

**SUJET NATIONAL POUR L'ENSEMBLE DES CENTRES DE GESTION  
ORGANISATEURS**

**Technicien principal territorial de 2<sup>ème</sup> classe  
Examen professionnel de promotion interne  
Examen professionnel d'avancement de grade**

**SESSION 2013**

**EPREUVE**

**Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.**

Durée : 3 heures  
Coefficient : 1

**SPECIALITE : SERVICES ET INTERVENTIONS TECHNIQUES**

**A LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET**

**Ce document comprend un sujet de 1 page, un dossier de 22 pages.**

- ↳ **Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni signature, paraphe ou numéro de convocation.**
- ↳ **Aucune référence (nom de collectivité, nom de personne, ...) autre que celle figurant le cas échéant sur le sujet ou dans le dossier ne doit apparaître dans votre copie.**
- ↳ **Seul l'usage d'un stylo soit noir soit bleu est autorisé (bille, plume ou feutre). L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou souligner, sera considérée comme un signe distinctif, de même que l'utilisation d'un surligneur.**

**Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.**

**Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.**

La France s'est engagée à respecter les termes du paquet « énergie climat », celui-ci prévoit notamment l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'union Européenne en 2020.

En votre qualité de technicien principal territorial de 2ème classe, vous êtes responsable des Services Techniques de la commune de TECHNIVILLE comptant plus de 10 000 habitants. Les élus de cette commune souhaitent engager une politique de réduction des consommations énergétiques.

Dans un premier temps, le Directeur Général des Services vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à partir des documents ci-joints, un rapport technique sur l'efficacité énergétique concernant l'éclairage.

**10 points**

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles, pour respecter à moyen terme la réglementation de l'éclairage et contribuer à l'objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique.

**10 points**

*Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.*

### **Documents joints :**

**Document n°1 :** La stratégie de la France en matière d'efficacité énergétique « Plan d'action de la France en matière d'efficacité énergétique » - Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement – Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie – juin 2011 - 7 pages

**Document n°2:** Eclairage des locaux de travail - Aide mémo juridique – INRS – octobre 2009 - 5 pages

**Document n°3 :** « Quelles lampes choisir pour consommer moins d'électricité » – Syndicat de l'éclairage – août 2009 - 6 pages

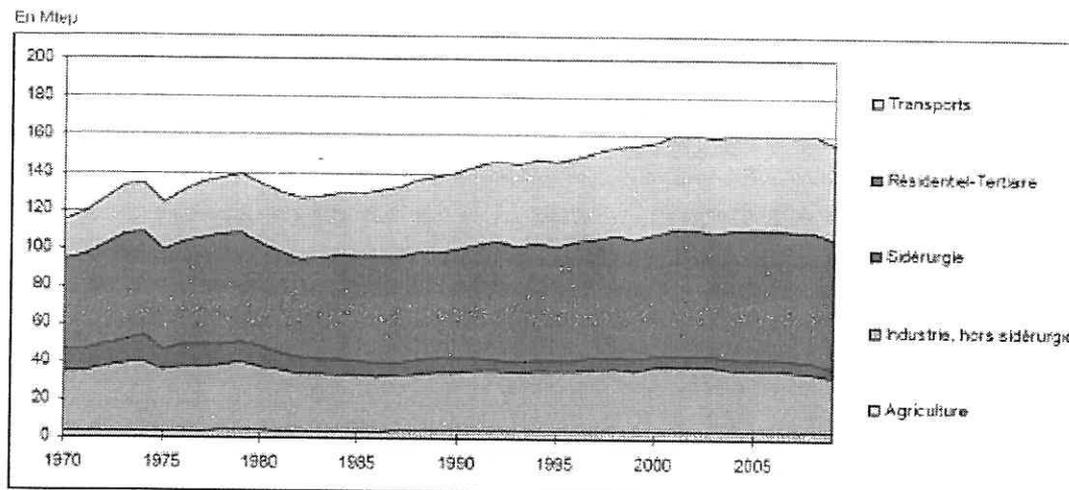
**Document n°4 :** « Eclairage LED : pour sortir de la défiance » - Syndicat de l'éclairage – juin 2012 - 1 page

**Document n°5 :** « A partir du 1er juin 2011, au bureau comme à l'école, l'éclairage économique, c'est automatique » - Syndicat de l'éclairage – juin 2011 - 3 pages

**Ce document comprend un sujet de 1 page, un dossier de 22 pages.**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents volontairement non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*





**Figure 2. Évolution de la consommation d'énergie finale de la France entre 1970 et 2009, corrigée des variations climatiques, par secteur (source : SOeS, bilan de l'énergie 2009)**

La crise financière et économique joue un rôle important dans la baisse de la consommation d'énergie finale constatée en 2009, qui fut amorcée dès 2008. La chute de l'activité industrielle a eu des effets directs sur la consommation d'énergie de ce secteur (-10 %, et jusqu'à -27 % dans la sidérurgie). L'agriculture réduit sa demande de 3 %. La consommation des transports connaît une nouvelle baisse (- 1,1 %, après - 0,8 % en 2008), qui s'explique en particulier par la chute d'activité du transport routier de marchandise. La consommation du secteur résidentiel et tertiaire est également en baisse de 0,9% en 2009 après plusieurs années d'une progression par à coups.

La crise financière, par son impact sur le fonctionnement de l'économie et notamment le sous-emploi des unités de production ou de transport, a ralenti temporairement l'amélioration continue de l'efficacité énergétique de la France : après plusieurs années de baisse importante, l'intensité énergétique de la France a été stable en 2008 puis a diminué de 0,4% en 2009.

## 2. ... portée par une stratégie énergétique ambitieuse

### 2.1 Une vision à long terme

Le Grenelle de l'environnement (cf. encadré ci-dessous) a réaffirmé les grands objectifs de politique énergétique française inscrits dans la loi n°2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique, dite loi Pope. Ces quatre objectifs ont été repris dans l'article L.100-1 du code de l'énergie créé par l'ordonnance n°2011-504 du 9 mai 2011 :

- assurer la sécurité d'approvisionnement ;
- maintenir un prix de l'énergie compétitif ;
- préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre ;
- garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie.

Il s'agit d'objectifs de long terme, qui fixent un cap à l'action de la politique énergétique pour les 30 ans à venir. Pour les atteindre, quatre axes majeurs ont été définis :

- Maîtriser la demande d'énergie ;
- Diversifier le bouquet énergétique ;
- Développer la recherche et l'innovation dans le secteur de l'énergie ;
- Assurer des moyens de transport et de stockage adaptés aux besoins.

### *Description du Grenelle de l'environnement*

Les travaux préparatoires du Grenelle de l'environnement<sup>3</sup> ont eu lieu de juillet 2007 à novembre 2007. Il a impliqué l'ensemble des parties prenantes : État, collectivités territoriales, syndicats, entreprises et associations. Son but était de débattre des problématiques environnementales et définir une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Organisé autour de 6 groupes de travail dont l'un traitant de la lutte contre les changements climatiques et la maîtrise de la demande d'énergie, il a abouti à la fin du mois d'octobre 2007 à un plan d'actions de 20 mesures concrètes et quantifiables recueillant un accord le plus large possible des participants.

A la suite de cette consultation nationale, 33 comités opérationnels (COMOP) regroupant l'ensemble des parties prenantes ont été mis en place pour affiner la feuille de route et définir, pour chaque thématique identifiée comme essentielle, une liste d'objectifs ainsi que des actions et des recommandations précises à mettre en œuvre. Le cas échéant, ces comités opérationnels ont indiqué les mesures ne recueillant pas l'approbation de l'ensemble des parties prenantes et les alternatives possibles. Ils ont ensuite constitué des rapports de synthèse publics servant de base ultérieure aux décisions politiques.

Parmi les thèmes traités par les comités opérationnels figurent notamment l'amélioration des performances des bâtiments (COMOP 1, 2, 3), l'État exemplaire (COMOP 4) et l'amélioration des transports (COMOP 5, 6, 7 et 8).

La mise en œuvre des engagements du Grenelle est en cours, avec notamment :

- la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement du 3 août 2009, dite loi Grenelle 1, qui a permis de formaliser d'un point de vue législatif les engagements du Grenelle ;
- la loi portant engagement national pour l'environnement du 12 juillet 2010, dite loi Grenelle 2, qui permet la mise en œuvre opérationnelle de la plupart de ces engagements ;
- les différentes lois de finances qui ont été votées depuis l'année 2007 et qui ont permis de mettre en place les financements nécessaires à certaines des mesures du Grenelle ;
- les décrets d'application des lois Grenelle 1 et 2.

## **2.2 Les engagements de la France en matière d'efficacité énergétique**

Pour cadrer les actions à conduire dans le cadre de la stratégie énergétique nationale, la loi Pope fixe des objectifs chiffrés ambitieux et définit un certain nombre de programmes mobilisateurs pour les économies d'énergie.

En matière d'efficacité énergétique, la loi Pope fixe comme objectifs la réduction de 2% par an d'ici à 2015 de l'intensité énergétique finale et de 2,5% par an entre 2015 et 2030. Cependant, la crise économique a eu un impact négatif sur les résultats obtenus sur la période 2006-2009<sup>4</sup>. Les très bons résultats de 2006 et 2007 (- 4,5 % en deux ans) ont été interrompus par la crise économique, avec une totale stabilité de l'indice en 2008 et une réduction de 0,4 % en 2009 de l'intensité énergétique. La réduction moyenne annuelle de l'intensité énergétique de la France entre 2006 et 2009 est donc de 1,2 %. A l'inverse, la baisse de la consommation d'énergie finale par habitant est importante en 2009, avec une réduction de 3,5 %, soit une réduction moyenne de 1,3 % par an sur la période 2005-2009.

<sup>3</sup> <http://www.legrenelle-environnement.fr/>

<sup>4</sup> Les périodes de crise, où les usines ne tournent pas à plein régime, ne sont pas favorables aux gains d'intensité énergétique.

