



L'éclairage efficace*

Problématique

L'éclairage offre un service énergétique précieux. Or, il représente de 10 à 15 % de la consommation électrique des ménages dans les pays développés et jusqu'à 90 % dans les pays en développement. En plus de réduire le coût d'utilisation, le recours à des équipements d'éclairage efficace concourt à améliorer les performances des réseaux électriques, à libérer de la capacité pour d'autres usages et à faciliter l'usage des systèmes solaires autonomes. La contribution croissante des énergies renouvelables intermittentes (éolien et solaire notamment) à la fourniture d'électricité renforce encore plus l'importance de l'efficacité des équipements d'usage dans la perspective d'équilibrer l'offre et la demande. Dans ce contexte, cette fiche constitue une mise à jour de la première fiche PRISME sur l'éclairage efficace éditée en 2001.

Principes de base

L'encadré 1 rappelle les termes couramment utilisés pour décrire l'éclairage efficace. Le tableau 1 présente les principales technologies.

L'éclairage à LED connaît de remarquables améliorations de ses performances depuis une décennie et devrait dominer le marché de l'éclairage dans un avenir proche. Il est estimé qu'en 2030, l'éclairage à LED représentera 74 % des parts de marché aux Etats-Unis et se traduira par 46 % d'économies d'électricité, correspondant à une économie d'environ 30 milliards de dollars au prix actuel de l'énergie.

Ainsi, la tendance mondiale vise à éliminer les options inefficaces d'éclairage par le biais de la législation (Encadré 2) et des mesures volontaires.

Encadré 1 : Quelques définitions

Flux lumineux, mesuré en lumen (lm) : quantité de lumière émise par une source de lumière.

Durée de vie d'une lampe classique (heures) : nombre d'heures à partir duquel la lampe n'émet plus que 50 % du flux lumineux initial.

Efficacité lumineuse (lm/W) : rapport entre le flux lumineux et la puissance électrique consommée par la lampe.

Facteur de puissance, variant entre 0 et 1 (sans unité) : rapport entre la puissance active (produit un travail utile, selon la fonction de l'appareil électrique, exprimée en Watts) et la puissance apparente (appelée par l'appareil sur le réseau, exprimée en Voltampères).

Température de couleur : qualification de l'ambiance lumineuse, des teintes dites « chaudes » à dominante jaune (2700K) aux teintes dites « froides » d'aspect blanc bleuté (à partir de 5500K).

Indice de rendu des couleurs, variant entre 0 (mauvaise qualité) et 100 (lumière naturelle) : caractérise la capacité d'une source lumineuse à bien restituer les différentes couleurs du spectre visible d'un objet éclairé, sans perte ou coloration.

Éclairement (lm/m²), connu aussi comme niveau LUX ou niveau d'éclairement : nombre total de lumens tombant sur une zone donnée.

Taux de distorsion, ou distorsion harmonique totale (THD) : rapport entre la valeur efficace globale des harmoniques du signal électrique (courant ou tension) et la valeur efficace de sa composante fondamentale. Il indique la qualité du signal en un point du réseau en exprimant « la pollution harmonique » que provoquent les différents équipements connectés.

