lampes grâce à la baisse de la température de fonctionnement;
- Moins de lampes et de luminaires sont nécessaires;
- Les coûts d'entretien sont réduits.

### Inconvénients

- La période de récupération peut être longue;

## 9 Lampes fluorescentes

- Les réflecteurs ne sont pas économiques s'il faut les installer dans des luminaires de dimensions et de types différents;
- Les réflecteurs peuvent produire un "effet de caverne" dans certains cas, le haut des murs apparaissant plus sombres du fait que le flux lumineux est dirigé vers le bas.

### Évaluation

- Les réflecteurs offrent des avantages évidents du point de vue de l'efficacité lumineuse.
- Ils doivent être comparés à d'autres mesures visant des économies d'énergie de l'éclairage.

## f. Lampes fluorescentes compactes

### Introduction

- Les lampes fluorescentes compactes (ou fluocompactes) sont des lampes fluorescentes de petite taille.

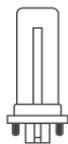
### Types

- Il existe deux grands types de lampes fluocompactes :
  - les lampes à ballast intégré ou à culot à visser, qui peuvent remplacer directement les lampes à incandescence
  - les lampes à culot à broches pour les luminaires d'éclairage fluorescent compacts
- Les lampes fluocompactes sont également offertes en une grande variété de tailles, de puissances et de formes. Les modèles sont divers : à deux tubes, à quatre tubes, à long tube, à tube torsadé, réfléchissant et sous enveloppe protectrice.

## 9 Lampes fluorescentes



Lampes fluocompactes  
à culot à visser



T4 à  
2 tubes



T4, T5  
à 4 tubes



T5 à  
long tube



Dulux S



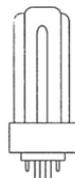
Dulux S/E



Dulux D



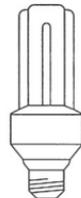
Dulux DE



Dulux T



Dulux T/E/IN



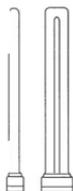
Dulux EL 15,20 & 23 W



Dulux EL Globe



Dulux EL Reflector



Dulux L



Dulux F



## 9 Lampes fluorescentes

### Formes des lampes

Lampes	Ballast magnétique (W)	lm	lm/W	Longueur (mm)	Longueur (po)	Temp. couleur (°K)	IRC	Durée de vie utile (h)	Culot
<b>À 2 tubes</b>									
5 W	8 W	250	50	105	4 1/8	2700	82	10,000	G23
7 W	10 W	400	57	135	5 5/16	2700	82	10,000	G23
9 W	12 W	600	67	167	6 9/16	2700	82	10,000	G23
13 W	17 W	900	69	178	7 1/2	2700	82	10,000	G23
<b>À 4 tubes</b>									
10 W	14 W	600	60	108	4 1/4	2700	82	10,000	G24D-1
13 W	17 W	900	69	140	5 5/8	2700	82	10,000	G24D-1
18 W	23 W	1,250	69	170	6 7/8	2700	82	10,000	G24D-2
26W	32 W	1,800	69	190	7 1/2	2700	82	10,000	G24D-3
<b>À long tube ou à flux élevé</b>									
18W	25 W	1,250	69	221	8 11/16	2700	82	10,000	2G11
						3000	82	10,000	2G11
						4000	82	10,000	2G11
24 W	32 W	1,900	79	320	12 9/16	2700	82	10,000	2G11
						3000	82	10,000	2G11
						4000	82	10,000	2G11
36 W	48 W	3,000	83	417	16 7/8	2700	82	10,000	2G11
						3000	82	10,000	2G11
						4000	82	10,000	2G11

## Types à ballast intégré

Lampe	Watts	Lumens	Lumens par watt	Durée de vie	Peut remplacer
CF7EL	7	280	40	6 000 h	lampe de lustre 25 W
CF14EL	14	800	57.1	6 000 h	lampe 60 W A
CF15EL/G	15	700	46.7	6 000 h	lampe 60 W G
CF20EL	20	1,200	60	6 000 h	lampe 75 W A
CF20EL/R	20	875	43.8	6 000 h	lampe 70 W ER
CF23EL	23	1,450	63	6 000 h	lampe 100 W

## Remarques générales

- Les lampes à ballast intégré (à culot à visser) offrent les mêmes caractéristiques que les lampes à incandescence (petite taille, forme, gradation de l'intensité lumineuse, à 3 intensités, etc.)
- Les lampes fluocompactes sont environ quatre fois plus efficaces que les lampes à incandescence standard.
- L'efficacité lumineuse augmente avec la taille et la puissance de la lampe. Les lampes de petite taille et de faible puissance sont en général moins efficaces que les lampes de plus grande taille et de puissance supérieure.
- Les lampes fluocompactes ont une durée de vie utile 10 fois plus longue que celle des lampes à incandescence standard, et leurs coûts d'entretien sont inférieurs.
- Leur IRC (indice de rendu des couleurs) est élevé, en général supérieur à 82, mais il reste inférieur à celui des lampes à incandescence.
- Comme toutes les lampes fluorescentes, elles nécessitent un ballast pour fonctionner.
- Les lampes sont interchangeables d'un fabricant à l'autre.
- Elles ont une longueur hors-tout maximale.

## 9 Lampes fluorescentes

- La plupart des lampes fluocompactes sont offertes en une variété de valeurs de la température de couleur, tout comme les lampes fluorescentes T5 et T8 (3000 °K, 3500 °K, 4100 °K).
- Il existe un programme “Energy Star” pour les lampes fluorescentes compactes en Amérique du Nord.

### Luminaires pour lampes fluocompactes

- De nombreux fabricants produisent des luminaires pour lampes fluocompactes qui comprennent un ballast et une douille spécialement conçus. Ces luminaires sont proposés en plusieurs versions : encastrés, en saillie et décoratifs.
- Les fabricants de lampes produisent des dispositifs de modification ou d'adaptation qui comprennent le ballast et la douille de la lampe, et sont munis d'un culot à visser directement dans la douille d'une lampe à incandescence standard (voir ci-dessus l'article intitulé “Types à ballast intégré”).
- Les luminaires encastrés pour lampes fluocompactes doivent comporter un réflecteur convenablement conçu, sinon la lumière restera piégée à l'intérieur du luminaire et sera gaspillée.

### Lampes fluocompactes à deux tubes

- Elles peuvent servir à remplacer les petites lampes à incandescence.
- Les lampes fluocompactes de 5 W, 7 W, 9 W et 13 W peuvent remplacer les lampes à incandescence de, respectivement, 25 W, 40 W, 50 W et 60 W.
- Les lampes fluocompactes de puissances nominales diverses utilisent des culots et des douilles légèrement différents, afin d'éviter la possibilité d'installer une lampe dans un luminaire ayant un ballast inadéquat pour cette lampe. Par exemple, il est

impossible d'installer une lampe de 13 W dans la douille d'un luminaire avec un ballast prévu pour une lampe de 26 W.

### Applications

- Vestibules, couloirs et corridors, et également tout endroit où les lampes restent de longues heures allumées.
- Luminaires encastrés avec éclairage vers le bas.
- Luminaires montés sur des murs et des plafonds.
- Signalisation lumineuse.
- Luminaires d'éclairage de sécurité.
- Luminaires d'éclairage de bureau et d'aires de travail.
- Éclairage d'expositions et de vitrines (musées, magasins).
- Remplacement d'ampoules dans des luminaires qui ne sont pas aisément accessibles.

### Lampes fluocompactes à quatre tubes

- Elles sont constituées en combinant deux lampes fluocompactes à deux tubes.
- On les nomme également "lampes bitubes doubles ou lampes à tubes quadruples".
- Elles ont la même longueur que les lampes compactes à deux tubes, mais un rendement lumineux (lumens) double.
- Les lampes fluocompactes à quatre tubes de 9 W, 13 W, 22 W et 28 W peuvent remplacer les lampes à incandescence de, respectivement, 40 W, 60 W, 75 W et 100 W.

## 9 Lampes fluorescentes

### Applications

- Elles sont comparables aux applications des lampes fluocompactes à deux tubes (voir ci-dessus).
- Par comparaison aux lampes fluocompactes à deux tubes, les lampes fluocompactes à quatre tubes remplacent des lampes à incandescence de puissance relativement plus élevée.

### Lampes fluocompactes à long tube

- Elles sont plus longues que lampes fluorescentes à deux tubes ou à quatre tubes.
- Elles peuvent remplacer des lampes fluorescentes standard.
- Les lampes fluocompactes à long tube de 18 W, 24 W et 36 W ont le même rendement lumineux que les lampes fluorescentes standard respectives F20, F30 et F40, mais avec un tiers seulement de la longueur.
- Les lampes fluocompactes à long tube ont par ailleurs une plus longue durée de vie utile qui peut atteindre jusqu'à 20 000 heures.

## 10 BALLASTS POUR LAMPES DHI

---

### a. Généralités

Tout comme les lampes fluorescentes, les lampes à décharge à haute intensité (ou DHI) sont des lampes à décharge électrique. Un ballast est donc nécessaire pour fournir la tension et le courant destinés à l'allumage et au fonctionnement, afin d'amorcer et de maintenir l'arc.