En 2007, le Grenelle de l'environnement a renforcé la politique énergétique de la France, en fixant des objectifs très ambitieux dans tous les secteurs de l'économie, et notamment (cf chapitre III sur le détail des politiques et mesures concernées) :

- La maîtrise de la demande en énergie dans le bâtiment, à travers un programme de ruptures technologiques dans le bâtiment neuf et un chantier de rénovation énergétique radicale dans l'existant. Dans le neuf, les bâtiments basse consommation seront généralisés dès 2012, et les bâtiments à énergie positive en 2020. Dans l'existant, un objectif de réduction de 38 % des consommations d'ici 2020 a été fixé ;
- Le développement accéléré des modes de transport non routier et non aérien. Un ensemble de mesures est mis en place pour encourager les reports de trafic vers les modes de transport les moins émetteurs de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques et pour améliorer l'efficacité des modes de transport utilisés.

Enfin, pour répondre aux exigences de la directive 2006/32/CE (dite « ESD »), la France s'est fixé comme objectif indicatif d'atteindre un volume d'économies d'énergie finale d'environ 12 Mtep<sup>5</sup> en 2016. La cible intermédiaire pour 2010 fixée dans le premier Plan national d'action en matière d'efficacité énergétique (PNAEE) de la France en 2008 est d'environ 5 Mtep.

### 3. Évaluation des économies d'énergie

#### 3.1 Les économies d'énergie estimées en 2016 et en 2020

Une évaluation prospective des résultats des mesures mises en œuvre ou planifiées est nécessaire pour estimer l'atteinte de la cible 2016. La France a choisi d'évaluer le volume des économies d'énergie atteint en 2016 – dans le cadre de la directive ESD, et en 2020 – dans le cadre du paquet Énergie-Climat, par un exercice de scénarios prospectifs « Énergie Climat Air ». Ces mêmes scénarios sont utilisés pour définir les évolutions d'émission de gaz à effet de serre de la France à horizon 2020 et 2030, dans le cadre du rapport sur les mécanismes de surveillance<sup>6</sup>.

##### Méthodologie

La méthodologie utilisée pour la définition des scénarios prospectifs « Énergie-Climat-Air » est présentée en annexe 2, chapitre I. Les scénarios sont fondés sur une modélisation fine de la demande d'énergie, et à ce titre contiennent à la fois des éléments d'évaluation ascendant (modélisation de l'impact des mesures individuelles) et descendant (évaluation globale des économies d'énergie obtenues par secteur économique).

Deux scénarios sont utilisés pour calculer le volume d'économies d'énergie réalisé en 2016 et en 2020 :

- le scénario « pré-grenelle » (PG), scénario tendanciel estimant l'évolution de la consommation d'énergie de la France en l'absence des objectifs et mesures décidés lors du Grenelle de l'Environnement,
- et le scénario « avec mesures supplémentaires » (AMS), scénario fondé sur la modélisation de l'impact de l'ensemble des mesures décidées à l'été 2010, et des objectifs sectoriels inscrits dans la loi suite au Grenelle de l'environnement. Ce scénario décrit l'évolution du système énergétique français en prenant en compte les objectifs et les mesures réellement décidés, et leurs effets à ce jour.

Les économies d'énergie réalisées à une date donnée sont estimées par la différence entre les consommations d'énergie finale du scénario PG et du scénario AMS, hors installations soumises à la directive SCEQE, carburants utilisés pour le transport aérien et les soutes maritimes internationales<sup>7</sup>. Les consommations pour l'année 2016 sont obtenues par interpolation linéaire entre la consommation

<sup>5</sup> Ce chiffre correspond à 8% de la moyenne de la consommation en énergie finale de la France, déduction faite du secteur aérien, des soutes maritimes internationales et des consommateurs d'énergie finale soumis à la directive SCEQE. L'incertitude apportée par ce dernier terme fait que la cible de 12 Mtep en 2016 est un majorant de l'objectif indicatif tel que défini par la directive ESD.

<sup>6</sup> Au titre du paragraphe 2 de l'article 3 de la décision n°280/2004/CE du Parlement européen et du Conseil du 11 février 2004

réelle de la France pour l'année 2009, issue du bilan énergétique édité par le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS), et les consommations pour chaque scénario en 2020.

En l'absence de données plus précises, la proportion de consommation d'énergie des installations soumises à la directive SCEQE au sein du secteur de l'industrie a été estimée constante, et fixée au pourcentage moyen constaté entre 2001 et 2006<sup>8</sup>.

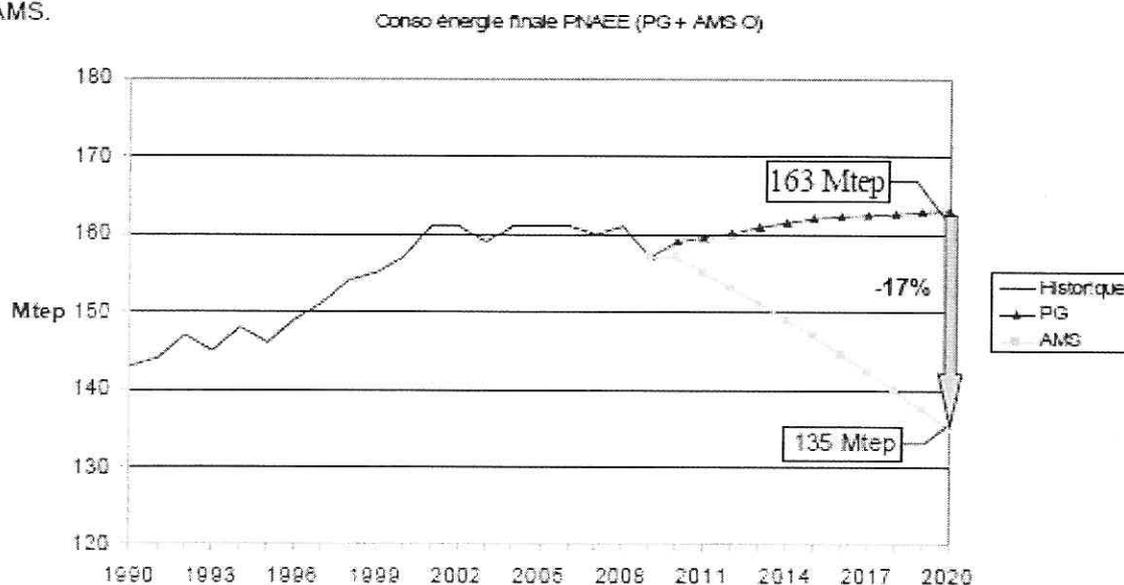
### Limites

Le scénario PG est calé sur des données (indicateurs d'efficacité énergétique, structure du parc de consommation par combustible, ...) datant pour certaines de 2008 ou 2009, notamment dans le secteur des transports. Il intègre donc déjà l'impact de certaines mesures mises en place suite au Grenelle de l'Environnement sur l'efficacité énergétique des secteurs concernés. A titre d'exemple, l'effet du bonus-malus automobile sur la consommation moyenne des véhicules particuliers neufs entre 2007 et 2009 est déjà pris en compte dans le scénario PG. Le scénario PG représente donc une minoration de l'évolution tendancielle des consommations d'énergie de la France en l'absence du Grenelle de l'Environnement.

Au-delà de ce point précis, les scénarios sont un exercice prospectif et intègrent les limites inhérentes à toute modélisation de la demande d'énergie ; les résultats dépendent fortement des hypothèses prises pour estimer l'impact des différentes mesures sur la consommation d'énergie.

### Résultats

La Figure 3 présente l'évolution historique de la consommation totale d'énergie finale de la France entre 1990 et 2009, puis les évolutions prospectives entre 2009 et 2020 selon les scénarios PG et AMS.



**Figure 3. Évolution des consommations d'énergie finale de la France entre 1990 et 2020, selon les scénarios PG et AMS (sources : historique : SOeS, base de donnée Pégase ; scénarios PG et AMS : étude Enerdata, mars 2011)**

- 7 Conformément à la directive 2006/32/CE. L'installation de panneaux solaires thermiques étant considérée par la directive comme une source d'économie d'énergie, la consommation d'énergie à partir de solaire thermique, comptabilisée à l'origine dans les scénarios comme une consommation d'énergie finale, a été soustraite de la consommation d'énergie finale totale. Cela n'a pas été le cas pour l'électricité produite localement (solaire photovoltaïque, ...) qui en France est très majoritairement injectée sur le réseau sans autoconsommation.
- 8 Soit 49,7%, avec un écart-type de moins de 0,9%. La consommation d'énergie finale des installations soumises à la directive SCEQE, hors secteur de l'énergie, est de 18 Mtep au sein du secteur de l'industrie et de 1,1 Mtep, soit moins de 6%, hors secteur de l'industrie. L'hypothèse a donc été faite que les installations soumises à la directive SCEQE, hors secteur de l'énergie, voyaient leurs consommations intégrées au secteur de l'industrie.

La mise en œuvre de la stratégie de la France en terme d'efficacité énergétique permet de porter la consommation nationale d'énergie finale à 135 Mtep à l'horizon 2020, contre 163 Mtep dans le scénario à caractère tendanciel pré-grenelle, soit une réduction en valeur relative de 17%<sup>9</sup>.

Le Tableau 1 détaille les résultats obtenus en terme d'économies d'énergie finale en 2016 et en 2020, hors consommations du secteur SCEQE, du secteur aérien, des soutes internationales et d'énergie solaire thermique, conformément au périmètre couvert par la directive 2006/32/CE.

