



CLÉS POUR AGIR

Rénover l'éclairage des bâtiments tertiaires

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Direction de la rédaction :

Bruno Lafitte, docteur en physique/ingénieur en charge de l'éclairage et des technologies de l'information et de la communication, Service Bâtiments
Dominique Ouvrard, délégué général adjoint du Syndicat de l'éclairage

Rédaction :

Isabelle Arnaud

Couverture :

Illustration réalisée par Planète Graphique Sudio

Création graphique et réalisation :

Planète Graphique Sudio _ 75 Paris

Impression :

Imprimerie Chirat_42 St Just-La-Pendue
FSC® - PEFC® - Imprim'Vert®

Brochure réf. : 011133

ISBN : 979-10-297-1553-2

ISBN Web : 979-10-297-1554-9

Dépôt légal : © ADEME Editions, Juillet 2020

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal.

Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Pas de rénovation sans rénover l'éclairage

Nous le savons, le bâtiment est un secteur clé de la transition écologique de notre pays et la crise sanitaire liée à la COVID-19 a fait converger tous les avis : la relance doit donner la priorité à la rénovation énergétique des bâtiments. Concernant le parc tertiaire, notre action est guidée par les objectifs inscrits dans le décret dit tertiaire qui vise une réduction de 60 %, à l'horizon 2050, de la consommation d'énergie finale du parc tertiaire public et privé.

Dans le cadre d'un plan de progrès énergétique d'un espace, fléchir la modernisation des installations d'éclairage, soit environ 20 % de ses consommations d'électricité, s'avère une des opérations les plus rentables, à très court terme, et durablement. Et si la rénovation thermique nécessite bien sûr une approche globale, l'éclairage peut être une première étape pour entrer dans une démarche de réduction de la consommation d'énergie, avec des solutions simples et éprouvées, et venir ainsi contribuer à l'atteinte des objectifs fixés dans le décret tertiaire.

Nul besoin d'un long et coûteux diagnostic : il suffit de lever la tête. Vous voyez des tubes fluorescents, ces « néons » dont la lumière papillote quand on les allume, ou des spots ou lampadaires halogènes ? Il n'y a pas d'autres commandes que des interrupteurs ? Moderniser l'éclairage, l'associer à des automatismes de détection de présence et d'asservissement à la lumière du jour, c'est au minimum en diviser par deux la consommation, soit réduire immédiatement de 10 % sa facture électrique globale.

Outre un gain de trésorerie rapidement disponible, cette rénovation embarque avec elle, comme la rénovation thermique, et à condition d'apporter un minimum d'attention au projet d'éclairage, bien d'autres « co-bénéfices » sanitaires, sociaux, économiques, aujourd'hui encore peu valorisés. La réduction des fatigues et insuffisances visuelles, au bureau comme à l'école, l'amélioration de l'apprentissage, de la sécurité, de l'efficacité au travail, la sensation de bien-être par la qualité de la lumière intérieure, la valorisation par l'éclairage de l'entreprise et de l'attractivité des espaces : ces nombreux avantages associés doivent peser sur le processus de décision et dans le bilan final de l'opération de rénovation.

Dès aujourd'hui, grâce à ses capteurs communicants intégrés, le réseau de luminaires offre un maillage serré des espaces, disponible pour accélérer la transition numérique du bâtiment et partager ses données pour d'autres usages, énergétiques, sanitaires, ou liés à la gestion des espaces.

Enfin, cette accélération des rénovations performantes et intelligentes représentera, pour toutes les entreprises de la filière, une formidable opportunité de progrès et d'innovation, de renforcement des compétences, d'acquisition de capacités et références pour aborder de nouveaux marchés, et de maintien et développement de l'emploi.

La filière, en signant la charte « Engagé pour FAIRE », a impulsé cette dynamique.

C'est pour toutes ces raisons que ce guide existe. Il doit permettre à chacun, engagé pour FAIRE, de saisir les opportunités et entraîner l'action.

Pourquoi attendre ?

Philippe Pelletier,
président du Plan Bâtiment Durable

SOMMAIRE



État des lieux

- A. Principaux enseignements – Données globales **6**
- B. Le potentiel d'économie d'énergie **10**

Les matériels d'éclairage

- A. Définitions **11**
- B. Les luminaires **12**

Ergonomie et bien-être

- A. Ergonomie **15**
- B. Human Centric Lighting (HCL) **17**
- C. Lumière naturelle **18**

Gestion et communication

- A. Détection de présence et de lumière du jour **19**
- B. Autres fonctions de la gestion avec ou sans fil **20**

Éclairage de sécurité

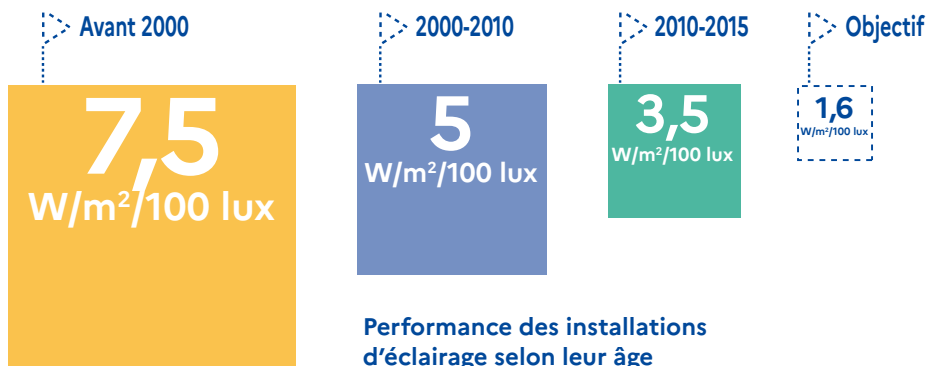
- A. Établissements recevant du public – ERP **22**
- B. Établissements recevant des travailleurs – ERT **22**

Textes de référence

- A. Obligations réglementaires **25**
- B. Normes techniques **28**

Effort de rénovation





Le projet d'éclairage 30

- Étape 1 : le diagnostic **30**
- Étape 2 : l'élaboration du projet **30**
- Étape 3 : la dépose et la gestion du recyclage de l'ancien matériel **30**
- Étape 4 : l'installation de la solution retenue et la réception du chantier **31**

Écoconception 32

- A. Analyse du cycle de vie (ACV) **32**
- B. Déclaration environnementale du produit **33**

Collecte et traitement des DEEE 35

- A. Lampes **35**
- B. Luminaires ménagers **35**
- C. Luminaires professionnels **35**
- D. La collecte des lampes et des luminaires **35**
- E. Les textes de référence **36**

Outils de calcul 38

Les aides à l'investissement 40

- A. Certificats d'économies d'énergie (CEEE) **40**
- B. Prêt Éco-Énergie **41**
- C. Financements bancaires et tiers financements **41**
- D. Location de l'éclairage longue durée **41**

ÉTAT DES LIEUX



© Regent. Photo Thomas Leroux

Dix ans après l'enquête réalisée par le Centre d'études et de recherche sur l'énergie (CEREN) sur environ 150 établissements du secteur tertiaire, qui avait mis en évidence une situation médiocre du parc installé d'éclairage, l'ADEME, RTE, EDF, le Syndicat de l'éclairage et Récylum (aujourd'hui ecosystem) ont reconduit, en 2017, une nouvelle étude¹.

Cette étude présente un état des lieux des installations ainsi que les opportunités d'améliorer non seulement l'efficacité énergétique, mais aussi les conditions de travail et de santé visuelle des utilisateurs.

L'enjeu reste important : la consommation pour l'éclairage des bâtiments tertiaires à usage de bureaux représente environ 7 térawattheures (milliards de kilowattheures), soit 18 % de la consommation totale d'électricité de ces bâtiments, et l'ergonomie de l'éclairage est reconnue comme un critère de santé et de bien-être au travail.

A. Principaux enseignements - Données globales

1. PROGRESSION ET RÉPARTITION DES SURFACES MOYENNES

Pour 2017, les surfaces des bâtiments de bureaux représentent en France environ 221 millions de m², sur 966 millions de m² pour l'ensemble du secteur tertiaire. On note une augmentation de plus de 20 % par rapport aux 184 millions de m² estimés en 2006.

Les halls et circulations, locaux pour lesquels la durée d'éclairage est la plus importante, constituent environ 23 % de l'ensemble des surfaces (15 % pour les circulations et un peu moins de 8 % pour les halls).

Les espaces de bureaux à proprement parler représentent la moitié de la surface totale des bâtiments.

	Répartition des surfaces chauffées (estimations 2017 en millions de mètres carrés)	
Bureaux (individuels, paysagers...)	113	51 %
Salles de réunion	20	9 %
Circulations, paliers	33	15 %
Halls d'accueil, réceptions	17	8 %
Autres (sanitaires, cuisines, stockage...)	38	17 %
Ensemble des espaces	221	

NB. Seules les surfaces chauffées sont prises en compte dans les réglementations thermiques.

¹ Enquête disponible auprès du Syndicat de l'éclairage. Tous les schémas et infographies illustrant ce guide sont issus des constats de l'enquête CEREN.

Les salles de réunion, qui ont l'utilisation la plus faible, pèsent pour moins de 10 %.

Le solde, soit 17 %, est constitué par les autres locaux, tels que sanitaires, cafétérias, salles informatiques, locaux techniques...

À dix ans d'écart, on retrouve dans les deux enquêtes des ratios proches qui montrent que cette structure des surfaces n'a pas évolué.

À noter que, comme pour toutes les statistiques officielles sur les consommations d'énergie dans le bâtiment, marquées par une approche essentiellement thermique, le CEREN n'a pris en compte que les surfaces chauffées. Les consommations d'éclairage des parkings (souvent éclairés sans interruption) et autres surfaces non chauffées, parfois considérables, ne sont donc pas comptabilisées. Ces surfaces représentent pourtant un potentiel d'économies d'énergie important et ne sont pas à mettre de côté lors d'un projet de rénovation de l'éclairage.

2. CONSOMMATION ET PUISSANCE

L'étude permet de constater que l'éclairage général représente 90 % des consommations, le reste est constitué de l'éclairage destiné à l'accentuation.

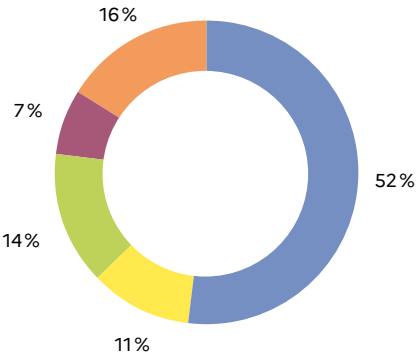
Les consommations sont plus importantes dans les circulations que dans les halls et les salles de réunion, en raison de la durée de fonctionnement de cet éclairage. Ces lieux, à l'occupation intermittente, sont pourtant souvent éclairés en continu.

Pour ces 221 millions de m², la puissance installée pour l'éclairage s'élève à 2 900 MW.

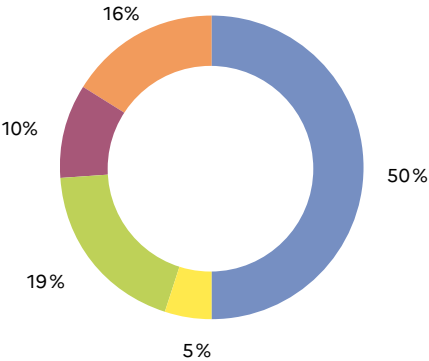
Les salles de réunion bénéficient d'une puissance d'éclairage en moyenne plus élevée que les autres espaces.