*Mise à jour 2016

Tableau 1. Principales technologies

	Lampes à incandescence (LI)	Lampes fluorescentes (LF) et fluorescentes compactes (LFC)	Lampes à diode électroluminescente (LED)
Principe de base	Lumière produite par chauffage à blanc (par courant électrique) d'un filament de tungstène. Lampe standard : remplie de gaz inertes (azote et argon ou krypton). Lampe halogène : remplie de composé halogéné (iode, brome ou fluor) et de gaz inerte (krypton ou xénon).	Lumière créée par une décharge électrique dans un gaz ou des vapeurs métalliques. Elles incluent les lampes fluorescentes tubulaires (LF) et les lampes fluorescentes compactes (LFC).	Lumière produite par la diode au passage d'un courant électrique. La diode est un dispositif à semi-conducteurs rempli de gaz et revêtu de matériaux de phosphore.
Efficacité lumineuse	Lampe standard : 10 à 20 lm/W. Lampe halogène : 12 à 35 lm/W.	LF : 25 à 108 lm/W. LFC : 50 à 80 lm/W.	64 lm/W (devrait atteindre 235 lm/W en 2020).
Durée de vie moyenne	Lampe standard : 1 000 heures. Lampe halogène : 2 000 à 4 000 heures	LF : 10 000 à 16 000 heures. LFC : 6 000 à 12 000 heures.	30 000 heures (50 000 heures en 2020). Efficacité et durée de vie très sensibles à la dissipation de chaleur et à la conception de l'optique du luminaire.
Efficacité énergétique	Faible (90 % à 95 % de l'énergie d'alimentation perdue sous forme de chaleur).	A puissance lumineuse identique, économie de 75 % avec une LFC comparée à une LI.	A puissance lumineuse identique, économie de 85 % avec une LED comparée à une LI.
Autres informations	Le composé halogéné (iode, brome ou fluor) évite le noircissement des lampes et augmente leur durée de vie et la luminosité. Utilisation possible d'un réflecteur à base d'aluminium dichroïque qui reflète la lumière visible et permet le passage du rayonnement infrarouge.	Les LI peuvent être remplacées par des LFC sans changement de luminaire. Les LF sont utilisables avec un gradateur. Leur efficacité dépend de la température et du ballast.	Les LED peuvent être alimentées en basse tension, notamment par batteries. L'évaluation de la qualité des produits est importante pour éviter les écarts de performance entre les revendications des fabricants et les faits constatés par les consommateurs.

Encadré 2. Les principales normes et certifications

La Directive européenne 2005/32/CE (exigences en matière d'éco-conception applicables aux produits consommateurs d'énergie) et les règlements de 2009 (exigences pour l'éclairage domestique et l'éclairage tertiaire et public) instituaient l'interdiction progressive de la vente en Europe des lampes à incandescence et de tous les produits d'éclairage domestique jugés trop énergivores en 2012 (lampes à incandescence) et en 2016 (halogènes), date repoussée à 2018 pour faciliter la transition industrielle. L'impact de ces mesures est la réduction de 10 à 15 % de la consommation d'électricité domestique.

Des mesures similaires sont menées à travers le monde. Dès 2007, le Canada modifiait son Règlement sur l'efficacité énergétique (DORS/94-651) pour instituer le retrait progressif des lampes à incandescence inefficaces de son marché. Les États-Unis ont adopté la loi *Energy Independence and Security Act of 2007* qui a abouti à la suppression graduelle des lampes à incandescence entre 2012 et 2014. L'Australie a interdit l'importation des lampes à incandescence dès février 2009. D'autres pays et régions comme la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) envisage d'éliminer les lampes à incandescence inefficaces d'ici 2020 dans sa politique sur l'efficacité énergétique.

Si la grande partie des normes et règlements concernant l'éclairage domestique et tertiaire a pour vocation principale de favoriser les économies d'énergie, le confort, la sécurité et la santé des utilisateurs sont aussi couverts.

Description technique

La comparaison des lampes peut être effectuée sur des considérations techniques et économiques.

Efficacité des lampes

Les lampes à incandescence standards et halogènes sont moins efficaces que les autres lampes. Les lampes fluorescentes et les lampes à LED présentent des efficacités moyennes similaires. Celle des tubes à LED est supérieure à celle des lampes à LED.

Contenu toxique

Les lampes à décharge renferment du mercure et constituent un risque environnemental lorsque leur récupération n'est pas correctement organisée. La rupture d'une lampe isolée a très peu d'impact sur la santé humaine car la teneur en mercure est de 1,4 à 5 mg, soit environ 1/100^{ème} du contenu des thermomètres anciens. Il est néanmoins conseillé d'aérer la pièce pendant 30 minutes, de retirer les débris avec des gants (ne pas utiliser l'aspirateur), les mettre dans un sac en plastique scellé et les porter dans une station de récupération. En revanche, il est crucial de bien gérer l'élimination des lampes à décharge défectueuses ou cassées à grande échelle. Ainsi, la réduction de l'impact environnemental procéderait de l'augmentation du taux de récupération et recyclage des lampes ainsi que de la diminution de la quantité de mercure utilisée. Par exemple, en utilisant des tubes de diamètre inférieur : les lampes fluorescentes tubulaires T5 (16 mm de diamètre) ne contiennent que 1,4 mg de mercure, soit 60 % de moins que les lampes T8 (26 mm) et T12 (38 mm). Les normes de l'Union Européenne, plus strictes que celles des autres pays, limitent la teneur en mercure des lampes fluorescentes compactes à 2,5 mg par lampe depuis 1^{er} janvier 2013 (Directives 2002/95/CE et 2011/65/UE).