**Tableau 1. Évaluation des économies d'énergie réalisées en 2016 et 2020 à partir des consommations d'énergie finale de la France selon les scénarios PG et AMS, hors consommations du secteur SCEQE, du secteur aérien, des soutes maritimes internationales et d'énergie solaire thermique.**

[Mtep]	2009*	2016	2020	Économies d'énergie réalisées en 2016	Économies d'énergie réalisées en 2020
<b>Scénario PG</b>	137,8	139,0	139,9		
<i>Secteur résidentiel-tertiaire</i>	68,7	72,7	75,0		
<i>Secteur transports</i>	48,3	44,1	42,0		
<i>Secteur industriel</i>	16,8	18,7	19,8		
<i>Autres (agriculture, BTP, ...)</i>	4,1	3,5	3,2		
<b>Scénario AMS</b>	137,8	121,0	111,4	<b>18,0</b>	<b>28,4</b>
<i>Secteur résidentiel-tertiaire</i>	68,7	56,8	50,0	15,9	24,9
<i>Secteur transports</i>	48,3	42,3	38,8	1,9	3,2
<i>Secteur industriel</i>	16,8	18,5	19,4	0,2	0,3
<i>Autres (agriculture, BTP, ...)</i>	4,1	3,5	3,2	0	0

\*Source : bilan énergétique de la France, SOeS

Les économies d'énergie réalisées en 2016 atteignent 18 Mtep, pour un objectif indicatif de 12 Mtep. 15,9 Mtep, soit plus de 88 % des économies d'énergie proviennent du secteur résidentiel-tertiaire, traduisant ainsi la mise en œuvre du programme de maîtrise de la demande en énergie dans le secteur du bâtiment fixé par le Grenelle de l'Environnement. Suivent le secteur des transports (1,9 Mtep – 10 %) et de l'industrie (hors SCEQE ; 0,2 Mtep – 1 %).

Il convient néanmoins de souligner que l'atteinte effective de ce résultat ambitieux reste conditionnée au traitement adéquat de plusieurs « points de vigilance », et notamment :

- **Le rythme réel sur l'ensemble de la période des rénovations du parc des bâtiments existants.** L'atteinte de l'objectif d'une réduction de 36 % des consommations du parc des bâtiments existants à l'horizon 2020 nécessite un rythme de rénovations soutenus sur l'ensemble de la période. Le scénario retenu dans le cadre des groupes de travail du Grenelle prévoyait d'une part des rénovations lourdes des bâtiments les plus consommateurs selon un rythme de 400 000 rénovations par an entre 2013 et 2020 et d'autre part des rénovations intermédiaires de 9 millions de logements ;

<sup>9</sup> Les scénarios prospectifs Énergie-Climat-Air ont été présentés dans le Programme National de Réforme (PNR) 2011-2014 transmis par la France à la Commission européenne en mai 2011. Ils sont l'actualisation des scénarios prospectifs « Grenelle » et tendanciel utilisés dans les éléments-clés du PNR 2011 transmis en novembre 2010.

- Le maintien sur l'ensemble de la période d'outils incitatifs puissants soutenant ce rythme de rénovation, dans un contexte budgétaire de plus en plus contraint : même si les travaux d'amélioration de la performance des logements sont souvent identifiés comme ayant des coûts d'abattement faibles, voire négatifs, il existe de nombreux autres freins (accès au crédit des ménages, information imparfaite, pertes d'utilité générées par les travaux) à la réalisation effective des travaux et qui rendent nécessaires la mise en oeuvre d'outils incitatifs à la rénovation des logements. C'est pourquoi le Grenelle de l'environnement a notamment prévu la mise en oeuvre de l'éco-PTZ et la prolongation du crédit d'impôt développement durable (cf. partie Résidentiel-Tertiaire) ;
- La mise en oeuvre effective du programme d'investissements prévus dans les infrastructures de transport : concernant les voyageurs, aujourd'hui, 800 kilomètres de lignes grande vitesse (sur les 2000 prévus à l'horizon 2020) et deux appels à projets ont déjà été lancés pour développer les transports en commun en site propre. Il est essentiel de maintenir ce rythme afin d'assurer un report modal massif vers les modes de transports les moins émetteurs ;
- Le renforcement du report modal de marchandises : le Grenelle a fixé un objectif très ambitieux d'une part modale du non-routier et du non-aérien de 25 % à l'échéance 2022 (contre 14 % actuellement). Son atteinte nécessitera un effort accru ;
- La capacité effective d'adaptation des filières et des secteurs (innovation, ruptures technologiques, etc.) ;
- Le niveau de mobilisation de l'ensemble des acteurs et l'efficacité du dispositif d'accompagnement (formation, changement des comportements, etc.) ;

## 3.2 Évaluation des économies d'énergie réalisées en 2010 pour l'atteinte de la cible intermédiaire (analyse descendante 2007-2009)

### Methodologie

Les économies d'énergies réalisées sur la période 2007-2009 sont calculées sur la base des méthodes descendantes recommandées par la Commission.

Les données 2010 ne sont pas disponibles dans des délais compatibles avec la remise du rapport à la Commission. Les années 2008 et surtout 2009 étant très atypiques, il apparaît préférable de ne pas tenter d'estimer les niveaux de consommation énergétique et d'activité pour 2010 par extrapolation des données des années précédentes. Le calcul de la cible intermédiaire fixée dans le cadre de la directive ESD sera ainsi réalisé uniquement sur la période 2007-2009.

Ce calcul tiendra lieu d'évaluation du premier PNAEE. En effet, ce dernier avait été rédigé en parallèle du Grenelle de l'Environnement et en reprenait les principales conclusions. La déclinaison opérationnelle de ces conclusions a été effectuée progressivement à partir de 2008. Le second PNAEE complète ainsi le rapport précédent, et traduit la mise en oeuvre concrète du Grenelle de l'Environnement, dont les premiers effets sont estimés à travers l'évaluation descendante sur 2007-2009.

### Résultats

#### *Atteinte de la cible 2010*

Le 1<sup>er</sup> plan national d'action de la France en matière d'efficacité énergétique a fixé pour 2010 un objectif indicatif intermédiaire de **5 Mtep** d'économies d'énergie.

Sur la période 2007-2009 (chiffres 2010 non disponibles), le volume d'économies d'énergie dénombré au sens de la directive ESD est évalué à **5,159 Mtep** (voir tableau Excel détaillé en annexe 2, chapitre II). La cible intermédiaire 2010 peut ainsi être présumée atteinte.

## I. OBLIGATIONS DE L'EMPLOYEUR

*Éviter la fatigue visuelle et les affections de la vue par un niveau d'éclairage suffisant, adapté et non gênant*

L'éclairage doit être conçu et réalisé de manière à éviter la fatigue visuelle, ainsi que les affections de la vue qui en résultent, et il doit permettre de déceler les risques perceptibles par la vue (Art. R. 4223-2 du code du travail).

*Espaces visés par l'obligation d'éclairer et par les conditions d'éclairage du code du travail*

Il ne s'agit pas seulement des locaux affectés au travail, mais aussi de certains espaces extérieurs. En effet, les règles relatives à l'éclairage et l'éclairage concernent (Art. R. 4223-1 du code du travail) :

- les locaux affectés au travail et leurs dépendances, c'est-à-dire les postes de travail, les aires de circulation intérieures notamment les passages et escaliers.
- les espaces extérieurs où sont effectués des travaux permanents.

Les aires extérieures aux locaux de travail sont également concernées par l'obligation d'éclairage si des travaux permanents y sont effectués.

La notion de travaux permanents implique qu'il n'est pas obligatoire d'installer un éclairage fixe assurant un niveau d'éclairage au moins égal à 40 lux pour les espaces extérieurs, comme il est prévu à l'art. R. 4223-4 du code du travail, dès lors qu'il n'y sera effectué de nuit que des travaux occasionnels.

Mais cela n'exclut pas l'obligation d'éclairage, pour le travail de nuit, des zones de travail extérieures à l'aide d'installations mobiles ou d'équipements individuels, même s'il s'agit d'un travail occasionnel (C. du 11 avril 1984).

- les zones et voies de circulation extérieures empruntées de façon habituelle pendant les heures de travail.

Ce sont notamment les espaces extérieurs de service utilisés de nuit par les piétons ou les véhicules non munis de dispositifs d'éclairage prévus par le code de la route (C. du 11 avril 1984).

Parce que les niveaux exigés pour l'éclairage général sont insuffisants pour éclairer la zone de travail, les dispositions du code du travail distinguent l'éclairage général de l'éclairage de la zone de travail.

### *Éclairage général suffisant*

#### Valeurs minimales d'éclairage

Dans les espaces visés par les dispositions du code du travail concernant l'éclairage et pendant la présence du personnel dans ces lieux, les niveaux d'éclairage mesurés au plan de travail ou, à défaut, au sol, devront être au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous (Art. R. 4223-4 du code du travail).

Ces valeurs minimales sont fixées en fonction des locaux affectés au travail et des espaces extérieurs :

Ces valeurs doivent être respectées à tout moment et en tout point des lieux concernés.

Locaux affectés au travail	Valeurs minimales d'éclairage
Voies de circulation intérieure	40 lux
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux
Espaces extérieurs	Valeurs minimales d'éclairage
Zones et voies de circulation extérieures	10 lux
Espaces extérieurs où sont effectués des travaux à caractère permanent	40 lux

Ces niveaux d'éclairage sont des valeurs minimales ; ils peuvent faire l'objet de relevés photométriques, effectués par un organisme agréé, sur demande de l'inspecteur du travail (Art. R. 4722-3 du code du travail).

Pour assurer le respect de ces valeurs minimales, l'employeur doit tenir compte, lors de la conception et de la mise en service des installations, des variations prévisibles des niveaux d'éclairage dans l'espace et dans le temps dues notamment (C. du 11 avril 1984) :

- à la répartition inégale de la lumière au niveau du plan de travail,
- aux différents facteurs entraînant la réduction de l'éclairage dans le temps (empoussièrement et vieillissement des luminaires, usure des lampes, empoussièrement et vieillissement des parois du local),
- à la fréquence de l'entretien qui sera effectué.

#### *Adapter l'éclairage à la zone de travail*

Si les niveaux d'éclairage peuvent être suffisants pour des tâches ne nécessitant pas la perception du détail, l'employeur doit en revanche adapter le niveau d'éclairage à la nature et à la précision des travaux à exécuter (C. du 11 avril 1984 et Art. R. 4223-5 du code du travail).

La zone de travail est la région où se trouve la tâche à accomplir, où il faut distinguer le détail à percevoir et le fond sur lequel il se détache (C. du 11 avril 1984).

#### **Valeurs minimales d'éclairage selon le type d'activité**

Pour certaines activités, la circulaire de 1984 donne des exemples de valeurs d'éclairage minimal, cet éclairage pouvant être obtenu par des éclairages localisés de la zone de travail en complément de l'éclairage général.

