

BUREAUX, ÉCOLES, COMMERCES, INDUSTRIES

MIEUX S'ÉCLAIRER À COÛTS MAÎTRISÉS

Ballast électronique *Détection de présence*

Gestion de l'éclairage *Cellule photosensible*

Maîtrise de l'énergie *Greenlight*

Réglementation thermique

ENEC

Label Promotélec *Écotaxe et TGAP*

Haute Qualité Environnementale

MIES

Effet de serre **ISO 14000**



SYNDICAT DE
L'ÉCLAIRAGE

ADEME



Pourquoi attendre ?

Globalement, à la maison ou au travail, EDF et l'ADEME estiment que l'éclairage représente entre 10 et 50 %, parfois plus, de la facture d'électricité !

À l'heure où les États s'engagent à maîtriser l'effet de serre, alors que les budgets privés ou publics d'investissement et d'exploitation sont étudiés à la loupe, il n'est plus possible d'ignorer ces lampes et luminaires avec alimentations électroniques et systèmes de commande et de gestion qui permettent de réduire l'impact de l'éclairage sur la facture et sur l'environnement. Sans compter qu'avec un peu d'attention apportée au projet d'éclairage, choisir une lumière plus économique, c'est aussi l'occasion d'améliorer le confort visuel et le bien-être des utilisateurs... Et si chacun connaît mieux maintenant les « lampes à économie d'énergie » ou « fluocompactes » destinées aux usages domestiques, il faut savoir qu'il existe, également en fluorescence et spécialement conçues pour les applications professionnelles, des sources de lumière encore plus avantageuses et confortables.

Plus les lampes installées à l'origine sont énergivores et les durées d'utilisation de l'éclairage importantes, plus le résultat du calcul de temps de retour sur investissement sera favorable aux systèmes d'éclairage intégrant l'électronique. L'objectif de cette brochure est donc de faire le point sur les solutions aujourd'hui disponibles pour bénéficier d'un éclairage performant. On verra que, pour parvenir à ce niveau de qualité, il est indispensable de prendre en compte deux paramètres qui, pour une fois, se rejoignent : l'amélioration des conditions de travail et le coût global de l'installation, où l'investissement représente en moyenne seulement 10 % et les frais de consommation, d'entretien et de maintenance 90 %. Un mauvais éclairage n'est pas seulement une installation qui éclaire mal, c'est aussi une installation qui coûte cher.



> Répartition de la consommation globale d'électricité en France en 1999 pour l'éclairage : 40 TWh (térawatts/heure) soit 40 milliards de kWh (chiffres fournis par EDF)

Secteur considéré	Consommation	Poids moyen sur la facture globale d'électricité des clients
Résidentiel	10 milliards de kWh	11 %
Industrie	5 milliards de kWh	15 %
Collectivités locales	5 milliards de kWh	50 %*
Commerces	8 milliards de kWh	23 %
Bureaux	5 milliards de kWh	30 %
Santé	3 milliards de kWh	50 %
Enseignement, sport, culture, loisirs	3 milliards de kWh	39 %
Cafés-hôtels-restaurants	1 milliard de kWh	NC

* Dont 33 % pour l'éclairage public.

L'électronique, pour des luminaires performants et évolutifs

Selon le type d'alimentation et les composants choisis pour équiper les luminaires fluorescents, le différentiel de consommation d'électricité, pour un confort égal, peut dépasser 50 %.

Dans le tertiaire, l'éclairage est en général réalisé avec des luminaires fluorescents. Pour fonctionner, ces lampes ont besoin d'auxiliaires d'alimentation (ballasts, starters, amorçeurs), disposés dans le luminaire, qui ont une consommation propre. Par exemple, pour une lampe 58 W alimentée avec un ballast standard (ferromagnétique), il faut compter environ 12 W de consommation supplémentaire.

Sur 50 millions de tubes fluorescents vendus chaque année en France, plus de 90 % utilisent des ballasts ferromagnétiques. Les autres utilisent des ballasts électroniques. Certes, les luminaires avec ballasts électroniques coûtent plus cher à l'achat mais leurs performances permettent de réaliser d'importantes économies de consommation, comme le montrent les exemples du tableau. Sans compter que ces ballasts permettent aux lampes d'émettre plus de lumière (donc moins de luminaires à installer pour un résultat

égal). De plus, les ballasts électroniques prolongent de 50 % la durée de vie des lampes : les interventions d'entretien (changement des lampes) sont par conséquent moins fréquentes. Les coûts de maintenance s'en trouvent d'autant plus réduits, et la solution qui apparaissait au départ la plus coûteuse se révèle la plus rentable au bilan global. En fait, le ballast électronique est un premier niveau d'équipement ; il permet ensuite de mettre en œuvre un ou plusieurs des systèmes de commandes automatiques de l'éclairage évoqués ci-dessous.

