



Les
cahiers
du

Club d'Ingénierie Prospective Energie et Environnement

CLIP

M D E

L'éclairage en France

*Diffusion des technologies efficaces
de maîtrise de la demande d'électricité
dans le secteur de l'éclairage en France*

N° **7** Janvier 1997

CLIP
Club d'Ingénierie
Prospective Energie et
Environnement

1, rue du Cerf - 92195 Meudon

Liste des membres

ADEME : Agence de
l'Environnement et de la Maîtrise de
l'Energie

ARP (Renault)

CEA : Commissariat à l'Energie
Atomique

CIRAD : Centre de Coopération
International en Recherche
Agronomique

CNRS/Programme ECOTECH
(Centre National de la Recherche
Scientifique/ Programme

Interdisciplinaire de Recherche sur
les Technologies pour
l'Environnement et l'Energie)

CSTB : Centre Scientifique et
Technique du Bâtiment

EDF : Electricité de France

GDF : Gaz de France

IFP : Institut Français du Pétrole

INERIS : Institut National de
l'Environnement Industriel et des
Risques

INRETS : Institut National de la
Recherche sur les Transports et leur
Sécurité

PSA : GIE PSA Peugeot Citroën

STEG : Société Tunisienne de
l'Electricité et du Gaz

Des responsables des ministères
chargés de l'Environnement, de
l'Industrie, de la Recherche, de la
Coopération et du Plan font partie du
Comité de Coordination et
d'Orientation Scientifique.

Directeur de publication :

Benjamin DESSUS

Rédaction : Philippe MENANTEAU

Maquette : Ivan Pharabod

Sommaire

MDE, l'éclairage en France

Diffusion des technologies efficaces de maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur de l'éclairage en France

Synthèse

5

Introduction

7

Consommation d'électricité

La consommation d'électricité pour les besoins d'éclairage

9

- Caractéristiques générales

9

- Le secteur industriel

11

- Le secteur tertiaire

12

- Les autres secteurs

15

- Dynamique des consommations et perspectives de maîtrise de l'énergie d'éclairage

17

Technologies et efficacité

Les technologies d'éclairage et l'efficacité énergétique

21

- Les sources lumineuses

21

- La MDE dans l'éclairage : une approche globale

28

Offre et comportements

L'offre de produits d'éclairage et les comportements des acteurs

31

- Analyse de l'offre de LFC

31

- La distribution : un pouvoir croissant sur le marché des lampes

37

- Les comportements d'achat des consommateurs

40

- Conclusion partielle sur le comportement des acteurs

45

Les programmes de diffusion

Les programmes de promotion de l'éclairage efficient :

Europe, Dom, métropole

47

- La place de l'éclairage dans les programmes MDE

47

- Le secteur résidentiel

48

- Les programmes des Départements d'Outre Mer

50

- Les actions en France métropolitaine

53

Bilan

Bilan de l'expérience française et internationale de promotion de la diffusion des LFC

59

- Impact des programmes

59

- Efficacité des instruments d'incitation utilisés

62

- Dynamisation du marché des LFC

66

Conclusion

Enseignements pour la diffusion des technologies efficaces dans le secteur de l'éclairage en France

69

Bibliographie

77

Editorial

L'*étude que nous présentons dans le présent numéro des cahiers du CLIP est le résultat d'un travail collectif entrepris par six équipes de recherche d'origines très diverses, le Centre d'Energétique de l'Ecole des Mines, l'Institut d'Evaluation des Stratégies sur l'Energie et l'Environnement en Europe (INESTENE), le laboratoire Société, Environnement, Territoire (SET) de l'Université de Pau, le département Stratégie et Politique d'Entreprise de l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales (HEC), l'Institut d'Economie et de Politique de l'Energie (IEPE), le Centre de Recherches et d'Etudes Techniques-Organisations-Pouvoirs de l'Université de Toulouse.*

A l'initiative du Programme Ecotech et avec le soutien financier de deux autres partenaires du CLIP, l'Ademe et le Ministère de l'Environnement, ces équipes d'origine et de disciplines diverses (physiciens, ingénieurs, économistes, sociologues, spécialistes du commerce, du marketing et de l'analyse industrielle, etc.), se sont regroupées dans une action de recherche coordonnée (ARC) "ECODIFF" (Diffusion de la maîtrise de l'énergie). Cet ARC s'est donnée pour but d'étudier les conditions institutionnelles, économiques, financières, fiscales, réglementaires, etc., de politiques de diffusion sélective du progrès technique à des fins de préservation des ressources naturelles.

La première des études engagées par cet ARC concernait l'éclairage. Par bien des aspects elle est exemplaire des problèmes que rencontrent les différents acteurs pour diffuser auprès du grand public des innovations technologiques susceptibles d'avoir un effet significatif à la fois sur la consommation énergétique des ménages et sur la courbe de charge du producteur d'électricité.

L'étude aborde la question sous différents angles, en utilisant les méthodes des diverses disciplines qui y ont contribué. Elle les traite aussi du point de vue de différents acteurs, producteurs, distributeurs, usagers, pouvoirs publics.

C'est cette diversité d'approche et de points de vue qui fait la richesse et l'originalité de son travail. On retrouve bien là l'esprit et les méthodes utilisées au sein du CLIP, cette volonté de mettre à la disposition des décideurs des éléments de choix pour l'action.

C'est pourquoi, bien que cette étude ait été formellement engagée en dehors du club, nous avons décidé d'en publier la synthèse, après concertation avec l'ensemble des partenaires du CLIP dans les cahiers du CLIP. Nous sommes en effet convaincus que ses lecteurs y trouveraient des éléments de réflexion pour l'action.