#### **Rôle du médecin du travail**

Il peut être nécessaire de modifier les niveaux d'éclairage suivant les capacités visuelles des travailleurs (C. du 11 avril 1984).

Le médecin du travail pourra proposer des mesures adaptées.

#### **Notion d'« éclairage à maintenir »**

On se reportera plutôt à la notion d'« éclairage à maintenir » qui est la « valeur en dessous de laquelle l'éclairage moyen de la surface considérée ne peut pas descendre. Il s'agit de l'éclairage au moment où la maintenance doit être assurée » (Norme EN 12464-1 : 2002 - Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail - Partie 1 : Lieux de travail intérieurs). Voir aussi « Conception des lieux et situations de travail », ED 950, INRS, 2007, page 62.

#### **Cas particulier de certains locaux**

##### *Laboratoire de photographie*

Il va de soi que les niveaux d'éclairage fixés par le code du travail, (voir tableau ci-dessous), ne pourront être imposés dans des locaux où manifestement les activités techniques ne permettent pas un tel éclairage comme les labos-photos ou certains postes de commande (C. du 11 avril 1984).

S'il s'avère que ces conditions particulières d'éclairage provoquent une fatigue visuelle ou un danger pour la vue, on pourra demander des mesures compensatoires après avis du médecin du travail.

##### *Entrepôts et assimilés*

Pour les entrepôts, il va de soi que les valeurs minimales d'éclairage ne sont suffisantes que s'il s'agit des activités d'un entrepôt classique et que chaque fois que celles-ci nécessitent la perception du détail (dans la zone d'emballage, par exemple), il sera nécessaire d'adapter l'éclairage (C. du 11 avril 1984).

Éclairage minimal	Type d'activité
200 lux	Mécanique moyenne, dactylographie, travaux de bureau
300 lux	Travail de petites pièces, bureau de dessin, mécanographie
400 lux	Mécanique fine, gravure, comparaison de couleurs, dessins difficiles, industrie du vêtement
600 lux	Mécanique de précision, électronique fine, contrôles divers
800 lux	Tâche très difficile dans l'industrie ou les laboratoires

Pour définir des niveaux d'éclairage minimaux, on s'est interrogé à propos de la notion de locaux de travail et de celle d'entrepôts.

En effet, d'une façon générale, les valeurs minimales s'appliquent sur l'ensemble de la surface des locaux.

#### *Grands halls*

S'il s'agit de grands halls, certaines surfaces où il n'est effectué aucun travail permanent pourront être assimilées selon le cas à des voies de circulation intérieures ou à des entrepôts, sous réserve que les rapports des niveaux d'éclairages et les écarts de luminance soient conformes aux prescriptions des articles R. 4223-6 et R. 4223-8 (C. du 11 avril 1984).

#### *Équiper l'établissement d'un éclairage de sécurité*

Les établissements doivent disposer d'un éclairage de sécurité, conforme à la réglementation en vigueur, permettant d'assurer l'évacuation des personnes en cas d'interruption accidentelle de l'éclairage normal (Art. R. 4227-14 du code du travail).

En ce qui concerne les circuits et installations de sécurité, on se reportera aux dispositions de l'arrêté du 26 février 2003 relatif aux circuits et installations de sécurité.

Voir aussi « Conception des lieux et situations de travail » ED 950, INRS 2005, p. 67.

#### *Donner la priorité à la lumière naturelle*

Les locaux de travail doivent autant que possible disposer d'une lumière naturelle suffisante (Art. R. 4223-3 du code du travail).

La circulaire du 14 avril 1995 relative aux lieux de travail rappelle que l'exigence d'une lumière naturelle suffisante au poste de travail, entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1996, doit se limiter au domaine du possible, c'est-à-dire sans modification des locaux existants.

La lumière naturelle pourra ainsi être exigée toutes les fois qu'une amélioration de l'implantation des postes de travail aura lieu sans nécessiter de travaux d'aménagements du local.

Lorsqu'un nouvel aménagement est prévu, les principes développés dans la circulaire n° 90-11 du 28 juin 1990 sont applicables, à savoir :

- améliorer l'existant, ou, à tout le moins ne pas aggraver la situation existante,
- limiter le nombre des postes de travail fixes en zones aveugles,
- proposer, dans tous les cas, des mesures compensatoires (par exemple, qualité de l'installation d'éclairage,

mise à disposition d'un local de repos avec vue sur l'extérieur...).

#### *Protéger contre l'éblouissement et la fatigue visuelle*

#### *Protéger contre le rayonnement solaire gênant*

#### **Inconvénients de la pénétration des rayons solaires sur les zones de travail**

Les postes de travail situés à l'intérieur des locaux de travail doivent être protégés du rayonnement solaire gênant (Art. R. 4223-7 du code du travail) :

- soit par la conception des ouvertures,
- soit par des protections fixes ou mobiles appropriées.

En effet, la pénétration des rayons solaires sur les zones de travail peut entraîner des inconvénients (C. du 11 avril 1984) :

- éblouissement du fait de l'éclairage localisé trop important entraînant des rapports de luminance trop grands,
- inconfort possible dû à l'effet thermique provenant de l'absorption du rayonnement solaire direct.

#### **Pénétration solaire épisodique et non éblouissante**

Si la pénétration des rayons solaires n'est qu'épisodique et ne provoque pas d'inconfort ou d'éblouissement aux postes de travail, les mesures de protection peuvent ne pas être nécessaires (C. du 11 avril 1984).

#### **Inconvénients possibles des « protections intérieures » contre les rayons solaires**

On attirera l'attention sur les effets thermiques apportés par les protections intérieures contre les rayons solaires qui ne réduisent pas l'effet de serre des vitrages et, par conséquent, peuvent entraîner une élévation de température très importante à l'intérieur des locaux de petit volume (C. du 11 avril 1984).

#### *Limiter les rapports d'éclairage*

Dans un même local et en éclairage artificiel, le rapport des niveaux d'éclairage entre celui de la zone de travail et l'éclairage général doit être compris entre 1 et 5 (Art. R. 4223-6 du code du travail).

Il en est de même pour le rapport des niveaux d'éclairage entre les locaux contigus en communication.

Cette disposition a pour but de limiter les rapports d'éclairage, et par suite, compte tenu des facteurs de réflexion, de limiter les rapports de luminance (C. du 11 avril 1984).

Par exemple, si le niveau d'éclairage des zones de travail d'un local est de 1 000 lux, l'éclairage général de ce local ne pourra être inférieur à 200 lux.

Le respect de ces dispositions est susceptible de faire l'objet de relevés photométriques effectués par un organisme agréé sur demande de l'inspecteur du travail (Art. R. 4722-3 du code du travail).

*Protéger contre la forte luminance et les rapports de luminance trop importants*

Les dispositions doivent être prises pour protéger les travailleurs contre l'éblouissement et la fatigue visuelle provoqués par des surfaces à forte luminance ou par des rapports de luminance trop importants entre surfaces voisines (Art. R. 4223-8 du code du travail alinéa 1).

### Notion de luminance

La luminance est le flux lumineux émis ou réfléchi par unité de surface.

La luminance s'exprime en candela par mètre carré ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) où Candela est l'unité SI (Système International) d'intensité lumineuse. Cette notion ne s'applique pas seulement aux sources mais aussi à tous les objets qui renvoient une partie de la lumière qu'ils ont reçue.

En matière d'éclairage, on considère principalement la luminance d'une source primaire (lampe ou luminaire), exprimée en  $\text{cd}/\text{cm}^2$  ou celle d'une source secondaire (surface éclairée qui réfléchit la lumière).

L'efficacité lumineuse représente le flux lumineux d'une source émis par watt absorbé (puissance électrique consommée). Elle s'exprime en lumens par watt,  $\text{lm}/\text{W}$ .

### Valeurs de luminance

La difficulté des mesures de luminance a conduit à ne pas fixer de valeurs limites dans le décret (C. du 11 avril 1984).

Cependant la circulaire de 1984 en indique malgré tout quelques-unes.

D'une manière générale, la luminance d'une surface doit être d'autant plus faible que ses dimensions apparentes sont plus grandes et que sa position est plus proche du centre du champ visuel de l'observateur (C. du 11 avril 1984).

Ainsi, dans le champ visuel central de l'observateur :

- la luminance d'une source lumineuse ne devrait pas excéder  $3\,000\ \text{cd}/\text{m}^2$ ,
- la luminance d'une surface lumineuse de grande dimension (mur, plafond lumineux) ne devrait pas excéder  $600\ \text{cd}/\text{m}^2$ ,
- la luminance d'une surface lumineuse ne devrait pas dépasser 50 fois la luminance des surfaces sur les-

quelles elle apparaît, avec une tolérance à 80 fois dans le cas de grand volume dont le niveau d'éclairage ne dépasse pas 300 lux.

On pourra s'inspirer utilement de la norme NFX 35-103<sup>(2)</sup>, qui fixe à l'aide d'abaques, des valeurs de luminance plus précises en fonction de différents facteurs tels que (C. du 11 avril 1984) :

- le type de source lumineuse,
- la position et l'orientation des sources,
- la valeur de l'éclairage de la tâche,
- la difficulté de la tâche.

Cette norme indique d'autres rapports de luminance et d'éclairage entre plan utile, plafond et parois latérales.

### En éclairage naturel

En éclairage naturel, la luminance des prises de jour dépend de l'éclairage extérieur ; toutefois, on pourra agir sur (C. du 11 avril 1984) :

- la disposition des postes de travail ; par exemple, on pourra supprimer les prises de jour dans le champ visuel, lorsque les yeux sont dirigés vers la zone de travail,
- la disposition des ouvertures,
- l'atténuation de la lumière par des rideaux, stores, verres filtrants.

### Réduire les écarts de luminance

Il est possible de réduire les écarts de luminance (C. du 11 avril 1984) :

- par le choix des facteurs de réflexion des parois et celui en particulier des parois opaques adjacentes aux prises de jour,
- par la diffusion de la lumière par grands rideaux, couvrant toute la surface des parois vitrées,
- par l'éclairage artificiel des parties opaques adjacentes aux prises de jour.