Dépréciation du flux lumineux

La dépréciation du flux lumineux, ou réduction de la production de la lumière, est observée pendant la durée de vie des lampes : de 10 à 15 % pour les lampes à incandescence, moins de 20 % pour les lampes à décharge, 5 % pour les lampes fluorescentes tubulaires de haute qualité (T8 et T5 notamment) utilisant du phosphore de terre rare. Du fait de la chaleur générée à la jonction LED, les lampes à LED présentent une dépréciation lumineuse plus rapide que celle des autres lampes mais peuvent toutefois continuer de fonctionner.

Durée de vie

Les lampes à incandescence ont une durée de vie bien moindre que les autres lampes d'éclairage. Les opérations de commutations allumage/extinction affectent le fonctionnement des lampes à LED et des lampes fluorescentes compactes. Pour ces dernières, pour une fréquence d'allumage multipliée par 3, la durée de vie est réduite de moitié.

Coût de la lampe

Pour faciliter la comparaison effective, une unité normalisée de mesure est nécessaire : le prix par quantité de flux lumineux produit (unité monétaire par kilolumen). En comparaison avec une lampe halogène de même flux lumineux, une lampe fluorescente coûte deux fois plus cher, son équivalent en lampe fluorescente compacte gradable coûte quatre fois plus cher et son équivalent en lampe à LED quatre à six fois plus. Bien que la lampe à LED coûte le plus cher à l'achat, sa durée de vie plus longue constitue un incontournable atout. De plus, son prix ne cesse de décroître.

Indice de rendu des couleurs (IRC)

De valeur 100, l'IRC des lampes à incandescence est plus élevé que celui des lampes à LED, en général supérieur à 85, et des lampes à décharge, d'environ 85. Pour atteindre des valeurs de IRC supérieures à 85, des substances fluorescentes multi-bandes sont utilisées dans les lampes à décharge. Cependant, le flux lumineux diminue alors de 30 % et les prix augmentent en raison de l'utilisation de poudres de phosphore.






Effet des lampes sur la qualité du système de distribution électrique

La qualité de l'alimentation est déterminante pour le système électrique. Tout comme les différents équipements installés sur un réseau électrique, les sources lumineuses affectent la qualité du signal électrique (courant et tension). Cette dégradation entraîne des perturbations affectant la conduite du réseau électrique. Les lampes à incandescence, charges purement résistives, ne génèrent pas de problème d'harmoniques de courant ou de tension. Les lampes à LED et les lampes à décharge, avec leurs circuits électroniques d'amorçage et de limitation de l'intensité, sont des charges non linéaires générant des interférences électromagnétiques et des harmoniques qui entraînent leur scintillement. Les variations de la tension d'alimentation perturbent l'émission de flux lumineux et la durée de vie des lampes à incandescence : lorsque la tension d'alimentation augmente de 5 %, la durée de vie de ces lampes diminue de 50 %.

Par ailleurs, le facteur de puissance des charges électriques doit être au moins égal à 0,9 pour limiter l'amplification de la pointe de courant et les perturbations induites sur le réseau électrique. Il est en général de 0,5 à 0,6 pour les lampes à décharge et égal ou supérieur à 0,9 pour les lampes à LED.

Finalement, les ballasts électroniques, qui présentent de meilleures performances, supplantent désormais les ballasts électromagnétiques, à coût équivalent. Le rendement des premiers est supérieur à 93 %, le rendement des seconds est de seulement 85 %. De plus, les ballasts électroniques consomment 10 % à 30 % moins d'énergie par lampe.

Tableau 2. Comparaison des lampes du point de vue de la compagnie d'électricité et de l'utilisateur