Je voudrais enfin souligner, pour en féliciter les auteurs, la signature collective de ce texte, preuve qu'un véritable travail en commun a été effectué où chacun assume sa part de responsabilité collective.

Benjamin Dessus, Directeur du CLIP

MDE L'ÉCLAIRAGE EN FRANCE

Diffusion des technologies efficaces de maîtrise de la demande d'électricité dans le secteur de l'éclairage en France

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'ARC Ecodif (programme Ecotech du CNRS et co-financement de l'Ademe) avec la participation de :

L. Cauret et J. Adnot (Centre d'Energétique - Ecole des Mines) ; R. Durand (HEC) ;
N. Houdant et P. Radanne (Inestene) J.P. Jambes et I. Zotow (SET - Université de Pau) ;
B. Lebot (Ademe) ; Ph. Menanteau et H. Lefebvre (IEPE) ;
M.C. Zelem, L. Camps, D. Luque et S. Merino (CERTOP-Université de Toulouse) ;

sous la direction de Ph. Menanteau (IEPE)

Synthèse

L'éclairage est un domaine mal connu, en pleine évolution technologique, qui représente une part importante de la consommation électrique. Notre analyse a porté sur les enjeux et sur la nature des moyens à mettre en oeuvre pour accélérer cette évolution au service d'objectifs de réduction des consommations.

► Ce travail a montré que les économies d'électricité qui pourraient être réalisées dans des conditions économiques sur les usages d'éclairage, en France, sont de l'ordre de 20 TWh en 2005, soit près de 6% de la demande annuelle totale d'électricité à cette date. Les principaux gisements de maîtrise de

la demande d'éclairage se situent dans les secteurs résidentiel et tertiaire.

► Alors que les autres secteurs utilisent déjà des sources lumineuses efficaces, l'incandescence standard reste très largement majoritaire dans le résidentiel. La diffusion des lampes fluorescentes compactes (LFC) présente de ce fait un enjeu important, tout particulièrement dans le résidentiel, car elles présentent une efficacité énergétique très supérieure.

► Mais l'adoption des LFC se heurte aux contraintes que rencontrent les nouvelles technologies au moment de leur introduction sur le

marché : faible notoriété, méfiance des consommateurs, performances techniques et/ou économiques insuffisantes, etc.. Le prix élevé constitue en particulier une contrainte majeure, et les perspectives d'économies d'électricité ne suffisent pas à le justifier aux yeux des consommateurs, d'autant plus qu'elles sont perçues comme produisant un moindre confort visuel.

▀ Le contournement de cet obstacle nécessite une compréhension des motivations d'achat en matière d'éclairage (fonctionnel, confort, ambiance, accentuation, moindre coût,...) : les LFC souffrent d'un déficit de positionnement à cet égard, ce qui limite leur diffusion en l'absence de programmes spécifiques d'incitation.

▀ Dans plusieurs pays, des compagnies d'électricité ou des agences gouvernementales, ont mis en oeuvre des programmes d'incitation destinés à stimuler la diffusion des LFC, qui reposent principalement sur des subventions financières. Ces programmes ont considérablement accru la diffusion initiale des LFC, aux Pays-Bas ou au Danemark mais aussi dans les DOM. La réduction des prix de vente a fortement contribué à motiver les consommateurs, mais d'autres éléments ont eu aussi leur importance ; la coordination réalisée entre les différents acteurs, le contenu des messages et la nature des moyens d'incitation utilisés (le leasing en particulier) sont essentiels à la réussite de ces actions.

▀ En conséquence de ces programmes, une dynamique de diffusion s'est instaurée dans les pays du nord de l'Europe où les taux d'équipement atteignent ou dépassent 2 lampes par ménage alors qu'ils restent inférieurs à 0,5 dans les pays n'ayant pas engagé

de programmes de même ampleur. En France, le taux d'équipement des ménages reste très faible mais l'état de la technique pourrait permettre un décollage plus net de la diffusion.

▀ Des contraintes persistent, mais elles ont évolué depuis l'apparition des LFC sur le marché au début des années 80. Les performances techniques ont nettement progressé grâce à l'expérience acquise par les producteurs sur les marchés du nord de l'Europe et la contrainte de prix est aujourd'hui moins forte.

▀ Les barrières liées au défaut d'information et de sensibilisation des consommateurs n'ont pas régressé au même rythme. On peut estimer que ces contraintes relèvent d'un déficit de promotion de la part des industriels et d'un manque de communication institutionnelle : aucune campagne nationale n'a en effet indiqué clairement en France au consommateur l'intérêt collectif que présente cette technologie.

▀ Une telle campagne serait aujourd'hui justifiée compte tenu des enjeux énergétiques et de l'importance symbolique de la fonction éclairage, pour combler le retard accumulé en France, en s'appuyant sur la diffusion des technologies d'éclairage efficaces. Les modalités pratiques de sa mise en oeuvre restent à définir, mais les programmes antérieurs suggèrent qu'elle soit accompagnée d'incitations financières, même limitées, et qu'elle associe l'ensemble des acteurs potentiellement concernés, tout particulièrement les producteurs et le secteur de la grande distribution.