À propos de la luminance, la circulaire de 1984 étudie le cas des locaux où s'effectue un travail sur écrans cathodiques parce que la faible luminance des écrans nécessite certaines conditions pour un confort convenable.

### Qualité de rendu des couleurs des sources d'éclairage

Les sources d'éclairage doivent avoir une qualité de rendu des couleurs en rapport avec l'activité prévue et elles ne doivent pas compromettre la sécurité du personnel (Art. R. 4223-8 du code du travail).

Il existe un indice général de rendu des couleurs Ra dont la valeur maximale est 100 et qui est défini par la Commission internationale de l'éclairage (C. du 11 avril 1984).

(2) Une nouvelle norme est en préparation

L'installateur ou le fabricant est normalement en mesure de fournir la valeur de cet indice pour les différentes lampes.

Une valeur de rendu des couleurs Ra supérieure à 80 assure un éclairage agréable et, d'une manière générale, un rendu des couleurs convenable (C. du 11 avril 1984).

Une valeur de Ra supérieure à 60 ne peut convenir sur le plan de la sécurité et du confort à moins que l'activité dont il s'agit ne nécessite aucune exigence de rendu des couleurs (C. du 11 avril 1984).

#### *Phénomènes de fluctuation de la lumière*

Les phénomènes de fluctuation de la lumière ne doivent pas être perceptibles (Art. R. 4223-8 du code du travail).

Les phénomènes de fluctuation sont spécifiques des lampes à décharges (C. du 11 avril 1984).

Les fluctuations perceptibles proviennent en général d'un mauvais entretien, d'un matériel défectueux (tube, starter, ballast) ou d'un mauvais contact (C. du 11 avril 1984).

Les fluctuations non perceptibles mais pouvant provoquer des effets stroboscopiques ont pour origine l'alternance du courant électrique (C. du 11 avril 1984).

Le déphasage de l'alimentation des lampes ajouté à la rémanence de leur revêtement supprime presque totalement ces fluctuations (C. du 11 avril 1984).

Les phénomènes de fluctuation de la lumière ne doivent pas provoquer d'effet stroboscopique (Art. R. 4223-8 du code du travail).

Cette prescription n'interdit pas l'emploi des effets stroboscopiques pour l'exécution de certaines tâches (C. du 11 avril 1984).

Toutefois, ceux-ci doivent être obtenus avec des sources lumineuses indépendantes de l'éclairage et limités aux zones d'utilisation.

Le respect de ces dispositions est susceptible de faire l'objet de relevés photométriques par des organismes agréés.

#### *Protéger contre les effets thermiques dus au rayonnement et les risques de brûlure par contact*

Toutes dispositions doivent être prises pour que les travailleurs ne puissent se trouver inconfortés par les effets thermiques dus au rayonnement des sources d'éclairage mises en œuvre (Art. R. 4223-9 du code du travail).

Les sources d'éclairage doivent être aménagées ou installées de façon à éviter tout risque de brûlure (C. du 11 avril 1984).

Pour les problèmes de brûlure par contact, voir les normes pr NF EN ISO 13732-1 : Ergonomie des ambiances thermiques – Méthodes d'évaluation de

la réponse humaine au contact avec des surfaces, partie 1 : surfaces chaudes.

#### *Faciliter l'accès aux organes de commande d'éclairage*

##### *Accès facile et qualité du matériau des voyants lumineux*

Les organes de commande d'éclairage doivent être d'accès facile dans les locaux aveugles et doivent être munis de voyants lumineux (Art. R. 4223-10 du code du travail).

Ils doivent être de préférence placés au voisinage des issues ou à proximité des zones de circulation (C. du 11 avril 1984).

Les voyants lumineux des organes de commande de l'éclairage doivent être sûrs et durables (par exemple à lampe néon ou à luminescence) (C. du 11 avril 1984).

#### *Entretien le matériel d'éclairage*

##### *Facilité d'entretien*

Le matériel d'éclairage doit pouvoir être entretenu aisément (Art. R. 4223-11 du code du travail).

Cette disposition vise principalement l'accessibilité du matériel d'éclairage, de façon à rendre les tâches d'entretien moins pénibles et moins dangereuses (nettoyage et remplacement des lampes) (C. du 11 avril 1984).

##### *Établir les règles d'entretien et leur périodicité*

L'employeur fixe les règles d'entretien périodique du matériel (Art. R. 4223-11 du code du travail) en vue d'assurer le respect des dispositions des articles R. 4223-4, R. 4223-6, R. 4223-8 et R. 4223-10 du code du travail, c'est-à-dire celles concernant :

- les valeurs minimales d'éclairage,
- les rapports d'éclairage,
- les rapports de luminance,
- les organes de commande d'éclairage.

Un bon choix de matériel d'éclairage peut réduire la fréquence de l'entretien et peut réduire également le temps nécessaire aux opérations d'entretien et de nettoyage (C. du 11 avril 1984).

On peut se reporter aux indications contenues dans la consigne d'instructions fournie par l'installateur.

##### *Établir le document de maintenance*

Les règles d'entretien sont consignées dans un document qui est communiqué aux membres du CHSCT ou à défaut aux délégués du personnel (Art. R. 4223-11 du code du travail).

Ces règles d'entretien et les éléments d'information nécessaires à la détermination de celles-ci doivent avoir été consignés par le maître d'ouvrage dans un document qu'il transmet à l'employeur utilisateur en vertu de l'article R. 4213-4.

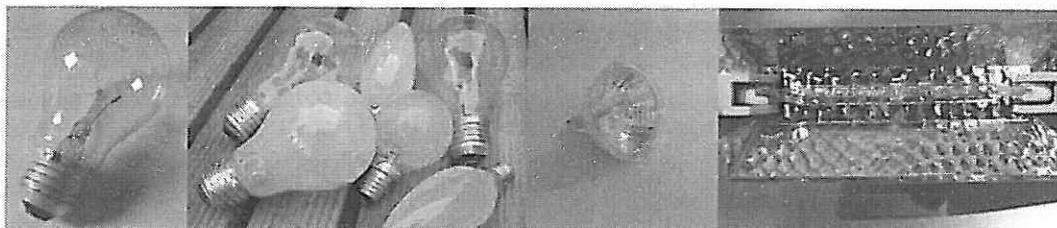


## L'ECLAIRAGE (ELEC 01)

*Quelles lampes choisir pour consommer moins d'électricité ?*

La consommation électrique des ménages bruxellois s'accroît sans cesse. Les ménages bruxellois consomment 50% d'électricité supplémentaire par rapport à 1990, représentant ainsi jusqu'à un tiers de la facture, soit environ 460 euros par an. L'éclairage fait maintenant partie intégrante de notre confort de vie. Certes, un éclairage de qualité est indispensable pour ne pas s'abîmer la vue, surtout en lisant ou travaillant, mais que de gaspillage inutile et facile à éviter...

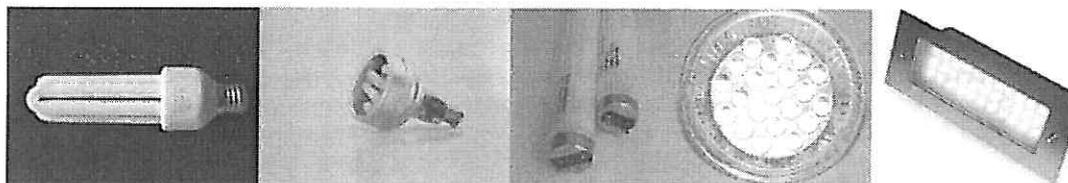
### 1. LES TYPES DE LAMPES



*Ampoules « classiques » à incandescence*

*Lampes halogènes (spot, lampadaire sur pied)*

Les **ampoules « classiques », à incandescence**, sont encore les plus utilisées aujourd'hui alors qu'elles ont un très faible rendement. Les **lampes halogènes** sont également très énergivores et peuvent coûter de 50 à 80€ par an (pour un halogène sur pied de 300 W).



*Lampes fluorescentes (ampoule, spot, néon)*

*Lampes à « LED » (spot, déco murale)*

Les alternatives comme les **lampes fluorescentes** et la technologie des **lampes à LED** progressent sans cesse au niveau technologique et offrent de bonnes solutions d'éclairage pour une consommation nettement plus économique.

#### 1.1. LA LAMPE « CLASSIQUE » A INCANDESCENCE

C'est une lampe à filament métallique enfermée dans une atmosphère gazeuse. Ce filament, parcouru par le courant électrique, est porté à très haute température afin d'émettre de la lumière.

Les lampes à incandescence sont majoritaires dans les habitations. Elles sont bon marché, mais ont un rendement très faible : 95% de l'électricité consommée est transformée en chaleur et seulement 5% en lumière ! De plus, leur durée de vie est relativement courte (1.000 heures) et pour la même intensité d'éclairage, une ampoule économique consomme 4 à 5 fois moins d'électricité.

Elles seront progressivement **interdites de vente** dans l'Union Européenne ([www.eceee.org](http://www.eceee.org)) :

- Sept. 2009 : ampoules de 100 W.
- Sept. 2010 : ampoules de 75 W.
- Sept. 2011 : ampoules de 60 W.
- Sept. 2012 : ampoules de 40 et 25 W.

## 1.2. L'HALOGENE

C'est une version améliorée de la lampe classique : un filament de tungstène est enfermé dans une atmosphère gazeuse contenant des gaz halogènes. Elle produit une lumière plus blanche et émet 20% de lumière en plus qu'une lampe classique. Elle présente un rendement très faible, mais plus élevé qu'une lampe à incandescence et sa durée de vie est deux fois plus longue (2.000 heures).

On rencontre deux types de lampes halogènes :

- celles à **basse tension** qui nécessitent un transformateur pour ramener la tension d'alimentation (220 Volts) à celle utilisable par la lampe (généralement 12 Volts), comme les spots halogène ; sur ce type de lampe, l'interrupteur marche/arrêt est placé trop souvent après le transformateur, qui continue à consommer un peu d'électricité même lorsque la lampe est éteinte ;
- et celles à **haute tension** qui fonctionnent directement sur 220 V ; comme les halogènes sur pied.