### b. Ballasts à noyau et bobine

Le ballast DHI standard à noyau et bobine, ou ballast magnétique, se compose d'une série de bobines électriques enroulées sur un noyau en acier laminé. Les bobines sont imprégnées d'un vernis qui assure l'isolation électrique, et qui aide à réduire le bruit et à dissiper la chaleur. Certains ballasts pour usage intérieur sont logés dans des boîtiers en métal et encapsulés à l'aide de matériaux isolants.

### c. Ballasts à démarrage assisté

- Les ballasts DHI à démarrage assisté font appel à une technique d'allumage différente qui réduit des pertes dans le ballast et augmente la performance de la lampe.
- La modification de luminaires avec ajout de ballasts à démarrage assisté peut constituer une bonne solution pour les appareils d'éclairage aux halogénures existant dans les écoles ou les installations industrielles et commerciales.
- Un système aux halogénures à démarrage assisté de 320 W peut remplacer un système de 400 W.
- La lampe à ballast à démarrage assisté cause moins de dépréciation du flux lumineux, offre un meilleur aspect chromatique

## 10 Ballasts pour lampes DHI

pendant la durée de vie de la lampe, et permet un rallumage plus rapide à chaud.

### d. Ballasts électroniques pour lampes DHI

Conçus principalement pour les lampes aux halogénures de faible puissance en céramique-métal, les ballasts électroniques pour lampes DHI sont proposés dans des puissances de lampe de plus en plus élevées.

#### Avantages

- Les ballasts électroniques pour lampes DHI ont une taille considérablement plus petite et un poids plus léger en comparaison des ballasts à noyau et bobine.
- Ils sont plus efficaces que les ballasts conventionnels, procurant jusqu'à 20 % de plus d'économie d'énergie.
- Le signal de sortie en onde carrée augmente la durée de vie de la lampe.
- La détection automatique de fin de vie utile entraîne la coupure de l'alimentation de la lampe plutôt qu'une nouvelle tentative d'allumage.

## 11 LAMPES DHI & LAMPES VSBP

---

### a. Lampes à vapeur de mercure (VM)

Note:

L'usage des lampes à vapeur de mercure devrait être découragé. En effet, ces lampes ne sont pas plus efficaces que les lampes fluorescentes dans les applications d'intérieur. Dans les applications d'extérieur, elles devraient être remplacées par d'autres lampes à décharges. La mise au rebut des lampes à vapeur de mercure exige des techniques spéciales d'élimination à cause du mercure présent dans la lampe. Il est impératif de communiquer avec les autorités locales de gestion des déchets spéciaux pour connaître les méthodes approuvées d'élimination.

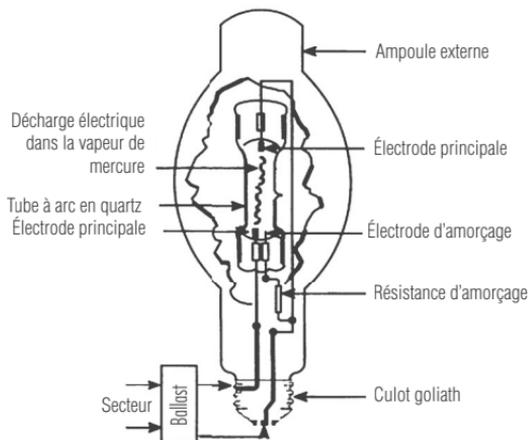
Construction

- La lampe à vapeur de mercure, ou lampe au mercure, est une lampe à décharge à haute intensité (DHI).
- La lumière est produite par un courant qui traverse la vapeur de mercure sous une pression relativement élevée.
- La lampe VM est le type le plus ancien de lampe DHI.
- La lampe VM, comme toutes les lampes DHI, se compose d'un tube à arc enfermé dans une ampoule extérieure (une ampoule dans une ampoule).
- Le tube à arc contient la vapeur de mercure, un gaz d'amorçage (argon) et les électrodes.
- L'ampoule externe contient un gaz inerte (azote) servant à empêcher l'oxydation des pièces internes, et à maintenir la température de fonctionnement.

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

- Le cas échéant, un enduit fluorescent (phosphore) recouvre l'intérieur de l'ampoule externe, de façon à produire la lumière visible à la température de couleur voulue.

### Construction et circuit types d'une lampe au mercure (VM)



### Fonctionnement

- Lorsque la lampe est allumée, une tension est appliquée pour amorcer un arc entre l'électrode d'amorçage et l'électrode principale voisine, arc qui vaporise le mercure.
- Le temps de "préchauffage" pris par la lampe jusqu'à ce qu'elle atteigne son flux lumineux maximal, est de cinq à sept minutes.
- La durée de "rallumage" (temps nécessaire pour que la lampe se rallume après avoir été éteinte temporairement) est de 10 minutes environ.

- Au moment où la lampe s'allume, sous l'action de l'arc électrique qui se forme, la vapeur de mercure émet de la lumière et un rayonnement ultra-violet (UV).
- Le rayonnement UV peut être converti en lumière visible par un enduit de phosphore recouvrant l'intérieur de l'ampoule externe.
- Les lampes VM, comme toutes les lampes DHI, exigent des ballasts.

### Puissances nominales

- Lampes standard VM : de 40 à 1000 watts.
- Lampes VM à ballast intégré : de 160 à 1250 watts.

### Durée de vie

- La plupart des lampes VM offrent une durée de vie utile de 24 000 heures ou plus.

### Couleur

- Il existe deux types de lampes VM : celles à ampoule transparente et celles à ampoule phosphorée.
- Les lampes VM à ampoule transparente donnent une couleur blanche à reflets bleutés et un piètre rendu des couleurs.
- Les lampes VM à ampoule phosphorée donnent un aspect chromatique et un rendu des couleurs meilleurs.

### Efficacité lumineuse

- Les lampes VM sont les moins efficaces de toutes les lampes DHI.
- Les lampes VM sont plus efficaces que les lampes à incandescence, mais moins efficaces que les lampes fluorescentes.

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

- L'efficacité lumineuse des lampes VM est comprise entre 10 et 63 lumens par watt.

### Applications

- En raison de leur piètre rendement lumineux, les lampes VM ne sont plus préconisées pour les nouvelles constructions, ni pour les modifications ou rénovations.
- À cause du mercure qu'elles contiennent, les lampes VM exigent des méthodes spéciales de mise au rebut. Il est impératif d'entrer en contact avec les autorités locales de gestion des déchets spéciaux pour connaître les méthodes approuvées d'élimination.
- Les lampes à vapeur de mercure conviennent, dans le secteur industriel, à des applications intérieures.
- Les lampes VM conviennent à l'éclairage public, à l'éclairage de sécurité et à l'éclairage d'illumination.
- Les lampes VM conviennent aux magasins de détail, centres commerciaux intérieurs, restaurants, cafétérias, terminus d'autobus, aéroports, halls d'entrée, foyers, gymnases, banques, granges.

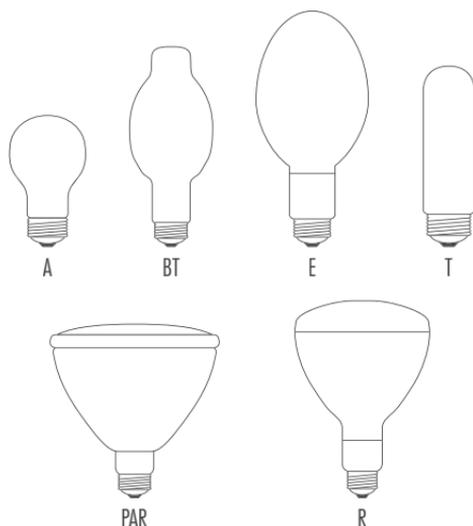
118

### Lampes VM comparées aux autres lampes à décharge à haute intensité

- Il peut être plus économique de remplacer les lampes VM par des lampes aux halogénures ou par des lampes à vapeur de sodium à haute pression (VSHP), qui offrent une efficacité lumineuse bien meilleure.
- Ces lampes à remplacement direct peuvent améliorer l'efficacité lumineuse de plus de 70 %.

- Consulter les sections sur les lampes HM (halogénures métalliques) et les lampes VSHP.
- Les lampes VM sont rarement utilisées dans les nouveaux systèmes d'éclairage.

