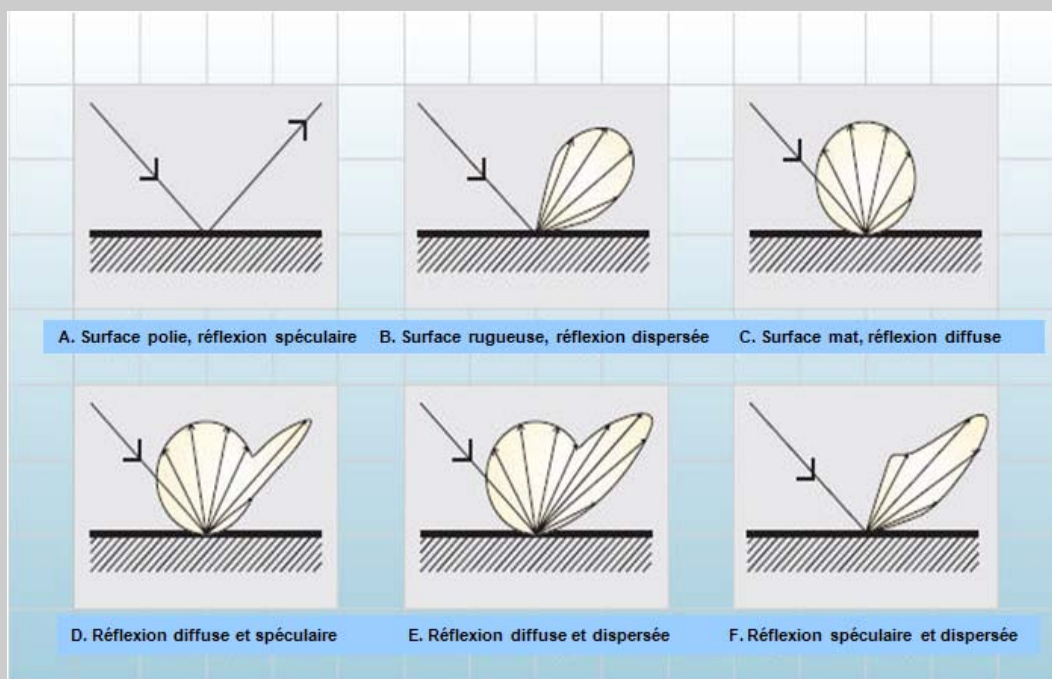


Les essentiels

Dr Anne Rialhe

Aere

Octobre 2009



Les essentiels

fr.leonardo-energy.org

Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Sources électriques et ballasts	3
2.1	Critères de performance	3
2.1.1	Efficacité.....	3
2.1.2	Vie d'une lampe	4
2.1.3	Rendu des couleurs.....	5
2.2	Lampes à incandescence haute performance	6
2.3	Lampes à fluorescence et ballasts	6
2.4	Lampes à décharge haute densité et ballasts.....	7
2.5	Diodes électroluminescentes (DELs)	7
3.	Luminaires et diffusion de la lumière	8
3.1	Critère de performance.....	8
3.2	Composants.....	8
4.	Contrôles de l'éclairage	9
5.	Conclusion	10
6.	Références bibliographiques	11

1. Introduction

Les deux premiers articles d'une série de trois décrivaient le contexte et les notions essentielles pour la conception d'un éclairage confortable et de bonne efficacité énergétique. Dans ce troisième et dernier article, nous nous intéresserons aux équipements des systèmes électriques qui le réalisent. Chaque équipement sera analysé et les conséquences d'un choix opportun seront prises en considération. Certaines solutions techniques seront également étudiées.

Nous en concluons que, aujourd'hui, il est possible de concevoir un système d'éclairage, confortable, adapté à l'utilisation finale et performant énergétiquement et ce en prenant en compte les contraintes de chaque cas particulier.

2. Sources électriques et ballasts

2.1 Critères de performance

La source de lumière est l'élément d'un système complet d'éclairage où l'énergie électrique est convertie en lumière visible. Si l'on considère les choses du point de vue de l'éclairage, la caractéristique clé de performance d'une source est habituellement l'éclairement ou son niveau en lumen. Cependant, du point de vue de l'application, d'autres critères sont à prendre en compte et sont des éléments cruciaux si l'on désire un éclairage efficace sur le plan énergétique. En fait, la notion exacte d'efficacité est étroitement liée au contexte global du système d'éclairage complet au cours du temps. Nous analyserons ici certains facteurs permettant de décrire la performance d'une lampe.