Introduction

Gâce au progrès technologique, de nouveaux équipements électroménagers (réfrigérateurs, lave-linge, lave-vaisselle, etc.) apparaissent régulièrement sur le marché avec des performances énergétiques supérieures à celles des équipements existants. En règle générale, leur coût global est inférieur à celui des produits standards, même s'ils nécessitent un surcoût à l'achat. De telle sorte que, si le consommateur était parfaitement rationnel, comme le considère la théorie économique, il devrait s'orienter préférentiellement vers les technologies présentant les meilleures performances énergétiques.

En pratique, il est clair que les comportements d'achat des consommateurs obéissent à de multiples critères de choix parmi lesquels l'efficacité énergétique intervient peu, et parfois pas du tout. Ainsi les exemples abondent de technologies nouvelles plus efficaces qui n'occupent que des niches de marché très étroites ou dont la diffusion reste confidentielle.

Cette situation a conduit de nombreux pays depuis une dizaine d'années à essayer d'influer sur le fonctionnement des marchés pour orienter le changement technique dans un sens plus favorable à la maîtrise des consommations énergétiques. Quels sont les instruments dont dispose la puissance publique pour cela ? Quelle est leur efficacité ? Comment influent-ils sur le fonctionnement du marché ?

Ces différentes questions ont conduit à la mise sur pied d'une Action de Recherche Coordonnée (ARC-Ecodif) dans le cadre du programme Ecotech du CNRS et financée conjointement par l'Ademe, dont l'objectif est d'améliorer la compréhension des comportements des différents acteurs impliqués dans les processus d'innovation, depuis les industriels qui conçoivent les technologies, jusqu'aux consommateurs qui décident de les adopter ou non.

Il s'agit notamment de compléter la notion classique de potentiels d'économie d'électricité établis sur la base d'analyses technico-économique, par une appréciation plus fine des potentiels réalisables, à partir d'une meilleure connaissance des motivations d'achat des consommateurs, des stratégies d'innovation des firmes ou du rôle de la distribution dans la promotion des produits considérés.

Ce programme nécessitait de faire appel à divers domaines disciplinaires et l'ARC a été volontairement constituée en regroupant des ingénieurs, des économistes, des sociologues, des spécialistes du marketing et des stratégies d'entreprises.

Le choix a été fait de centrer, dans un premier temps, le travail sur le secteur de l'éclairage. Ce choix a été motivé par trois raisons :

- ▶ le fait qu'il fournit un parfait exemple des difficultés que peut rencontrer la diffusion d'une technologie efficiente, en l'occurrence la "lampe fluo-compacte" (LFC). Malgré un rendement énergétique et une durée de vie très supérieurs à ceux des ampoules standards, cette lampe, apparue sur le marché en 1980, reste dans les faits très peu diffusée, ce qui illustre bien la faiblesse de l'attrait de l'efficacité énergétique dans les choix des consommateurs.
- ▶ les enjeux énergétiques de la maîtrise des consommations d'éclairage puisque cet usage représente de l'ordre de 10% de la consommation totale d'électricité en France, et une proportion plus importante encore de la puissance appelée en pointe.
- ▶ le caractère symbolique de l'usage de l'éclairage : de ce fait, une action publique centrée sur l'éclairage constituerait un signal clair vers les consommateurs et les acteurs économiques, de l'intérêt collectif que représente la maîtrise de la demande d'électricité.

Dans les deux premiers chapitres sont présentés les enjeux énergétiques de la maîtrise des consommations dans le secteur de l'éclairage, et les perspectives technologiques offertes par les stratégies d'innovation des firmes.

Le troisième chapitre identifie les principaux acteurs concernés par la diffusion des lampes fluorescentes compactes et leurs comportements à cet égard. Ce chapitre analyse les motivations des industriels à développer des produits plus performants en fonction du contexte de concurrence, le rôle de la grande distribution dans la diffusion des produits d'éclairage et les contraintes et atouts des LFC auprès des consommateurs.

Le quatrième et le cinquième analysent les programmes de promotion de la diffusion des technologies d'éclairage efficientes mis en oeuvre au plan international, dans les départements d'outre-mer et en France métropolitaine. Sont détaillés les différents instruments utilisés pour susciter l'adoption des LFC par les consommateurs : leurs impacts sur le marché des lampes sont analysés et comparés.

Enfin, le sixième chapitre tire les enseignements de cette recherche et propose, des moyens d'actions pour favoriser la diffusion des LFC dans le contexte français et transformer de façon significative et durable les comportements d'achat en faveur des technologies efficientes.

Consommation d'électricité

La consommation d'électricité pour les besoins d'éclairage

Caractéristiques générales

1. La situation française

La consommation d'électricité pour l'éclairage représente une part significative de la consommation d'électricité. En France, elle représentait, en 1995, environ 11% de la consommation totale d'électricité.

L'essentiel de la consommation s'effectue dans le tertiaire (commerces, bureaux, tertiaire public, etc.) qui représente plus de la moitié de la consommation d'électricité, suivi du secteur résidentiel. Ces deux secteurs absorbent les trois quarts de la consommation d'électricité pour l'éclairage, soit environ 30 TWh (Tableau 1).

L'importance relative de l'éclairage par rapport aux autres usages de l'électricité est, par ailleurs, variable selon le secteur considéré ; très faible dans l'industrie (moins de 3%), elle atteint 12% dans le résidentiel et 27% dans le secteur tertiaire (chiffres 1995 - source Inestene, 1996).

En conséquence, l'efficacité énergétique de l'éclairage constitue un enjeu plus ou moins important selon les secteurs considérés. En comparaison d'autres usages, les enjeux peuvent sembler limités dans l'industrie, mais plus motivants dans les secteurs résidentiel et tertiaire.