Si vous ne pouvez pas vous passer d'halogène, sachez que certaines marques vendent des modèles « basse consommation » (IRC Energy saver d'Osram, Master Line ES de Philips ou CFL GU10 de Megaman par exemple).

## 1.3. LA LAMPE FLUORESCENTE, DITE « ECONOMIQUE »

C'est une lampe tubulaire dont l'ampoule est tapissée de poudre fluorescente. Une décharge électrique traverse un gaz (vapeur de mercure) qui émet une lumière ultraviolette. Cette lumière rencontre ensuite une poudre fluorescente (qui recouvre la paroi interne de l'ampoule) et donne naissance à de la lumière "visible". Ces lampes contiennent tous les éléments nécessaires à leur allumage : soit un ballast conventionnel et un starter, soit un ballast électronique. Elles peuvent donc directement remplacer des lampes à incandescence.

Elles consomment 80% d'électricité en moins qu'une lampe à incandescence et ont une durée de vie plus longue (12.000 à 20.000 heures). Elles sont plus chères à l'achat mais la différence de prix est remboursée en un ou deux ans seulement.

Elle prend essentiellement deux formes :

- les **tubes fluorescents** (appelés couramment « néons » ou « TL ») : les plus récents ne scintillent plus et présentent une lumière plus agréable que les premiers modèles, il en existe même avec une intensité de lumière réglable ;
- les **lampes fluocompactes** (appelées aussi « basse consommation » ou « économique ») sont des petits tubes fluorescents coudés, dits compacts, qui ont des formes et culots adaptés à différentes utilisations : à vis classique, spots encastrables pour remplacer spot halogène, avec « globe » pour imiter les ampoules classiques, etc.

Les ampoules économiques (tout comme les transformateurs des lampes halogène) produisent des **champs électromagnétiques**, « électrosmog », plus importants que les ampoules classiques à cause des ballasts électroniques présents dans le culot de ces ampoules. A ce jour, on ne sait pas dans quelle mesure ces champs sont nuisibles pour la santé.

Par principe de précaution, il est recommandé de respecter une distance de 30 cm pour l'usage de lampes économiques. (*Plus d'info* : [www.criirem.org](http://www.criirem.org), [www.bbemq.ulg.ac.be](http://www.bbemq.ulg.ac.be), [www.vito.be](http://www.vito.be)).

### Attention : déchets dangereux !

Si les ampoules classiques et les ampoules halogènes peuvent être évacuées via le sac blanc, les ampoules économiques et les tubes « néons » contiennent du mercure : ils font donc partie des déchets dangereux. Il faut donc les déposer à la collecte spécifique des déchets chimiques ménagers (Coin Vert, Coin Vert Mobile ou dans un parc à conteneurs communal ou régional) afin de les faire recycler ([www.bruxellesproprete.be](http://www.bruxellesproprete.be) - « déchets chimiques ménagers »). C'est à cela que sert la contribution Recupel que vous payez lors de l'achat d'une lampe économique.

La pollution engendrée par le mercure reste cependant nettement inférieure par rapport aux économies d'énergie réalisées par les lampes économiques.

Par principe de précaution, si ces lampes cassent, aérez la pièce en ouvrant les fenêtres pendant 15 minutes minimum, ramassez et nettoyez les dégâts avec des gants et enfin portez ces déchets dans un sac plastique à la collecte des déchets chimiques ménagers.



## 1.4. LES LAMPES A « LED »

Une LED est une diode électroluminescente (appelée DEL ou LED en anglais pour light-emitting diode) est un composant électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Les ampoules de ce type sont très souvent composées de plusieurs LED. En quelques années leur rendement lumineux a considérablement augmenté pour atteindre des rendements, pour les meilleurs modèles, proches des lampes économiques.

Alors que les ampoules classiques peuvent facilement fournir plusieurs centaines de lumen, une LED ne peut encore qu'éclairer faiblement. Ce qui limite actuellement les solutions domestiques : éclairage d'ambiance, éclairage ponctuel pour la lecture, éclairage « décoratif », couloir à fort passage, toilettes ou WC, placard, travail de précision nécessitant une lumière très blanche, garage, éclairage de sécurité permanent à l'extérieur...

Toutefois, les nombreuses innovations et recherches dans le secteur sont très prometteuses. Certaines sont déjà appliquées dans la signalisation routière, automobile ou cycliste (clignotant, veilleuses, feux de position). Grâce à leur très faible consommation due à un très bon rendement et une durée de vie beaucoup plus longue (50.000 à 100.000 heures, soit 20 ans en utilisation normale), elles sont assurément les lampes de l'avenir. De plus, elles fonctionnent à très basse tension et chauffent très peu, ce qui est un gage de sécurité et de facilité de transport.

Le bureau d'études néerlandais CE a comparé l'**analyse du cycle de vie (ACV) de trois types de lampes** : LED, lampe à incandescence de 40 W et lampe économique de 8 W (analyse sur 100.000 heures de fonctionnement). L'ACV intègre tous les effets sur l'environnement (émissions de gaz à effet de serre, pollutions, matières toxiques,...), depuis la phase d'extraction des matières premières jusqu'au traitement en fin de vie des lampes. Cette étude a montré que les ampoules LED sont les meilleures, suivies par les ampoules économiques. Loin derrière, on retrouve les lampes classiques à incandescence (*Source : Verlichting vergeleken, CE Delft, mai 2006 – [www.ce.nl](http://www.ce.nl)*).

## 2. COMMENT ADOPTER UN ECLAIRAGE ECONOMIQUE ?

Economisez jusqu'à 70% des dépenses d'éclairage en respectant ces gestes simples :

- Privilégiez toujours les apports de l'éclairage naturel.
- Pensez à éteindre vos points lumineux en quittant une pièce. Equipez vos couloirs et escaliers de systèmes de minuteries ou de détecteurs de présence.
- Supprimez l'éclairage halogène sur pied (de forte puissance : 150 à 500 Watts) et ne l'utilisez pas pour créer une ambiance. Il existe des lampadaires sur pied fonctionnant avec des ampoules économiques voire avec des lampes LED.
- Pour un éclairage d'ambiance, préférez les lampes fluocompactes ou les halogènes très basse tension, ou encore les LED. Vous pouvez également utiliser des tubes fluorescents à cacher judicieusement du champ de vision (cuisine, cave, garage).
- Evitez également de multiplier le nombre de petits spots halogène qui additionnés représentent souvent 200 à 500 Watts. Il existe des spots économiques qui peuvent facilement les remplacer.
- Sur le site [www.topten.be](http://www.topten.be) vous trouverez les meilleures lampes du marché belge : ampoules classiques, spots, à intensité variable, etc. (initiative du WWF soutenue par la Région bruxelloise).
- Autre lien intéressant : [http://assets.wwf.ch/downloads/guide\\_lumiere.pdf](http://assets.wwf.ch/downloads/guide_lumiere.pdf).
- Vérifiez la classe énergétique des ampoules que vous achetez, n'achetez que des lampes étiquetées 'A' (Voir ci-dessous) et d'une durée de vie supérieure à 10.000 heures. Gardez toujours votre ticket de caisse : si la lampe ne respecte pas ses engagements, n'hésitez pas à la rapporter au magasin.

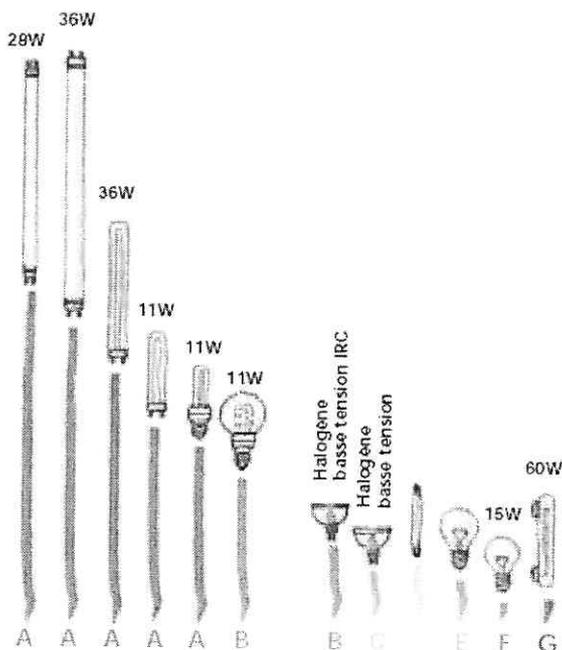
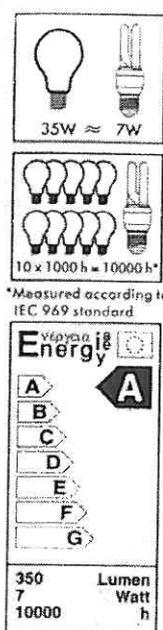
## 3. LA CLASSE ENERGETIQUE

Au dos des emballages de toutes les ampoules, vous trouvez une classification énergétique allant de A (les plus économes) à G (les plus énergivores). Généralement, trois autres données sont indiquées sur l'étiquette :

- Le flux lumineux (en Lumen)
- La puissance (en Watt)
- La durée de vie (en heures)



# INFOS FICHES-ÉNERGIE



Les lampes économiques se trouvent dans la classe A ou B alors que les ampoules à incandescence classiques sont plutôt dans la classe E ou F. Pour produire la même quantité de lumière, les lampes économiques demandent beaucoup moins d'énergie que les lampes à incandescence (*Source « image classification » : Ville de Genève (CH)*).

## Tableaux comparatifs

Type de lampe	Puissance (Watt)	Classe énergétique	Prix d'achat	Durée de vie (heures)	Consommation annuelle (3h/jour)
Classique	75 W	G	1 €	1.000	81 kWh
Halogène	50 W	C à E	5 €	2.000	54 kWh
Economique	15 W	A ou B	12 €	5.000 à 10.000	16 kWh
LED	5 W	Non classée	25 €	50.000 à 100.000	5 kWh

*Source : ABEA, [www.curbain.be](http://www.curbain.be) ou 02 / 512.86.19.*

	Incandescence	Halogène 230V GU10	Lampe halogène en bâtonnet	Halogène 12 V	Fluocompacte	Tube fluorescent
Rendement (lumen/Watt)	10 à 15	10 à 15	15 à 25	15 à 25	60	50 à 100
Puissance nécessaire pour - 1500 lumen	100 W	100 W	75W	75 W	25 W	20 W
Classe énergétique	E	E	D	D	A-B	A
Durée de vie (heures)	1.000	2 à 3.000	2.000	2 à 3.000	6 à 15.000	10 à 15.000

(\*) Il n'existe pas de label pour l'efficacité énergétique pour des lampes à basse tension (12 Volts) car leur efficacité dépend aussi de celle du transformateur nécessaire pour passer de la tension du réseau (230 V) en basse tension.