Et si cet ensemble est contrôlé par ordinateur, cela peut alors apporter, selon le besoin, une finesse encore plus grande dans la commande et la gestion (scénarios d'éclairage, édition d'états des consommations, etc.).



> Gérer pour réduire les pertes

Voici 5 configurations de gestion de l'éclairage parmi les plus courantes : par rapport à un luminaire équipé d'une alimentation ferromagnétique classique, la consommation d'énergie est réduite de 25 à 50 %. Des gains de 70 % peuvent être atteints avec des configurations plus complexes.

○ Luminaire avec alimentation électronique



25 %

○ Luminaire avec alimentation électronique gradable avec gradateur manuel



35 %

○ Luminaire avec alimentation électronique, horloge et programmation horaire



35 %

○ Luminaire avec alimentation électronique gradable et détection de présence



40 %

○ Luminaire avec alimentation électronique gradable et cellule de gestion de lumière



50 %

Bureaux

Efficacité et rentabilité

Confort visuel

Optimisation des espaces

> Les exigences essentielles de l'Association française de l'éclairage

- **Niveau d'éclairage** à maintenir de 425 lux sur le plan de travail.
- **Limitation de l'éblouissement** d'inconfort direct (dû à la présence des luminaires dans le champ de vision) ou par réflexion. En présence d'écrans informatiques, privilégier les luminaires basse ou très basse luminance.
- **Utilisation**, pour l'éclairage général, de lampes fluorescentes haut rendement d'un indice de rendu des couleurs (IRC) ≥ 85 et à efficacité lumineuse élevée, supérieure à 80 lumens par watt (lm/W).



> L'électronique en questions

→ Par quoi remplacer les lampadaires halogènes ?

Par des luminaires fluorescents, avec ballasts électroniques, en éclairage direct, indirect ou mixte, et qui existent en plafonniers, suspensions, appliques et aussi lampadaires sur pied. Vous pouvez choisir des tubes haut rendement à lumière chaude (teinte halogène : 3 000 K) ou plus blanche (4 000 K). À quantité et qualité de lumière égales, ces luminaires consommeront 6 fois moins d'énergie, sans risque de brûlure, et vous changerez les tubes 6 à 7 fois moins souvent que les halogènes.

→ On peut aussi faire de la gradation avec une alimentation ferromagnétique !

Oui, mais l'idée n'est pas tant de faire de la gradation que de réaliser des économies de consommation. De plus, avec l'électronique, cette gradation peut être automatique, ce qui n'est pas le cas avec un ballast ferromagnétique. Grâce à l'électronique, il n'y a plus besoin de gradateurs de puissance.

→ Comment changer d'éclairage selon l'activité ?

Certains équipements permettent de créer des scénarios, c'est-à-dire de commander automatiquement chaque luminaire individuellement et de garder en mémoire des programmes d'éclairage. Un même espace peut alors bénéficier de plusieurs ambiances lumineuses, chacune dédiée à une activité particulière ; il est possible ainsi, sans toucher au câblage, de modifier l'éclairage d'un plateau de bureaux en cas de réaménagement.



→ **Faut-il conserver la commande individualisée avec les détecteurs de présence ?**

L'expérience a montré qu'il est important de laisser à l'utilisateur la possibilité d'intervenir, au niveau de son poste de travail, par l'intermédiaire d'interrupteurs ou de télécommande. Beaucoup de produits sur le marché proposent cette alternative.

50 à 70 % d'économies réalisables

Rénovation

Comment passer à l'électronique sans refaire totalement mon installation électrique ?

Pour des rénovations légères, vous pouvez remplacer vos anciens appareils d'éclairage, si leur implantation est satisfaisante, par des luminaires dans lesquels sont déjà intégrés les ballasts électroniques.

Les cellules photosensibles et/ou détecteurs de présence peuvent être intégrés au luminaire ou déportés.

Écoles

Éclairage labellisé
Consommation réduite
Option gestion

> Les exigences essentielles du label PROMOTELEC

- **500 lux à la mise en service** sur le plan de travail et 600 lux sur le tableau.
- **Emploi exclusif de tubes fluorescents haut rendement** avec un indice de rendu des couleurs (IRC) = 85 et d'une température de couleur entre 3 000 K et 4 000 K.
- **Rendement des luminaires supérieur à 0,5** et contrôle de l'éblouissement direct.
- **Luminaires portant la marque** européenne de certification de qualité **ENEC**.
- **Double allumage de l'éclairage général** pour adapter le niveau d'éclairage selon l'éclairage naturel.