2.1.1 Efficacité

Le processus de conversion d'énergie électrique en lumière visible est différent pour la plupart des sources de lumière, mais chaque source produit de la chaleur indésirable et ce de façon plus ou moins importante au cours de ce processus. La performance est généralement mesurée en lumen par watt et prend en compte toutes les pertes. Le graphique ci-après propose une comparaison entre la plupart des systèmes, ballasts compris.

Les essentiels

fr.leonardo-energy.org

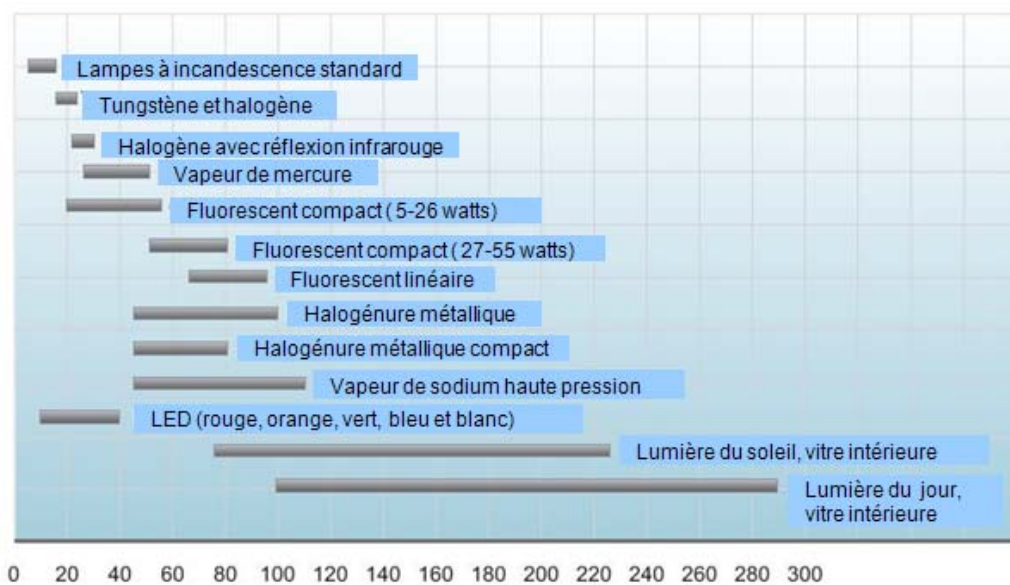


Figure 1 : comparaison de l'efficacité de différentes sources de lumière en lumens/watts (source : Advanced Lighting Guidelines)

L'efficacité décroît en général avec le vieillissement de la lampe. Ce n'est cependant pas le cas pour les lampes à vapeur de sodium basse pression qui ont un éclairage plutôt constant, mais dont la consommation augmente au cours du temps.

2.1.2 Vie d'une lampe

La durée de vie d'une lampe est un élément essentiel pour élaborer un plan de maintenance et définir la fréquence de remplacement des lampes. Il n'existe pas de loi établie, mais des règles de nature statistique correspondant à un nombre d'heures de fonctionnement après lesquelles 50% des lampes de l'ensemble du parc sont hors d'usage. Mais cette méthode dépend également des cycles d'utilisation, particulièrement pour les lampes à incandescence qui sont très sensibles à la dégradation de leur cathode.

La fin de vie peut également être définie quand :