### Formes des lampes



### Code des diverses formes de lampes

**A** :Arbitraire

**BT** :Tubulaire renflée

**E** :Elliptique

**PAR** :Réflecteur parabolique aluminisé

**R** :Réflecteur

**T** :Tubulaire

# 11 Lampes DHI & lampes VSBP

## Données sur les lampes

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance, ballast inclus 1 lpe (2 lpes)	Durée de vie (h)	lm initiaux	lm/W initiaux	lm moyens	lm/W moyens	Temp. couleur (°K)	IRC	LLD
-------------------------	---------------	---	------------------	-------------	---------------	-----------	-------------	--------------------	-----	-----

### À ampoule transparente

H43 75	75	95 (190)	24,000	2,800	29.5	2,430	25.6	7,000	22	0.73
H38 100	100	125 (250)	24,000	4,100	32.8	3,380	27.0	7,000	22	0.78
H42 125	125	155 (310)	24,000	5,700	36.8	5,020	32.4	7,000	22	0.88
H39 175	175	210 (410)	24,000	7,900	37.6	7,400	35.2	6,800	22	0.88
H37 250	250	290 (580)	24,000	12,000	41.4	10,800	37.2	5,900	22	0.81
H33 400	400	450 (880)	24,000	20,500	45.6	18,700	41.6	5,900	22	0.84
H35 700	700	775 (1,550)	24,000	41,000	52.9	37,300	48.1	5,900	22	0.81
H36 1000	1,000	1,100 (2,200)	24,000	57,500	52.3	50,600	46.0	5,900	22	0.78

### À ampoule phosphorée

H46 50/DX	50	63 (125)	16,000	1,575	25.0	1,260	20.0	4,000	43	0.61
H43 75/DX	75	95 (190)	16,000	2,800	29.5	2,250	23.7	4,000	43	0.72
H38 100/DX	100	125 (250)	24,000	4,200	33.6	3,530	28.2	4,000	43	0.70
H42 123/DX	125	155 (310)	24,000	6,350	41.0	5,270	34.0	4,000	43	0.76
H39 175/DX	175	210 (410)	24,000	8,600	41.0	7,650	36.4	4,000	43	0.70
H37 250/DX	250	290 (580)	24,000	13,000	44.8	11,000	37.9	4,000	43	0.62
H33 400/DX	400	450 (880)	24,000	23,000	51.1	18,400	40.9	4,000	43	0.70
H35 700/DX	700	775 (1,550)	24,000	44,500	57.4	34,500	44.5	4,000	43	0.64
H36 1000/DX	1,000	1,100 (2,200)	24,000	63,000	57.3	47,500	43.2	4,000	43	0.65

### À ballast intégré (pour remplacement des lampes à incandescence)

H160		160	160	12,000	2,300	14.4	1,600	10.0		
H250		250	250	12,000	5,000	20.0	3,750	15.0		
H450		450	450	16,000	9,500	21.1	7,125	15.8		
H750		750	750	16,000	14,000	18.7	10,500	14.0		

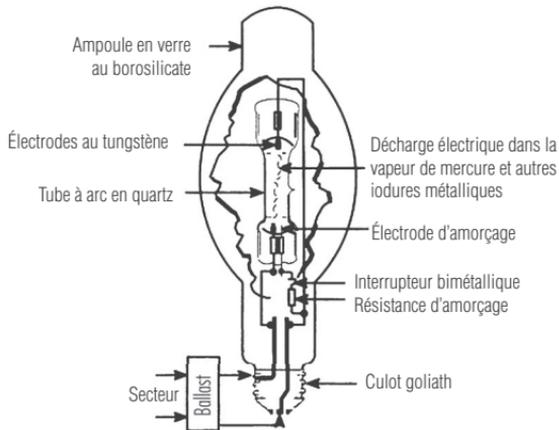
- Notes :**
- Le montage des lampes orientées est indiqué seulement par HOR (horizontal) ou VER (vertical).
  - Lorsque l'orientation n'est pas précisée, la valeur indiquée du rendement en lumen s'applique au montage vertical. Des valeurs légèrement réduites seront obtenues si la lampe est montée dans d'autres orientations.
  - Les données de durée de vie utile et de lumens moyens pour les lampes DHI sont basées sur 10 heures par amorçage.
  - H indique des lampes au mercure (H pour Hg, symbole chimique du mercure).
  - Ces lampes sont graduellement éliminées.

## b. Lampes aux halogénures

### Construction

- La construction des lampes aux halogénures métalliques (HM) est en général semblable à celle des lampes VM.
- Les lampes HM fonctionnent selon le même principe que toutes les lampes DHI.
- La principale différence est que le tube à arc contient des sels métalliques (de scandium et de sodium) en plus de la vapeur de mercure et du gaz argon.
- Comme toutes les lampes DHI, les lampes HM se composent d'un tube à arc enfermé dans une ampoule extérieure.

### Construction et circuit types d'une lampe HM



**Note :** Les lampes à démarrage assisté utilisent une tension de circuit ouvert plus élevée pour l'allumage

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

### Fonctionnement

- Le temps de préchauffage est d'environ 4 minutes.
- Le temps de rallumage est de 10 à 12 minutes pour les lampes standard, et de 4 à 7 minutes pour les lampes à démarrage assisté.
- Les lampes HM, en général, ne peuvent pas être installées dans n'importe quelle orientation.
- Les lampes à orientation horizontale ont leur tube à arc cintré vers le haut, de façon à suivre la courbe naturelle du jet d'arc dans l'orientation horizontale.

### Puissances nominales

- La puissance de ces lampes varie de 40 à 1500 watts.

### Durée de vie

- Elle est de 6 000 heures (70 W) à 20 000 (400 W).

### Couleur

- Les lampes HM sont disponibles en deux versions : transparente et phosphorée.
- Les lampes transparentes produisent une couleur légèrement blanche à reflets bleutés et offrent un IRC très supérieur à celui des lampes VM.
- Les lampes phosphorées produisent une lumière blanche qui semble plus chaude et un IRC amélioré.
- Les lampes HM présentent une certaine variation de couleur, d'une lampe à l'autre, et il est normal qu'elles changent de couleur au cours de leur durée de vie.

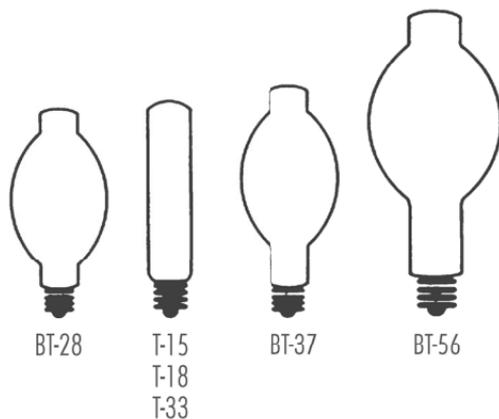
### Efficacité lumineuse

- La lampe HM est actuellement la source la plus efficace de lumière blanche.
- La gamme d'efficacité lumineuse des lampes HM est comprise entre 50 et 110 lumens par watt.
- Les lampes HM sont plus efficaces que les lampes VM et les lampes fluorescentes, mais moins efficaces que les lampes VSHP et les lampes VSBP (à vapeur de sodium à basse pression).
- L'IRC des lampes HM va de 65 à 70.

### Applications

- Elles sont comparables à celles des lampes VM.
- Les lampes HM conviennent bien pour le remplacement des lampes VM.
- Les lampes HM de grande puissance sont utilisées pour l'éclairage d'illumination, l'éclairage public, l'éclairage de grandes zones industrielles et l'éclairage des installations sportives.
- On utilise les lampes HM de plus faible puissance dans les espaces de merchandising, les espaces de rencontre, les écoles et les bâtiments publics.
- Les lampes transparentes sont utilisées pour la télédiffusion en couleur, la photographie en couleur et l'éclairage industriel et commercial.
- On utilise les lampes phosphorées pour l'éclairage d'intérieur d'aires industrielles et commerciales, et pour l'éclairage de zone.

### Formes



BT : Tubulaire renflée

T : Tubulaire

124

Les nombres qui accompagnent ces désignations indiquent le diamètre maximal en huitièmes de pouce.

### Consignes de sécurité à propos des lampes HM

- Les luminaires des lampes HM doivent être entièrement fermés.
- Les lampes HM et VM fonctionnent sous des pressions élevées et à de très hautes températures; et il y a possibilité que le tube à arc se rompe.
- Si cela se produit, l'ampoule externe entourant le tube à arc peut se briser et des particules de quartz brûlantes (expulsées par le tube à arc) ainsi que des fragments de verre (de l'ampoule externe) entraînent des risques de blessures ou d'incendie.
- Les sociétés Sylvania et Générale Électrique émettent des avertissements aux utilisateurs de leurs lampes HM.

- Avertissement émis par Sylvania :
  - toutes les lampes HM doivent être utilisées dans des luminaires fermés.
  - les boîtiers fermés doivent être faits en matériau approprié, tel que du verre trempé.
- Avertissement émis par Générale Électrique :
  - toutes les lampes HM orientées dans la position horizontale ou dans une position de plus de 15 % par rapport à la verticale, devraient être utilisées dans des luminaires fermés.
  - les lampes HM de 175 W, 250 W et 1500 W, peu importe leur orientation, devraient être utilisées dans des luminaires fermés.
  - les lampes HM de 325 W, 400 W, 950 W et 1000 W, dans la position verticale ou dans une position de moins de 15 % par rapport à la verticale, peuvent être employées dans des luminaires ouverts.
  - dans les systèmes d'éclairage continu, il est nécessaire d'éteindre les lampes une fois par semaine pendant au moins 15 minutes.
  - les lampes HM qui sont proches de la fin de leur vie utile peuvent ne pas s'allumer.
  - dans les luminaires, il faut remplacer les lampes à la fin de leur vie utile, ou juste avant.

### Remplacement direct des lampes VM

- Certaines lampes HM sont conçues pour remplacer directement les lampes VM, c.-à-d. qu'elles sont compatibles avec les luminaires et ballasts existants des lampes VM.

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

- En comparaison des lampes VM, les lampes HM affichent une bien meilleure efficacité lumineuse (plus de 70 %), mais leur durée de vie est généralement plus courte.
- Les lampes HM sont idéales pour des améliorations en vue de la conservation d'énergie.