Les puissances dans les autres locaux sont voisines de celles des bureaux.

Répartition de la puissance d'éclairage principal selon le type d'espaces



Répartition de la consommation d'éclairage général selon le type d'espaces



Bureaux et open spaces Salles de réunion Circulations Halls Autres



3. GESTION DE L'ÉCLAIRAGE

La présence de systèmes de gestion automatique reste encore très faible : le taux de détecteurs de présence varie entre à peine 5 % pour les salles de réunion et les halls, et environ 12 % pour les locaux divers, alors qu'il s'agit d'espaces peu occupés. Au total, on évalue à 25 millions de m² les surfaces équipées de détecteurs de présence.

Les systèmes d'ajustement de l'éclairage artificiel en fonction de la lumière naturelle sont encore moins mis en œuvre que la détection de présence. La surface concernée est évaluée à environ 13 millions de m², soit moins de 6 % du total. Il s'agit d'un système d'allumage-extinction selon un niveau d'éclairement déterminé, plus rarement de gradation en continu de l'éclairage artificiel en fonction des apports de lumière du jour.

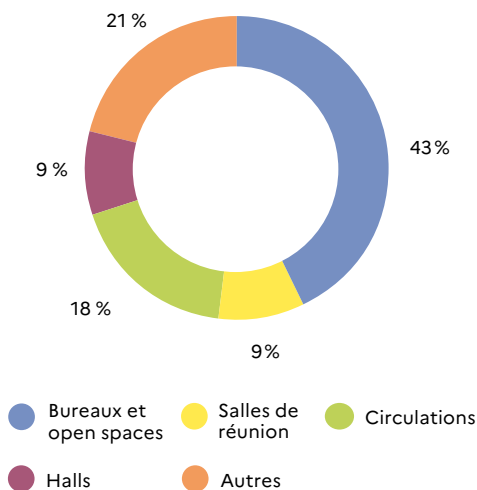
4. MATÉRIEL INSTALLÉ

Le nombre total de luminaires (y compris spots) a été évalué à 46 millions d'appareils. En France, les bâtiments de bureaux utilisent près de 100 millions de sources lumineuses².

Le nombre de sources par m² varie peu selon le type d'espaces, à l'exception des salles de réunion qui bénéficient d'un nombre de sources plus important.

La puissance moyenne par source, toutes technologies confondues, se situe globalement entre 25 et 30 W pour chacun des types d'espaces.

Répartition des luminaires selon le type d'espaces



² Un luminaire peut être équipé de plusieurs sources lumineuses ou lampes.

Les bâtiments tertiaires restent très axés sur la fluorescence avec des tubes T8 (parfois T5, et T12 très marginalement) qui représentent 80 % des luminaires des espaces bureaux et 35 % des appareils installés dans les halls et circulations.

Ces luminaires fluorescents sont encore équipés à 80 % de ballasts ferromagnétiques, qui augmentent (de 20 %) la consommation des lampes et interdisent toute gestion intelligente. Lorsqu'on remplace directement les tubes fluorescents par des tubes LED, ces ballasts, si on ne les enlève pas, continuent à consommer « pour rien » (entre 5 et 10 W). Dans ce cas, il vaut donc mieux remplacer l'appareil par un luminaire LED, d'autant plus que les tubes fluorescents T8 (diamètre 26 mm) ne pourront plus être mis sur le marché européen à partir de septembre 2023, du fait du règlement européen 2019/2020. Il y a donc tout intérêt à installer des luminaires LED avec capteurs intégrés communiquant sans fil, très pratiques en rénovation.

Les halls et les circulations sont les seuls types d'espaces à utiliser de manière sensible les lampes fluocompactes professionnelles.

Les lampes LED se trouvent principalement dans les halls.

Les lampes à incandescence, halogènes ou non, ont pratiquement disparu sauf dans les locaux divers.

5. QUALITÉ DE LUMIÈRE

Pour 8 % des installations d'éclairage, il n'est pas possible d'atteindre dans les bureaux le niveau d'éclairement de 120 lux exigés par l'article R4223-4 du Code du travail. En outre, on estime que deux tiers des installations sont de qualité médiocre. On constate notamment les principaux défauts suivants : - éblouissement direct dû à la présence de



sources lumineuses dans le champ de vision ;
- fatigue visuelle due à l'alternance de zones fortement éclairées et faiblement éclairées ;
- ambiances lumineuses désagréables du fait d'une température de couleur de la lumière trop froide.

Installations d'éclairage conformes au Code du travail

85 %
en 2006

92 %
en 2017

6. COLLECTE ET RECYCLAGE DES LAMPES ET TUBES

Dans 80 immeubles faisant l'objet de l'enquête, 80 % des personnes interrogées ont indiqué que les sources de lumière usagées étaient collectées en vue d'être recyclées. Il est probable que les 20 % restants ne sont pas organisés pour que leurs lampes soient correctement recyclées, malgré l'obligation légale. Quant aux luminaires, l'enquête n'a pas permis de déterminer le taux de collecte et de recyclage des produits démontés et remplacés.

Variation de la densité d'énergie ou puissance surfacique entre 2006 et 2017



B. Le potentiel d'économie d'énergie

Évaluées par le CEREN, les économies que pourrait offrir la rénovation de ces installations d'éclairage ont été calculées uniquement sur les espaces de bureaux et correspondent à différents niveaux de performance du matériel. Pour les calculs, un éclairage moyen de 300 lux a été retenu, car c'est souvent ce qui est demandé par les maîtres d'ouvrage, bien que la norme NF EN 12464-1 recommande 500 lux sur la zone de travail (le bureau en tant que meuble), et 300 lux pour la zone environnante, tandis que le Code du travail oblige à 120 lux minimum mesurés au plan de travail ou, à défaut, au sol. L'INRS précise que ces valeurs doivent être respectées en tout point et à tout moment³.

Ce potentiel d'économies peut être exploité selon trois scénarios, définissant chacun un niveau de performance pour le parc installé :

- premier gain sur la base d'un scénario à 2,8 W/m²/100 lux de puissance moyenne installée (en majorité avec des luminaires LED basiques ou tubes à LED) ;
- rénovation plus qualitative avec une puissance installée de 2,2 W/m²/100 lux, avec des luminaires LED plus performants ;
- utilisation des meilleures technologies disponibles (luminaire performant associé à de la gestion) avec une **puissance installée de 1,6 W/m²/100 lux**, conforme aux exigences de la **RT rénovation**⁴.

Le premier scénario représente à lui seul une baisse de 40 % de la consommation constatée, car il consiste à remplacer essentiellement des luminaires fluorescents T8 ferromagnétiques énergivores.

Le respect de la RT rénovation permettra au parc installé d'atteindre le niveau 3, **soit une baisse des deux tiers de la consommation par rapport à 2017**.



© Flos

³ Aide-mémoire TJ 13 « Éclairage des locaux de travail ».

⁴ Arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017.

LES MATÉRIELS D'ÉCLAIRAGE

Pour bien choisir son éclairage en fonction des espaces et des besoins, il faut en connaître les caractéristiques.

A. Définitions

- **Flux lumineux**, en lumens (lm) : quantité de lumière totale sortant du luminaire.
- **Puissance**, en watts (W).
- **Efficacité lumineuse**, en lumens par watt (lm/W) : quotient du flux lumineux total sortant du luminaire par la puissance totale consommée par ce luminaire.
- **Durée de vie utile médiane**, en heures (h) : durée de fonctionnement à l'issue de laquelle 50 % d'une population de modules LED ou luminaires LED encore opérationnels de même type présentent un flux lumineux au moins égal à x % du flux lumineux initial, x correspondant au facteur de maintien du flux lumineux.
Exemple : L90 = 75 000 signifie qu'après 75 000 heures de fonctionnement, la moitié des modules LED encore opérationnels délivrera un flux au moins égal à 90 % du flux lumineux initial.
- **Température de couleur**, en kelvins (K) : elle varie des teintes chaudes, à dominante orangée, inférieure à 3 000 K, aux teintes froides, d'un aspect bleuté, au-delà de 6 500 K (cf. *Human Centric Lighting* p. 17).
- **Étalement initial de coordonnées trichromatiques (niveaux d'ellipses de McAdam ou SDCM)** : qualifie l'homogénéité de la couleur de la lumière d'un type de luminaires. Plus la valeur est faible, plus la cou-

leur de lumière est homogène. Les valeurs conventionnelles sont 3, 5, 7 ou 7+.

- **Indice de rendu des couleurs** (IRC ou indice Ra) : capacité d'une source de lumière à restituer fidèlement les couleurs telles qu'elles apparaissent en éclairage naturel. Sa valeur doit être comprise entre 80 et 100.
- **IK** : la résistance aux chocs mécaniques est définie par la norme NF EN 50102 et symbolisée par les lettres IK suivies d'un chiffre.
- **IP** : il détermine le degré de protection contre la pénétration des corps solides (1^{er} chiffre) et des liquides (2^e chiffre).

L'UGR (*Unified Glare Ratio*), indiqué pour qualifier l'éblouissement, est une donnée de projet liée aux calculs d'éclairage (cf. p.28).

Un outil pour le choix : la « Charte LED », signée par la Fédération des distributeurs de matériels électriques et le Syndicat de l'éclairage, et recommandée par les métiers de la prescription et de l'installation électrique, présente l'ensemble des critères de qualité des luminaires LED, avec les références des normes européennes qui les définissent et permettent de les évaluer. Un luminaire de qualité doit pouvoir présenter les valeurs relatives à ces critères.



B. Les luminaires

Un luminaire est un appareil qui permet de répartir, filtrer, transformer et diriger le flux lumineux émis par la ou les sources de lumière qu'il renferme et protège. Il présente des caractéristiques esthétiques, mécaniques, électriques et optiques qui constituent des critères essentiels lors du projet d'éclairage.

La photométrie du luminaire, représentée par la distribution de ses intensités lumineuses (en candélas par kilolumen : cd/klm), indique dans quelle direction et avec quelle intensité le luminaire éclaire.

L'efficacité énergétique ou lumineuse du luminaire correspond à sa capacité à produire de la lumière pour un watt consommé. Elle est exprimée en lumens par watt (lm/W). La plupart des luminaires sont équipés d'un appareillage pour faire fonctionner leur source : ballast (pour les lampes fluorescentes ou à décharge), convertisseur ou driver (pour les LED). Les appareillages électroniques permettent la gestion performante de l'éclairage : détection, gradation,



scénarios lumineux. En termes d'efficacité et de durée de vie, les sources lumineuses à LED surpassent aujourd'hui toutes les anciennes technologies.

Le moyen le plus efficace de diminuer les coûts de fonctionnement réside dans une solution avec gestion qui réduit à la fois la consommation d'énergie et les frais de maintenance. Les luminaires LED offrent une durée de vie entre 30 000 et plus de 50 000 heures, soit l'équivalent d'un fonctionnement de 16 heures par jour, 5 jours par semaine, sur une durée de 12 ans.

1. TYPOLOGIE DES LUMINAIRES

On distingue plusieurs familles de luminaires, selon leur type d'installation et le mode d'éclairage choisi :

- pour l'éclairage général des espaces de travail, les plus répandus dans le tertiaire sont les luminaires encastrés carrés. La présence très fréquente de faux plafonds permet de les installer facilement partout : le luminaire est juste encastré dans le plafond, l'installation est facile et rapide, et l'éclairage uniforme et économique ;
- à défaut de faux plafond, les luminaires peuvent être montés en plafonnier, ou suspendus. L'appareil étant plus visible, le critère esthétique prend toute son importance ;



- les suspensions ou les luminaires sur pied permettent, quant à eux, d'obtenir un bon équilibre des luminances, grâce à une composante de lumière indirecte, si le plafond est assez clair. Ces luminaires procurent un éclairage efficace sur le plan de travail mais aussi au plafond et sur les murs, et offrent la possibilité d'adapter l'éclairage à l'architecture des espaces. Le local s'en trouve plus agréable et la fatigue visuelle réduite ;
- les downlights sont des encastrés de petite taille, le plus souvent destinés aux espaces d'accueil ou de circulation ;
- enfin, les lampes à poser permettent à l'utilisateur de disposer d'un système d'éclairage personnalisé qui peut s'adapter aux besoins, mais le confort visuel impose de les associer à un éclairage général.