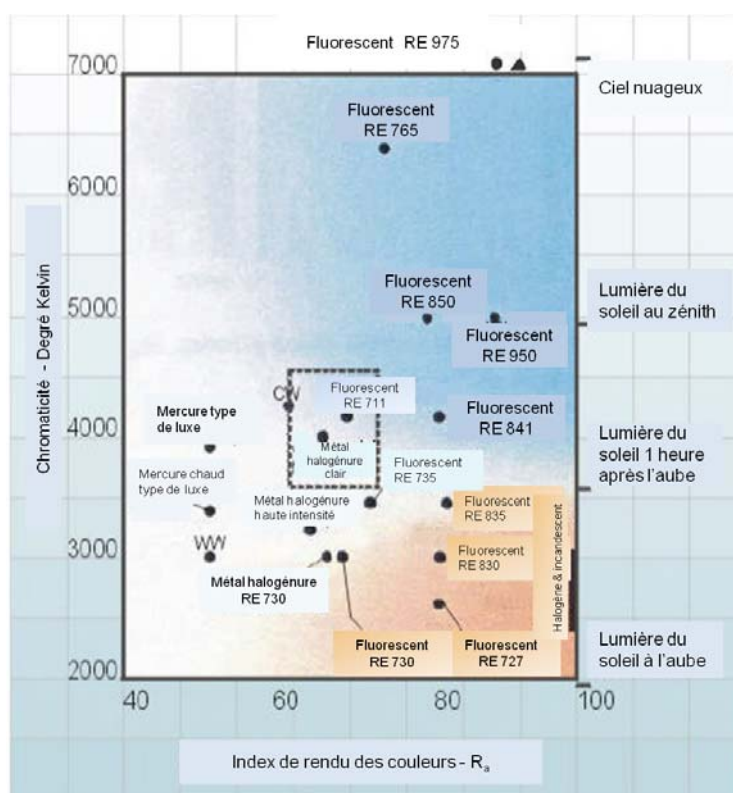
- l'éclairage passe sous une certaine valeur ;
- un décalage dans la couleur apparaît ;
- l'efficacité devient inférieure à la valeur pour laquelle il est

économiquement rentable de changer la lampe ;

- l'intensité lumineuse de la lampe varie cycliquement (ceci est particulièrement spécifique des lampes à vapeur de sodium haute pression) ;
- la lampe devient instable (surtout pour les lampes à décharge) ;
- la probabilité de panne de la lampe dépasse une valeur seuil.

2.1.3 Rendu des couleurs

Bien que ce sujet ait déjà été abordé dans le précédent article, il convient de préciser que toutes les lampes ont des caractéristiques différentes en terme de rendu des couleurs. C'est pour cette raison que les différents systèmes sont plus ou moins adaptés selon l'application. Le graphe ci-dessous illustre les possibilités quant à l'indice de rendu des couleurs et la chromaticité selon les types de lampes.



**Chromaticité et indice de rendu des couleurs pour différents types de lampes
(source : Advanced Lighting Guidelines)**

2.2 Lampes à incandescence haute performance

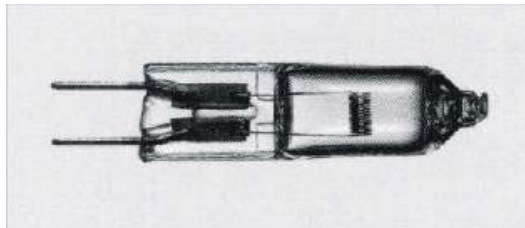
Les lampes à incandescence peuvent constituer le meilleur choix pour un éclairage à haute efficacité énergétique dans les applications nécessitant un contrôle optique de haut niveau, des démarrages fréquents et une utilisation en clignotant ou à cycle court. Il convient, dans ce cas, de n'utiliser que des lampes haute performance. Il s'agit des modèles suivants.

2.3 Lampe à fluorescence et ballasts

Un éclairage de 1 lumen peut être produit avec des lampes à fluorescence pour environ 25% du coût du même lumen produit par une lampe à incandescence. De plus, les coûts de maintenance ont chuté depuis que la fiabilité des ballasts a été améliorée et que le temps de vie garanti des lampes est passé à 20 000 heures et plus. Du fait de leur usage répandu et de leur caractère très compétitif, les systèmes à fluorescence ont prouvé leur haute fiabilité.

Lampes tungstène-halogène

Ces sources de lumière compactes incandescentes ne présentent pratiquement pas d'atténuation. Leur haute température de fonctionnement améliore leur efficacité et fournit une lumière plus blanche.



Lampes tungstène-halogène basse tension, basse consommation (également appelées lampes capsule)

La plus simple et la plus petite forme des lampes tungstène usuelles est une capsule de quartz ou de verre contenant le seul filament avec suffisamment d'espace pour l'entourer de gaz.

Lampes contenant le projecteur et le réflecteur avec un filament tungstène-halogène.

Il s'agit d'une capsule ou d'un tube entouré d'une enveloppe externe ou d'un réflecteur.