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance, ballast inclus 1 ppe (2 ppe-s)	Durée de vie (h)	Im initial	Im/W initial	Im moyens	Im/W moyens	Temp. couleur (°K)	IRC	LID
<b>Lampe standard à ampoule transparente</b>										
M175	175	200	10,000	14,000	70.0	10,800	54.0	4,500	65	0.73
M250	250	275	10,000	20,500	74.5	17,000	61.8	4,700	65	0.72
M400	400	450 (880)	20,000	34,000	75.6	25,600	56.9	4,000	65	0.69
M1000	1,000	1,075 (2,160)	12,000	110,000	102.3	88,000	81.9	4,000	65	0.72
M1500	1,500	1,6200	3,000	155,000	96.3	142,500	88.5	3,900	65	0.88

## Lampe standard à ampoule phosphorée

M175/C	175	200	10,000	14,000	70.0	10,200	51.0	3,900	70	0.67
M250/C	250	275	10,000	20,500	74.5	16,000	58.2	3,900	70	0.67
M400/C	400	450 (880)	20,000	34,000	75.6	24,600	54.7	3,700	70	0.63
M1000/C	1,000	1,075 (2,160)	12,000	10,000	102.3	84,000	78.1	3,400	70	0.67

## Lampe haute performance à ampoule transparente

M175/HOR	175	200	10,000	15,000	75.0	12,000	60.0	4,700	65	0.70
M400	400	450 (800)	20,000	40,000	88.9	32,000	71.1	4,500	65	0.71
M1000/VER	1,000	1,075 (2,160)	12,000	125,000	116.3	100,000	93.0	3,500	65	0.72

## Lampe haute performance à ampoule phosphorée

M175/C/HOR	175	200	10,000	15,000	75.0	11,300	56.5	4,200	70	0.66
M400/C	400	450 (800)	20,000	40,000	88.9	31,000	68.9	3,800	70	0.64
M1000/C/VER	1,000	1,075 (2,160)	12,000	125,000	116.3	95,800	89.1	3,100	70	0.64

## Lampe HM fonctionnant sur ballast à vapeur de mercure

### Transparente

M325	325	375	20,000	28,000	74.7	18,200	48.5	4,000	65	0.57
M400	400	450	15,000	34,000	75.6	20,400	45.3	4,000		0.45
M1000	1,000	1,100	12,000	107,000	97.3	85,600	77.8	3,800		0.75

### Phosphorée

M325/C	325	375	20,000	28,000	74.7	17,600	46.9	3,700	70	0.54
M400/C	400	450	15,000	34,000	75.6	19,600	43.6	3,700		0.45

### Notes:

- Le montage des lampes orientées est indiqué seulement par HOR (horizontal) ou VER (vertical).
- Lorsque l'orientation n'est pas précisée, la valeur indiquée du rendement en lumen s'applique au montage vertical.

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

Des valeurs légèrement réduites seront obtenues si la lampe est montée dans d'autres orientations.

• Les données de durée de vie utile et de lumens moyens pour les lampes DHI sont basées sur 10 heures par amorçage.

Lampes aux halogénures avec tube à arc en céramique

### Description générale

- Afin de répondre aux irrégularités de couleur des lampes aux halogénures au cours de leur vie utile, les fabricants de lampes ont combiné le tube à arc intérieur en céramique des lampes VSHP avec le mélange gazeux et les métaux utilisés dans les lampes aux halogénures, pour produire les lampes aux halogénures avec tube à arc en céramique (lampes CMH).
- Ces lampes offrent des avantages marqués par rapport aux lampes aux halogénures typiques, et sont disponibles en version PAR afin de s'ajuster aux plus petits luminaires encastrés et aux spots montés sur rail.
- Ces lampes et luminaires permettent des économies d'énergie considérables par rapport aux lampes à incandescence largement utilisées dans les systèmes d'éclairage des magasins de détail et des vitrines.

### Comparaison

Lampe halogène PAR 38, à faisceau large, de 120 W : 25°, durée de vie de 3000 heures, MBCP de 7700, 1800 lm, IRC de 95.

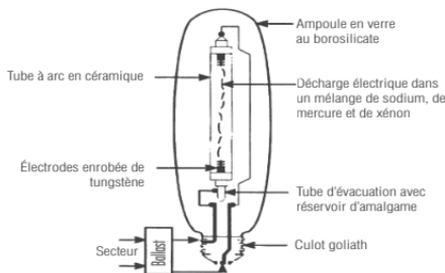
Lampe CMH PAR 30, à faisceau large de 39 W (55W avec ballast électronique) : 30°, durée de vie de 9000 heures, MBCP de 7400, 2300 lm, IRC de 85.

## c. Lampes à vapeur de sodium à haute pression

### Construction

- Les lampes à vapeur de sodium à haute pression (VSHP) sont des lampes DHI produisant de la lumière lorsqu'une décharge électrique ionise, en la traversant, une vapeur de sodium.
- Comme toutes les lampes DHI, les lampes VSHP se composent d'un tube à arc enfermé dans une ampoule extérieure.
- Le tube à arc contient du xénon (gaz d'amorçage), du sodium et du mercure.
- Le mercure se présente sous forme d'amalgame avec le sodium.
- Les lampes VSHP ne sont pas munies d'électrodes d'allumage en raison du petit diamètre du tube à arc.
- Le tube à arc est fait en céramique qui peut supporter des hautes températures (1300 °C) et résister aux effets corrosifs du sodium chaud.

### Construction et circuit types d'une lampe VSHP



## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

### Fonctionnement

- Le ballast fournit une impulsion à haute tension (2500 V) d'une microseconde pour allumer la lampe.
- Cette pointe de haute tension amorce l'arc de xénon entre les électrodes principales.
- Le mercure et le sodium, se vaporisant alors rapidement, maintiennent l'arc.
- Le temps de préchauffage dure de trois à quatre minutes.
- La durée de rallumage est d'environ une minute – ce qui constitue la plus courte durée de rallumage de toutes les lampes DHI.

### Puissances nominales

- La puissance des lampes VSHP varie de 35 à 1000 watts.

130

### Durée de vie

- Elle est de 24 000 heures pour la plupart des lampes VSHP.

### Couleur

- La lumière des lampes VSHP est habituellement décrite comme une lumière de couleur or blanc.
- Les lampes VSHP sont disponibles dans des versions transparente ou opalisée.
- Les lampes à couleur améliorée fonctionnant sous des pressions accrues offrent un meilleur rendu des couleurs, mais aux dépens de la durée de vie de la lampe et de l'efficacité lumineuse.

### Efficacité lumineuse

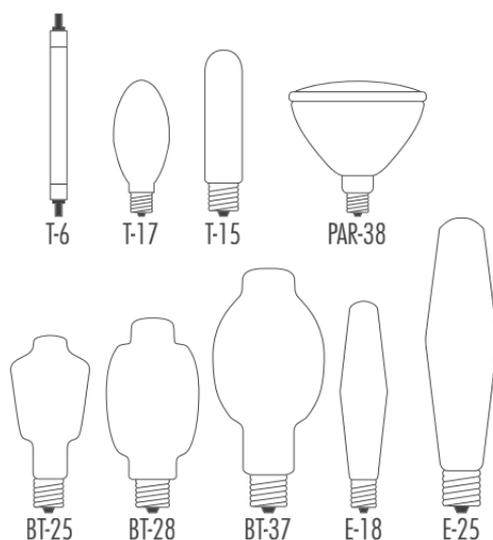
- Les lampes VSHP sont la source la plus efficace de lumière or blanc.
- Les lampes VSHP sont plus efficaces que les lampes HM, mais moins efficaces que les lampes à vapeur de sodium à basse pression (VSBP).
- L'efficacité lumineuse varie de 50 à 140 lumens par watt.
- L'efficacité lumineuse augmente avec la puissance de la lampe.

### Applications

- Les lampes VSHP conviennent à toutes les applications où la couleur n'est pas un facteur important.
- Les lampes VSHP transparentes sont utilisées dans l'éclairage routier, l'éclairage d'illumination, l'éclairage industriel, l'éclairage de zone et l'éclairage d'aéroport.
- Les lampes opalisées sont utilisées dans l'éclairage de zone et l'éclairage d'illumination, l'éclairage de sécurité, l'éclairage intérieur dans les installations industrielles et commerciales, et l'éclairage des aires de stationnement.

# 11 Lampes DHI & lampes VSBP

## Formes



132

## Code des diverses formes de lampes

B : En balle de fusil

BT : Tubulaire renflée

E : Elliptique

PAR : Réflecteur parabolique aluminisé

T : Tubulaire

Les nombres qui accompagnent ces désignations indiquent le diamètre maximal en huitièmes de pouce.