	Lampes à incandescence (LI)	Lampes fluorescentes (LF)	Lampes fluorescentes compactes (LFC)	Lampes à LED
Du point de vue de la compagnie d'électricité				
	<ul style="list-style-type: none"> Facteur de puissance égal à 1. Pas de distorsion dans la forme d'onde de courant. 	<ul style="list-style-type: none"> Moins énergivores que les LI. Aide dans le programme de gestion de la charge. Moins de distorsion harmonique par réalisation de compensation. 	<ul style="list-style-type: none"> Moins énergivores que les LI. Facteur de puissance élevé. Aide dans le programme de gestion de la charge. 	<ul style="list-style-type: none"> Moins énergivores que les LI. Facteur de puissance élevé. Aide dans le programme de gestion de la charge.
	<ul style="list-style-type: none"> Très énergivores. Importante charge électrique. 	<ul style="list-style-type: none"> Faible facteur de puissance. 	<ul style="list-style-type: none"> Dispositifs électronique non linéaires. 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé. Coût élevé du recyclage.
Du point de vue de l'utilisateur				
	<ul style="list-style-type: none"> Faible coût. Gradation possible. Excellent IRC. Utilisation possible malgré la fluctuation de tension. Nombre important de commutations. 	<ul style="list-style-type: none"> Faible consommation d'énergie, donc facture d'électricité moindre. Durée de vie longue et fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> Faible consommation d'énergie, donc facture d'électricité moindre. Durée de vie longue. Remplacement possible de LI sans coût d'installation. 	<ul style="list-style-type: none"> Faible consommation d'énergie, donc facture d'électricité moindre. Durée de vie longue. Gradation possible. Changement de couleur possible.
	<ul style="list-style-type: none"> Fort appel de puissance pour faible rendement lumineux. Poids dans la facture d'électricité. Augmentation de la température ambiante. Durée de vie courte. Effet d'éblouissement. 	<ul style="list-style-type: none"> Coût d'installation initiale de la lampe. IRC faible. Gradation impossible pour LF normales. Fragilité du tube. Préoccupations pour la santé en raison de présence du mercure. 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé. IRC faible. Durée de vie affectée par le nombre de commutations. Fragilité en cas de vibration. Long délai de démarrage. Performances affectées par les fluctuations de tension. Effet d'éblouissement. 	<ul style="list-style-type: none"> Coût initial encore très élevé par rapport à LI. IRC faible. Durée de vie non fiable. Durée de vie affectée par le nombre de commutations. Performances affectées par les fluctuations de tension. Effet d'éblouissement possible.
Du point de vue de la gestion en fin de vie				
	<ul style="list-style-type: none"> Pas de mercure, peuvent être jetées avec les déchets ménagers (ne pas jeter avec le verre). 	<ul style="list-style-type: none"> Déchet électronique, récupération et recyclage requis en fin de vie en raison du contenu en mercure. Coût élevé du recyclage. 	<ul style="list-style-type: none"> Déchet électronique, récupération et recyclage requis en fin de vie en raison du contenu en mercure. Coût élevé du recyclage. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun contenu de mercure, mais opportunité de récupération et recyclage du verre et des métaux rares.

Stratégies de mise en œuvre et résultats attendus

Des obstacles à surmonter

En pratique, les consommateurs ignorent les caractéristiques des lampes et les terminologies de conception de l'éclairage. Ils choisissent la lampe ou le luminaire sur la base de la puissance électrique, plutôt que de considérer le niveau d'éclairage sur une zone donnée. De plus, la disponibilité sur le marché d'équipements dits performants, à coût abordable mais de mauvaise qualité, a souvent dissuadé les clients à acheter des lampes éco-énergétiques aux performances garanties par une norme ou une certification, mais au coût d'achat

plus élevé, sans tenir compte de la compensation par la réduction de la facture d'électricité.

Ainsi, il est crucial d'assurer la production et la disponibilité des lampes de haute qualité sur le marché et de garantir que toutes les lampes offertes aux consommateurs soient de qualité. Les mauvaises performances ou la défection précoce des nouvelles lampes dissuadent l'achat par les consommateurs après un premier essai. Par ailleurs, les stratégies de transformation du marché devraient être conçues sur un horizon de long terme afin d'assurer une élimination complète et permanente des lampes inefficaces.

De nombreux obstacles doivent être identifiés et des solutions doivent être prévues lors de la conception d'un programme de transformation du marché de l'éclairage sur un territoire (Tableau 3).