## 4. QUESTIONS POUR SPECIALISTES

### 4.1. ECLAIRAGE, LUX ET LUMENS

Selon les tâches visuelles, différents niveaux d'éclairage sont préconisés. Cet **éclairage**, c'est-à-dire le **flux lumineux** reçu par unité de surface, se mesure en lux (Un lux = un lumen par m<sup>2</sup>) :

- 50 à 100 lux suffisent pour l'orientation, par exemple dans les couloirs.
- 100 à 200 lux sont nécessaires pour des tâches visuelles simples, comme jouer, manger ou se déplacer dans un escalier.
- 300 à 500 lux conviennent pour des tâches visuelles normales, comme cuisiner, écrire ou lire.
- 1000 lux peuvent être nécessaires pour des travaux de couture ou de précision.

Connaissant le nombre de lux souhaité et la surface à éclairer, comment évaluer alors la puissance des lampes à installer ? Il existe une formule, toute simple, donnant une bonne estimation dans la plupart des cas :

$$\frac{\text{Nombre de lux souhaité} \times \text{Surface à éclairer}}{\text{Rendement du luminaire} \times \text{Facteur de réflexion de la pièce}} = \text{Nombre de lumens nécessaires}$$

Le rendement du luminaire est le rapport entre le flux lumineux émis par le luminaire et le flux lumineux des lampes. C'est une donnée du fabricant. Aucun luminaire ne restitue 100% de la lumière émise par les lampes. Une part plus ou moins importante de cette lumière est absorbée par les différents éléments du luminaire et transformée en chaleur. Le rendement d'un luminaire se situe entre 35 et 90%. Il est d'autant plus bas qu'il y a des éléments (globe opalin, abat-jour,...) devant les lampes afin d'éviter l'éblouissement ou de favoriser l'esthétique.

Si le luminaire ne focalise pas la lumière vers le bas (luminaire à diffuseur opalin, lumière indirecte,...), une partie de la lumière est diffusée vers les murs ou les plafonds. Il en résulte alors une perte supplémentaire qui dépend du facteur de réflexion des parois de la pièce.

En effet, la couleur des murs, du sol et du plafond, ainsi que des meubles, influence la réflexion de la lumière. Avec des murs de teinte claire, le facteur de réflexion est de l'ordre de 0,7. Si le revêtement est plus absorbant, par exemple un mur rouge, le coefficient de réflexion va chuter à 0,3 ou 0,4. Pour garder le même nombre de lux dans la pièce, il faudra augmenter le nombre de lumens. Pour une liste de coefficient de réflexion des parois les plus courantes : <http://www-energie.arch.ucl.ac.be/cdrom/eclairage/theorie/eclthecoefficientreflexion.htm>

#### Exemple :

J'ai besoin de 100 lux dans un salon aux teintes claires de 30 m<sup>2</sup>. Le rendement des luminaires est de 0,7. Le nombre de lumens nécessaires est donc de (100x30) / (0,7x0,7) = 6.122 lumens. Une fois le nombre de lumens calculé, on peut calculer la puissance des lampes à installer selon le type choisi. Dans l'exemple :

- avec des lampes à incandescence dont le rendement est de 15 lumens/watt, il faudra 400 W
- avec des halogènes (12V) ayant un rendement lumineux de 20 lumen/watt, il faudra 300 W
- avec des fluocompactes ayant un rendement de 60 lumen/watt, il ne faudra que 100 W.

### 4.2. DIMMER ET ECONOMIES D'ENERGIE

Pour créer de l'ambiance, j'utilise un **variateur (ou dimmer)**. Cela réduit-il ma consommation ? Cela dépend du type de variateur... Anciennement, les variateurs dissipaient purement et simplement en chaleur l'énergie non utilisée pour éclairer. Résultat : pas d'économie ! Donc, si votre dimmer « chauffe », c'est mauvais signe... A l'heure actuelle, ils sont un peu plus sophistiqués et un dispositif électronique permet de réduire effectivement la consommation quand l'intensité de l'éclairage est diminuée. Cependant la réduction de consommation n'est pas proportionnelle à la baisse de luminosité (dégagements de chaleur au niveau du variateur et du transformateur éventuel). De plus, pour les lampes à filament (classiques ou halogènes), le spectre lumineux va se déplacer dans l'infrarouge (la température du filament de la lampe est plus basse) et le rendement lumineux sera moins bon : la consommation sera donc relativement plus importante pour la luminosité dont vous disposerez.

Pour les **lampes halogènes**, utiliser un dimmer réduit aussi leur durée de vie : la régénération du filament ne peut se faire à température plus faible. Pour éviter ce problème, il faudrait toujours remettre les lampes à pleine puissance quelques minutes avant de les éteindre.



Pour certains luminaires, le variateur d'intensité est situé au niveau de la prise. Il est donc constamment sous tension et consomme de l'énergie, même lorsque la lampe est éteinte. Quelques watts seulement mais... 24h sur 24h !

Avec les lampes économiques ou les tubes fluorescents (adaptés !), le dimming permet de réduire la consommation mais pas non plus proportionnellement à la diminution du flux car la consommation du ballast n'est pas « dimmée », elle. En moyenne, une diminution de l'ordre de 75% du flux de la lampe permet une diminution de la consommation de 50%. Bref, si les lampes sont souvent « dimmées », il est préférable de diminuer plutôt leur puissance.

#### 4.3. LAMPES ET COULEURS

La perception de la couleur (froide ou chaude) d'une lampe dépend de la « **température de couleur** », exprimée en Kelvin (K). Plus la température de couleur est élevée, plus la lumière est « froide » (dans les bleus) et plus elle se rapproche de la lumière du jour. Au contraire, plus la température de couleur est basse, plus la lumière est « chaude » (dans les jaunes et rouges).

Les lampes à incandescence ont une température de couleur de 2.800 K tout comme les lampes halogènes. Les lampes économiques sont disponibles dans une gamme variable : 2.700 K (blanc très chaud), 4.000 K (blanc froid), 6.500 K (lumière du jour). Dire que les ampoules économiques diffusent uniquement une lumière froide n'est donc plus vrai.

De même, pour les tubes fluorescents, plusieurs températures de couleur sont disponibles : blanc chaud (BC = 3.000 K, code 830), blanc universel (BU = 4.000 K, code 840), blanc industrie (BI = 4.300 K) et lumière du jour (LJ = 6.000 K).

**Comment lire l'emballage ?** Par exemple, un code 827 sur la lampe veut dire 2.700 K. Les deux derniers chiffres (27) sont les deux premières valeurs de la température de couleur. Le premier chiffre (8) indique un indice de rendu des couleurs (IRC) compris entre 80 et 90. L'indice de rendu des couleurs indique la capacité des lampes fluorescentes (lampes économiques et tubes) à restituer correctement les couleurs présentes dans l'environnement (parois du local, objets, personnes,...). L'IRC est compris entre 0 et 100, 100 étant l'IRC de la lumière naturelle, qui restitue toutes les nuances de couleur, et 0 étant l'absence de couleur reconnaissable. Pour les usages courants, un IRC compris entre 80 et 90 ne pose aucun problème. Pour l'éclairage d'œuvres d'art ou des travaux particuliers, cela peut-être dérangerant.

*Voir aussi :*

- <http://energie-environnement.ch>

- <http://www.groenlichtvlaanderen.be>

## 5. PLUS D'INFOS

### 5.1. AUTRES FICHES

- Fiche sur les labels énergie (ELEC\_03)
- Fiche sur éteindre ou pas l'éclairage pour quelques minutes d'absence ? (ELEC\_08)

### 5.2. ACTEURS

**Bruxelles Environnement - IBGE**  
**Service Info Environnement**  
[www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)  
 Tél. : 02/ 775 75 75

**ABEA, Agence bruxelloise de l'énergie**  
[www.curbain.be](http://www.curbain.be)  
 Tél. : 02/ 512 86 19

**APERe Asbl**  
**Point info « Energie Renouvelable »**  
[www.bruxelles-renouvelable.be](http://www.bruxelles-renouvelable.be)  
 Tél. : 02/ 218 78 99

**Bruxelles Propreté**  
[www.bruxelles-proprete.be](http://www.bruxelles-proprete.be)  
 Tél.: 0800/ 981 81





Crédit : Radian

## Eclairage LED : pour sortir de la défiance

### Le Syndicat de l'éclairage fournit des outils à la filière

A l'occasion de Capurba Lyon, le Syndicat de l'éclairage présente trois outils d'aide à la décision qui permettront aux acteurs du marché de comprendre et d'adopter avec confiance les technologies LED. Objectifs : parler le même langage, avoir une vision claire du développement des produits et de leurs applications, se doter de quelques garde-fous, en particulier en éclairage public, où les meilleures solutions LED côtoient les pires.

#### Un vocabulaire normalisé

Le vocabulaire LED de la Commission électrotechnique internationale (IEC/TS 62504 Ed.1, 2011-03), paru en 2011, doit être mise à jour en 2013. La CEI a également publié en 2011 une série de normes de performance qui complètent les normes de sécurité existantes.

Le syndicat offre en libre accès sur son site un document du CELMA, association européenne des syndicats nationaux de l'éclairage, qui présente les normes de performance disponibles<sup>1</sup>.