> L'électronique en questions

→ Pourquoi les tubes fluorescents (les « néons ») fatiguent-ils les yeux ?

En fait, la fatigue et l'inconfort visuels ne sont pas dus aux tubes, surtout si l'on a choisi des tubes trichromatiques (ou « à trois bandes » ou haut rendement), mais au « tremblement » de la lumière émise. Cette succession d'allumages et d'extinctions est due à l'alimentation en 50 Hz du ballast ferromagnétique. Ce phénomène gênant est totalement éliminé avec le ballast électronique qui fonctionne en hautes fréquences (HF).

→ Est-il souhaitable de remplacer des ballasts ferromagnétiques par des ballasts électroniques sans changer de luminaires ?

Cela est déconseillé pour deux raisons : le coût de main-d'œuvre que représente ce changement de ballasts et le risque que le luminaire rééquipé ne satisfasse plus aux exigences légales de compatibilité électromagnétique.

→ Même en plein jour, personne ne pense à éteindre. Comment faire pour que tout ne reste pas allumé inutilement ?

Comme les bureaux, les établissements scolaires sont caractérisés par des occupations intermittentes. Un détecteur de présence peut commander l'allumage de l'éclairage. Pour profiter de la lumière du jour, tout ou partie des luminaires (les plus proches des fenêtres) peuvent être asservis à

une cellule qui fera varier la quantité de lumière émise, donc les watts consommés, en fonction de la lumière naturelle ou d'un niveau d'éclairage à respecter. Une même cellule peut aussi commander l'éclairage, côté fenêtres, de plusieurs classes.



Rénovation

Pourquoi ne pas profiter d'une rénovation selon le label – et de la prime versée par EDF à cette occasion – pour équiper les classes en éclairage électronique ?

Certes, les budgets ne permettent pas toujours d'envisager la prescription de systèmes de gestion, mais penser à mettre en œuvre à cette occasion des luminaires équipés de ballasts électroniques, c'est déjà réaliser de grands bénéfices en termes de confort visuel, d'économie d'énergie, de réduction des coûts de maintenance et de limitation de l'effet de serre. C'est aussi une occasion de sensibiliser les élèves à l'environnement.



Commerces

Éclairage dynamique

Contrôle des ambiances

Originalité des solutions

> Les principales recommandations de l'Association française de l'éclairage

- **Attirer l'attention de la clientèle potentielle** par un éclairage de la vitrine à forts niveaux d'éclairages.
- **Associer à l'éclairage général un éclairage d'accentuation** pour la mise en valeur des produits : projecteurs orientables, motorisés, programmables, afin de créer différents effets ou ambiances lumineuses.
- **Éviter tout risque d'éblouissement** pour respecter le confort visuel du client.
- **Choisir des lampes avec des IRC élevés** (> 85) pour un bon rendu des couleurs.
- **Utiliser des lampes fluocompactes « professionnelles »** plutôt que celles destinées à l'habitat.



> L'électronique en questions



→ **Est-ce que l'utilisation de l'électronique ne risque pas de perturber les autres équipements ?**

Les luminaires et les systèmes d'alimentation électroniques doivent respecter les exigences essentielles de la Directive compatibilité électromagnétique. Celle-ci impose que ces produits n'affectent pas le fonctionnement des autres matériels électriques et ne puissent pas eux-mêmes être perturbés. Le marquage CE indique cette conformité (voir page 12).

→ **Pourquoi l'électronique pour une grande surface éclairée en continu et sans nécessité de variation ?**

Les ballasts électroniques sans préchauffage, peu coûteux, installés dans des locaux éclairés longtemps sans interruption, garantissent un flux lumineux élevé, une durée de vie des lampes accrue de 50 % et 25 % de baisse de consommation.

→ **En quoi le ballast électronique peut-il offrir une meilleure intégration du matériel d'éclairage dans l'environnement ?**

Plus que la lumière, le ballast électronique offre la possibilité de remédier à certains désagréments dus aux ballasts ferromagnétiques : les émissions de chaleur et le bourdonnement en cours de fonctionnement. Par ailleurs, moins lourd et moins encombrant, il est d'autant plus facile à installer. Enfin, s'il est gradable et couplé à une cellule qui assure un niveau d'éclairage constant, il permet des économies d'énergie importantes.

Rénovation

L'agencement de la vitrine et des espaces de présentation est souvent modifié : l'éclairage doit s'adapter.

L'électronique permet de mettre en scène les produits exposés par divers scénarios de lumière. Pour ce faire, l'éclairage fait appel à plusieurs familles de lampes, halogènes, fluorescentes, à décharge, pour lesquelles des solutions électroniques existent. Les possibilités vont alors de la simple variation de lumière jusqu'à la mise en œuvre de systèmes plus élaborés qui permettent de modifier automatiquement les couleurs, les niveaux d'éclairage, l'ouverture et l'orientation des faisceaux lumineux.