Tableau 3. Quelques obstacles à l'adoption de l'éclairage efficace

Types	Obstacles
Marché	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité limitée des produits de coût abordable et de haute qualité. • Insuffisance ou manque de services énergétiques. • Subventions accordées aux distributeurs sans bénéfice transféré aux usagers. • Lampes importées, ce qui affecte négativement les acteurs locaux (fabricants, distributeurs et industries connexes). • Tarifs et coûts d'importation élevés.
Techniques	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise qualité d'alimentation électrique affectant les performances des lampes. • Absence d'infrastructures adéquates/accréditées pour la réalisation d'essai des lampes. • Ressources absentes ou limitées pour surveiller, vérifier et faire respecter la qualité des équipements.
Financiers	<ul style="list-style-type: none"> • Coût élevé des lampes à l'achat. • Manque de mécanismes de financement durables pour les usagers. • Manque d'incitations aux fabricants ou distributeurs locaux pour promouvoir les ventes des lampes efficaces.
Réglementaires et institutionnels	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de politiques encourageant l'éclairage efficace. • Manque de garanties de qualité des produits sur le marché local. • Efficacité énergétique insuffisamment valorisée dans les politiques énergétiques.
Information et sensibilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissances et compétences limitées des différents acteurs locaux. • Caractéristiques techniques difficilement compréhensibles pour l'utilisateur. • Faible niveau de sensibilisation du public aux technologies et à leurs avantages. • Aversion au risque de l'utilisateur dans l'adoption de technologies inconnues.
Perception des risques pour l'environnement et pour la santé	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de collecte, de récupération et de recyclage des équipements en fin de vie. • Manque de campagnes d'information du public sur les effets sur la santé des technologies d'éclairage efficace.

Des solutions

Pour surmonter ces barrières et garantir une transition durable à l'éclairage efficace, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement recommande, dans son initiative *en.lighten* (Tableau 4), une approche politique intégrée en cinq étapes.

- **Normes minimales de performance énergétique (NMPE):** Ces mesures réglementaires précisent les niveaux de performances minimales des lampes pouvant être commercialisées dans un territoire. Elles constituent la base du succès de toute stratégie de transformation du marché de l'éclairage efficace. L'étiquetage, la durée de vie nominale, le maintien du flux lumineux et la température de couleur des produits peuvent être réglementés.
- **Politiques et mécanismes de soutien:** Etablis pour assurer la bonne exécution des NMPE et une large acceptation de l'éclairage efficace par le public, ils comprennent les systèmes d'étiquetage et d'autres instruments fondés sur le marché (paiement par acomptes, prêts bancaires, etc.), souvent initiés et promus par des règlements, et des campagnes d'information et de communication à l'attention des utilisateurs finaux afin de changer ou de modifier leur comportement.
- **Financement et accessibilité des lampes éco-énergétiques:** L'accessibilité des lampes par les consommateurs, surtout ceux

ayant de faibles revenus, est encouragée par des instruments économiques et fiscaux tels que les incitations et allègements fiscaux bien calibrés, la mise en place ou l'implication de structures de financement tels que les sociétés de services énergétiques, ou des mécanismes de financement à travers la facture d'électricité.

- **Activités de suivi, de vérification et de mise en application des NMPE:** Le succès de toute politique d'éclairage efficace dépend du bon fonctionnement d'un système de suivi des performances des produits, de vérification de la conformité des déclarations et de contrôle de l'application des NMPE incluant des mesures contre les fournisseurs non conformes. Ce système permet de réduire les risques d'entrée sur le marché de produits de qualité inférieure en pénalisant les producteurs qui ne respectent pas les normes prescrites. Le renforcement des capacités et le partage d'informations et de compétences entre pays et régions constituent un moyen efficace de promotion des meilleures pratiques.
- **Gestion rationnelle et écologique des produits d'éclairage:** Afin de minimiser les impacts sur l'environnement ou la santé, le mercure et les autres substances dangereuses contenus dans les lampes devraient être gérés en conformité avec les meilleures pratiques mondiales. Une attention particulière devrait être accordée à l'élaboration et la mise en œuvre d'un cadre juridique concernant les activités de récupération, de réutilisation et de recyclage des lampes d'éclairage en fin de vie.