2. Comparaisons internationales

La France se situe dans la moyenne des pays industrialisés pour ce qui concerne la part de l'électricité utilisée à des fins d'éclairage. Celle-ci évolue entre 10 et 20% selon les pays considérés (Tableau 2), en fonction du développement des usages thermiques de l'électricité ou de l'importance relative du secteur tertiaire. En moyenne, pour les pays de l'AIE, la part de la consommation totale d'électricité affectée aux usages d'éclairage est de 17%. L'éclairage arrive ainsi en seconde position derrière les moteurs

Tableau 1 : Consommation d'électricité dans l'éclairage - France - 1990.

Source : EDF, 1992.



Secteur	Consommation d'électricité (TWh)	%
Tertiaire	20	52
Résidentiel	9	25
Industriel	4	11
Eclairage public	5	12
Total	38	100

industriels (27%) mais nettement devant la climatisation des immeubles à usage commercial/public (10%), le chauffage des locaux résidentiels (5%) ou la production d'eau chaude sanitaire (5%) (AIE, 1990).

En France, la répartition des consommations d'électricité pour l'éclairage par grand secteur est proche de celle des autres pays industrialisés (Tableau 3) : la majeure partie des consommations d'éclairage s'effectue dans les bâtiments à usage tertiaire, qui représentent souvent plus de 50% de la consommation. Le secteur résidentiel se situe en seconde position avec 1/4 de la consommation, le reste étant réparti entre éclairage public et éclairage industriel.

3. Dynamique de la demande

On sait, d'après les travaux réalisés par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), que les besoins d'éclairage continuent de croître. L'indicateur retenu par la CIE est le nombre de lumen.heures par habitant qui mesure la quantité de lumière utilisée et les

durées d'utilisation, rapportées au nombre d'habitants. Il a augmenté de 5%/an en moyenne sur la période 1980-87, et devrait continuer à croître à un rythme légèrement inférieur à 5% sur la période 1987-2000 (CIE, pour 15 pays). L'hypothèse que cette croissance des besoins d'éclairage ne sera pas indéfinie peut sembler raisonnable. Pourtant, si un niveau de saturation existe, aucun pays ne l'aurait encore atteint et il ne serait pas prévisible à moyen terme (Mc Gowan, 1990). Différents facteurs influent sur la demande d'éclairage. Dans le résidentiel, l'augmentation du nombre de ménages et du nombre de points lumineux par foyer contribue à la croissance du besoin d'éclairage. Dans le secteur tertiaire, l'extension des surfaces de bureaux, le recours de plus en plus systématique à l'éclairage artificiel, le développement de nouvelles fonctions de l'éclairage (accentuation, mise en valeur, décoration,...) contribuent à générer une demande additionnelle. Cette croissance de la demande d'éclairage n'induit cependant pas un accroissement linéaire de la consommation d'électricité du

Tableau 2 : Demande d'électricité pour l'éclairage - pays de l'AIE

Sources : (AIE, 1990) et (EDF, 1992)

	D	USA	I	J	UK	SW	AIE	FR
Consommation totale d'électricité (TWh)	354	2275	179	595	250	116	4781	300
Consommation pour l'éclairage (TWh)	35	421	23	nd	40	13	798	38
Conso pour l'éclairage (%)	9,9	18,5	12,8	nd	15,9	10,8	16,7	12,6

Tableau 3 : Consommation d'électricité pour l'éclairage par grands secteurs - pays de l'AIE -

Sources : (AIE, 1990) et (EDF, 1992)

	D	USA	I	J	UK	SW	FR	Moy.
Résidentiel (%)	23	23	30	42	19	21	25	25
Tertiaire et éclairage public (%)	44	62	52	38	61	53	64	58
Industrie (%)	32	15	18	20	20	26	11	17
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

fait de l'amélioration des performances énergétiques des sources lumineuses. De nouvelles sources plus efficaces se sont progressivement développées dans les secteurs de l'industrie et de l'éclairage public,

ainsi que dans le tertiaire. Seul le secteur résidentiel est pour l'instant resté à l'écart de ce mouvement et est encore largement dominé par des sources à faible rendement lumineux.

Le secteur résidentiel

1. Taux d'équipement des ménages

Les taux d'équipement des ménages, ainsi que leur répartition selon les pièces du logement, ne sont pas connus avec précision. En France, les estimations varient dans des proportions importantes du fait de l'absence d'études portant sur des échantillons suffisants (Tableau 4). On estime qu'un ménage utilise en moyenne 13 points lumineux (Inestene 1994), mais le nombre de points lumineux installés et très faiblement utilisés peut être plus important³.

2. Les sources lumineuses utilisées

En France, les ménages consacrent près du quart de leur consommation d'électricité spécifique à l'éclairage. Les sources à incandescence (standard ou halogène) assurent la

quasi totalité de ces besoins d'éclairage, laissant à la fluorescence un rôle marginal.

Les estimations concernant l'état du parc de lampes résultent de données relatives au marché des sources d'éclairage associées à des durées de vie moyennes des équipements, complétées par des enquêtes auprès des ménages. Elles font apparaître, en France, une très nette suprématie de l'éclairage incandescent, standard et halogène, avec plus de 90% des lampes (Tableau 5).