2. QUEL LUMINAIRE POUR QUEL USAGE ?

Pour chaque famille de luminaires, il est possible de trouver une solution optimale. Avec les luminaires actuels, on ne fait pas de concession sur l'efficacité lumineuse (qui peut être supérieure à 120 lm/W) ou le rendu des couleurs (obligatoirement supérieur à 80). On choisit des produits avec une durée de

vie adaptée à la durée de vie envisagée pour l'installation d'éclairage : le projet d'éclairage bien calibré, avec un facteur de maintenance adapté, garantit ainsi les performances de l'installation dans le temps.

Le confort visuel doit lui aussi être préservé : une température de couleur adaptée, voire variable (cf. p. 17), et un éblouissement réduit – la norme NF EN 12464 (cf. p. 28) recommande un UGR maximum de 19 pour les bureaux – sont la clé d'un espace de travail attractif et stimulant.

Les nouveaux usages des bureaux influencent aussi le choix des luminaires. Les lampadaires sur pied, par exemple, reviennent en force dans les plateaux paysagers ou open spaces, humanisant ainsi l'éclairage de ces lieux peu personnalisés. En effet, moins il y a de postes de travail attitrés, plus les efforts se concentrent sur un environnement lumineux individualisable, réglable selon le rythme de chacun. Et, *a fortiori* si les collaborateurs ne disposent pas du même emplacement de travail chaque jour, tout doit être conçu pour les faire bénéficier d'une lumière réglable comme ils le souhaitent, avec la possibilité de déroger aux automatismes préprogrammés d'allumage et d'intensité.



© Sylvania. Photo Arthur Pequín

Les nouveaux usages des bureaux influencent aussi le choix des luminaires

Enfin, des fonctionnalités périphériques, par exemple, peuvent être envisagées pour l'éclairage : information sur la présence des occupants envoyée à un système de gestion du bâtiment, transmission de données ou accès à Internet via du LiFi / VLC ou plus simplement, prises de courant ou USB intégrées au pied des lampadaires.

3. COMMENT ÉVALUER LA QUALITÉ D'UN LUMINAIRE ?

La charte LED du Syndicat de l'éclairage a été créée pour faire connaître et respecter les critères essentiels. Leur absence dans la fiche technique d'un luminaire peut porter à s'interroger sur ce produit.

La marque NF Luminaires n'existe plus, faute d'intérêt de la filière qui a préféré créer une marque européenne : ENEC.

ENEC est une certification par tierce partie qui vérifie la conformité aux normes de sécurité.

ENEC+ va plus loin en certifiant également certaines performances initiales.

Contrairement au marquage réglementaire « CE », ces marques de qualité sont volon-

La marque européenne ENEC est une certification par tierce partie qui vérifie la

conformité aux normes de sécurité. ENEC+ va plus loin en certifiant également certaines performances initiales.



taires. Elles ne sont pas une obligation pour les fabricants ou les importateurs. Elles représentent pour les utilisateurs finaux l'assurance que le luminaire installé est fiable. Les fabricants qui souhaitent qu'un de leurs produits soit « à la marque » doivent payer les essais du laboratoire ainsi que le droit d'usage annuel de la marque pour pouvoir apposer ENEC ou ENEC+ sur le produit. Ces coûts, ainsi que le grand nombre et la rotation rapide des gammes de produits expliquent que la marque ENEC se trouve plutôt sur les produits de grandes séries. Les acheteurs devraient prêter plus d'attention à ces marques de qualité.



ERGONOMIE ET BIEN-ÊTRE

Le confort visuel et le bien-être sont conditionnés par un certain nombre de paramètres qui assurent de bonnes conditions de travail. Des niveaux d'éclairement suffisants, le contrôle des luminances et de l'éblouissement (Code du travail, cf. p. 25, norme NF EN 12464 et norme NF X35-103, cf. p. 28 et 29) contribuent à obtenir une bonne ergonomie de l'espace de travail. La lumière naturelle joue également un rôle important dans l'amélioration du confort visuel, aussi doit-on favoriser les apports de lumière du jour et y associer des systèmes de détection afin de n'utiliser l'éclairage artificiel que comme appoint de la lumière naturelle, en garantissant en permanence un niveau d'éclairement constant sur la zone de travail. Aujourd'hui, on peut même adopter des systèmes où la température de couleur et l'intensité de l'éclairage varient afin de procurer une sensation de confort tout au long de la journée avec des conditions d'éclairage qui s'adaptent aux besoins de l'utilisateur (cf. *Human Centric Lighting* p. 17).

A. Ergonomie

La norme NF X35-103 *Principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail*, liste les informations minimales dont il faut tenir compte pour éviter qu'un éclairage mal conçu ne dégrade les conditions de travail :

- les déterminants de la population : âge, ancienneté au poste, formation, situation de handicap ;
- les difficultés à percevoir les détails fins, les contrastes de luminances et de couleurs ;
- la fatigue visuelle, la sensation d'éblouissement ;



© Erco. Photo Gavriil Papadiotis

- les contraintes posturales ;
- les incidents et accidents matériels, de circulation, les chutes, les accidents par glissade ;
- la zone climatique de l'entreprise.

La norme donne également des définitions de termes essentiels.

1. DÉFINITIONS

- **Éblouissement** : conditions de vision dans lesquelles on éprouve de l'inconfort ou une réduction de l'aptitude à distinguer des détails ou des objets, par suite d'une répartition défavorable des luminances ou d'un contraste excessif.
- **Éclairement** : en lux, rapport du flux lumineux reçu (en lumens) à la surface considérée (en m²).
- **Fatigue visuelle** : dégradation des performances visuelles, réversible avec le repos. Elle est notamment provoquée par un éclairage inadapté, des luminances excessives, des contrastes gênants.
- **Luminance** : grandeur qui détermine l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source de lumière dans une direction donnée. Unité : candéla par mètre carré (cd/m²). C'est un élément déterminant de l'éblouissement.

22 %
des "bureaux types"
sont éclairés à moins de
300 lux
sur la zone de travail

34 %
des "bureaux types"
atteignent l'éclairage de
500 lux
préconisés par la norme

2. NIVEAUX D'ÉCLAIREMENT

Le Code du travail définit les exigences réglementaires minimales en ce qui concerne les besoins en lumière, naturelle ou artificielle, dans les lieux de travail : « *L'éclairage est assuré de manière à éviter la fatigue visuelle et les affections de la vue qui en résultent [et à] permettre de déceler les risques perceptibles par la vue* » (article R4223-2).

L'article R4223-4 donne quelques valeurs d'éclairage minimum, à respecter « *au plan de travail ou, à défaut, au sol* » (cf. p. 25).

En application de l'article R4223-5, le niveau d'éclairage doit être adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter, et l'article R4223-6 exige un rapport d'uniformité maximum de 1 à 5 entre l'éclairage minimum et l'éclairage maximum.

La norme NF EN 12464-1 (cf. p. 28) précise ces valeurs, exprimées en niveaux d'éclairage moyen à maintenir sur la zone de travail, par exemple 500 lux pour la lecture, l'écriture, le travail sur écran.

3. ÉBLOUISSEMENT ET LUMINANCES

La distribution des luminances dans le champ visuel influe aussi sur le confort visuel ; la norme recommande d'éviter « *de trop fortes luminances, qui sont cause d'éblouissement, de trop grands contrastes de luminance, qui causent de la fatigue, en raison d'incessants changements pour la réadaptation des yeux, de trop faibles luminances et de trop faibles contrastes de luminance qui entraînent un environnement de travail ennuyeux et peu stimulant* ».

La norme NF X35-103 définit un certain nombre de principes à respecter afin d'améliorer le confort visuel au poste de travail : « *Pour réduire ou éviter l'éblouissement d'inconfort ou d'incapacité, il convient de réduire les niveaux et les rapports de luminance excessifs et de chercher à homogénéiser le champ visuel opératoire. En aucun cas, la luminance des sources associée à un contraste important ne doit être perçue en vision directe ou par reflet sur des surfaces brillantes.* »

Lorsqu'une luminance supérieure à 10 000 cd/m² est mesurée dans le champ visuel, une analyse des risques doit être mise en œuvre.

B. Human Centric Lighting (HCL) ou « Éclairage biodynamique »

Les effets bénéfiques de la lumière sur la santé sont indéniables. Plusieurs études ont montré l'intérêt d'un éclairage chronobiologique – reproduisant à l'intérieur les variations de la lumière du jour – chez les personnes atteintes de dépression saisonnière (*Seasonal Affective Disorder* ou SAD) causée par le manque de lumière en hiver.

La luminothérapie consiste alors à exposer les personnes souffrant de SAD à des niveaux d'éclairement élevés. La lumière, et plus particulièrement la reproduction du rythme circadien, peut également contribuer à soigner des patients atteints de maladies neurodégénératives.

Il semble donc logique de l'utiliser pour améliorer le bien-être au travail.

Les préférences en éclairage varient souvent en fonction de l'âge, des horaires et de la tâche de travail, mais les utilisateurs expriment tous un même besoin : pouvoir au moins adapter l'intensité et la température de couleur selon ses préférences.

C'est ce que l'on appelle « Human Centric Lighting », « Éclairage biodynamique » ou encore « Éclairage anthropocentré » (il n'existe pas de dénomination officielle).



- **Première étape** : l'éclairage artificiel prend le relais automatiquement dès que les capteurs détectent des apports insuffisants de lumière du jour.

- **Deuxième étape** : la variation de l'intensité à portée de main afin que chacun puisse ajuster les niveaux d'éclairement aux moments de la journée ou à l'activité : réunion, présentation, travail sur écran, écriture, lecture, etc.

- **Troisième étape** : possibilité de faire varier la température de couleur soit en fonction des préférences de chacun, soit selon le rythme de la lumière naturelle, soit selon un scénario personnalisé en fonction des horaires et du rythme de travail de chacun. Par exemple, ambiance neutre le matin, environ 4 000 K, qui se refroidit au fur et à mesure qu'on se rapproche de midi (5 000 K à 6 500 K) pour atteindre des tonalités plus chaudes le soir (2 700 K).





C. Lumière naturelle

La norme NF EN 17037 donne des informations sur l'intégration de la lumière naturelle dans les bâtiments.

L'article R4223-7 du Code du travail précise que les postes de travail sont protégés du rayonnement solaire gênant soit par la conception des ouvertures, soit par des protections fixes ou mobiles appropriées. La norme NF X35-103 rappelle en ce sens les critères relatifs à la lumière naturelle qu'il est nécessaire de relever :

- « - la nature, le nombre, la localisation des prises de jour (en façade, en toiture),
- le type des matériaux vitrés et des procédés d'occultation (rideaux, volets, stores intérieurs ou extérieurs, stores à lamelles, etc.),
- la surface vitrée pour déterminer l'indice de vitrage (surface vitrée/ surface au sol),
- la position et la distance des ouvertures par rapport aux plans de travail. »

Si **l'article R4223-3 du Code du travail** énonce simplement que « les locaux de travail disposent autant que possible d'une lumière naturelle suffisante », la **norme NF EN 12464-1** consacre un paragraphe qui rappelle les règles de l'art en la matière : « La lumière du jour peut fournir une partie ou la totalité de l'éclairage pour des tâches visuelles et par conséquent offre la possibilité de réaliser des économies d'énergie.