Les ballasts jouent un rôle important dans le fonctionnement des lampes à fluorescence. Le passage aux ballasts électroniques hautes fréquences a conduit à une augmentation de 30 à 40 pour cent de leur efficacité. Ceci est dû au fait que le fonctionnement des lampes fluorescentes à hautes fréquences réduit les pertes internes à la lampe. Elles présentent comme autres avantages le fait d'être plus légères, plus silencieuses et éliminent le phénomène de scintillement.

Une de leurs plus importantes limites est la difficulté, voire l'impossibilité de modulation qui a pour effet de raccourcir de façon importante leur temps de vie. Il existe toutefois une exception avec les lampes à démarrage rapide équipées de ballasts assurant cette fonction.

Les lampes compactes à fluorescence, développées à la fin des années 70, sont réalisées avec un tube circulaire unitaire. Elles peuvent remplacer les lampes à incandescence en terme d'éclairage jusqu'à un équivalent de 150 watts. La plupart d'entre elles peuvent fournir de 50 à 60 lumens par watt, la limitation principale étant le type de verre utilisé et la disposition de la partie inférieure.

2.4 Lampe à décharge haute intensité et ballasts

Ces lampes sont caractérisées par de petits tubes à arc polis, en quartz ou en matériaux à base de céramique transparente. Les décharges électriques de vapeurs métalliques hautes températures et hautes pressions sont produites dans ces tubes à arc. Les principaux types de lampes HID (décharge à haute intensité d'éclairage) sont les lampes à vapeur de mercure, aux halogénures de mercure ou à vapeur de sodium haute pression. Elles ont été longtemps limitées à un usage d'éclairage extérieur mais, grâce aux améliorations sur la couleur et sur l'efficacité, elles sont maintenant utilisées dans des environnements commerciaux et résidentiels.

Elles constituent souvent le choix le plus efficace sur le plan énergétique lorsqu'un bon contrôle optique, une haute efficacité, une longue durée de vie, une absence de sensibilité à la température extérieure et une bonne couleur sont nécessaires. L'efficacité de la conversion est de 20 lumens par watt environ bien que des expériences en laboratoire permettent de dépasser 40 lumens par watt.

2.5 Diodes électroluminescentes (DELs)

Les DELs sont des composants électroniques semi-conducteurs qui produisent de la lumière en transformant l'énergie électrique en énergie radiative à l'intérieur de la structure cristalline d'un semi-conducteur. Elles sont petites (typiquement 5,6 mm) et d'habitude enfermées dans de petites enveloppes plastiques. Plusieurs couleurs (dépendant du semi-conducteur utilisé pour la puce) ont été obtenues dans une gamme qui va du bleu au rouge en passant par le bleu-vert, le vert et l'orange, ainsi que du blanc.

Les DELs sont habituellement assemblées sous forme de matrices mettant en œuvre des douzaines à des centaines de DELs individuelles. Des applications typiques existent depuis longtemps telles que les clignotants ou les feux stop ou encore d'autres usages. Les améliorations sur le rendu des couleurs et la qualité générale favorisent l'introduction des DELs sur une plus large gamme d'applications où leur bonne efficacité est un avantage.