Tableau 4. Quelques initiatives

<p>en.lighten</p> <p>L'initiative <i>en.lighten</i> du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)/Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) a été créée pour accélérer la transformation du marché mondial en faveur des technologies d'éclairage écologiquement durables. L'élimination de l'éclairage inefficace conduira à une réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre. L'initiative est un partenariat entre le PNUE, OSRAM, Philips Lighting et le Centre de Test de l'Éclairage National de Chine, avec le soutien du Fonds pour l'Environnement Mondial. Lien : www.enlighten-initiative.org</p>
<p>Global Lighting and Energy Access Partnership – Global LEAP</p> <p><i>Global LEAP</i> est un forum volontaire réunissant les gouvernements, le secteur privé et les partenaires pour la promotion de l'accès à l'énergie hors réseau. Ses efforts sont axés sur la promotion des équipements efficaces et l'assurance de la qualité des produits. <i>Global LEAP</i> a appuyé l'élaboration d'une norme internationale pour les lanternes solaires à LED et lancé un concours de reconnaissance des meilleurs appareils d'éclairage à LED. Lien : http://globalleap.org</p>
<p>Global Off-Grid Lighting Association – GOGLA</p> <p><i>GOGLA</i> est une association indépendante et sans but lucratif créée pour promouvoir des solutions d'éclairage dans les pays en développement et les marchés émergents. <i>GOGLA</i> a constitué des groupes de travail sur la politique et la réglementation, la qualité et les normes, les modèles d'affaires et la connaissance des marchés, et finalement, le cycle de vie et le recyclage des équipements d'éclairage. Lien : http://www.gogla.org</p>
<p>Lighting Global</p> <p><i>Lighting Global</i>, plateforme du Groupe Banque Mondiale, réalise des activités dans le cadre des initiatives <i>Lighting Africa</i> et <i>Lighting Asia</i> pour soutenir la croissance du marché international de l'éclairage hors réseau comme moyen d'accroître l'accès à l'énergie pour les personnes non connectées au réseau électrique. Elle contribue à développer le marché en assurant la qualité des produits d'éclairage hors réseau et à réduire les obstacles et risques à leur entrée sur le marché. Lien : https://www.lightingglobal.org</p>
<p>Lumina Project</p> <p>Initiative du <i>Lawrence Berkeley National Laboratory</i> – Département de l'énergie des États-Unis, le projet fournit des informations sur les solutions d'éclairage hors-réseau pour les pays en développement. Ses activités combinent des études en laboratoire et des enquêtes sur le terrain pour aider l'accès des équipements dédiés et la réussite des politiques concourant à l'acceptation de ceux-ci par les consommateurs. Lien : http://light.lbl.gov</p>
<p>d.light</p> <p><i>d.light</i> est une entreprise sociale qui vise à améliorer la vie des habitants des pays en développement qui vivent sans accès à une énergie fiable. Elle conçoit, fabrique et distribue des solutions énergétiques solaires à des prix abordables pour les ménages et les petites entreprises. Elle s'est engagée à fournir des lampes solaires à 100 millions de personnes dans plus de 40 pays d'ici 2020. Lien : http://www.dlight.com</p>

Encadré 3. Quelques bénéfices de la substitution de lampes à incandescence par des lampes éco-énergétiques

Un programme théorique de substitution de 1 million de lampes à incandescence de 60 W par des LFC de 15 W est considéré. Les principales hypothèses d'analyse sont basées sur l'expérience de programmes conduits dans les pays en développement.

Économies sur la facture des clients : de 10 à 20 fois le coût total du programme (incluant les coûts des lampes, de distribution, de sensibilisation, de communication et d'administration du programme).

Puissance de pointe évitée : 41 MVA, en supposant un facteur d'usage des lampes de 90 %, des pertes de transport et de distribution de 15 %, un facteur de contribution à la pointe de 85 % et un facteur de puissance de 50 %.

Montant total des économies de coûts de capacité et d'énergie : près de 35 fois le coût total du programme (respectivement 20 fois et 15 fois).

Émissions de gaz à effet de serre évitées : environ 300 000 tonnes, en considérant un facteur d'émission de 0,8 kg/kWh.

Source : Large-Scale Residential Energy Efficiency Programs Based on Compact Fluorescent Lamps (CFLs). http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/2162010114742_CFL_Toolkit_Report_Rev_Feb_15_2010_Final_PRINT_VERSION.pdf

Les bénéfiques en Afrique de l'Ouest

Selon les estimations élaborées par l'initiative *en.lighten* du PNUE/FEM, l'Afrique de l'Ouest pourrait réaliser des économies d'énergie annuelles d'environ 2 TWh, soit environ 6 % de la consommation totale d'électricité, en optant pour un éclairage efficace. Ces économies permettraient d'électrifier plus de 1 million de foyers. Elles pourraient dépasser 150 millions d'euros. Les mesures requises sont celles identifiées précédemment dans la fiche (NMPE, étiquetage, incitations fiscales, contrôle et vérification, système de récupération, sensibilisation). Le financement requis est estimé à 125 M€ pour le remplacement des lampes existantes à incandescence et l'appui institutionnel, soit 0,5 à 3 M€ dans chaque pays.