[...] La pose de fenêtres est fortement privilégiée sur les lieux de travail pour la lumière de jour qu'elles délivrent et pour le contact visuel qu'elles fournissent avec l'environnement extérieur. Cependant, il est également important de s'assurer que les fenêtres ne provoqueront ni inconfort visuel ou thermique, ni perte d'intimité. »

Les données de la recherche scientifique montrent que presque toutes les fonctions biologiques sont soumises à un rythme d'une durée de 24 heures qui alternent veille/sommeil. Or, il existe une hormone, la mélatonine, souvent dénommée d'ailleurs hormone du sommeil, qui régule ces rythmes chronobiologiques. Elle est synthétisée surtout la nuit à partir d'un neurotransmetteur, la sérotonine, qui est sécrétée par la glande pinéale (dans le cerveau) en réponse à l'absence de lumière.

De façon générale, les normes et textes réglementaires recommandent vivement de privilégier l'utilisation de lumière naturelle pour des raisons évidentes d'économie d'énergie mais pas seulement : rappelons que la lumière naturelle varie en intensité et en températures de couleurs tout au long de la journée, au cours d'un cycle de 24 heures, c'est-à-dire selon un rythme circadien. Le rythme circadien est directement impliqué dans la régulation de l'humeur, de la mémoire et du sommeil.

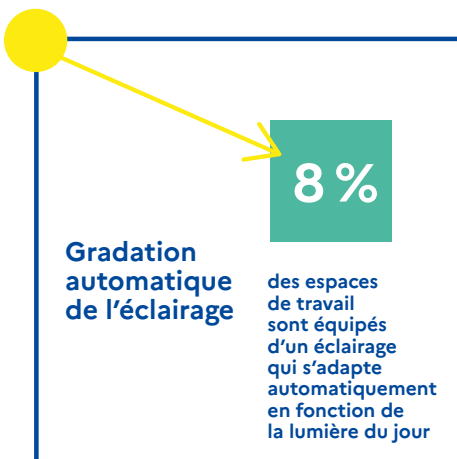
Pour en savoir plus, se référer au **Guide de l'éclairage zénithal** publié par le GIF Lumière en partenariat avec l'ADEME et le Syndicat de l'éclairage (disponible gratuitement auprès des partenaires).

GESTION ET COMMUNICATION

Dans les espaces de travail, la variation de l'éclairage s'impose : la lumière n'est pas nécessaire tout le temps, partout et au niveau maximum. Selon les plages horaires et les zones, des stratégies d'allumage automatique, d'adaptation des niveaux d'éclairage, d'extinction, de scénarios d'éclairage sont possibles, jusqu'à la création d'ambiances lumineuses qui favorisent l'attention des travailleurs, (cf. HCL p. 17). Aujourd'hui, grâce à l'électronique et aux LED, ces fonctions n'ont aucune conséquence sur la durée de vie des sources de lumière.

La gestion de l'éclairage comprend au minimum la détection de présence qui garantit l'extinction des espaces inoccupés, et la prise en compte des apports de lumière du jour qui permet de limiter le recours à l'éclairage artificiel.

L'arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 exige qu'une installation rénovée soit équipée de systèmes de détection de présence et de lumière du jour (cf. p. 26).



Les luminaires sont pilotés par connexion filaire (DALI – *Digitable Adressable Lighting Interface*, 1-10 V, KNX, DMX...) ou sans fil, par ondes radiofréquences (Bluetooth, Zigbee...), avec éventuellement un système qui gère l'ensemble de l'éclairage d'un bâtiment. Par rapport au réseau filaire, les dispositifs de gestion en réseau sans fil rendent la rénovation plus facile, et ce d'autant plus dans le cas de détecteurs intégrés aux luminaires.

Les capteurs de lumière garantissent un niveau d'éclairage constant sur la zone de travail

A. Détection de présence et de lumière du jour

Intégrés ou non dans le luminaire, les détecteurs sont sensibles au déplacement des personnes (par effet doppler) ou à leur présence (par détection infrarouge, recommandée en cas d'extinctions intempestives). Ils transfèrent cette information aux luminaires afin d'éclairer uniquement lorsque l'espace est occupé, et éteindre ou abaisser l'éclairage progressivement. Lorsque personne ne pense à éteindre en partant, cela permet d'éviter d'importants gaspillages énergétiques.

Les capteurs de lumière (installés ou non dans le luminaire, associés ou non aux détecteurs de mouvement) garantissent un niveau d'éclairage constant sur la zone de travail. Ils offrent d'importantes économies, car la puissance de l'éclairage artificiel est modulée en permanence en fonction des apports de lumière du jour.

B. Autres fonctions de la gestion avec ou sans fil

Pour centraliser l'information, deux méthodes sont possibles : en commande filaire ou sans fil. Pour le filaire, les luminaires sont regroupés en circuits et câblés sur une sortie d'un module de contrôle. Le nombre d'appareils par groupe est choisi selon le besoin de flexibilité. D'autres systèmes ont été développés, où les luminaires jusqu'à 70 W (norme IEEE P802.3bt-2018) sont alimentés par une connexion PoE (*Power-over-Ethernet*) qui relaie des données à la fois sur l'occupation des locaux et les conditions ambiantes pour mieux gérer la consommation d'énergie du bâtiment.

Pour le sans fil, la configuration associée est aussi importante : réseau maillé ou point à point et la capacité à communiquer d'un îlot à l'autre.

Ces technologies, filaires ou non filaires, apportant des avantages similaires, le choix est déterminé par les fonctionnalités de gestion souhaitées (groupage de zones, contrôle par points...) et par l'architecture et la typologie du bâtiment, son câblage, ses contraintes d'installation. Dans le cadre de rénovation, les solutions sans fil tendent à s'imposer de plus en plus, du fait de leur facilité d'installation et de leur flexibilité d'utilisation.

Ces systèmes permettent une programmation, de la plus simple à la plus fine, par adressage individuel des luminaires, et des modifications de cette programmation sans avoir à intervenir sur l'installation d'éclairage. Il est même possible de créer des fonctions telles que « couloirs » et « cages d'escalier » avec des scénarios spécifiques.

Quels que soient les composants de l'installation d'éclairage, détecteur de présence, capteur, driver, les appareils de marques différentes peuvent être capables de commu-



Maître d'ouvrage : Établissement Public du Palais de Justice de Paris + Bouygues Bâtiment
Architecte : Renzo Piano Building Workshop
Conception lumière : Cosil Peutz
© iGuzzini. Photo Michel Denancé

niquer entre eux grâce aux protocoles DALI ou DALI 2, ou encore en sans fil, Zigbee, Bluetooth, Thread, etc.

Outre le contrôle, la commande et la gestion horaire et calendaire de l'installation d'éclairage, la gestion centralisée permet également de connaître l'état de l'installation et les consommations pour l'éclairage de l'ensemble du bâtiment et d'enregistrer des scénarios lumineux. Cela peut aller jusqu'à paramétrer le pilotage de l'installation sur plusieurs étages pour qu'elle s'intègre à une gestion globale du bâtiment, incluant le chauffage, la climatisation, les dispositifs de protection contre le soleil et de ventilation naturelle (confort d'été).

Enfin, il ne s'agit plus là de gestion mais plutôt de transmission d'informations, le réseau d'éclairage LED constitue aussi un potentiel réseau interne de communication. Ainsi, le LiFi (*Light Fidelity*), technologie de communication sans fil, utilise la lumière visible. Il s'agit d'un protocole qui permet de diffuser un réseau via la lumière des LED. Des applications ont été mises en œuvre dans des domaines aussi variés que les bureaux, écoles, musées ou hôpitaux, pour la géolocalisation des personnes, la transmission sécurisée de données, la délivrance d'une information locale...

ÉCLAIRAGE DE SÉCURITÉ

Les obligations des chefs d'établissement et des maîtres d'ouvrage concernant l'éclairage de sécurité des lieux de travail sont énoncées dans le Code du travail, en particulier à l'article R4227-14. L'arrêté du 14 décembre 2011 en fixe les règles de conception et de mise en œuvre ainsi que les conditions d'exploitation et de maintenance.

L'éclairage de sécurité a deux fonctions essentielles :

- l'éclairage d'évacuation,
- l'éclairage d'ambiance.

Lorsque l'éclairage normal est défaillant, il permet :

- l'évacuation sûre et facile des personnes vers l'extérieur ou vers des zones d'attente sécurisées pour les personnes à mobilité réduite,
- les opérations concernant la sécurité et l'intervention des secours.

L'éclairage de sécurité est assuré soit par des blocs autonomes d'éclairage de sécurité (BAES), soit par une source centralisée équipée d'une batterie d'accumulateurs alimentant des luminaires,

L'éclairage d'évacuation assure l'éclairage des cheminements, des sorties, des obstacles, des indications de balisage et de changement de direction ; les foyers lumineux doivent avoir un flux lumineux assigné d'au

moins 45 lumens pendant la durée de fonctionnement assignée. Dans les couloirs ou dégagements, les foyers lumineux ne doivent pas être espacés de plus de 15 mètres. Les panneaux de la signalisation de sécurité sont éclairés, s'ils sont transparents, par le luminaire qui les porte, s'ils sont opaques, par les luminaires situés à proximité.

L'éclairage d'ambiance réduit les risques de panique ; cet éclairage doit être basé sur un flux lumineux minimal de 5 lumens par mètre carré de surface du local pendant la durée assignée de fonctionnement. Le rapport entre la distance maximale séparant deux foyers lumineux voisins et leur hauteur au-dessus du sol doit être inférieur ou égal à 4.

45 Les foyers lumineux doivent avoir un flux lumineux assigné d'au moins **45 lumens** pendant la durée de fonctionnement assignée



© Legrand



A. Établissements recevant du public - ERP

Un éclairage de sécurité (éclairage d'évacuation et éclairage d'ambiance) est prévu dans tous les ERP. Les articles EC 11 à EC 14 de l'arrêté du 11 décembre 2009 en contiennent les prescriptions de conception, d'installation, de maintenance et d'exploitation. Sa durée minimum assignée de fonctionnement est d'une heure.

L'éclairage d'évacuation s'applique aux locaux recevant cinquante personnes et plus et aux locaux d'une superficie supérieure à

300 m² en étage et au rez-de-chaussée et 100 m² en sous-sol.

L'éclairage d'ambiance ou d'anti-panique doit être installé dans tout local ou hall dans lequel l'effectif du public peut atteindre cent personnes en étage ou au rez-de-chaussée ou cinquante personnes en sous-sol.

B. Établissements recevant des travailleurs - ERT

Un éclairage de sécurité est prévu dans les ERT (article R4227-14 du Code du travail). L'arrêté du 14 décembre 2011 en indique les prescriptions de conception, d'installation, de maintenance et d'exploitation. Notamment, il spécifie que l'éclairage d'évacuation est obligatoire, sauf pour les établissements réunissant les conditions suivantes :

- le local débouche directement, de plain-pied, sur un dégagement commun équipé d'un éclairage d'évacuation ou à l'extérieur ;
- l'effectif du local est inférieur à 20 personnes ;
- toute personne se trouvant à l'intérieur dudit local doit avoir moins de trente mètres à parcourir.