3. Luminaires et diffusion de la lumière

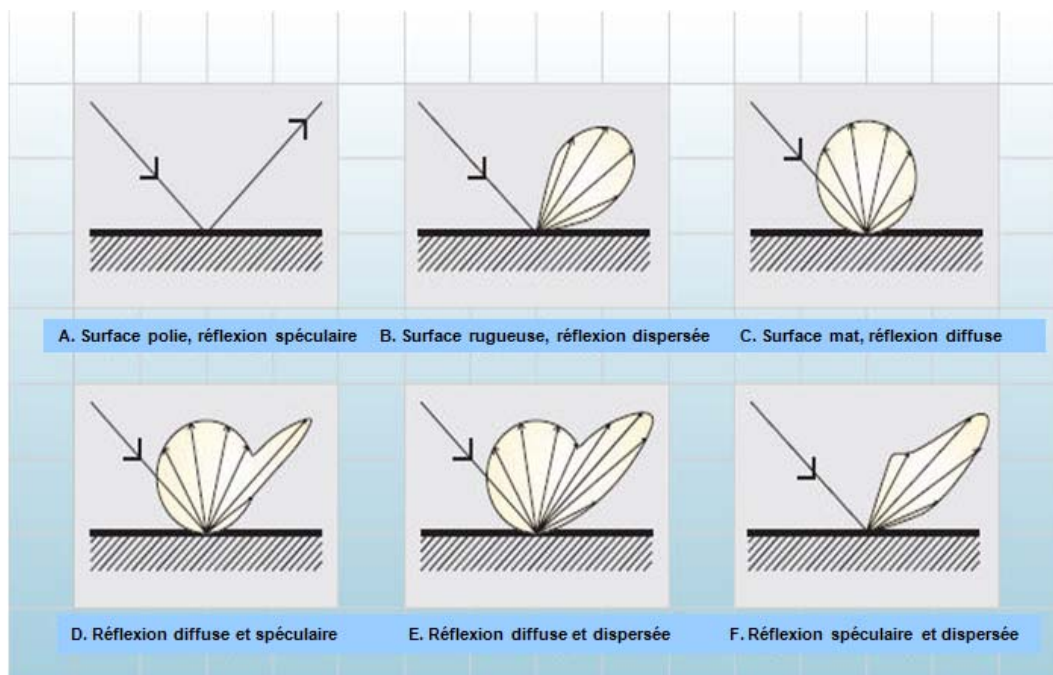
3.1 Critères de performance

Comme nous l'avons expliqué dans les deux articles précédents, concevoir un éclairage efficace nécessite de fournir de la lumière à des endroits souhaités et nécessaires et de la supprimer là où elle n'est pas souhaitable et utile. Le rôle du luminaire est de contrôler la diffusion de la lumière en termes de quantité, de direction et d'uniformité. Les luminaires les meilleurs et les plus efficaces sont ceux qui délivrent la lumière uniquement là où elle est nécessaire ET le font efficacement, car le contrôle de la diffusion de la lumière réduit souvent l'efficacité.

De plus, au-delà de sa fonction principale d'éclairage, un luminaire participe de l'architecture. Son apparence peut contribuer à l'ambiance de l'espace. C'est pourquoi, un luminaire doit être correctement et intelligemment intégré, effacé mais visible et en accord avec le style de l'espace.

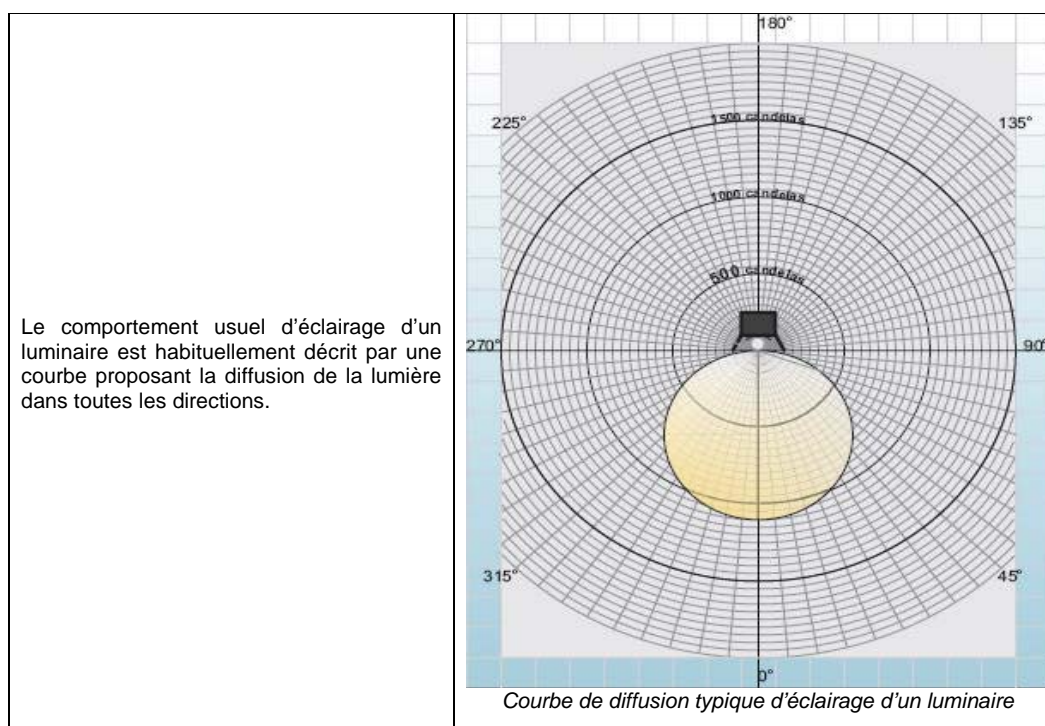
3.2 Composants

Pour une description exhaustive des différents types de luminaires, nous renvoyons le lecteur à la référence. L'objectif est ici limité à la description des principaux composants des luminaires électriques et dont le choix et les réglages rendent un luminaire efficace dans un contexte donné.