# 11 Lampes DHI & lampes VSBP

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance totale (W) ballast inclus 1 lampe	Durée de vie utile (h)	Lumens initiaux	lm/W initiaux	lm moyens	Temp. couleur (°K)	IRC	LID
<b>Lampe transparente</b>									
S 35	35	55	16,000	2,250	40.9	2,025	36.8	1,900	21 0.84
S 50	50	70	24,000	4,000	57.1	3,600	51.4	1,900	21 0.81
S 70	70	95	24,000	5,800	61.1	5,220	54.9	2,100	21 0.83
S 100	100	130	24,000	9,500	73.1	8,500	65.8	2,100	21 0.79
S 150	150	190	24,000	16,000	84.2	14,400	75.8	2,050	21 0.84
S 200	200	250	24,000	22,000	88.0	19,800	79.2	2,100	21 0.84
S 250	250	305	24,000	27,500	90.2	24,750	81.1	2,100	21 0.84
S 400	400	475	24,000	50,000	105.3	45,000	94.7	2,100	21 0,86
S 1000	1.000	1.095	24.000	140.000	127.9	126.000	115.1	2.100	21 0.84
<b>Lampe opalisée</b>									
S 35/D	35	55	16,000	2,150	39.1	1,935	35.2	1,900	21 0.84
S 50/D	50	70	24,000	3,800	54.3	3,420	48.9	1,900	21 0.81
S 70/D	70	95	24,000	5,400	56.8	4,860	51.2	1,900	21 0.83
S 100/D	100	130	24,000	8,800	67.7	7,920	60.9	2,100	32 0.83
S 150/D	150	190	24,000	15,000	78.9	13,500	71.1	2,100	32 0.83
S 250/D	250	305	24,000	26,000	85.2	23,400	76.7	2,100	32 0.84
S 400/D	400	475	24,000	47,500	100.0	42,750	90.0	2,100	32 0.80
<b>Lampe transparente à couleur améliorée</b>									
150	150	190	7,500	13,600	71.6	12,240	64.4	2,400	65 0,27
200	200	250	7,500	19,000	76.0	17,100	68.4	2,400	65 0.87
250	250	305	10,000	25,500	82.0	22,500	73.8	2,400	65 0.87
<b>Lampe opalisée à couleur améliorée</b>									
150	150	190	10,000	13,000	68.4		2,300	70	0.89
250	250	305	10,000	23,000	75.4		2,300	70	0.89
400	400	475	10,000	39,500	82.1		2,300	70	0.89

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

### Remplacement direct des lampes VM

- Certaines lampes VSHP sont conçues pour un remplacement direct des lampes VM, c.-à-d. qu'elles sont compatibles avec les luminaires et ballasts des lampes VM.
- Les lampes VSHP ont une efficacité lumineuse d'au moins 70 % supérieure à celle des lampes VM, mais leur durée de vie est généralement plus courte.
- Les lampes VSHP sont souvent utilisées pour des améliorations visant la conservation d'énergie.
- Pour plus de renseignements sur ces lampes, consulter le tableau ci-dessous :

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance totale (W) ballast inclus 1 lampe	Durée de vie utile (h)	lm initiaux	lm/W initiaux	lm moyens	lm/W moyens	Temp. couleur (°K)	IRC	LLD
-------------------------	---------------	--	------------------------	-------------	---------------	-----------	-------------	--------------------	-----	-----

#### Lampe VSHP fonctionnant sur ballast à vapeur de mercure

##### Transparente

150	150	180	12,000	13,000	72.2	11,700	65.0	1,800		0.85
215	215	250	12,000	20,000	80.0	18,000	72.0	2,060		0.85
360	360	405	16,000	38,000	93.8	34,960	86.3	2,060		0.88
880	880	930	12,000	102,000	109.7	91,800	98.7	2,100		0.67

##### Phosphorées

150	150	180	12,000	12,000	66.7	10,800	60.0	1,800		0.85
330	330	380	16,000	30,000	78.9	27,000	71.1	2,000	30	0.73
360	360	405	16,000	36,000	88.9	32,400	80.0	2,060		0.88

**Notes :** • Les lampes VSHP peuvent fonctionner dans toute orientation sans affecter le flux lumineux.

- Les données de durée de vie utile et de lumens moyens pour les lampes DHI sont basées sur 10 heures par amorçage.

## d. Lampes à vapeur de sodium à basse pression

### Construction

- Les lampes à vapeur de sodium à basse pression (VSBP ou SOX) sont les lampes DHI qui fonctionnent à basse pression et dans lesquelles l'arc est entretenu par la vapeur de sodium ionisée.
- Les lampes VSBP se rapprochent davantage des lampes fluorescentes que des lampes DHI, vu que la décharge électrique se produit à basse pression et à faible intensité, et que la lampe a une forme linéaire.
- Une lampe VSBP est constituée d'un tube à arc en U scellé dans une ampoule extérieure tubulaire transparente.
- Une mince couche d'oxyde d'indium recouvrant la paroi intérieure de l'ampoule extérieure renvoie la plus grande partie du rayonnement infrarouge vers le tube à arc.
- Le tube à arc est enfermé sous vide afin de réduire au minimum la déperdition de chaleur.
- La lampe est conçue de façon à exploiter toute la chaleur qu'elle produit.
- Le tube à arc peut entretenir une température de fonctionnement d'environ 2600 °C, ce qui a pour conséquence une efficacité lumineuse extrêmement élevée.

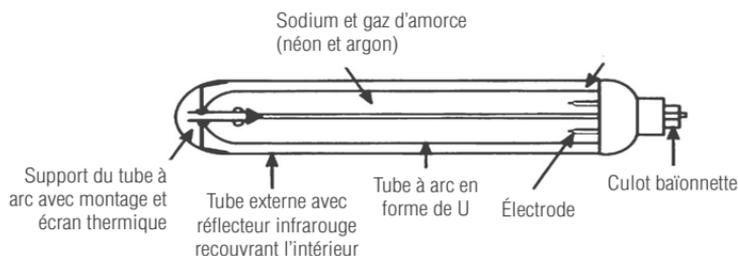
### Fonctionnement

- À la mise sous tension, le courant est transporté par le gaz d'amorçage (néon et argon) et produit une lueur rouge.

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

- À mesure que la lampe s'échauffe, le sodium se vaporise et la décharge commence à montrer la couleur jaune caractéristique d'une lampe VSBP.
- Le temps de préchauffage est d'environ neuf minutes.
- Le temps de rallumage est inférieur à une minute.

### Construction type



136

### Puissances nominales

Les puissances nominales des lampes VSBP vont de 18 à 180 watts.

### Durée de vie

- Lampe SOX 18 - 14 000 heures
- Autres lampes - 18 000 heures

### Couleur

- La lampe VSBP émet une lumière de couleur jaune (monochromatique).
- Le rendu des couleurs est très faible : chaque couleur apparaît jaune ou brun boueux.

- À cause de la couleur monochromatique, l'IRC ne s'applique pas à cette lampe.

### Efficacité lumineuse

- La lampe VSBP offre l'efficacité la plus élevée de toutes les sources lumineuses.
- La gamme d'efficacité lumineuse de ces lampes va de 100 à plus de 180 lumens par watt.
- L'efficacité lumineuse augmente avec la puissance de la lampe.
- La lampe VSBP possède l'efficacité la plus élevée car elle émet une lumière jaune monochromatique proche de la crête de la courbe de sensibilité de l'œil.

### Applications

- Les lampes VSBP ne sont en général pas utilisées dans les nouvelles constructions, mais on peut en trouver dans des bâtiments plus anciens.
- Les lampes VSBP conviennent dans toutes les applications où le rendu de couleur n'est pas un facteur important.
- Les lampes VSBP conviennent à l'éclairage des routes.
- Elles conviennent à l'éclairage de sécurité.
- Elles conviennent à l'éclairage d'illumination de zone.
- Elles conviennent à l'éclairage d'entrepôts.

## 11 Lampes DHI & lampes VSBP

Désignation de la lampe	Puissance (W)	Puissance totale (W) ballast inclus	Durée de vie utile (h)	lm initiaux	lm/W initiaux	lm moyens	lm/W moyens	Temp. couleur (°K)	LID
SOX 18	18	32	14,000	1,800	56.3	1,800	53.7	1,740	1.03
SOX 35	35	60	18,000	4,800	80.0	4,800	76.2	1,740	1.03
SOX 55	55	80	18,000	8,000	100.0	8,000	95.2	1,740	1.03
SOX 90	90	125	18,000	13,500	108.0	13,500	103.1	1,740	1.03
SOX 135	135	170	18,000	22,500	132.4	22,500	126.4	1,740	1.03
SOX 180	180	215	18,000	33,000	153.5	33,000	146.7	1,740	1.03

Notes : • La puissance et le rendement lumineux (lm) des lampes VSBP augmentent respectivement d'environ 7 % et 5 % vers la fin de la durée utile de la lampe.

• En raison de la nature monochromatique des lampes VSBP, l'IRC n'est pas applicable.

## 12 AUTRES SOURCES DE LUMIÈRE

---

### a. Système sans électrodes à couplage pad induction

Une bobine d'induction est alimentée par un générateur à haute fréquence. Le courant induit suscite l'accélération des particules chargées à l'intérieur de l'ampoule de la lampe. Les atomes de vapeur du métal sont alors excités et ionisés, ce qui entraîne un dégagement d'énergie ultra-violette. Cette énergie UV rend luminescente la couche de phosphore sur la paroi interne de l'ampoule, produisant de la lumière blanche.

- Ces produits connaissent de plus en plus d'applications, en particulier dans l'éclairage routier où une longue durée de vie des lampes est un indéniable avantage.
- Deux grands fabricants de lampes proposent de tels produits.
- Vu que ces produits sont brevetés (marque déposée), ils ne sont pas interchangeables.
- Ces produits exigent des douilles spéciales et des circuits de commande électronique particuliers.
- Extrêmement longue, la durée de vie des lampes est en général de 100 000 heures.
- Pour l'instant, ces produits sont encore très coûteux.