Tableau 5 : Parc de lampes dans le secteur résidentiel - France - 1990
Sources : (EDF, 1992)

	Lampes (million)	%
Incandescence	237	86
Halogène	16	5
Tube fluorescent	21,5	7
Fluocompacte	0,0	0
Total	274	100

Tableau 4 : Nombre de points lumineux par logement

Source : (S. Bartlett, 1993) et (EDF, 1992)

	DK	I	NL	N	SW	FR
Maison indiv.	26	-	32*	33	30-50	
Appartement	16	-	-	23	15-25	
Moyenne	-	20	25	31	-	10-40**
* logements de 5 pièces et plus individuels ou collectifs					** voir note (3)	

Cette situation n'est pas exceptionnelle ; les rares données internationales disponibles montrent la même domination des lampes à incandescence dans ce secteur (Tableau 6). Mais la place de l'éclairage fluorescent reste, en France, très limitée à quelques usages bien spécifiques (cuisines, salles de bain, garages,...) alors qu'elle est beaucoup plus étendue dans d'autres pays : elle assure ainsi 13% de la consommation de l'éclairage résidentiel aux Etats Unis, 23% en Italie, 36% en Suède, contre 6% seulement en France.

On notera que le parc de lampes est une donnée essentielle mais insuffisante pour reconstituer les consommations d'électricité de l'éclairage qui dépendent aussi et dans une très large mesure des durées d'utilisation, avec des variations importantes selon les pièces du logement et selon la nature des sources lumineuses.

3 - Les durées d'utilisation

Seules des mesures directes sur les équipements pourraient donner des indications fiables sur les durées d'utilisation des équipements d'éclairage. Des campagnes de mesures sont en cours, mais elles nécessitent de suivre un grand nombre de ménages pendant une période de relevés assez longue pour conduire à des estimations relativement fiables.

Le Tableau 7 indique des nombres de points lumineux par pièce ainsi que les durées d'utilisation moyennes. On déduit de ce tableau qu'en moyenne près de 8 points lumineux par foyer sont utilisés plus d'une heure par jour, sur lesquels 6 seraient utilisés plus de 2 heures/jour. Ces chiffres donnent une première indication des pièces dans lesquelles les durées d'utilisation sont les plus importantes et par là, des pièces dans lesquelles la substitution de sources fluorescentes serait économiquement envisageable.

	Etats Unis	Italie	Suède	France
Incandescence	85	75	64	95
Fluorescence	13	23	36	5
Décharge	2	2	0	0
Total	100	100	100	100

Tableau 6: Consommation d'électricité pour l'éclairage dans le secteur résidentiel (%)
Source : (AIE, 1990)
et (EDF, 1992)

Tableau 7 : Parc et durées d'utilisation des lampes dans le résidentiel - France 1990.
Sources : (EDF, 1992).

Usage	nombre de lampes / 100 ménages	durée d'utilisation par point
Cuisine / Salle à M.	200	3,0
Circulation	100	0,5
Salon/divers	365	2,5
Chambres	410	0,5
Sanitaires	200	1,5
Total	1275	

4 - Les consommations d'éclairage par ménage

La consommation d'électricité pour l'éclairage ne fait pas l'objet en France d'un suivi et d'une comptabilité spécifiques. Elle doit donc être estimée à partir de différentes données dont certaines sont des constructions statistiques (cf. supra) : nombre de lampes, durées d'utilisation et consommations énergétiques unitaires. Les principales hypothèses retenues sont présentées dans le tableau 8. Elles conduisent à une consommation moyenne par ménage et par an de 440 kWh, et une consommation nationale de 10 TWh.

A titre de comparaison, la consommation moyenne estimée pour l'éclairage d'un

Parc total de lampes (millions d'unités)	275
Taux d'équipement (lampes/ménage)	13
Durée totale d'éclairage (h/jour.ménage)	21
Puissance installée (W/ménage)	775
Consommation unitaire (kWh/an.ménage)	440
Consommation totale pour la France (TWh)	10

Tableau 8 : Estimation des consommations de l'éclairage dans le résidentiel

Source : (EDF, 1992)

ménage est de 600 kWh/an dans les pays de l'OCDE, de 400 kWh pour l'Europe, 500 kWh au Japon, 750 kWh en Scandinavie et 1000 kWh pour l'Amérique du Nord (L. Schipper et S. Meyers, 1992).

Le secteur tertiaire

Comme précisé en début de ce chapitre, la part de l'éclairage dans le tertiaire représente plus de 50% de la consommation totale d'éclairage. La part de cet usage sur la consommation totale du secteur était de 31% en 1995, dépassant l'usage chauffage électrique (25 %).

1. Les sources utilisées

La diversité des sources lumineuses utilisées dans le tertiaire est plus importante que dans le résidentiel. La place de l'incandescence standard, notamment, y est moins marquée, au profit de l'éclairage fluorescent (tubes rectilignes) mais aussi de l'halogène qui a connu dans ce secteur un succès important ces dernières années, et pour certains usages, des lampes à décharge. Les besoins d'éclairage du secteur tertiaire sont aujourd'hui, dans tous les pays, très majoritairement satisfaits par les sources fluo-

rescentes. Le développement de la fluorescence n'est toutefois pas homogène pour tous les secteurs, les valeurs indiquées (Tableau 9) n'étant que des moyennes. On constate notamment que les immeubles de bureaux ont principalement recours à l'éclairage fluorescent, mais que les commerces continuent à utiliser ou reviennent à l'éclairage à incandescence sous la forme de l'halogène très basse-tension.