Divers matériaux réfléchissants
(source : Advanced Lighting Guidelines)

- Les lampes : elles produisent la lumière. Tous les types sont décrits dans le chapitre précédent.
- Les réflecteurs : ils dirigent la lumière là où elle est nécessaire et peuvent être utilisés pour protéger de l'éclat de la lampe. Qu'ils soient fait de matériaux mats ou spéculaires, métalliques ou blancs, leur fonction est d'absorber la lumière émise par la lampe et de la rediffuser vers les zones utiles.
- Les composants de protection/diffusion : ces composants (lentilles, diffuseurs, déflecteur, volets à claire-voie) sont utilisés pour réduire l'éclat, pour rediriger la lumière, la concentrer, élargir sa distribution ou l'adoucir. Ils peuvent également servir à filtrer la chaleur ou les UV, ou fournir une protection physique.
- Les boîtiers : ils accueillent les composants décrits précédemment.



4. Contrôles de l'éclairage

Alors que le rôle des sources et des luminaires est de définir la qualité et les directions de l'émission de lumière, celui des contrôles est de déterminer quand celle-ci est émise et dans quelle quantité. Le comportement humain et les solutions techniques comme moyens de contrôle constituent les éléments clés pour un éclairage efficace sur le plan





Les essentiels

fr.leonardo-energy.org

énergétique. On a montré que les moyens de contrôle permettent de réduire la consommation d'énergie dédiée à l'éclairage de 50% dans les bâtiments existants et d'au moins 35% dans les nouvelles constructions.

Des économies peuvent être réalisées à partir de tous les éléments suivants : réduire la consommation d'énergie, les pointes de consommation, la consommation dédiée à la climatisation, minimiser les coûts de maintenance et améliorer la productivité. Les contrôles doivent, bien sûr, être fiables et adaptés à chaque application spécifique (en particulier, le timing), mais également flexibles dans le cas de transformations sur le bâtiment.

Le tableau ci-dessous fournit les lignes directrices d'un choix de contrôle approprié pour des applications données.

Profil de consommation de l'éclairage	Choix	Equipements
 Heure de travail typique de 9 heures à 17 heures avec utilisation limitée en week-end	Choisir des contrôles qui limitent la pointe de consommation	Capteurs de présence et photocapteurs pour les espaces locatifs Equipements à minuterie pour les espaces publics
 Horaires élargis	Choisir des contrôles qui limitent un usage non prévisibles	Capteurs de présence Réglage d'intensité manuel/commutateur multiposition pour une compensation adaptative
 24 heures/24	Choisir des contrôles qui réduisent l'éclairage de jour comme de nuit	Photocapteurs Réglage d'intensité manuel/commutateur multiposition pour une compensation adaptative
 Exploitation à caractère événementiel	Des contrôles manuels sont pertinents	Réglage d'intensité manuel Commutateur multiposition pour une compensation adaptative

Lignes directrices pour un choix de contrôle

5. Conclusion

Des systèmes d'éclairage efficaces, prévus pour répondre au besoin humain, dépendent étroitement de l'adéquation entre une solution technique donnée et le contexte. Comme nous l'avons vu, une grande variété de composants disponibles vont permettre au concepteur d'un éclairage de réaliser un système satisfaisant et efficace énergétiquement qui correspond aux besoins d'éclairage dans chaque situation particulière.

L'efficacité d'un éclairage est de nos jours plus conditionnée par la performance du processus de conception (besoins, définition du système, comportement humain, etc.) que par les limitations techniques des luminaires.

6. Références bibliographiques

[1] *Advanced Lighting Guidelines*, the New Buildings Institute, Inc., 2003

[2] General Electric : www.ge.com