30 à 50 % d'économies réalisables

Industries

Entretien facilité

Coûts maîtrisés

Objectif productivité

> Les exigences essentielles de l'Association française de l'éclairage

- **Niveaux d'éclairage à maintenir adaptés au type d'activité :** 125 lux dans les entrepôts et 850 lux dans les ateliers par exemple.
- **Tubes fluorescents haut rendement équipés de ballasts électroniques,** avec une efficacité lumineuse d'au moins 80 lumens par watt. Pour les espaces de grande hauteur, des tubes fluorescents de la dernière génération, des lampes au sodium haute pression ou iodures métalliques.
- Luminaires dont le rendement est supérieur à 0,60.
- **Maintenance régulière** et programmée.



> L'électronique en questions



→ **Dans l'atelier, il y a toujours un tube éteint ou, pis, qui papillote toute la journée. Comment gérer la maintenance ?**

On doit déjà décider d'adopter un programme de maintenance systématique : par exemple changer tous les tubes et starters associés au bout de 8 000 heures de fonctionnement.

Mais c'est encore mieux d'envisager le remplacement des luminaires par des luminaires à ballasts électroniques qui garantissent la coupure automatique de toute lampe défectueuse et qui permettent en outre de programmer la maintenance systématique des lampes toutes les 12 000 heures seulement.

→ **Comment faire des économies d'éclairage quand la lumière du jour est suffisante tout en gardant un éclairage constant sur les plans de travail ?**

Une cellule photosensible à laquelle on assignera une valeur d'éclairage du plan de travail peut contrôler et garantir ce niveau d'éclairage quels que soient les apports de lumière naturelle.

→ **Au niveau de l'installation, quelles sont les caractéristiques techniques des ballasts électroniques ?**

Ils fonctionnent en alternatif ou en continu, sans ajout de starters ou de condensateurs de compensation. Il existe des ballasts électroniques pour 1, 2, 3 ou 4 lampes.

Rénovation

Comment rentabiliser son installation d'éclairage ?

Dans l'industrie, les luminaires vieillissent plus vite, leurs performances décroissent plus tôt compte tenu des contraintes extérieures qu'ils doivent subir : poussière, variations thermiques, chocs, projections d'eau, etc. Malgré des interventions régulières et programmées de maintenance, il est parfois nécessaire de rénover entièrement l'éclairage. Pour optimiser cette opération, il est indispensable de raisonner en coût global : choisir des luminaires avec alimentation électronique permettra de gérer efficacement l'éclairage (« de la lumière quand il faut et où il faut »), d'augmenter de 50 % la durée de vie des tubes, de réduire d'autant leur consommation et par conséquent d'orienter à la baisse la facture d'électricité et celle de la maintenance.



Initiatives

Vers une harmonisation

→ GREENLIGHT, UN PROGRAMME D'AIDE ET DE SOUTIEN À VOS TRAVAUX DE RÉNOVATION



L'Union européenne a identifié l'éclairage (200 TWh/an, soit 1/3 de la consommation électrique du tertiaire, **30 % à 50 % d'économies potentielles**)

comme un gisement important de possibilités de **réduction des émissions de gaz à effet de serre** (engagements de Kyoto). Après avoir imposé l'étiquetage énergétique des lampes

domestiques en même temps qu'était proposée la directive excluant du marché les ballasts pour lampes fluorescentes les plus énergivores, l'Europe a lancé, en février 2000, **Greenlight**, un ambitieux programme d'incitation des dirigeants d'établissements et d'entreprises publiques et privées à adopter des **solutions d'éclairage performantes du point de vue confort et de la maîtrise de l'énergie**. L'ADEME est le pilote de Greenlight pour la France. En contractant avec l'ADEME, le maître d'ouvrage s'engage, pour une durée de cinq ans, à améliorer la qualité de son

éclairage tout en réduisant ses consommations d'énergie.

L'**ADEME apporte son soutien** au niveau des diagnostics, du calcul de retour sur investissements (l'opération doit être justifiée par un avantage économique), de l'aide à la prescription, et éventuellement de certains travaux.

À noter que l'adhésion au programme Greenlight est en passe d'être inscrite au cahier des charges de la certification ISO 14000.