Tableau 9 : Consommation d'électricité pour l'éclairage dans le secteur tertiaire (%)

Sources : (AIE, 1990) et (EDF, 1992)

	Etats Unis	Italie	Suède	France
Incandescence	15	35	18	41
Fluorescence	80	60	79	54
Décharge	5	5	3	5
Total	100	100	100	100

2 - Les caractéristiques générales de l'éclairage par branche

Le secteur tertiaire est une agrégation de différentes activités économiques qui présentent des comportements nettement différenciés en ce qui concerne l'éclairage. Le ratio de la consommation d'électricité pour l'éclairage par unité de surface donne un premier aperçu des écarts existant entre les sous-secteurs, à la fois en termes d'intensités lumineuses et de durées d'utilisation (Tableau 10).

Dans les usages professionnels, le choix des solutions d'éclairage est conditionné par différents critères parmi lesquels, des impératifs d'image de marque, de confort lumineux sur les postes de travail, de mise en valeur des produits, de minimisation des coûts de fonctionnement, etc. Tous ces critères influent considérablement sur les choix d'équipement et sont spécifiques à chaque activité du secteur.

On remarque que les ratios de consommation par unité de surface présentent des variations

Tableau 10 : Consommations unitaires de l'éclairage dans le tertiaire en 1995

Sources : (EDF), traitement et interprétation Inestene.

Branche	Remarques sur les conditions d'utilisation	Consommation	
		totale (GWh)	unitaire (kWh/m ² /an)
Bureaux	Catégorie regroupant les administrations et les activités de bureaux. Les usages de l'éclairage y sont exclusivement diurnes avec une légère saisonnalité due aux congés et une absence de demande le week-end.	6500	34
Commerces	Petites et grandes surfaces, et activités artisanales alimentées en basse tension. Les usages y sont principalement diurnes, avec une faible saisonnalité et une activité réduite de moitié pour le week-end.	5300	39
Enseignement	Utilisation principalement diurne et en semaine. Une forte saisonnalité est due aux congés annuels.	1700	10
Santé	Activité de nuit. Peu de différences d'utilisation entre le week-end et la semaine (très légère saisonnalité due à l'ensoleillement).	2500	25
Cafés-hôtels et restaurants	Pointe de consommation aux heures des repas et augmentation de la demande de fin de journée en week-end. Faible saisonnalité	1200	24
Autres secteurs	Habitat communautaire, sports et loisirs, équipements publics, partie de l'artisanat, et bâtiments liés à l'activité transport. Faible saisonnalité, peu de différence semaine/week-end, mais de fortes variations journalières	3800	de 20 à 27

importantes entre les commerces et les bâtiments d'enseignement, écarts dus à des durées d'utilisation très différentes des locaux, de même qu'à un développement important de l'éclairage d'accentuation et de mise en valeur dans certains commerces. On notera par ailleurs que des variations importantes existent au sein d'un même sous-secteur ; ainsi, par exemple, les ratios de consommation observés dans les immeubles de bureaux aux Pays-Bas varient de 23 à 67 kWh/m² selon l'âge des bâtiments alors que les durées d'utilisation sont très proches (CEC, 1994). Il n'existe pas de données sur les durées d'utilisation de l'éclairage dans le tertiaire, et moins encore par branche. Les remarques qualitatives sur la fréquentation des bâtiments sont donc les principaux éléments d'information utilisables, avec les ratios de consommation, pour estimer les consommations d'éclairage par sous-secteurs.

Les autres secteurs

La décomposition des consommations d'électricité pour les usages d'éclairage comprend deux autres secteurs, l'industrie et l'éclairage public. Ces deux secteurs sont d'importance relative équivalente et consomment ensemble 9 TWh, soit 23% de la consommation totale d'électricité pour l'éclairage.

De même que dans le secteur tertiaire, la variété des sources lumineuses utilisées dans l'industrie et pour l'éclairage public est importante, l'incandescence n'occupant qu'une place relativement marginale.

1. Le secteur de l'industrie

La consommation d'électricité pour les besoins d'éclairage du secteur de l'industrie

2 - Consommation globale du secteur tertiaire pour l'éclairage

Un moyen d'estimer les consommations de l'éclairage dans le tertiaire consiste à estimer les surfaces chauffées par branche et à leur appliquer des ratios de consommation par unité de surface (Tableau 10).

A titre d'illustration la part relative des différents sous-secteurs est indiquée au Tableau 11 pour l'année 1995. Il est important de remarquer que plus de 50% de ces consommations sont à attribuer aux seules branches des bureaux et du commerce. La consommation totale du secteur tertiaire pour les usages d'éclairage est alors de 21 TWh⁴.

était estimée à 4 TWh en 1990. La consommation en 1995 devrait être très proche de cette valeur compte tenu de la faible dynamique de cet usage dans l'industrie.

Dans l'industrie, les coûts d'exploitation de l'éclairage (énergie) restent faibles au regard des autres consommations d'électricité du secteur, pour l'alimentation des moteurs ou pour les usages thermiques notamment. L'utilisation des sources fluorescentes et à décharge est principalement motivée par leurs très longues durées de vie et la réduction consécutive des coûts de maintenance (remplacement des lampes usagées). Par ailleurs, le développement de la fluorescence n'a pas rencontré, dans l'industrie, les mêmes difficultés que dans d'autres secteurs (le rési-

	Etats Unis	Italie	Suède
Incandescence	20	15	16
Fluorescence	60	70	68
Décharge	20	15	16
Total	100	100	100

▲ **Tableau 11: Consommation d'électricité pour l'éclairage dans le secteur industriel (%)**

Source : (AIE, 1990)

dentiel en particulier) du fait de son rendu de couleur très spécifique⁵. Enfin, les exigences moins strictes en matière de qualité de lumière, et la nécessité d'intensités lumineuses fortes pour certains usages ont permis, de même que dans l'éclairage public, l'utilisation des lampes à décharge (Tableau 11).