L'éclairage d'ambiance doit être installé dans chaque local de travail où l'effectif atteint 100 personnes avec une occupation supérieure à une personne par 10 mètres carrés.





© Sammode. Photo Patrick Miara



© Legrand

Dans les établissements comportant des locaux tels que cantines, restaurants, salles de conférences, salles de réunion, l'éclairage de sécurité doit être réalisé conformément à la réglementation relative aux établissements recevant du public lorsque celle-ci s'avère plus contraignante.

Les marques de qualité NF AEAS (Appareils électriques autonomes de sécurité), et NF AEAS Performance



attribuées par un organisme indépendant, donnent l'assurance d'utiliser des produits sûrs et fiables et attestent leur conformité aux exigences des normes et de la réglementation françaises.

Les offres d'éclairage de sécurité éco-labellisées NF Environnement garantissent quant à elles le meilleur choix de solutions en termes de performances énergétique et environnementale, générant économies d'énergie et de maintenance.



TEXTES DE RÉFÉRENCE

Des étapes importantes : identifier les besoins des différents utilisateurs du bâtiment, respecter les textes réglementaires qui s'y rapportent et se référer aux normes techniques qui peuvent être prises en compte.



Principaux besoins et textes de référence en rénovation

Personnes concernées	Besoins	Textes réglementaires et normes techniques
Salariés, visiteurs	Conditions de travail Confort visuel - Santé Ergonomie	Code du travail, articles R4213-1 à 4 et R4223-1 et suivants Norme NF EN 12464-1 Norme NF X35-103
	Accessibilité personnes handicapées	Arrêté du 8 décembre 2014
Gestionnaire, exploitant	Obligation de réduction des consommations d'énergie Exigences suite à travaux de rénovation énergétique	Code de la construction et de l'habitation (art. R131-38-I. et suivants) Arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 Arrêté du 13 juin 2008 (pour les rénovations globales)
	Performance au travail Image de l'entreprise	Norme NF EN 12464-1 Norme NF EN 15193
Chef d'entreprise, chef d'établissement, etc.	Sécurité électrique et maintenance des installations	Code du travail, articles R4215-1 et suivants
	Gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques	Code de l'environnement, articles R543-171-1 et suivants
Tous - Commission de sécurité	Règlement IGH Règlement ERP Éclairage de sécurité	Code de la construction et de l'habitation et règlement du ministère de l'intérieur Code du travail R4227-1

N.B. Tous les textes réglementaires sont consultables sur www.legifrance.gouv.fr. Les normes sont en vente sur le site : www.boutique.afnor.org.

La norme NF C 15-100 est aussi consultable sur ce même site.

L'Institut national de recherche sur la sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, www.inrs.fr propose un aide-mémoire juridique « TJ13 » sur les articles éclairage du Code du travail.

A. Obligations réglementaires

1. LE CODE DU TRAVAIL

Les obligations des chefs d'établissement concernant l'éclairage des lieux de travail sont énoncées dans le Code du travail, en particulier aux articles R4213-1 à R4213-4 et R4223-1 à R4223-11.

L'article R4223-4 fixe les valeurs minimales d'éclairement à maintenir des locaux affectés au travail⁵, par exemple : 40 lux pour les voies de circulation intérieure, 120 lux pour les locaux de travail, vestiaires, sanitaires, 200 lux pour les locaux aveugles affectés à un travail permanent, et un rapport compris entre 1 et 5 des niveaux d'éclairement entre zones d'un même local ou avec un local contigu.

Le maître d'ouvrage doit transmettre à l'employeur une « notice d'instructions » précisant le niveau minimum d'éclairement, pendant les périodes de travail, des locaux, dégagements et emplacements, ainsi que les informations nécessaires à la détermination par l'employeur des règles d'entretien du matériel.

Par ailleurs, pour la sécurité électrique des bâtiments non résidentiels, le décret 2008-244 a introduit les articles R4215-1. à R4215-17 du Code du travail qui déterminent les exigences de sécurité à respecter par le maître d'ouvrage et l'exploitant. Un arrêté du 19 avril 2012 indique les références des normes applicables aux installations électriques.

Les installations conformes à ces normes et à leurs guides d'application sont présumées conformes aux prescriptions du code.

2. ARRÊTÉ DU 8 DÉCEMBRE 2014 (ARTICLE 14) – ACCESSIBILITÉ DES PERSONNES HANDICAPÉES

Cet arrêté concerne les établissements recevant du public (ERP) situés dans un cadre bâti existant et les installations existantes ouvertes au public (IOP).

Il exige une qualité de l'éclairage, artificiel ou naturel, des circulations intérieures et extérieures « *telle que l'ensemble du cheminement est traité sans créer de gêne visuelle. Les parties du cheminement qui peuvent être source de perte d'équilibre pour les personnes handicapées, les dispositifs d'accès et les informations fournies par la signalétique font l'objet d'une qualité d'éclairage renforcée* ».

⁵ L'INRS précise que ces valeurs doivent être respectées en tout point et à tout moment. Aide-mémoire TJ 13 « Éclairage des locaux de travail ».



© Radian

L'éclairage artificiel « permet d'assurer des valeurs d'éclairement moyen horizontal mesurées au sol le long du parcours usuel de circulation », d'au moins :

- 20 lux pour le cheminement extérieur accessible, les parcs de stationnement, extérieurs ou intérieurs, et leurs circulations piétonnes accessibles ;
- 200 lux au droit des postes d'accueil ou des mobiliers en faisant office ;
- 100 lux pour les circulations intérieures horizontales ;
- 150 lux pour chaque escalier et équipement mobile.

La détection de présence couvre l'ensemble de l'espace concerné et deux zones de détection successives se chevauchent obligatoirement. L'extinction est progressive. L'éblouissement direct des usagers en position « debout » comme « assis » ou les reflets sur la signalétique doivent être évités.

3. ARRÊTÉ DU 3 MAI 2007 (MODIFIÉ PAR L'ARRÊTÉ DU 22 MARS 2017) OU « RT PAR ÉLÉMENT » OU « RT RÉNOVATION »

Cet arrêté indique des niveaux de performance énergétique à atteindre lorsqu'on modernise le chauffage, la climatisation, l'éclairage, d'un bâtiment existant. Les articles 42 à 46 fixent les exigences pour toute rénovation de l'installation d'éclairage, quelles que soient la surface et l'ancienneté du bâtiment ou de la partie de bâtiment rénovée.

Principales exigences de l'arrêté du 3 mai 2007 suite aux modifications de 2017 :

- **obligation de gradation ou extinction par détection d'absence, ainsi que gradation automatique de l'éclairage artificiel en fonction des apports de lumière du jour ;**
- chaque capteur de lumière du jour régule l'éclairage sur 25 m² maximum ;
- limite de puissance installée pour l'éclairage général de **1,6 W/m² par tranche de 100 lux d'éclairement moyen à maintenir.**





Maître(s) d'ouvrage :
Centre de Recherche Interdisciplinaire (CRI)
Architecte(s) : Eddy Vahanian, Patrick Mauger
© iGuzzini. Photo Didier Boy de la Tour

Les exigences énergétiques relatives à la rénovation de l'éclairage des lieux de travail sont résumées dans la dernière colonne de ce tableau :

Type de locaux Prescription	Parties communes de tous types de bâtiments (habitation ou professionnel)			Bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation (sauf parties communes)
	Escaliers, escalators	Espaces de stationnement	Entrées, paliers, couloirs et autres parties communes intérieures	
Abaissement ou extinction automatique si le local est inoccupé	Dispositif automatique permettant l'abaissement ou l'extinction de l'éclairage si le local est inoccupé			Dispositif automatique ou commande centralisée permettant l'abaissement ou l'extinction de l'éclairage si le local est inoccupé
Détection de lumière du jour	Non précisé	Non précisé	Non précisé	Gradation automatique de l'éclairage en fonction des apports de lumière du jour
Surface maximum contrôlée par un seul dispositif	Non précisé	500 m ²	100 m ²	- 25 m ² pour la gradation automatique - Sans zonage précisé pour la présence
Nombre maximum de niveaux contrôlés	3 étages maximum	Par niveau	Par étage	Sans objet
Puissance installée maximum pour l'éclairage général	Non précisé	Non précisé	Non précisé	1,6 W par m ² , par tranche de 100 lux d'éclairement moyen à maintenir

N.B. L'ancienne exigence de créer deux circuits de luminaires en fonction de leur distance par rapport aux fenêtres a été supprimée au profit d'une solution plus intelligente : la régulation instantanée et automatique de la puissance de l'éclairement en fonction de la lumière naturelle disponible, réduisant les consommations électriques au strict nécessaire pour assurer le niveau d'éclairement souhaité.

4. ARRÊTÉ DU 13 JUIN 2008 OU RT GLOBALE

Cet arrêté concerne les travaux de rénovation énergétique lourde réalisés sur l'ensemble du bâtiment. Il s'applique si les trois conditions suivantes sont réunies :

- la surface rénovée fait plus de 1 000 m² ;
- le bâtiment a été construit après 1948 ;
- le coût total des travaux envisagés atteint 25 % du coût estimé du bâtiment.

Les valeurs indicatives de référence pour l'éclairage s'inspirent de l'ancienne RT 2005 et n'ont pas été révisées depuis. Elles sont inférieures aux exigences de l'arrêté du 3 mai 2007 modifié qui reste la règle à respecter lorsque les trois conditions citées ne sont pas réunies.

5. CODE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'HABITATION (ART. R131-38-I. ET SUIVANTS)

Obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire, introduites par le décret 2019-771 du 23 juillet 2019. Un arrêté du 10 avril 2020 précise les conditions de détermination du niveau des objectifs de consommation d'énergie finale à atteindre pour chacune des catégories d'activités



© Loupi

concernées ainsi que d'autres modalités d'application de cette obligation. D'autres arrêtés techniques doivent compléter ce dispositif.

B. Normes techniques

1. NORME NF EN 12464-1

Éclairage intérieur des lieux de travail

La norme indique des niveaux d'éclairements moyens « à maintenir » ($\bar{E}_m$), c'est-à-dire qui doivent pouvoir être atteints quel que soit l'âge de l'installation, ce qui nécessite de prendre en compte notamment la baisse du flux des sources dans le temps. L'éblouissement d'inconfort n'empêche pas d'effectuer une tâche, mais dégrade les conditions visuelles jusqu'à créer des problèmes à long terme : fatigue visuelle, maux de tête... Il est évalué grâce au critère UGR, pour lequel une valeur faible signifie « faible probabilité d'éblouissement d'inconfort » et une valeur élevée signifie « forte probabilité d'éblouissement d'inconfort ». Dans les bureaux, ce dernier doit être inférieur ou égal à 19.

Attention, l'UGR est une donnée de projet liée aux calculs d'éclairage, et non une donnée propre aux produits. Si l'UGR d'un luminaire est indiqué sans référence à un projet d'éclairage spécifique, cet UGR doit avoir été calculé avec les valeurs par défaut définies dans la publication CIE 117 pour un espace « de référence ».

Dans cette norme, on trouve également les valeurs recommandées pour l'uniformité des éclairements (U_0).