CONTACT : Hervé Lefebvre, ADEME, tél. 04 93 95 79 58

www.eu-greenlight.org

→ LES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES POUR LA CONSTRUCTION NEUVE : LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE

Le champ d'application de la RT (réglementation thermique) couvre désormais l'éclairage des locaux. Le nouveau texte – à paraître au cours du second semestre 2001 – impose au bâtisseur de **respecter des limites de puissance installée pour l'éclairage** (exprimées en watts par m²), par exemple 16 W/m² pour un bureau, sans permettre pour autant de sous-éclairer. Même s'il est possible de compenser

d'éventuels dépassements en considérant la consommation globale du bâtiment, cette réglementation amène à imposer au cahier des charges les produits les plus efficaces sur le plan énergétique : les tubes blanc « industrie » et blanc « universel » sont bannis au profit des T5, les ballasts ferromagnétiques cèdent la place aux électroniques. L'objectif est de réduire la puissance installée. Les dispositifs de contrôle du temps d'utilisation, de gestion de l'éclairage (horloges, détecteurs de présence, cellules) sont également pris en compte dans le calcul.

À noter que la MIES (Mission inter-

ministérielle de l'effet de serre – www.effet-de-serre.gouv.fr) a estimé prioritaire d'assurer le respect de cette nouvelle réglementation et de son contrôle, et qu'une des mesures envisagées par cette instance : imposer à réception du chantier la délivrance d'un document présentant l'inventaire détaillé des installations électriques et les consommations prévisibles, s'articule parfaitement avec la démarche de la réglementation.



CONTACT : CSTB

www.cstb.fr

→ LA DIRECTIVE EUROPÉENNE RELATIVE AU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES BALLASTS

Les ministres et députés européens ont adopté le 18 septembre 2000 la directive 2000/55 (JOCE L 279 du 1/11/2000) qui, par étapes, va **exclure du marché les ballasts pour lampes fluorescentes qui dépassent des valeurs limites de consommation**, selon une classification établie par le CELMA (ensemble des syndicats

européens de l'éclairage). Par la simple mise en œuvre de luminaires équipés de ballasts électroniques, les estimations de gains pour l'Europe à l'horizon 2020 se montent à une **économie annuelle de 12 milliards de kWh et 6 millions de tonnes d'émission de CO₂ de moins par an**. Dans un premier temps sont visés les ballasts ferromagnétiques de **classe D** et les luminaires équipés de tels ballasts. **À partir du 20 mai 2002,**

ou plus tôt, selon le rythme d'introduction de la directive dans les droits nationaux, ces produits **ne pourront plus porter le marquage CE, ils seront donc de fait interdits à la vente**. L'objectif, pour décembre 2005, est que le ballast électronique et les luminaires équipés de ces ballasts représentent la majorité du marché européen en éclairage tertiaire.

CONTACT : Syndicat de l'éclairage www.feder-eclairage.fr

> Éléments de diagnostic et d'aide au calcul du coût global d'une installation d'éclairage, présente ou future

PARAMÈTRES	FORMULE	SOLUTION 1	SOLUTION 2
> DONNÉES DE BASE			
Niveau d'éclairage à maintenir imposé (lux)			
Nombre de jours d'allumage par an	O		
Nombre d'heures d'allumage par jour (h)	P		
Nombre d'heures d'allumage par an	$Q = P \times O$		
Durée de vie économique d'une lampe (variable selon ballasts)	Dv		
Prix de l'électricité (€/kWh)	R		
Coût de collecte et traitement d'une lampe usagée (€)	Ct _l		
Taux horaire de la main-d'œuvre (€/h)	S		
> COÛT DE L'INSTALLATION			
Nombre de luminaires	A		
Nombre de lampes par luminaire	C		
Nombre de ballasts par luminaire	F		
Nombre de starters par luminaire	I		
Temps d'installation par luminaire (minutes)	T _l		
Temps total d'installation (heures)	$T_t = T_l \times A$		
Coût total d'installation (€)	$T_i = S \times T_t$		
> COÛT DE L'INVESTISSEMENT INITIAL			
Coût du luminaire (ballast ferromagnétique) (€)	B(f)		
Coût du luminaire (ballast électronique) (€)	B(é)		
Coût d'une lampe (€)	Z		
Coût des lampes par luminaire (€)	D		
Coût du starter (si ballast ferromagnétique) (€)	J		
Investissement par luminaire (€)	$M = B + D$		
Investissement total (€)	$N = T_i + (M \times A)$		
> COÛT DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE			
Puissance des lampes par luminaire (W)	E		
Puissance (pertes) d'un ballast (W)	H		
Puissance totale d'un luminaire (W)	$K = E + (H \times F)$		
Puissance de l'ensemble du local (kW)	$L = K \times A / 1\ 000$		
Consommation annuelle d'un luminaire (kWh)	$U = Q \times K / 1\ 000$		
Consommation annuelle du local (kWh)	$V = U \times A$		
Coût annuel de consommation d'énergie (€)	$W = V \times R$		
> COÛT DE LA MAINTENANCE ET COÛT DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES LAMPES USAGÉES			
Nombre de lampes à remplacer par an	$L_r = A \times C \times (Q/Dv)$		
Coût des lampes (et starters) à remplacer	$Z_l = (Z \times L_r) + (J \times L_r)$		
Temps d'intervention pour le nettoyage des luminaires	T		
Temps d'intervention pour le remplacement des lampes	T _{la}		
Coût annuel de la maintenance (€)	$X = Z_l + (T \times S) + (T_{la} \times S)$		
Coût annuel de collecte et traitement des lampes (€)	$G = Ct_l \times L_r$		
Coût annuel d'exploitation (€)	$Y = X + W + G$		
Économie d'énergie par an (€)	$Ec = W1 - W2$		
Surcoût de l'installation (€)	$Sur = N2 - N1$		
Retour sur investissement (ans)	$Re = Sur / (Y1 - Y2)$		