L'état du parc largement dominé par les sources à haute efficacité énergétique et la faible importance relative des consommations d'électricité pour les besoins d'éclairage font passer au second plan les préoccupations d'amélioration du rendement lumineux dans ce secteur. Des améliorations restent cependant encore possibles, relativement limitées au niveau des sources, mais plus importantes en ce qui concerne les luminaires et la valorisation des apports de lumière naturelle.

▼ **Tableau 12: Consommation d'électricité pour l'éclairage public et autres applications dans le secteur public (%)**

Source : AIE, 1990

	Etats Unis	Italie	Suède
Incandescence	5	15	2
Fluorescence	50	15	8
Décharge	45	70	90
Total	100	100	100

2. L'éclairage public

L'éclairage public représente près de 12% de la consommation française, soit près de 5 TWh en 1990. Les parcs installés par technologies restent mal connus mais on sait qu'ils font une large place aux sources à décharge à haute efficacité lumineuse dans la plupart des pays de l'OCDE (Tableau 12).

Le choix des sources pour l'éclairage public est dicté à la fois par des considérations d'efficacité lumineuse et de maîtrise des coûts de maintenance, avec des contraintes variables en ce qui concerne la qualité de la lumière. Compte tenu de l'importance des dépenses énergétiques liées à l'éclairage public, la plupart des communes ont déjà engagé des programmes de rénovation des parcs pour substituer les ballons fluorescents par des sources à décharge plus efficaces.

Différentes sources sont utilisées, depuis les lampes au sodium (haute ou basse pression) jusqu'aux nouvelles lampes à induction, qui présentent toutes des rendements lumineux et des durées de vie très élevés (Chap. 2). Les autres améliorations apportées à l'efficacité énergétique concernent principalement les rendements des luminaires et les systèmes de mise en service automatique.

Du fait de cette attention des collectivités locales, l'éclairage public est un secteur dans lequel le rendement lumineux des sources est déjà très élevé et qui présente des perspectives relativement faibles de maîtrise additionnelle des consommations énergétiques.

Dynamique des consommations et perspectives de maîtrise de l'énergie d'éclairage

L'examen des consommations d'éclairage par grand secteur fait apparaître des parcs d'équipements très différenciés. Les exigences en termes de durée de vie, de puissance lumineuse, de qualité de couleur ou d'efficacité énergétique, sont en effet très variables selon qu'il s'agit d'immeubles résidentiels ou de bureaux, d'espaces industriels ou d'éclairage public. Ces critères de choix spécifiques ont naturellement conduit au développement de sources lumineuses très efficaces dans certains secteurs (industrie et éclairage public) et au maintien de sources moins performantes ailleurs, dans le résidentiel notamment.

Par ailleurs, au plan national, les secteurs résidentiel et tertiaire représentent 75% de la consommation globale d'électricité pour l'usage d'éclairage. De plus, l'usage éclairage occupe dans ces deux secteurs une place importante par rapport aux autres usages de l'électricité, alors qu'elle est faible dans l'industrie. C'est donc principalement dans le résidentiel, et dans le tertiaire dans une moindre mesure, qu'existent des enjeux de maîtrise des consommations d'éclairage et qu'il faut envisager la diffusion de technologies efficaces.

Un exercice de simulation réalisé à l'horizon 2005 permet de juger de l'intérêt d'une accélération de la pénétration des technologies efficaces dans ces deux secteurs, dans une perspective de maîtrise des consommations d'électricité. Pour cela, un scénario de référence a été construit qui correspond à l'évolution tendancielle de la demande. Un scénario alternatif fournit une estimation des quantités

d'électricité et la demande de pointe qui pourraient être évitées, en ne considérant que les seules technologies rentables.

1. La situation de référence

La consommation d'électricité pour l'éclairage en 1995 a été recomposée sur 4 secteurs (le résidentiel, le tertiaire, l'industrie et l'éclairage public) et 12 usages différenciés. La structure des parcs a été relativement simplifiée afin de ne pas trop compliquer l'exercice avec des technologies marginales. Ainsi, les sources utilisées dans le résidentiel se limitent à l'incandescence (150 et 100 et 60 W), l'halogène standard et la fluorescence (tubes rectilignes et lampes compactes) répartis selon la nature des pièces utilisées. De même, les technologies retenues dans le tertiaire varient selon le sous-secteur considéré.

Les consommations d'électricité pour l'éclairage ainsi reconstituées sont présentées au Tableau 13.

Tableau 13 : Consommation estimée par secteur - année 1995. Source : Inestene, 1996

	Consommation estimée en TWh	part en %
Secteur résidentiel	15	33
Secteur tertiaire/ E. public	26	58
Secteur de l'industrie	4	9
Total	45	100

Le calage de ces consommations dans le temps à ensuite été effectué sur l'ensemble de la demande par rapport à la courbe de charge nationale. Ce calage fait apparaître une très forte participation de l'éclairage résidentiel aux pointes du matin et du soir. La puissance appelée à 20h pour les seuls usages d'éclairage représente ainsi 19,5% de la pointe nationale de 62 GW en 1995 (Graphique 1).

2. Les hypothèses de croissance

La demande d'éclairage en 2005 a été estimée à partir des hypothèses générales suivantes :

- poursuite de la croissance observée pour les déterminants tels que le nombre de ménages, les surfaces de bureaux, le PIB dans l'industrie,

- croissance globale des taux d'équipements de 2% par an sur la période
- stabilisation des durées d'utilisation.