## 12 Autres sources de lumière

- Système Icetron de OSRAM/Sylvania

Puissance (W)	Lumens	Durée de vie
107	6280	100,000

- Système QL Induction Lighting de Philips

Puissance (W)	Lumens	Durée de vie
85	6000	100,000

### b. Éclairage par fibre optique

Un système d'éclairage par fibre optique contient plusieurs composantes. Le bloc d'éclairage est la composante active; il contient une source de lumière soit à halogène à incandescence, soit aux halogénures, une alimentation électrique, et un dispositif de convergence de la lumière en un faisceau focalisé. Le bloc d'éclairage peut également contenir un ventilateur destiné à prolonger la vie utile de la lampe et un disque de couleurs ou tout autre système de modification du faisceau, de sorte qu'il est possible de changer l'intensité, la configuration et la couleur de la lumière. La fibre elle-même est faite en verre ou en plastique, et utilise principalement la réflexion interne pour transmettre la lumière le long de la gaine optique. Il existe deux types de fibre émettant de la lumière : la fibre qui émet seulement à son extrémité et celle qui émet sur toute sa longueur. Le premier type est employé tel quel ou en combinaison avec diverses lentilles afin de commander le faisceau. Le deuxième type donne une ligne de lumière continue sur toute la longueur de la fibre et il est employé pour l'éclairage décoratif autour des bâtiments et des piscines.

- L'éclairage par fibre optique n'est pas vraiment une source lumineuse, mais plutôt une méthode de transmission de la lumière sur une courte distance.

- Les fabricants ont développé des blocs d'éclairage plus efficaces qui utilisent des lampes aux halogénures et des modèles sophistiqués de réflecteurs optiques.

### Applications

- Les zones spéciales où l'accès aux lampes constitue un problème, notamment les piscines et les vitrines.
- Les endroits où la chaleur des sources lumineuses peut se révéler préjudiciable, comme les présentoirs de produits dans un magasin (épiceries, comptoirs d'alimentation...).

## c. Éclairage par DEL

### Description générale

Une DEL (diode électroluminescente) est une source de lumière électrochimique. Lorsque la diode est polarisée dans le sens passant, de la lumière est émise. Cette lumière est monochromatique et dépend des matériaux utilisés. On peut obtenir de la lumière blanche grâce à des phosphores semblables à ceux utilisés comme enduit à l'intérieur des lampes fluorescentes et DHI.

### Efficacité lumineuse

L'efficacité des sources lumineuses à DEL s'améliore continuellement; aujourd'hui, on trouve des DEL donnant environ 30 lm/W.

### Durée de vie

Le facteur de dépréciation du flux lumineux (LLD) d'une source lumineuse est la réduction graduelle du rendement lumineux, au cours du temps, provoqué par la détérioration normale des phosphores, des cathodes, des filaments et autres composants

## 12 Autres sources de lumière

du système d'éclairage. Les systèmes à DEL durent jusqu'à 100 000 heures, cette durée de vie étant basée sur le fait que lorsque le rendement lumineux a atteint un niveau inférieur à 50 % par rapport au rendement initial, la source lumineuse est considérée comme morte. La durée de vie des systèmes à DEL dépend de plusieurs facteurs, y compris la couleur; les DEL rouges et vertes durent considérablement plus longtemps que les DEL bleues et blanches.

### Avantages

- Très faible consommation d'énergie et production de chaleur négligeable.
- Durée de vie extrêmement longue.
- Défaillances précoces négligeables.
- Excellent rendement de couleur, vu que les DEL sont monochromatiques.
- Très petite taille.
- Résistant aux dommages dus aux chocs et aux vibrations.
- Aucune énergie infrarouge ou ultra-violette n'est émise.

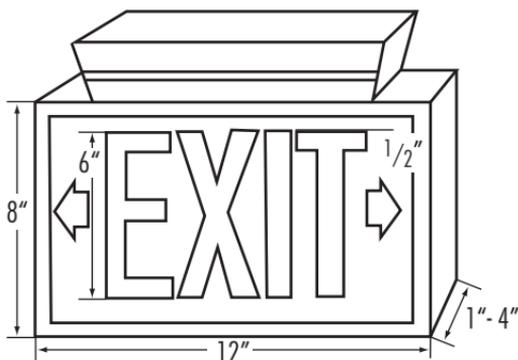
### Applications

- Les DEL sont typiquement utilisées dans les endroits exposés tels que la signalisation, l'éclairage décoratif et festif, l'affichage de produits de consommation, et dans les applications automobiles.
- Les DEL servent comme feux de signalisation.
- Les DEL servent dans les enseignes de sortie.
- Les DEL sont idéales pour les guirlandes lumineuses saisonnières.

## 13 ENSEIGNES DE SORTIE

### Caractéristiques physiques

- La plupart des enseignes de sortie ont environ 12 pouces de longueur, par 8 pouces de hauteur et 4 pouces de profondeur.



Dimensions d'une enseigne SORTIE classique

### Types d'enseignes

On compte deux types d'enseignes de sortie :

- à éclairage externe (rare).
- à éclairage interne (le plus courant).

#### Enseignes à éclairage externe

- Une source de lumière extérieure est dirigée vers l'enseigne.
- Il est facile de remplacer l'ampoule.
- L'enseigne est difficile à voir à travers la fumée.
- La consommation d'énergie est élevée (en général, on y emploie des lampes à incandescence).

## 13 Enseignes de sortie

### Enseignes à éclairage interne

- Enseigne à simple ou à double face, avec source lumineuse interne à l'appareil.
- Certaines enseignes de sortie comportent, à la partie inférieure, une ouverture équipée d'une lentille diffractive qui éclaire mieux l'itinéraire de sortie.

### Sources de lumière des enseignes de sortie à éclairage interne

Il existe quatre sources lumineuses pour les enseignes de sortie à éclairage interne :

- lampes à incandescence
- lampes fluorescentes compactes
- lampes à basse tension : DEL et lampes à incandescence miniatures
- tritium gazeux (les panneaux indicateurs de sortie au tritium ne répondent pas aux nouvelles normes du code du bâtiment en ce qui concerne la luminosité des enseignes de sortie à éclairage interne. Consultez votre concepteur d'éclairage).

### Enseignes à DEL

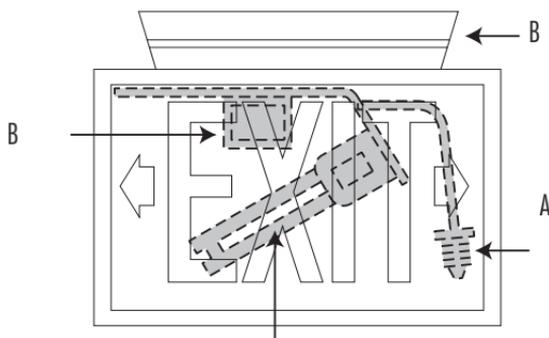
- Les enseignes à DEL (diodes électroluminescentes) comportent des DEL sous tubes en plastique qui forment les lettres.
- Dans ces enseignes, les tubes en plastique servent à la transmission de la lumière.
- Les enseignes à DEL sont moins profondes que les enseignes à lampes à incandescence ou à lampes fluocompactes.
- L'illumination des lettres est plus uniforme.

- La durée de vie des lampes prévue par les fabricants est de 10 à 15 ans.
- Les DEL consomment environ 2 à 3 watts d'énergie.

### Enseignes à lampes fluocompactes

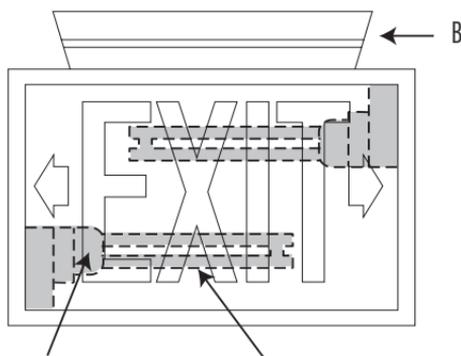
- Elles sont plus coûteuses que les enseignes contenant des lampes à incandescence.
- Dans la plupart des enseignes de sortie à lampes à incandescence, ces dernières peuvent être remplacées par des lampes fluocompactes, sous réserve que l'espace interne de l'enseigne soit suffisant pour recevoir lampes et ballast; mais cette pratique est devenue désuète depuis l'apparition des DEL.

### Lampes fluocompactes de remplacement



## 13 Enseignes de sortie

### Lampes fluocompactes – type câblé



- Les lampes fluocompactes de 5, 7 et 9 watts offrent des niveaux d'éclairage comparables respectivement à ceux des lampes à incandescence de 25, 40 et 60 watts.
- L'éclairage de chacune des lettres n'est pas uniforme.
- La durée de vie des lampes est d'environ un à deux ans.
- Ces lampes consomment entre 12 et 20 watts environ.

### Enseignes au tritium

- Le principe d'éclairage est le même que celui d'un récepteur de télévision.
- Étant radioactif, le gaz tritium subit une désintégration bêta, le noyau libérant un électron qui va frapper un tube enduit de phosphores et ayant la forme du mot SORTIE.
- Une enseigne de sortie moderne au tritium utilise 25 curies (environ 2,5 milligrammes de tritium sous forme gazeuse).
- Aucune source d'électricité extérieure n'est nécessaire.

- La durée de vie de la lampe est de 10 à 20 ans, après quoi elle doit être remplacée.
- Le coût d'investissement est élevé pour la lampe et l'appareil d'éclairage.

### Enseignes munies de lampes à incandescence

Les enseignes de sortie actuelles munies de lampes à incandescence devraient être remplacées immédiatement en raison de leurs coûts élevés de fonctionnement et d'entretien dans les applications commerciales et industrielles.