■ Ce tableau n'est qu'indicatif. Tous les paramètres énoncés ne sont pas forcément pertinents pour votre cas particulier, et certains éléments ne sont pas développés. C'est ainsi qu'en cas de mise en œuvre de cellules, détecteurs ou autres systèmes de gestion, il convient d'intégrer le surcoût de ces systèmes à l'investissement et l'évaluation des économies que vous pouvez en attendre. Enfin, certains éléments en gestation au moment de la rédaction n'y figurent pas. A vous de voir en particulier ce que vos économies de consommation d'éclairage vous éviteront de payer au titre de la TGAP (taxe générale sur les activités polluantes), bientôt étendue aux consommations d'énergie des entreprises.

Réduire les coûts d'éclairage :

Opter pour un luminaire fluorescent équipé d'un ballast électronique (BE) plutôt que d'un système d'alimentation standard, c'est avoir déjà en tête l'évolution de son installation d'éclairage. Car si le ballast électronique consomme moins, s'il allume les lampes instantanément sans clignotement, s'il les rend moins gourmandes et les protège contre les surtensions, s'il augmente le rendement global du luminaire et la qualité de l'éclairage, s'il simplifie le travail et le coût de câblage (plus de starter ni de condensateur), etc., il permet aussi, dans les versions gradables, d'installer ensuite une cellule, un détecteur ou un variateur, qui permettra d'allumer, d'éteindre ou de faire de la variation, automatiquement ou non, sur un luminaire ou un groupe de luminaires. Petit tour d'horizon des produits disponibles.

> Ballasts électroniques haute fréquence (20 - 70 kHz)

Luminaires avec BE non gradable (ou « non-dimmable » ou sans « gradation », « variation » ou « régulation »)	Démarrage à froid (ou « sans préchauffage »)	<i>Locaux longtemps allumés sans extinctions fréquentes (grandes surfaces de vente, gares, locaux industriels...)</i>
	Démarrage à chaud (ou « avec préchauffage »)	<i>Locaux à allumages fréquents (au moins trois par jour), pour couloirs, bureaux, écoles... Détecteurs de présence</i>
Gradable (ou « dimmable » ou avec « gradation », « variation » ou « régulation »)	Analogique (1-10 volts)	<i>Pour tous locaux Gradation de 1 % à 100 % de flux Utilisation de cellules photosensibles Possibilité d'adjonction de détecteurs de présence</i>
	Numérique (digital)	<i>Pour tous locaux Gradation de 0 % à 100 % de flux Utilisation de cellules photosensibles Possibilité d'adjonction de détecteurs de présence Larges possibilités de communication du luminaire vers le système</i>

■ Ce tableau présente rapidement les grandes familles de ballasts électroniques, mais les fabricants ont développé des produits pour des applications spécifiques selon les conditions d'utilisation (température, humidité, etc.). Notons en particulier l'apparition d'interfaces standard selon le protocole « DALI » (Digital Adressable Lighting Interface) qui permet de contrôler individuellement 64 ballasts ou 16 groupes de ballasts, de mémoriser 16 ambiances d'éclairage, de connaître l'état de l'installation, de communiquer avec d'autres équipements. Enfin des alimentations électroniques existent aussi pour les lampes halogènes très basse tension, pour un fonctionnement en toute sécurité et assurer une meilleure longévité aux lampes, ainsi que pour certaines lampes à décharge à haute pression utilisées en éclairage intérieur et extérieur (sodium et iodures ou halogénures métalliques) avec des avantages similaires à ceux des ballasts pour la fluorescence.



les solutions produits

> Systèmes de gestion

■ POTENTIOMÈTRES GRADATEURS VARIATEURS ET BOUTONS POUSSOIRS

Simplement pour éteindre, allumer, faire varier l'éclairage.