Quelques exemples de prescriptions issus des applications traitées par la norme

Type de zone ou d'activité	$\bar{E}_m$	UGR	U_o	Exigences spécifiques
Réceptions ou accueils, zones de vente au détail dans les commerces sans recherche d'atmosphère particulière	300 lux	22	0,60	
Zones de travail au bureau, salles de réunion, zones de caisses dans les commerces, laboratoires	500 lux	19	0,60	300 lux pour la zone environnante immédiate de la zone de travail au bureau
Vestiaires, sanitaires, douches, toilettes	200 lux	25	0,40	
Contrôle des couleurs (industrie, mode, commerce, imprimerie...)	1000 lux (1500 lux en imprimerie)	16	0,70	Indice de rendu des couleurs minimum : 90

2. NORME NF X35-103

Ergonomie (voir p. 15)

Ce document décrit des principes et une méthode ergonomiques visant à définir les éléments essentiels à l'éclairage des lieux de travail. Il s'applique en situation réelle de travail y compris lors des déplacements et concerne les ambiances lumineuses de jour. Les principes définis se réfèrent à l'éclairage des situations de travail, que celui-ci soit assuré par un apport de lumière naturelle, de lumière artificielle ou par un apport combiné des deux.

3. NORME NF EN 15193

Performance énergétique des bâtiments.
Exigences énergétiques pour l'éclairage

Cette norme spécifie la méthodologie de calcul permettant d'évaluer la quantité d'énergie utilisée pour l'éclairage intérieur d'un bâtiment. Elle four-

nit également une méthodologie pour le calcul de la consommation d'énergie pour l'éclairage permettant d'estimer la performance énergétique globale du bâtiment.

4. NORME NF C 15-100

Installations électriques à basse tension⁶

Cette norme permet de satisfaire aux exigences de sécurité du Code du travail. Elle définit la mise en œuvre des équipements électriques, et donc des luminaires, en addition des instructions du fabricant. La norme NF C 15-100 précise par exemple, selon le mode de pose, la nature et la section des câbles d'alimentation des installations fixes. L'arrêté du 19 avril 2012 indique les références d'autres normes et leurs guides d'application applicables aux installations électriques, mais la NF C 15-100 est la norme la plus importante pour les installations intérieures.

⁶ Basse tension désigne la tension normale du réseau, soit 230 volts. La dernière version de la norme NF C 15-100 est consultable gratuitement et en vente sur le site de l'Afnor : www.boutique.afnor.org

LE PROJET D'ÉCLAIRAGE

Le projet retient un certain nombre de paramètres qui représentent les principes de base de l'éclairagisme. Il faut choisir notamment les ambiances lumineuses, les niveaux d'éclairement et la direction de la lumière (directe/indirecte, avec variation, programmation), les sources de lumière, les systèmes de contrôle en fonction des résultats recherchés. Attention à ne pas négliger les coûts d'exploitation et de maintenance, c'est la notion de « coût global ».

Un bon confort visuel prévient des accidents du travail et aussi de l'absentéisme et permet une meilleure productivité.

En plus d'assurer de bonnes conditions de travail dans l'entreprise, l'exploitant optimise l'efficacité énergétique et les coûts associés à l'éclairage, à condition de procéder à l'analyse préalable des besoins et de faire réaliser le projet d'éclairage par des spécialistes.

Quelles sont les étapes d'un projet réussi ?

ÉTAPE 1 : LE DIAGNOSTIC

Le maître d'ouvrage ou le responsable de l'établissement donne les indications sur le lieu, les caractéristiques géométriques des locaux, l'activité exercée. Il décrit l'installation existante (lampes, luminaires et ballasts installés, modes de commande de l'éclairage, prises de jour, couleurs et revêtements des murs, plafonds et sols), les conditions dans lesquelles elle fonctionne (empoussièrement, humidité), et l'organisation de la maintenance. L'installateur ou le bureau d'études (indépendant ou celui du fabricant ou du dis-



tributeur), établit sur cette base, avec le maître d'ouvrage et, en fonction des contraintes budgétaires de celui-ci, un cahier des charges.

ÉTAPE 2 : L'ÉLABORATION DU PROJET

Partant des exigences et des besoins et contraintes budgétaires du maître d'ouvrage ainsi que des caractéristiques de l'installation, et tenant compte des réglementations et des normes en vigueur, le projeteur (bureau d'études, concepteur lumière, installateur) élabore la ou les solutions d'éclairage possibles ainsi qu'un plan de maintenance.

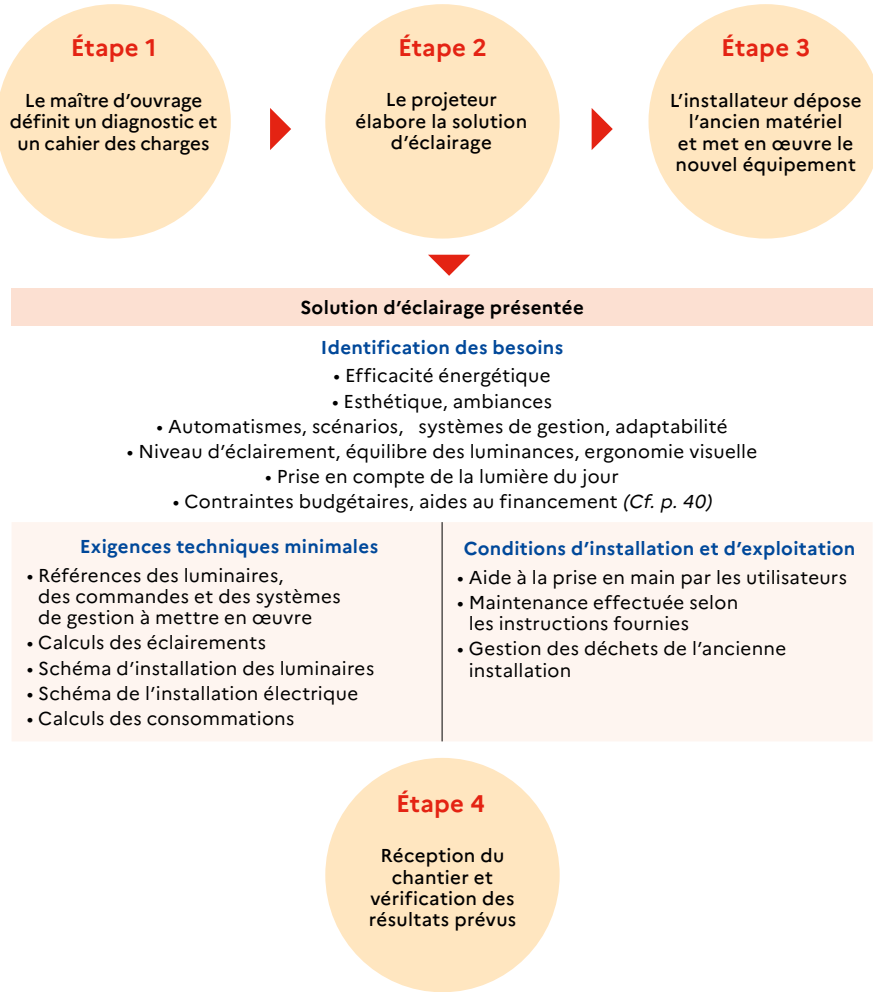
ÉTAPE 3 : LA DÉPOSE ET LA GESTION DU RECYCLAGE DE L'ANCIEN MATÉRIEL

Le maître d'ouvrage doit mentionner, dans son appel d'offres, ses exigences en matière de tri et de gestion des déchets s'assurant ainsi de la capacité de l'installateur à répondre à ces obligations (cf. p. 35). Après dépose, l'installateur se charge de la gestion des déchets de l'ancienne installation via le dispositif organisé par l'éco-organisme agréé ecosystem (les coûts de traitement et de dépollution sont pris en charge par ecosystem). Il doit remettre au maître d'ouvrage un justificatif de recyclage.

**ÉTAPE 4 : L'INSTALLATION DE LA SOLUTION
RETENUE ET LA RÉCEPTION DU CHANTIER**

À l'issue des travaux d'installation, on procède à la vérification des niveaux d'éclairage, du fonctionnement satisfaisant des systèmes de gestion, du plan de maintenance. La description de la nouvelle installation ainsi que les dispositions à prendre pour la maintenance des matériels et le maintien des performances sont consignées dans le livret de

maintenance prévu au Code du travail (art. R4213), remis par l'entreprise d'installation au maître d'ouvrage. Il existe une norme XP CEN/TS 17165-Août 2019 « *Lumière et éclairage - Processus de conception des systèmes d'éclairage* », qui spécifie les étapes du processus de conception d'un système d'éclairage et dresse la liste des responsabilités liées à la mise en œuvre et à l'exploitation de la solution d'éclairage.





ÉCOCONCEPTION

A. Analyse du cycle de vie (ACV)

L'analyse du cycle de vie est l'outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritères des impacts environnementaux. Cette méthode normalisée permet de mesurer les effets de produits ou de services sur l'environnement.

L'ACV recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Elle en évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux. Sa robustesse est fondée sur une double approche.

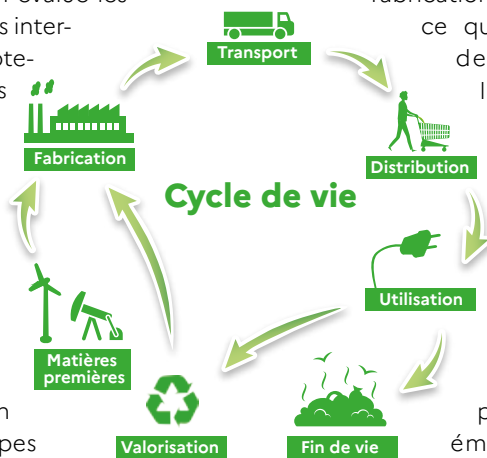
1. UNE APPROCHE « CYCLE DE VIE »

Qu'il s'agisse d'un bien, d'un service, voire d'un procédé, toutes les étapes du cycle de vie d'un produit

sont prises en compte pour l'inventaire des flux, du « berceau à la tombe » : extraction des matières premières énergétiques et non énergétiques nécessaires à la fabrication du produit, distribution, utilisation, collecte et élimination vers les filières de fin de vie ainsi que toutes les phases de transport.

2. UNE APPROCHE MULTICRITÈRES

Une ACV se fonde sur plusieurs critères d'analyse des flux entrants et sortants. On appelle « flux » tout ce qui entre dans la fabrication du produit et tout ce qui sort en matière de pollution. Parmi les flux entrants, on trouve, par exemple, ceux des matières et de l'énergie : ressources en fer, eau, pétrole, gaz. Quant aux flux sortants, ils peuvent correspondre aux déchets, émissions gazeuses, liquide rejeté, etc.



La collecte des informations relatives aux flux est une étape importante de l'ACV. Ils sont quantifiés à chaque étape du cycle et correspondent à des indicateurs d'impacts potentiels sur l'environnement. La complexité des phénomènes en jeu et de leurs interactions est une source d'incertitude sur la valeur réelle des impacts, c'est pourquoi on les qualifie de « potentiels »

3. UN OUTIL NORMALISÉ

Bien que l'ACV ait été qualifiée d'expérimentale, voire de partielle au début des années 1990, sa pratique, sa diffusion et, surtout, sa normalisation au niveau international en font aujourd'hui un outil performant et reconnu. La normalisation internationale ISO (14040 à 14043), développée à partir de 1994, a fixé les bases méthodologiques et déontologiques de ce type d'évaluation, favorisant une harmonisation de la méthodologie employée : davantage de robustesse et de fiabilité des résultats et une communication plus formalisée (exigence d'une revue critique pour les ACV comparatives). D'après la norme ISO 14040, l'ACV est une « *compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie* ».

B. Déclaration environnementale du produit

Dans le secteur de l'éclairage, les règles spécifiques d'élaboration des ACV avec certification tierce partie publiées en 2018 permettent désormais d'évaluer au mieux l'impact environnemental des luminaires.