- Ces enseignes ne sont plus en vente au Canada.
- Les enseignes à lampes à incandescence contiennent en général deux ampoules de 15 ou 25 watts.
- En cas de panne de courant, une enseigne peut être alimentée soit par le système d'alimentation électrique d'urgence, soit par une lampe 12 V située au centre de l'enseigne et alimentée par une pile.
- Les coûts varient en fonction des options de fabrication comme la protection anti-vandalisme, la pile interne et les considérations esthétiques.
- Les enseignes à lampes à incandescence étaient par le passé le type le plus courant d'enseignes de sortie.
- L'éclairage de chaque lettre n'est pas uniforme.
- La durée de vie des ampoules est d'environ un à six mois.
- Ces enseignes ont une consommation d'énergie d'à peu près 30 à 50 watts.

### Prescriptions des codes

- Le Code national du bâtiment du Canada spécifie que :

### 13 Enseignes de sortie

“Le mot SORTIE ou EXIT inscrit sur les panneaux doit être :

- (a) en lettres rouges sur fond contrasté, ou en lettres blanches sur fond rouge, avec une largeur de trait d’au moins 19 mm et une hauteur d’au moins 114 mm dans le cas d’un panneau éclairé de l’intérieur, et
- (b) en lettres blanches sur fond rouge ou en lettres rouges sur fond blanc avec une largeur de trait d’au moins 19 mm et une hauteur d’au moins 150 mm dans le cas d’un panneau éclairé de l’extérieur”.

“L’éclairage des panneaux de sortie doit :

- (a) être assuré par un circuit électrique qui :
  - (i) est distinct des autres circuits, ou
  - (ii) alimente d’autres dispositifs d’urgence, et
- (b) être raccordé à un système d’alimentation électrique d’urgence...”
  - aux États-Unis, la National Fire Protection Association spécifie que les enseignes de sortie “...doivent avoir un niveau d’éclairage minimum de 5 pied-bougies (54 lx) et doivent avoir un rapport de contraste minimum de 0,5”.

Cette condition n’est pas exigée au Canada.

### Évaluation

- Les lampes à incandescence sont peu coûteuses à l’achat, mais leurs coûts de fonctionnement et d’entretien sont élevés.
- Des lampes fluocompactes peuvent être installées dans la plupart des enseignes de sortie à lampes à incandescence afin de diminuer les coûts en énergie ainsi que les coûts d’entretien.

- Les enseignes à lampes DEL consomment moins d'énergie et fournissent un éclairage plus uniforme; leur aspect esthétique est en outre plus agréable.
- Les enseignes au gaz tritium ne consomment pas d'énergie électrique. Leur énergie provient de la désintégration radioactive du tritium. Leur coût initial est élevé, mais elles n'exigent que très peu d'entretien.
- L'efficacité énergétique des enseignes de sortie est désormais réglementée au Canada et la technologie des DEL est la seule qui puisse satisfaire à ces niveaux de rendement énergétique.



## 14 TECHNOLOGIES ÉMERGENTES

---

### Sources de dimensions réduites

- La réduction de la taille des sources de lumière constitue une activité incessante dans le domaine de la recherche et du développement. On trouve actuellement de très petites lampes T4 et T5 39 W aux halogénures avec tube à arc en céramique, et des lampes encore plus petites sont en cours de conception.

### DEL à lumière blanche

- La part de marché des DEL est en forte progression, celles-ci semblant constituer la technologie d'éclairage de l'avenir; des DEL blanches à haute efficacité, à grande longévité et de forme pratique, comme par exemple des modules de lampe à culot à vis de taille moyenne, pourraient remplacer les lampes à incandescence classiques.

### Commandes d'éclairage

- Bien que le sujet sorte du cadre du présent guide, il semble que de nombreuses recherches soient réalisées au niveau des commandes d'éclairage, afin de parvenir à des systèmes de gradation de l'éclairage plus uniforme des sources de lumière telles que les lampes aux halogénures de faible puissance, les lampes fluocompactes et les lampes à DEL.

### Ballasts intelligents

- L'adoption généralisée des ballasts électroniques pour lampes fluorescentes a conduit à l'élaboration de ballasts intelligents comportant un système de gradation de l'éclairage avec possibilités d'adressage individuel des ballasts. Le protocole DALI (Interface numérique d'éclairage adressable) permet aux utilisateurs et aux administrateurs d'immeubles de regrouper

## 14 Technologies émergentes

les luminaires, par voie logicielle, en zones de commande, ce qui éliminerait ainsi les coûts de reprise du câblage dans le cas où un locataire modifie l'emplacement d'une cloison. En se combinant avec des cellules photoélectriques et des détecteurs d'occupation, le système d'éclairage se transforme en un élément proactif de l'immeuble, permettant d'optimiser le contrôle des niveaux d'éclairage.

## 15 CODES, NORMES ET RÉGLEMENTATION

---

Il est plus bien plus aisé, en suivant les recommandations d'un spécialiste qualifié en éclairage, de se conformer aux codes et normes applicables. De nombreuses révisions et modifications vont continuer d'être apportées aux réglementations, tant au niveau national qu'au niveau provincial ou des États. Par exemple, la Loi fédérale canadienne de 1992 sur l'efficacité énergétique prévoit l'établissement et la mise en application de règlements touchant les niveaux minimum de rendement des produits consommant de l'énergie.

La loi impose également l'étiquetage des produits consommant de l'énergie, ainsi que la collecte de données sur l'utilisation de l'énergie. Faisant référence à de nombreuses normes d'essai et de rendement de l'industrie, cette réglementation est gérée au Canada par le ministère Ressources Naturelles Canada (RNCan) [www.oee.nrcan.gc.ca](http://www.oee.nrcan.gc.ca). Elle est applicable aux matériels consommateurs d'énergie visés par le règlement, importés ou fabriqués au Canada, et transportés d'une province à une autre. Il importe de consulter les lois et règlements qui sont en vigueur dans votre compétence.

Citons également l'*Energy Policy Act* (loi américaine sur la politique énergétique) de 1992, un amendement à l'*Energy Policy & Conservation Act* promulgué en 1975. Cette loi incluait des dispositions imposant aux entreprises d'électricité d'investir dans le domaine de la conservation et de l'efficacité de l'énergie, et également de financer la création de centres d'éclairage et du bâtiment à haut rendement énergétique. La mise en œuvre des programmes d'efficacité énergétique et l'appui qui leur a été apporté se sont traduits par d'autres améliorations souhaitées.

## Code pour les bâtiments

Il est important, dans ce cas aussi, de se tenir au courant des exigences locales et régionales. Elles font souvent référence aux codes et normes au niveau national, mais peuvent également contenir des prescriptions plus contraignantes. Parmi les exemples d'efforts sur le plan national, on peut citer :

- Bâtiments résidentiels : Code modèle de l'énergie du Council of American Building Officials (CABO).
- Bâtiments commerciaux : Norme ASHRAE/IESNA 90.1-2004.
- Guide d'interprétation du règlement sur l'efficacité énergétique du Canada – Ressources Naturelles Canada, 1999.

# 16 FEUILLES DE TRAVAIL

---

## Coût de l'éclairage et analyse des économies possibles

a. Feuille de travail type des données de vérification

### RÉSUMÉ DU PROJET

Projet :	Gestionnaire du projet :
Site :	Ingénieur du projet :
Relève du :	Spécialiste en éclairage :
Surface totale ( $\text{pi}^2$ ) :	Concepteur éclairagiste :
Date du rapport :	Bureau régional :
Revu par :	
Projet n° :	
Édifice n° :	

155

### COÛT DE L'ÉCLAIRAGE ET ANALYSE DES ÉCONOMIES POSSIBLES

#### Consommation actuelle d'électricité - (données de l'année de référence) :

Demande annuelle d'électricité — niveau maximal moyen : (kW)

Consommation annuelle d'électricité : (kWh)

Nombre d'heures d'utilisation annuelle (moyenne) : (hrs.)

Coût annuel de l'électricité : ( $\$/\text{pi}^2$ )

#### Information sur les tarifs d'électricité

	Tarifs pondérés	Été	Hiver
--	-----------------	-----	-------

Prime de puissance (kW) - (\$)

# 16 Feuilles de travail

Prime de consommation (kWh) - (\$)

## Résumé des économies d'énergie en éclairage

	Demande (kW)	Consomm. d'électricité (kWh)	Coût	Coût/pi <sup>2</sup>
Consomm. actuelle	0,0	0	0 \$	
Modification proposée	0,0	0	0 \$	
Économies	0,0	0	0 \$	

## Résumé du coût de l'éclairage et des économies

Poste de dépense	Coût	Coût/pi <sup>2</sup>
Coût des matériaux externes	0 \$	[Calculés + ajustements]
Coût de main-d'œuvre extérieure	0 \$	[Calculés + ajustements]
Coût total dépenses externes	0 \$	[Somme ci-dessus 2]
Marge sur service externe (17 %)	0 \$	[Coût multi-+%noté-coûtcalculé/pi <sup>2</sup> ]
Main-d'œuvre Rose Technology (15 %)	0 \$	[Coût multi-+%noté-coûtcalculé/pi <sup>2</sup> ]
Sous-total	0 \$	[Somme ci-dessus 3]
Garantie (0,0 %)	0 \$	[Coût multi-+%noté-coûtcalculé/pi <sup>2</sup> ]
GRAND TOTAL – COÛTS	0 \$	[Somme ci-dessus 2]
Économies lampes & ballasts	0 \$	[Données utilisateur+coûtcalculé/pi <sup>2</sup> ]
Prime encourag. entr. d'électricité	0 \$	[Données utilisateur+coûtcalculé/pi <sup>2</sup> ]
Économies annuelles	0 \$	[Somme ci-dessus+coûtcalculé/pi <sup>2</sup> ]
GRAND TOTAL - ÉCONOMIES	0 \$	
Recouvrement investissement (années)		[Coût total /économies totales]

## NOTES SUR LE PROJET

NOTES : Tension standard (120 V) et lampes (34 W/40 W) actuelles. [Données utilisateur]

(b) Pour les tarifs de prime de puissance et de consommation, voir le tableau ci-dessous.