■ CAPTEURS ET DÉTECTEURS DE LUMIÈRE OU DE LUMINANCE*

Les cellules photosensibles commandent au ballast électronique d'allumer, d'éteindre, de grader, un luminaire ou groupe de luminaires en fonction de la lumière du jour (intéressant en cas de vitrages importants). Employées en détecteurs de niveaux d'éclairage d'une zone ou d'un local, les cellules font varier l'intensité de l'émission de lumière afin d'assurer un niveau d'éclairage constant tout en profitant des apports de lumière du jour. Les capteurs sont intégrés aux luminaires ou installés isolément, clipsés sur un tube du luminaire ou fixés au plafond ou au mur, en applique ou encastrés.



■ CAPTEURS ET DÉTECTEURS DE PRÉSENCE ET / OU DE MOUVEMENT*

Les détecteurs de présence à infrarouges sont intégrés aux luminaires ou installés isolément, au plafond ou au mur, en applique ou encastrés. Ils permettent d'éclairer les zones de travail seulement lorsqu'elles sont occupées, ou les circulations dès qu'une personne pénètre dans la zone de détection. L'angle de détection peut être réglé de très étroit à très large, il est donc important de bien étudier son implantation, de même qu'il faut veiller à bien régler sa temporisation.



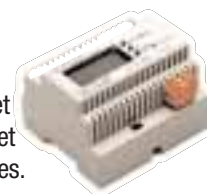
■ TÉLÉCOMMANDES SANS FIL OU MURALES

Les télécommandes individuelles sans fil par infrarouge, manuelles ou murales, pour programmer des ambiances lumineuses, les mémoriser et les activer d'un simple geste. Le signal est envoyé au récepteur infrarouge, installé isolément ou dans le luminaire, qui commande un ou plusieurs luminaires. Ce système est peu coûteux du point de vue de l'installation électrique (plus d'interrupteurs ni de câblage vertical), ce qui permet de modifier facilement l'organisation des bureaux.



■ HORLOGES CALENDAIRES ET HORAIRES

La programmation de ces horloges permet la commande progressive des allumages et des extinctions, avec dérogations possibles.



■ GESTION CENTRALISÉE PAR PC DES AMBIANCES ET DES CONSOMMATIONS

Ce système fonctionne à partir d'une unité centrale qui assure différentes fonctions : affectation des zones d'éclairage à une commande, heures d'utilisation par bureau et par étage. Des sous-stations disposées dans tout le bâtiment décodent les ordres en provenance de l'ordinateur central et pilotent les luminaires qui leur sont connectés.



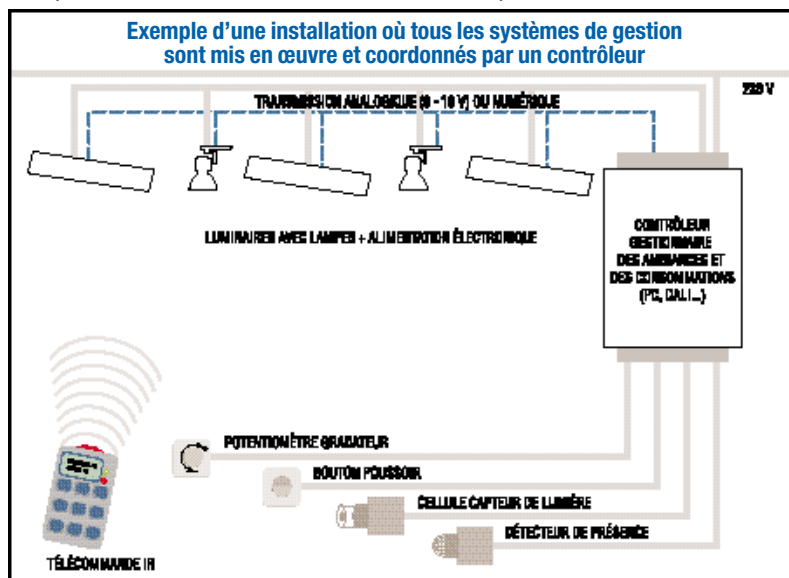
Toutefois, la centralisation de l'éclairage n'amène pas la suppression des systèmes de contrôle locaux ; il est nécessaire de laisser une plage de liberté à l'utilisateur en lui permettant d'ajuster l'éclairage à ses besoins spécifiques.



Ces systèmes permettent de modifier les allumages des bureaux en fonction des aménagements successifs et ce, par programmation, sans toucher au câblage électrique ni ouvrir de faux plafonds.

Les interfaces types « DALI » offrent désormais ces fonctionnalités avec moins de lourdeur qu'un ordinateur central.