1. PEP ÉCOPASSPORT, UN PROGRAMME RECONNU POUR MESURER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Créée en 2010, l'association PEP (acronyme de Profil Environnemental Produit) a pour vocation de porter le programme de déclarations environnementales PEP Écopassport, pour la filière des équipements électriques du bâtiment. Les membres fondateurs de l'association sont des syndicats de la filière électrique - adhérents à la FIEEC - et des entreprises en leur nom propre.

L'objectif du programme PEP Écopassport est de permettre une évaluation de l'impact environnemental des produits électriques du bâtiment et de certifier ces évaluations, grâce à un réseau de vérificateurs habilités.



© Loupi



Le programme PEP Écopassport est reconnu par l'ensemble des acteurs de la filière. Au niveau national, par exemple, les pouvoirs publics reconnaissent les fiches PEP (fiches qui déclarent l'impact environnemental du produit) comme satisfaisant aux exigences de certification tierce partie des allégations environnementales de l'arrêté du 31 août 2015.

2. DES RÈGLES SPÉCIFIQUES AU SECTEUR DE L'ÉCLAIRAGE

Pour fonctionner, le programme PEP Écopassport⁷ s'appuie sur la norme internationale de référence ISO 14025 et sur une analyse du cycle de vie multicritères. Il comporte des règles générales communes à tous les équipements électriques du bâtiment (*Product Category Rules - PCR*) et un ensemble de règles spécifiques à chaque catégorie (*Product Specific Rules - PSR*). Grâce à la publication, en juillet 2018, du PSR Luminaires, il est possible de déterminer l'impact environnemental des produits d'éclairage (les luminaires) de manière plus

équitable. En effet, les hypothèses choisies sont communes à toute la famille de produits (scénario d'utilisation, de fin de vie...), avec deux bénéfices principaux :

- faire des ACV (et des fiches PEP) devient plus aisé car les fabricants sont aidés par les règles du PSR pour conduire cette analyse ;
- la comparaison de l'impact environnemental des luminaires entre eux est améliorée car disposer de règles communes permet de mettre les produits sur le même pied d'égalité.

3. UNITÉ FONCTIONNELLE UNIVERSELLE POUR L'ÉCLAIRAGE

Le PSR Luminaires spécifie l'unité fonctionnelle suivante : « Assurer un éclairage qui délivre un flux lumineux artificiel ramené à 1 000 lumens pendant une durée de vie de référence de 35 000 heures ». Celle-ci convient pour tous types de luminaires, et sera considérée à toutes les étapes du cycle de vie du produit.

Les scénarios décrits dans le PSR permettent ensuite de déterminer l'impact environnemental du luminaire de manière équitable.

⁷ Voir plus de détails sur <http://www.pep-ecopassport.org>

COLLECTE ET TRAITEMENT DES DEEE⁸

L'éco-organisme ecosystem est agréé pour l'enlèvement et le traitement des lampes usagées, des luminaires utilisés par les ménages ou les professionnels, et de leurs systèmes de commande et de gestion.

A. Lampes

Il s'agit de toutes les lampes à décharge et sources à LED qui portent le symbole « poubelle barrée » et principalement : les tubes fluorescents et tubes LED, les lampes fluocompactes, les lampes à vapeur de mercure, les lampes sodium basse ou haute pression, les lampes aux iodures métalliques, etc., et les lampes à LED.

B. Luminaires ménagers

Depuis le 15 août 2018, date de l'élargissement du champ d'application des DEEE, cette catégorie désigne les luminaires intérieurs, extérieurs ou de sécurité, incluant leurs organes de commande et leurs alimentations, quel que soit le canal de distribution, pouvant être en possession des ménages et donc appartenant à ce titre à la catégorie « ménager ».

C. Luminaires professionnels

Il s'agit également des luminaires intérieurs, extérieurs ou de sécurité, incluant leurs organes de commande et leurs alimenta-



tions, destinés aux usages professionnels, et qui, du fait de leur conception ou de leur usage, ne sont pas destinés à être utilisés par les ménages.

D. La collecte des lampes et des luminaires

Conformément aux dispositions du Code de l'environnement, **le maître d'ouvrage est légalement responsable du devenir des déchets générés par les travaux de maintenance, rénovation et démolition** réalisés sur son patrimoine immobilier. Il doit à ce titre s'assurer que les entreprises auxquelles il fait appel déposent et conditionnent de façon appropriée les équipements et matériaux dont il souhaite se séparer, pour permettre leur traitement/recyclage dans des conditions respectueuses du Code de l'environnement.

Les DEEE, dont la plupart relèvent du statut « déchets dangereux », nécessitent une attention particulière de la part du maître d'ouvrage qui doit s'assurer, dès le stade du référencement ou des appels d'offre, que les candidats à la fourniture d'équipements électriques ou à leur maintenance, seront à même de répondre aux obligations de prise en charge des DEEE issus de leurs prestations.

⁸ Déchets d'équipements électriques ou électroniques.

Le maître d'ouvrage doit ainsi exiger de son prestataire de :

- déposer tous les DEEE fixés au sol ou aux bâtiments ;
- faire traiter les DEEE conformément aux dispositions de l'article R543-200 du Code de l'environnement, ou de les remettre à un éco-organisme agréé (articles R543-188 ou R543-196) ;
- fournir le cas échéant un justificatif du partenariat de collecte qui le lie avec un ou des éco-organismes ;
- à la fin du marché et à chaque date anniversaire de ce dernier si sa durée est supérieure à un an, transmettre au maître d'ouvrage une attestation sur l'honneur précisant pour l'année écoulée les quantités de DEEE évacués dans le cadre du marché et leur destination finale.

Le recyclage des lampes et des luminaires usagés est organisé par ecosystem, éco-organisme à but non lucratif financé grâce à l'éco-contribution des fabricants ou importateurs.

Différents dispositifs sont proposés : enlèvements récurrents sur site, déstockage ponctuel sur les chantiers, reprise sur point

d'apport volontaire... Conformément au Code de l'environnement, le fait de remettre des déchets à un éco-organisme agréé pour les traiter relève les producteurs du déchet (ici le maître d'ouvrage) de toute responsabilité quant au devenir des déchets (ecosystem pour les DEEE).

E. Les textes de référence

• **Loi 75-633 du 15 juillet 1975**

« Toute personne qui produit ou détient des déchets... est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination », dans des filières respectueuses de l'environnement. Le producteur du déchet est légalement responsable de sa complète élimination sauf à le remettre à un éco-organisme agréé par les pouvoirs publics dans le cadre des filières REP (responsabilité élargie du producteur).

- **Décret n° 2002-540 du 18 avril 2002** relatif à la classification des déchets : il identifie les lampes contenant du mercure, comme déchets dangereux.

- **Décret n° 2005-829 du 20 juillet 2005** relatif à la composition des équipements électriques et électroniques et à l'élimination des déchets issus de ces équipements. Il impose aux producteurs d'organiser et de financer la collecte et l'élimination des équipements qu'ils mettent sur le marché. Sont concernés les lampes à décharge - dont les tubes fluorescents - et les lampes LED, ainsi que les luminaires à usage professionnel (DEEE PRO).



© ecosystem



• **Décret n° 2011-610 du 31 mai 2011** relatif au diagnostic portant sur la gestion des déchets issus de la démolition totale ou partielle de certains bâtiments. Préalablement à la demande de permis de démolir de tout bâtiment de plus de 1 000 m², le maître d'ouvrage fait procéder, par un expert indépendant, à un inventaire des déchets que générera le chantier. Au terme de celui-ci, le maître d'ouvrage communique aux pouvoirs publics la destination de tous les déchets ayant fait l'objet de l'inventaire préalable.

• **Décret n° 2012-617 du 2 mai 2012** relatif à la gestion des déchets de piles et accumulateurs et d'équipements électriques et électroniques. L'ensemble de ces décrets a été codifié dans le chapitre 1^{er} – Prévention et gestion des déchets – du titre 4 du livre V du Code l'environnement.

• **Loi n° 2020-105 du 10 février 2020**

relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire introduit plusieurs obligations nouvelles relatives à la caractérisation et à la traçabilité des déchets :

- article 51 : Extension aux chantiers de réhabilitation significative de plus de 1 000 m² de l'obligation de faire réaliser un diagnostic préalable relatif aux quantités et à la destination des déchets, produits et matériaux générés par les travaux ;
- article 106 : Les devis relatifs aux travaux de construction, rénovation et démolition, mentionnent les modalités d'enlèvement et de gestion des déchets générés par les travaux. L'entreprise ayant réalisé les travaux transmet à son client les bordereaux de remise des déchets aux installations autorisées pour les traiter.

Le coût global comprend la somme des coûts d'investissement, des coûts d'exploitation et de maintenance d'un équipement calculée sur la durée d'utilisation prévisionnelle de cet équipement jusqu'à son remplacement. Si vous souhaitez évaluer et comparer

Aide au calcul du temps retour sur investissement et du coût global d'une installation d'éclairage				
Données de base				
	Bilan	unité	Projet	
	Existant		Rénovation	Luminaire LED
				Sans objet
Type de source de lumière (lampes ou tubes, ou luminaire à module LED) utilisé :				
Type de ballast (si la source de lumière est une lampe à décharge ou fluorescente)				
Durée prévisionnelle d'utilisation de l'installation		h		
1 Surface du local		m ²		
2 Nombre d'heures d'allumage de l'éclairage par jour		h		
3 Nombre de jours d'allumage de l'éclairage par an		j		
4 Nombre d'heures d'allumage de l'éclairage par an en tarif de jour		h		
5 Nombre d'heures d'allumage de l'éclairage par an en tarif de nuit		h		
6 Durée de vie des sources de lumière (lampes ou tubes, ou luminaire à module LED) utilisées		h		
7 Prix du kWh ou prix du kWh jour, toutes taxes, redevance et abonnement compris		€		
8 Prix du kWh nuit, toutes taxes, redevance et abonnement compris		€		
9 Taux horaire de la main-d'œuvre pour l'installation		€		
10 Taux horaire de la main-d'œuvre pour la maintenance		€		
A Nombre d'heures d'allumage de l'éclairage par an		h		
Coût de l'investissement initial				
Pour le coût de main-d'œuvre d'installation, soit vous détaillez (lignes n° 9, 14, 15), soit vous inscrivez le coût forfaitaire total de l'installation des matériels (ligne C). Pour le luminaire, soit vous détaillez les coûts (lignes 16, 17, 18), soit vous inscrivez le coût total (ligne E)				
11 Nombre de luminaires du même type dans le local		Lumin.		
12 Nombre de lampes par luminaire (pour bilan de l'existant)		Lampes		Sans objet
13 Nombre de ballasts par luminaire (pour bilan de l'existant)		Ballasts		Sans objet
14 Temps d'installation par luminaire, câblage compris		h		
15 Temps d'installation du système de gestion (s'il n'est pas intégré aux luminaires), câblage compris		h		
16 Prix d'un luminaire (sans lampes, sauf luminaire à module LED), avec éventuellement gestion intégrée		€		
17 Prix d'une lampe ou d'un tube (+ starter éventuel inclus) pour bilan de l'existant		€		Sans objet
18 Prix du système de gestion (s'il n'est pas intégré aux luminaires)		€		
B Temps total d'installation (câblage et raccordements compris)		h		
C Coût total main-d'œuvre d'installation (câblage et raccordements compris)		€		
D Prix des lampes par luminaire		€		Sans objet
E Investissement par luminaire		€		
F Prix total des luminaires équipés et de la gestion		€		
G Investissement total (fourniture + installation)		€		
Coût de consommation d'énergie				
Pour les luminaires à modules LED, inscrire directement la puissance totale annoncée par le fabricant en ligne I				
19 Puissance d'une lampe d'un luminaire		W		
20 Puissance d'un ballast (pour bilan existant)		W		
21 Puissance d'éventuels systèmes de gestion non intégrés aux luminaires		W		
22 Pourcentage d'économie attendue grâce à la détection de présence (par défaut 20 %)		%		

le coût global de votre installation d'éclairage actuelle avec celui d'un projet de rénovation, ou si vous souhaitez comparer deux projets entre eux, vous aurez besoin de connaître certains critères énumérés ci-dessous. Tous ne seront sans doute pas nécessaires, mais cette liste exhaustive vous permettra de ne pas en oublier afin de vous éviter de mauvaises surprises...