[Données utilisateur]

projet. (c) Les frais de manipulation des ballasts avec BPC ne sont pas compris dans le coût du

[Données utilisateur]

(d) La teneur en amiante n'est pas prise en compte. [Données utilisateur]

(e) Les zones surlignées représentent des conceptions modifiées en raison des concentrations d'amiante. [Données utilisateur]

(f) [Données utilisateur]

(g) [Données utilisateur]

## 16 Feuilles de travail

b. Feuille de travail type des mesures et des économies

### BILAN ÉNERGÉTIQUE

#### Bilan énergétique actuel

	Demande (kW)	Consomm. d'électricité (kWh)	Coût	Coût/pi <sup>2</sup>
Éclairage	0,0	0	0 \$	[comme ci-dessus]
Charge branchée	0,0	0	0 \$	[Données utilisat.]
Mesures mécan.	0,0	0	0 \$	[Données utilisat.]
<b>TOTAL</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0 \$</b>	

### AJUSTEMENTS AU PROJET

Suppl. matériel	(1)	Monte-charge/échafaudage [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(2)	Entreposage roulotte [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(3)	Benne d'élimination [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(4)	Déplacement [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(5)	Cert. inspection électr. [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(6)	Manip. ballasts avec BPC [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(7)	Mise au rebut des lampes [Tableau suppl. matér.]	0,00 \$	
	(8)		0,00 \$	
		<b>Total supplément matériel</b>	<b>0,00 \$</b>	[Somme suppl. matériel]
Suppl. m-d'œuvre	(1)	Réparation & peinture [Tableau suppl. main-d'œuvre]	0,00 \$	
	(2)		0,00 \$	
	(3)		0,00 \$	
		<b>Total supplémentaire main-d'œuvre:</b>	<b>0,00 \$</b>	[Somme suppl. matériel]

## 17 BIBLIOGRAPHIE

---

- Lighting Reference Guide, 7e édition, janvier 2002
- Rae, Mark S., ed. The IESNA Lighting Handbook, Reference & Application, 9th edition, New York, NY, IESNA, 2000
- Catalogues de Générale Électrique
- Catalogues d'éclairage Philips.
- Catalogues d'éclairage OSRAM/Sylvania.

Sites Web :

<http://www.gelighting.com/na/>

<http://www.nam.lighting.philips.com/can/>

<http://www.sylvania.com/HomeAlternate.htm>

<http://www.venturelighting.com/>



## 18 GLOSSAIRE DES TERMES

---

### Ballast

- dispositif employé avec les lampes à décharge pour obtenir les conditions électriques nécessaires à l'allumage et au fonctionnement.

### Candela (cd)

- unité de mesure fondamentale de laquelle dérivent toutes les autres unités d'éclairément. La puissance lumineuse, ou intensité de la lumière dans une direction déterminée, se mesure en candelas. Une bougie en cire standard a une puissance lumineuse d'une candela environ.
- on emploie les candelas pour comparer les intensités lumineuses de différents types de sources de lumière directionnelles. Dans une lampe spot de 75 W, le centre du faisceau a une intensité de 1730 cd, et dans un projecteur d'illumination, cette intensité est de 430 cd, c'est-à-dire que le centre du faisceau de la lampe spot est quatre fois plus intense que celui du projecteur d'illumination.

### Diffuseur

- dispositif couramment installé à la base ou sur les côtés d'un luminaire pour rediriger ou diffuser la lumière provenant d'une source.

### Diffusion

- dispersion de la lumière qui tombe sur une surface.

### Éclairément lumineux

- densité du flux lumineux (lumens) reçus par unité de surface. L'unité d'éclairément est le lux (lx), 1 lx étant égal à  $1 \text{ lm/m}^2$  (unités SI) ou le pied-bougie (fc), 1 fc étant égal à  $1 \text{ lm/pi}^2$

## 18 Glossaire des termes

(unités impériales). La relation entre le lux et le pied-bougie est  $1 \text{ fc} = 10,76 \text{ lx}$ .

### **Efficacité d'un luminaire**

- rapport du flux total en lumens du luminaire au flux lumineux émis par la lampe; s'exprime en pourcentage.

### **Efficacité lumineuse**

- quotient du flux lumineux total (en lumens) de la source de lumière, par la puissance en watts absorbée par cette source; s'exprime en lumens par watt.

### **Exitance lumineuse**

- la lumière quittant une surface en un point est mesurée en lumens par pied carré.

### **Facteur de réflexion**

- rapport du flux lumineux réfléchi par une surface au flux lumineux incident sur cette surface.

### **Facteur de transmission**

- rapport entre le flux lumineux transmis au travers d'un corps transparent (par ex. verre ou céramique) et le flux de lumière incidente sur ce corps.

### **Flux lumineux**

- quantité de lumière émis par une source (lampe). Le terme flux est souvent utilisé pour décrire l'émission lumineuse totale. Il est exprimé en lumens.

### **Illuminating Engineering Society of North America**

- autorité technique reconnue dans le domaine de l'éclairage en Amérique du Nord (IESNA)

### **Indice de rendu des couleurs (IRC)**

- évaluation de la qualité de restitution des couleurs d'une source lumineuse par comparaison à une source de référence d'indice 100. Plus le RC est élevé, meilleur est le rendu de la couleur.

### Lampe

- terme générique pour une source lumineuse électrique. Une lampe comprend généralement un élément générateur de lumière (tube à arc ou filament), du matériel de fixation, une enveloppe générale et un culot.

### Lumen (lm)

- unité de flux lumineux, c.-à-d. quantité de lumière émise par une lampe. 1 lumen = 1 candela, x 1 stéradian.

### Lumière

- tout rayonnement qui rend les objets visibles. C'est une énergie électromagnétique rayonnante qui peut exciter la rétine et produire une sensation visuelle.

### Luminaire

- appareil d'éclairage complet constitué d'une ou plusieurs lampes et de pièces conçues pour diffuser la lumière, positionner et protéger la ou les lampes, et raccorder l'ensemble à une source d'alimentation électrique.

### Luminance

- quotient de l'intensité lumineuse d'une surface dans une direction donnée, par unité de surface apparente. L'unité de luminance est le NIT qui est égal à un candela/m<sup>2</sup> ou le pied-lambert qui est égal à  $\pi$  candela/pi<sup>2</sup>. Une surface émettant ou réfléchissant de la lumière dans une direction donnée avec une intensité d'une candela par mètre carré de surface apparente a, dans cette direction, une luminance de 1 cd/m<sup>2</sup> ou de 1 NIT.

### Lux (lx)

- unité d'éclairement ou de niveau d'éclairement égale à un lumen uniformément réparti sur une surface d'un mètre carré.

### Photomètre (luxmètre)

- appareil destiné à la mesure des grandeurs photométriques comme l'éclairement (en pied-bougies ou en lux). Il est nécessaire de corriger la cellule photoélectrique, en général une cellule au sélénium, au niveau du cosinus et de la fonction  $V\lambda$ .

### Pied bougie (fc)

- unité de travail pratique pour la mesure du niveau d'éclairement qui est égale à un lumen tombant uniformément sur une surface d'un pied carré.

### Réfraction

- changement de direction que subissent les rayons lumineux en passant à travers du verre ou du plastique transparent.

### Spectre électromagnétique

- gamme totale des longueurs d'onde des fréquences existant dans un rayonnement électromagnétique. Les longueurs d'onde de la partie visible du spectre s'étendent de 380 nm à 780 nm environ (1 nm = 10<sup>-9</sup>m).

### Surfaces lisses

- surfaces dont la réflexion est principalement régulière, par ex. surfaces extrêmement polies ou au fini miroir.

### Température de couleur

- Valeur exprimant des différences de couleurs entre les sources lumineuses. Elle est mesurée en degrés Kelvin (°K).

## 19 INDEX

---

Ballast électronique, lampes fluorescentes	80
Chromaticité	35
Couleurs primaires	34
Courbes d'efficacité lumineuse relative spectrale	31
Densité du flux lumineux	41
Durée de vie utile	51
Éclairage	161
Efficacité lumineuse	123
Fluorescence	49
Incandescence	48
Indice de rendu des couleurs	37
Lampe	49
Lumen	40
Lumière, définition	29
Luminescence	48
Niveau d'éclairage	41
Photomètre	42
Répartition spectrale énergétique	32
Spectre électromagnétique	29
Température de couleur	35
Température de couleur proximale	35
Unité d'éclairage	42
Vision photopique	31



Vos observations et commentaires  
seraient appréciés. Veuillez nous  
les transmettre à l'adresse :

[info@ceati.com](mailto:info@ceati.com)

## L'efficacité énergétique améliore la compétitivité

- Prospérité économique
- Performance environnementale
- Responsabilité sociale
- Sécurité