Conclusion

L'utilisation de lampes éco-énergétiques libère une capacité importante sur le réseau électrique, utilisable pour un autre usage ou permettant d'éviter des investissements substantiels en capacité additionnelle de production. Elle limite également les coûts induits par les pertes électriques dues aux courants parasites générés par les charges ayant de faibles puissances. L'évolution des technologies d'éclairage laisse envisager une transition rapide vers un éclairage plus efficace, synonyme de bénéfiques aussi bien pour les compagnies d'électricité que pour les usagers, y compris les populations isolées. Cette transition requiert un ensemble de mesures réglementaires, économiques, informatives et favorables à la récupération des lampes, déjà en cours de mise en œuvre dans certains pays.

Références

Association française de l'éclairage : <http://www.afe-eclairage.fr>

Groupe Banque Mondiale, 2014, Scaling Up Access to Electricity: The Case of Lighting Africa. http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/2162010114742_CFL_Toolkit_Report_Rev_Feb_15_2010_Final_PRINT_VERSION.pdf. Voir aussi : <https://www.lightingafrica.org/>

IFDD, 2001, Fiche technique PRISME numéro 1, Eclairage efficace. http://www.ifdd.francophonie.org/media/docs/publications/96_eclairage.pdf

McKinsey & Company, 2012, McKinsey Analysis, Lighting the way: Perspectives on the global lighting market. Second edition. https://www.mckinsey.de/files/Lighting_the_way_Perspectives_on_global_lighting_market_2012.pdf

PNUE, 2012, Réalisation la transition mondiale vers un éclairage efficace – Manuel. http://www.learning.enlighten-initiative.org/ebook/en_lighten_french_complete.pdf

PNUE, 2015, Elaborer une politique d'éclairage hors réseau efficace. http://www.enlighten-initiative.org/portals/0/documents/Resources/publications/Off-grid-lighting_en.lighten_French_2016-01-08.pdf

Les fiches techniques PRISME (Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie) sont publiées par l'IFDD.

Directeur de la publication :
Jean-Pierre Ndoutoum, Directeur, IFDD

Comité éditorial :
Mamadou Kone, Spécialiste de programme, IFDD
Louis-Noël Jail, Chargé de communication, IFDD

Supervision technique :
Maryse Labriet, Eneris Consultants
info@enerisconsultants.com

Auteur :
Edgard Bossoken, PRATEUS, France
ebossoken@prateus.fr

Édition et réalisation graphique :
Perfection Design Inc.



L'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) est un organe subsidiaire de l'Organisation internationale de la Francophonie (OIF). Il est né en 1988 de la volonté des chefs d'État et de gouvernement des pays francophones de conduire une action concertée visant le développement du secteur de l'énergie dans les pays membres. En 1996, cette action a été élargie à l'environnement. Basé à Québec (Canada), l'Institut a aujourd'hui pour mission, notamment, de :

- contribuer au renforcement des capacités nationales et au développement de partenariats dans les domaines de l'énergie et de l'environnement,
- promouvoir l'approche développement durable dans l'espace francophone.

Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD)

56, rue Saint-Pierre, 3^e étage
Québec, Canada G1K 4A1
Téléphone : 418 692-5727
Télécopie : 418 692-5644
Courriel : ifdd@francophonie.org
Site Internet : www.ifdd.francophonie.org

Décembre 2016

Imprimé sur papier contenant 100 % de fibres recyclées postconsommation.



Étude de cas : Distribution des LFC par Electrogaz au Rwanda

Description

En 2007, au Rwanda, Electrogaz (désormais *Rwanda Energy Group Limited*), la Société d'Énergie du Rwanda, la Société d'Approvisionnement d'Eau du Rwanda et la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement ont lancé et financé à hauteur de 2,28 millions de dollars le premier projet « Mécanisme de Développement Propre » en Afrique. Toujours actif, le projet porte sur l'éclairage efficace et consiste à la distribution par Electrogaz de 800 000 lampes fluorescentes compactes (LFC) auprès de ses 90 000 clients du secteur domestique pour remplacer les lampes à incandescence et ainsi améliorer la distribution d'électricité et l'efficacité énergétique, réduire les pénuries d'électricité (l'éclairage est estimé contribuer à 30 % de la charge de pointe) et réduire les émissions de carbone liées à la production d'électricité.