23	Pourcentage d'économie attendue grâce à la variation en fonction de la lumière naturelle (par défaut 20 %)	%	
I	Puissance totale d'un luminaire (lampes + ballasts (pour bilan existant) + gestion intégrée)	W	
J	Puissance connectée totale des luminaires du même type	W	
K	Consommation annuelle de l'ensemble des luminaires du même type	kWh	
L	Émission de CO ₂ (1 kWh éclairage = 66 g CO ₂)	kg CO ₂	
M	Hypothèse de taux d'évolution annuelle du prix du kWh	%	
N	Coût annuel de consommation d'énergie de l'ensemble des luminaires du même type	€	
O	Puissance installée par m ² de l'ensemble des luminaires du même type (rappel : maximum de 16 W/m ² / 100 lux)	W/m ²	
Soit vous disposez d'éléments pour les lignes 24 à 26, soit vous ne disposez que d'une offre forfaitaire et dans ce cas-là, vous l'inscrivez dans la ligne T			
Coût de la maintenance (ramené à l'année)			
24	Temps d'intervention pour le nettoyage d'un luminaire	h	
25	Temps d'intervention pour le remplacement, le stockage et la collecte des lampes à remplacer sur un luminaire	h	Sans objet
26	Coût de mise en œuvre éventuelle d'échafaudage ou de nacelle (estimation annuelle)	€	
P	Nombre de lampes (et starters éventuels) à remplacer par an (selon durée de vie et temps d'utilisation)	Lampes	Sans objet
Q	Coût des lampes (et starters éventuels) à remplacer chaque année	€	Sans objet
R	Temps d'intervention pour le nettoyage de tous les luminaires du local	h	
S	Temps d'intervention pour le remplacement, le stockage et la collecte de toutes les lampes	h	Sans objet
T	Coût annuel de la maintenance	€	
Bilan comparatif et calcul du temps de retour			
La décision de rénover étant prise, le surcoût est calculé par comparaison entre un projet de rénovation à l'identique ou peu performant et un projet de rénovation performant, déduction faite des aides financières éventuelles.			
U	Consommation d'énergie finale par m ² par an	kWh _{ep} /m ² /an	
V	Consommation d'énergie primaire par m ² par an	kWh _{ep} /m ² /an	
W	Énergie finale économisée par m ² par an	kWh _{ep} /m ² /an	
X	Énergie primaire économisée par m ² par an	kWh _{ep} /m ² /an	
Y	Euros économisés grâce à la détection de présence (cf. p. 19)	€	
Z	Euros économisés grâce à la variation en fonction de la lumière naturelle (cf. p. 19)	€	
AA	Total euros économisés sur l'énergie par m ² par an	€	
AB	Total euros économisés sur la maintenance par m ² par an	€	
AC	Économies annuelles globales	€	
AD	Aide financière éventuelle (prime CEE...)	€	
AE	Coût moyen du capital investi	€	
AF	Surcoût de l'investissement initial, déduction faite des aides financières éventuelles estimées	€	
AG	Temps de retour sur investissement	Années	
Calcul du coût global			
AH	Coût d'énergie sur la durée prévisionnelle d'utilisation de l'installation	€	
AI	Coût de maintenance et d'entretien sur la durée prévisionnelle d'utilisation de l'installation	€	
AJ	Coût global sur la durée prévisionnelle d'utilisation de l'installation	€	
AK	Économie réalisée sur la durée prévisionnelle d'utilisation de l'installation	€	

Cet inventaire des critères à considérer est indicatif et n'engage d'aucune manière la responsabilité des auteurs
Sur www.syndicat-eclairage.com trouvez des aides au calcul de retour sur investissement et à la recherche de financement.

LES AIDES À L'INVESTISSEMENT

A. Certificats d'économies d'énergie (CEE)

Les certificats d'économies d'énergie peuvent représenter une aide financière au maître d'ouvrage pour la rénovation de ses installations d'éclairage.

Le dispositif des CEE repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée aux fournisseurs d'énergie. Ces économies sont exprimées en kWh cumulés actualisés (cumac) : économisés sur la durée de vie conventionnelle d'un équipement et corrigés d'un coefficient d'actualisation. Plusieurs centaines de fiches d' « opérations standardisées », c'est-à-dire d'actions dont les économies attendues ont été précalculées, sont identifiées. Il s'agit du répertoire des meilleures technologies ou pratiques disponibles, dans tous les usages de l'énergie et tous secteurs d'activités.

Pour la rénovation des installations d'éclairage dans le bâtiment tertiaire, public ou privé, la fiche de référence est la fiche

BAT-EQ-127 « Luminaire d'éclairage général à modules LED ».

Le maître d'ouvrage qui veut bénéficier de cette prime à la rénovation performante doit choisir des luminaires conformes aux exigences de cette fiche. La prime est relative au nombre de luminaires installés. La preuve des travaux d'économie d'énergie réalisés intéresse les fournisseurs d'énergie auxquels l'État impose de concourir à la transition énergétique en incitant les maîtres d'ouvrage à réaliser des rénovations. Elle peut être négociée dans le cadre d'un marché de gré à gré et ainsi concourir au financement de l'investissement.

Le Syndicat de l'éclairage a mis en place sur son site un espace consacré aux CEE éclairage où les porteurs de dossiers peuvent télécharger les attestations d'éligibilité aux CEE des luminaires des membres du syndicat. Ils y trouveront aussi des aides au calcul de retour sur investissement et à la recherche de financement.



© Signify

**La fiche
BAT-EQ-127
est la fiche de
référence pour
la rénovation
des installations
d'éclairage dans
le bâtiment
tertiaire**

B. Prêt Éco-Énergie

Le Prêt Éco-Énergie (PEE) contribue au financement des projets d'optimisation énergétique intégrant des équipements éligibles aux certificats d'économies d'énergie (CEE) des secteurs « tertiaire » et « industrie ». Le PEE s'adresse aux TPE et PME de plus de 3 ans de tout secteur d'activité. Le PEE est un prêt participatif de 10 000 € à 100 000 € sur 5 ans à des conditions préférentielles : un taux très faible grâce à la bonification de l'État, aucune caution personnelle, pas de garantie sur les actifs des entreprises ni des dirigeants (équipements, fonds de commerce...), un différé de remboursement du capital qui permet de préserver la trésorerie de l'entreprise.

Le PEE optimise ainsi l'économie globale d'un projet d'efficacité énergétique, en incluant des primes CEE.

Les demandes peuvent être faites très simplement en ligne (pee.bpifrance.fr) et auprès des équipes de Bpifrance Financement en région ou sur le site dédié au PEE.

C. Financements bancaires et tiers financements

De grands établissements bancaires engagés dans la transition énergétique proposent des solutions de financement global des investissements de rénovation des installations d'éclairage industriel, tertiaire et commercial, principalement sous forme de location.

La Caisse des dépôts est porteuse d'importants programmes d'actions pour faciliter les rénovations énergétiques dans les collectivités locales.

Les contrats de performance énergétique (CPE) sont encore insuffisamment utilisés



© Sylvania. Photo Arthur Pequin

dans le cadre du tiers financement, et pour les collectivités locales, des initiatives de type « intracting », et le programme ACTEE, porté par la FNCCR avec EDF, fournissent également des solutions de financement de la rénovation.

D. Location de l'éclairage longue durée

Certaines sociétés, fabricants ou autres, proposent de plus en plus des solutions de location d'installations d'éclairage, avec une maintenance continue des performances et possibilité de remise à niveau des luminaires afin d'améliorer le service apporté par l'éclairage. Il s'agit du concept de « LaaS » (*Light as a Service*).

Les partenaires

ADEME : Agence de la transition écologique. www.ademe.fr

SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE : Fabricants de lampes, luminaires et systèmes de gestion de l'éclairage. www.syndicat-eclairage.com

AFE : Association française de l'éclairage. www.afe-eclairage.fr

CAPEB : Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment. www.capeb.fr

ECOSYSTEM : Eco-organisme agréé à but non lucratif qui organise la collecte, la dépollution et le recyclage des équipements électriques, des lampes, des luminaires et des petits extincteurs. www.ecosystem.eco

FDME : Fédération des distributeurs en matériel électrique. www.fdme.net

FEDELEC : Fédération nationale des professionnels indépendants de l'électricité et de l'électronique. www.fedelec.fr

FFIE : Fédération française des intégrateurs électriciens. www.ffie.fr

IGNES : Industries du génie numérique, énergétique et sécuritaire. www.ignes.fr

SERCE : Syndicat des entreprises de la transition énergétique et numérique. www.serce.fr

Autres guides à télécharger à partir du site de l'ADEME et des sites des partenaires

Rénovation de l'éclairage des plateformes logistiques et entrepôts (2017)

Rénovation de l'éclairage des commerces de centre-ville (2013)

Éclairage des parties communes des bâtiments tertiaires et résidentiels (2012)

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME – l'Agence de la transition écologique –, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines – énergie, air, économie circulaire, gaspillage alimentaire, déchets, sols... – nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

www.ademe.fr

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur :

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert :

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent :

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir :

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



Rénover l'éclairage des bâtiments tertiaires

L'objet de ce guide est de présenter l'essentiel des informations techniques, réglementaires, ergonomiques, économiques, utiles pour programmer et réussir la rénovation de l'éclairage d'un bâtiment. Dans la première édition de 2011, il était très peu question de LED. Aujourd'hui, par ses performances énergétiques, sa longue durée de vie et son aptitude à la gestion, l'éclairage LED dépasse de loin tous les appareils à tubes fluorescents ou lampes halogènes d'alors. Mais ces luminaires obsolètes éclairent encore nos bâtiments, avec des consommations excessives, des inconforts et l'impossibilité d'y associer des automatismes.

La modernisation de l'éclairage s'avère une des opérations de rénovation énergétique les plus rentables, à très court terme, et durablement. La réduction des consommations électriques dues à l'éclairage dépasse fréquemment 50 %.

Les capteurs et automatismes obligatoires, souvent intégrés aux luminaires, sont de plus en plus simples et rapides à mettre en œuvre, grâce aux solutions sans fil.

Les économies d'énergie et financières sont accompagnées de nombreux co-bénéfices, en termes de santé visuelle, de sécurité, d'amélioration des conditions de travail et de bien-être, de valorisation du bâti, qui sont aussi à mettre au crédit d'un projet de rénovation bien conçu.

Enfin, la flexibilité apportée par l'électronique autorise à envisager désormais le réseau d'éclairage comme vecteur principal de la gestion de données et de l'intelligence du bâtiment.

**Dans les bureaux,
la rénovation performante
de l'éclairage, conforme
à la réglementation, peut
apporter chaque année,
par mètre carré rénové :**

- **39 kWh** d'économie d'énergie
- **2,6 kg** d'émission de CO₂ évités
- **5 €** économisés sur la facture d'électricité
- **3 €** économisés sur la facture de maintenance

**Soit 8 € par mètre carré et
par an d'économie globale**