Exemple d'une installation où tous les systèmes de gestion sont mis en œuvre et coordonnés par un contrôleur



*Il existe des capteurs qui sont à la fois capteurs de lumière et détecteurs de présence.

Choix de textes réglementaires, normes et règles de l'art



> TEXTES RÉGLEMENTAIRES D'APPLICATION OBLIGATOIRE

Marquage « CE »

• Décret 95-1081 du 3 octobre 1995 relatif à la **sécurité des personnes, des animaux et des biens lors de l'emploi des matériels électriques destinés à être employés dans certaines limites de tension** (transposition de la directive européenne 73/23/CEE du 19 février 1973, dite « directive basse tension », modifiée par la directive 93/68/CEE du 22 juillet 1993).

• Décret 92-587 du 26 juin 1992 modifié par le décret 95-283 du 13 mars 1995, relatif à la **compatibilité électromagnétique** des appareils électriques et électroniques (transposition en droit français de la directive européenne 89/336/CEE du 3 mai 1989 modifiée par la directive 92/31/CEE du 28 avril 1992). N.B. : pour pouvoir vendre en Europe, le fabricant ou l'importateur a l'**obligation réglementaire d'apposer le marquage « CE »** sur son produit ou son emballage. Il déclare ainsi, sous sa seule responsabilité, que ce matériel respecte les exigences des directives qui s'y appliquent.

Code du travail

• Décret 83-721 du 2 août 1983 complétant le Code du travail (deuxième partie) en ce qui concerne l'**éclairage des lieux de travail**.

• Décret 83-722 du 2 août 1983 complétant le Code du travail (deuxième partie) et fixant les règles relatives à l'éclairage des lieux de travail auxquelles doivent se conformer les maîtres d'ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle, commerciale ou agricole.

- Circulaire du 11 avril 1984 relative au commentaire technique des décrets 83-721 et 83-722 du 2 août 1983.
- Arrêté du 23 octobre 1984 relatif aux **relevés photométriques** sur les lieux de travail et aux conditions d'agrément des personnes et organismes pouvant procéder à ces contrôles.
- Décret 91-451 du 14 mai 1991 relatif à la prévention des risques liés au travail sur des équipements comportant **des écrans de visualisation** (transposition en droit français de la directive européenne 90/270/CEE du 29 mai 1990).
- Décrets 92-332 et 92-333 du 31 mars 1992, transposition en droit français des directives européennes 89/391/CEE du 12 juin 1989, concernant la mise en œuvre de mesures pour promouvoir l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs sur les lieux de travail, et 89/654/CEE du 30 novembre 1989, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé sur les lieux de travail.
- Décret 88-1056 du 14 novembre 1988 pris pour l'exécution des dispositions du livre II du Code du travail (titre III : Hygiène, sécurité et conditions de travail) en ce qui concerne la **protection des travailleurs** dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

Traitement des déchets

- Articles R 123-1 à R 123-55 du Code de la construction et de l'habitation relatifs aux **établissements recevant du public**.
- Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'**élimination des déchets et à la récupération des matériaux**.
- Décret 97-517 du 15 mai 1997, relatif à la **classification des déchets dangereux** (transposition en droit

français de la directive européenne 91/689/CEE). N.B. : depuis le 1^{er} janvier 1998, le professionnel ou le détenteur final de tubes usagés doit suivre une démarche spécifique pour que ces produits soient collectés et retraités.

> NORMES

Normes relatives à l'installation électrique et à l'éclairagisme :

- NF C 15-100 relative au choix et à l'installation des matériels.
- NF X 35-103 : Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail.
- NF C 71-121 : Méthode simplifiée de prédétermination des éclairagements dans les espaces clos et classification correspondante des luminaires.

Normes relatives aux luminaires

Les luminaires doivent répondre aux normes européennes harmonisées de la série NF EN 60-598.

Attention : La marque de certification de qualité européenne « ENEC » est facultative, mais elle garantit au consommateur européen que la qualité du produit, et en particulier sa conformité aux normes, est régulièrement contrôlée par un laboratoire indépendant, et que sa fabrication fait l'objet d'une procédure d'assurance qualité.



> RÈGLES DE L'ART POUR UN ÉCLAIRAGE DE QUALITÉ

Elles sont définies dans les « **Recommandations** » de l'Association française de l'éclairage (liste disponible sur demande ou sur le site de l'AFE).

Adresses utiles

SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE

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

ADEME

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

AFE

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

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

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

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

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

Dans la même collection – *Éclairage industriel : pour une approche en coût global d'une installation d'éclairage industriel*
– *Les tubes fluorescents haut rendement : une solution performante pour l'éclairage économique des locaux industriels et tertiaires*
– *Les lampes à économie d'énergie : efficacité lumineuse pour des usages professionnels*