Stratégie de mise en œuvre

Le projet se compose de quatre phases, définies pour promouvoir des actions réalistes et réalisables dans le contexte local :

- **Phase 1, août à septembre 2007** : distribution et échange gratuit de 50 000 LFC pour les consommateurs du secteur résidentiel.
- **Phase 2, septembre 2008 à mars 2009** : distribution de 150 000 LFC en échange de lampes à incandescence dans le secteur résidentiel ; jusqu'à cinq LFC par ménage sont offertes au prix réduit subventionné de RWF 200 (0,23 €) par unité pour encourager les usagers à les acheter.
- **Phase 3, de mi-2009 à mi-2010** : distribution à prix réduit de 200 000 LFC .
- **Phase 4, de mi-2010 à début 2011** : distribution à prix réduit de 400 000 LFC.

Dans le cadre du programme national d'électrification, Electrogaz a aussi fourni des LFC à ses nouveaux clients avec le compteur d'électricité.

Les lampes efficaces sont acquises par Electrogaz par passation de marchés auprès de soumissionnaires qui fournissent des certificats d'essai des LFC. Electrogaz assure la formation du personnel de distribution sur les avantages des LFC, sur les procédures de distribution et sur la collecte des données de distribution dans ses antennes ou auprès des détaillants privés. Electrogaz veille aussi à la collecte et au stockage des lampes à incandescence récupérées au niveau des points de distribution, puis expédiées à l'entrepôt central de Electrogaz à Kigali pour être détruites ; l'Université nationale du Rwanda a mené une étude environnementale pour proposer à l'autorité compétente, le Conseil de Développement du Rwanda, des recommandations pour réaliser la destruction et le verre obtenu recyclé. Electrogaz supervise les enquêtes de surveillance menées par des consultants externes.

Résultats techniques et financiers

141 669 lampes à incandescence ont été retirées du marché, 251 669 LFC ont été distribuées ou vendues et 15 052 tonnes de CO₂e ont été évitées sur la période du 1^{er} août 2012 au 31 mars 2014. Ce qui témoigne du retard du projet par rapport à ses objectifs. Les principales barrières et certaines solutions possibles sont les suivantes :

- **Dimensionnement du projet inapproprié et prix élevé des LFC** : Il est recommandé d'adapter la quantité de lampes au nombre des usagers potentiels (clients domestiques de Electrogaz : 90 000 en 2007 à 390 000 en 2013) ; par ailleurs, il est important d'inciter les usagers à comparer les prix à long terme (non seulement les coûts initiaux de l'achat) à ceux des alternatives (lampes à incandescence) toujours présentes sur le marché.
- **Retards d'approvisionnement et qualité des lampes** : Il est important d'impliquer les fournisseurs et de renforcer les capacités d'approvisionnement dès le début et de persister tout au long du projet, ainsi que d'élaborer des spécifications techniques détaillées, exiger une certification durable et des garanties pour les approvisionnements en LFC.
- **Problèmes d'usage** : L'information des utilisateurs sur l'utilisation appropriée des LFC est cruciale pour anticiper les problèmes d'usage et renforcer la durabilité des lampes.
- **Difficultés de développement du marché** : Des solutions de financement pour les consommateurs sont nécessaires pour faire face aux coûts initiaux, ainsi que des activités intensifiées de sensibilisation et promotion auprès des consommateurs, tout en renforçant le réseau de vente au détail des LFC.

Conclusion

Cette étude de cas illustre l'importance de mettre en place plusieurs stratégies complémentaires pour permettre une transition avec succès vers un éclairage efficace : estimation réaliste de la taille du marché, adoption de NMPE pour assurer la qualité et les performances des lampes pour les usagers, réseau de vente de détail étendu et à proximité des consommateurs, bannissement graduel des alternatives énergivores très souvent moins coûteuses, formation et information des consommateurs sur les avantages et conditions d'utilisation de ces lampes, et finalement, gestion responsable de la destruction et du recyclage de toutes les lampes en fin de vie.

Références

- <http://cdm.unfccc.int/Projects/Validation/DB/26PMKJ754ZO5ISWE8AWM5HC6HSY49K/view.html>
- <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/Climate-Finance-Projects-briefs/Rwanda-Electrogaz.pdf>
- <http://www.reg.rw/index.php/projects/cfl-distribution>
- http://www.energy4impact.org/sites/default/files/rwanda-solar-study-v1.6_small4.pdf
- https://www.lightingafrica.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/32_Rwanda-note-de-rapport-de-politique-FR.pdf