Liste des normes relatives aux produits LED		
Type de produit	Normes de sécurité	Normes de performances
LED drivers	IEC 61347-2-13 (2006)	IEC 62384 (2006)
LED lamps	IEC 62560 Edition 1 (2010)	IEC 62612/PAS (2011)
LED modules	IEC 62031 Edition 1 (2008)	IEC 62717/PAS (2011)
LED luminaires	IEC 60598 Edition 1 & 2 (2008)	IEC 62722/PAS (2011)

#### Un observatoire des technologies et des applications

La « Grille de maturité LED », aussi disponible en libre accès sur <http://www.syndicat-eclairage.com>, est un élément d'aide à la décision connu et estimé des acteurs du marché. Elaborée dans le consensus par les fabricants, elle présente pour chaque segment de marché la maturité des technologies LED et permet de savoir le niveau de pénétration de ces solutions dans ces segments. Le Syndicat de l'éclairage vient de mettre en ligne une version révisée de cette grille<sup>2</sup>.

#### Une Charte de qualité et sincérité des performances de l'éclairage public à LED

Quelles exigences imposer au cahier des charges pour garantir la qualité des solutions LED ? A cette question, les fabricants du syndicat apportent, avec la « Charte de qualité et sincérité des performances de l'éclairage public à LED »<sup>3</sup>, des réponses objectives, normalisées et comparables. Certains critères essentiels sont en effet trop souvent ignorés : respect de la norme d'éclairagisme NF EN 13201 et des normes produits, indication sincère de l'efficacité lumineuse (définie comme le quotient du flux lumineux initial total sortant du luminaire par la puissance totale consommée du système), indication et prise en compte des facteurs de maintenance de l'installation, indication des flux perdus, conseils d'entretien indispensable. C'est le rôle du syndicat de rappeler ces garde-fous que les fabricants ont reconnus comme fondamentaux.

Le Syndicat de l'éclairage souhaite diffuser ces outils au plus grand nombre afin qu'ils soient connus, notamment des maîtres d'ouvrage publics et privés, et largement utilisés dans le choix des solutions LED, pour que le moins-disant ne soit pas le seul critère.

Service presse : 01 45 05 72 79 – [servicepresse@syndicat-eclairage.com](mailto:servicepresse@syndicat-eclairage.com)

<sup>1</sup> « Importance de la normalisation des critères de performance des luminaires LED » : <http://www.syndicat-eclairage.com/upload/declarations/84.pdf>

<sup>2</sup> <http://www.syndicat-eclairage.com/upload/declarations/92.pdf>

<sup>3</sup> <http://www.syndicat-eclairage.com/upload/declarations/93.pdf>

PRESS

## A partir du 1<sup>er</sup> juin 2011, au bureau comme à l'école, l'éclairage économique, c'est automatique

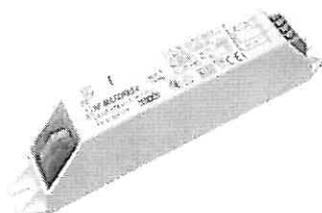
Le 24 septembre 2010, une « Convention pour la réduction des consommations d'énergie liées à l'éclairage dans le secteur tertiaire » était signée entre Jean-Louis Borloo, Ministre de l'écologie, l'ADEME, et les principaux acteurs français de la filière éclairage<sup>1</sup>.

L'objectif est simple : arrêter de vendre et d'installer des luminaires fluorescents énergivores.



Photo : Trilux

- 25 % ! C'est le moment de changer l'éclairage du bureau !



Les luminaires inefficaces vont être mis hors-jeu, et hors marché, car les signataires se sont engagés à **commercialiser, à partir du 1<sup>er</sup> juin 2011, uniquement des luminaires fluorescents équipés de ballasts (appareillage installé dans le luminaire) de classe énergétique « A1 » ou « A2 »**. Il s'agit essentiellement de luminaires avec ballasts électroniques performants.

Cette convention anticipe de 6 ans l'application d'un règlement européen (245/2009) qui interdit en 2017 la mise sur le marché des luminaires fluorescents énergivores car équipés généralement de ballasts ferromagnétiques.

Grâce à cet engagement, chacun bénéficiera automatiquement d'une réduction importante - près d'un quart ! - des consommations des appareils d'éclairage à lampes ou tubes fluorescents.

### **Economisez encore plus avec la détection de présence et de lumière du jour**

Rappelons que si la performance des luminaires est la condition première d'une installation d'éclairage efficace et confortable, il convient aussi de :

- Réaliser une étude d'éclairage avant de commencer les travaux, en calculant les niveaux d'éclairement et en maîtrisant les éblouissements ;
- Mettre en œuvre des tubes et lampes fluorescentes d'une efficacité lumineuse d'au moins 65 lumens/watts

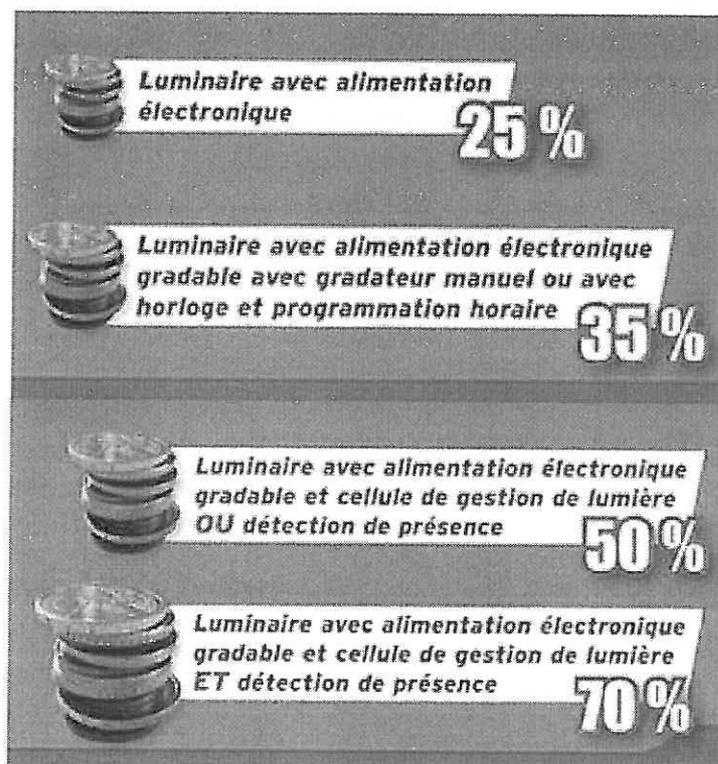
<sup>1</sup> Il s'agit de la Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB), la Fédération des grossistes en matériel électrique (FGME), la Fédération nationale des professionnels indépendants de l'électricité et de l'électronique (FEDELEC), le Syndicat de l'éclairage, le Syndicat des entreprises de génie électrique et climatique (SERCE) et de Récyclum.

- Prévoir partout où cela est pertinent un contrôle automatique de l'allumage, de l'extinction et de la gradation via un détecteur de présence et de lumière du jour, tout en veillant à laisser à l'utilisateur la possibilité de déroger à ces automatismes selon ses besoins.

Les économies peuvent dépasser alors 70 %, et les conditions sont ainsi réunies pour respecter les exigences essentielles du développement durable, en particulier le confort visuel et la maîtrise de l'énergie.

A l'heure où l'on parle d'une augmentation du coût de l'électricité de 5 % par an, pourquoi attendre ?

Cette initiative pousse ainsi toute la filière à changer ses habitudes, et à appliquer une réglementation qui incite déjà d'une façon ou d'une autre à installer ce type de luminaires dans le neuf (RT), et dans la rénovation<sup>2</sup>, notamment dans les marchés publics de l'état<sup>3</sup>.



Estimation des gains énergétiques réalisés en adoptant des solutions d'éclairage fluorescents performants à l'occasion de la rénovation d'un système d'éclairage dans le secteur tertiaire (extrait de « *Bureaux, écoles : Mieux s'éclairer à coûts maîtrisés* », brochure ADEME-Syndicat de l'éclairage).

<sup>2</sup> Art. 40 de l'arrêté du 03-05-2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (JO du 17-05-2007), d'application obligatoire pour toutes rénovations à partir de 100 m<sup>2</sup>

<sup>3</sup> Circulaire du Premier ministre du 03-12-2008 - Exemplarité de l'État au regard du développement durable - Fiche 16 « Éclairage » (JO du 12-02-2009), destinée à servir d'exemple pour l'ensemble des marchés publics ou privés.

A lire : Bureaux, écoles « Mieux s'éclairer à coûts maîtrisés », brochure ADEME-Syndicat de l'éclairage, téléchargeable gratuitement sur [www.syndicat-eclairage.com](http://www.syndicat-eclairage.com) et aussi sur papier sur simple demande.

Le Syndicat de l'éclairage est une organisation professionnelle qui regroupe les fabricants de lampes, de matériels d'éclairage pour l'intérieur et pour l'extérieur, luminaires, candélabres, auxiliaires électriques et électroniques, systèmes de commandes et de gestion de l'éclairage et services associés, et représente plus de 80 % des lampes d'éclairage général vendues sur le marché français et environ 70 % des luminaires fonctionnels ou architecturaux pour l'éclairage intérieur ou extérieur, avec 48 entreprises adhérentes et un chiffre d'affaires en France d'environ 1,1 milliard d'euros.

Affilié à la FIEEC, Fédération des industries électriques, électroniques et de communication, le Syndicat de l'éclairage est également membre fondateur du CELMA, groupement européen des syndicats nationaux de fabricants de luminaires.

Depuis son assemblée générale du 12 mai 2011, le Syndicat de l'éclairage est présidé par M. Jean-Michel Trouis, Directeur général de la société Erco Lumières.

Le bureau du syndicat pour 2011 est composé de

Président :	Jean-Michel Trouis (Erco Lumières)
Premier vice-président	Thierry Braunecker-Becker (Philips)
Vice-présidents	Sophie Breton (General Electric) Jean Colombo (SEAE) André Le Bihan (Osram)
Trésorier	Yves Robillard (Thorn)

*Vous trouverez sur [www.syndicat-eclairage.com](http://www.syndicat-eclairage.com) des informations réglementaires et juridiques, un annuaire des sociétés membres, des documents de prescription téléchargeables sur la technologie des lampes et luminaires, la maîtrise de l'énergie, la maintenance, les garanties, les délais de paiement, etc.*

ERCO  
LUMIÈRES