La structure des ventes utilisée pour reconstruire la situation de référence est supposée ne pas évoluer sur la période. La croissance de la consommation résulte de la croissance des déterminants socio-économiques (les surfaces, les ménages) et de l'évolution du nombre de points lumineux par unité de surface ou par logement. Ces hypothèses produisent un scénario tendanciel de croissance de la demande d'éclairage.

3. Le potentiel économique de maîtrise de l'énergie

Le potentiel économique de maîtrise de l'énergie est évalué à partir d'un scénario alternatif (scénario "Efficacité énergétique") au scénario tendanciel dans lequel les technologies efficaces remplacent les sources conventionnelles dès lors que cet investissement est rentable. Dans le cas du secteur résidentiel, par exemple, les lampes fluorescentes compactes remplacent les lampes à incandescence lorsque celles-ci sont utilisées plus de 2,5 heures par jour, correspondant à un temps de retour de l'ordre de 3 ans (cas d'une substitution d'une lampe incandescente de 100 W par une LFC de 20 W⁶ à un prix de 110F).

Tableau 14 :

Potentiels maximum de maîtrise de la demande d'électricité pour l'éclairage.

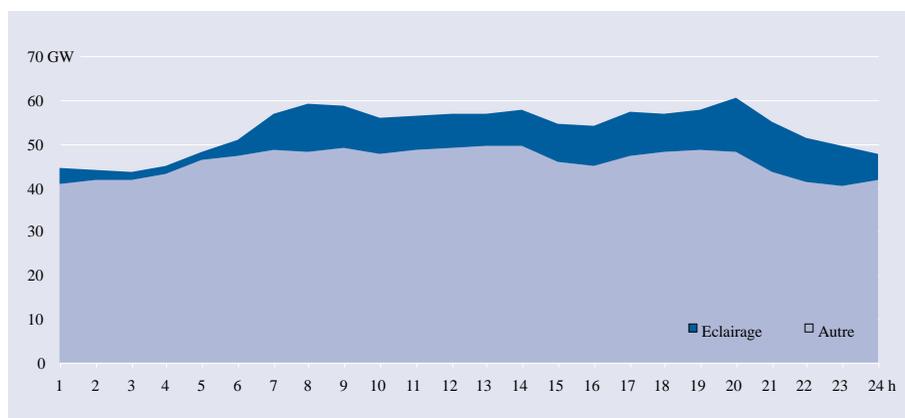
Source : Inestene, 1996.

	Consommation (TWh)		Gains (TWh)
	Tendanciel	Efficacité énergétique	
Résidentiel			
1995	14,7	14,7	0
2000	15,2	9,2	5,9
2005	15,6	4,9	10,6
Tertiaire			
1995	26,1	26,1	0
2000	26,6	21,2	5,4
2005	26,9	15,6	11,6
Industrie			
1995	4,1	4,1	0
2000	3,9	3,9	0
2005	3,8	3,8	0
Total			
1995	44,8	44,8	0
2000	45,8	34,4	11,4
2005	46,5	24,4	21,9

On obtient ainsi un potentiel économique de maîtrise de la demande d'énergie pour l'éclairage de l'ordre de 22 TWh, soit près de 6% de la consommation annuelle totale d'électricité (sur une prévision de demande de 455 TWh). Pour l'essentiel, ce potentiel tient à la substitution de l'incandescence par la fluorescence dans le secteur résidentiel, et à la généralisation des ballasts électroniques dans le tertiaire. Les proportions finales de parc seraient alors de l'ordre de 30% de lampes fluocompactes (essentiellement dans le résidentiel), et de 30% pour des tubes fluorescents équipés de ballasts performants en majorité dans le tertiaire. Les éclairages spécifiques (ambiance, valorisation de produits) restent présents dans la branche du commerce notamment, et le seuil de rentabilité économique limite la pénétration des LFC à environ 3 lampes par ménage. Aucune action n'a été menée dans le secteur industriel. Cet exercice révèle, par ailleurs, un autre intérêt majeur de la démarche de MDE sur les consommations d'éclairage : l'impact sur les appels de puissance. Le graphique 1 permet de situer la contribution de l'éclairage à la demande de pointe sur la journée-type la plus chargée de l'année 1995. Dans le scénario "Efficacité énergétique", l'économie de puissance réalisée en

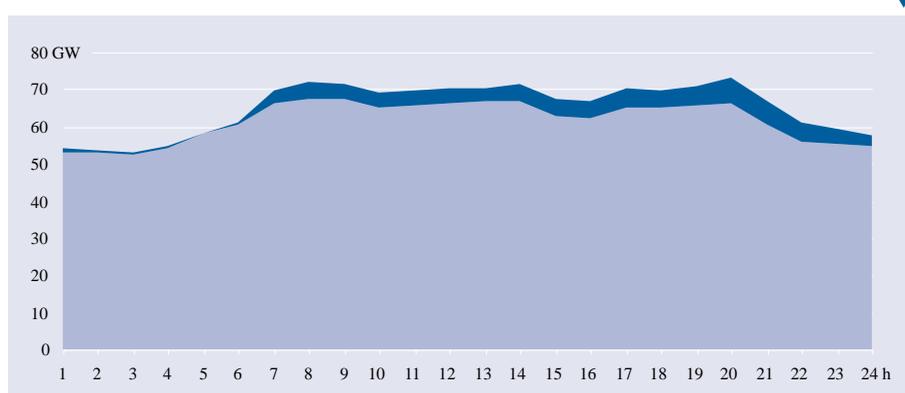
2005 sur la pointe journalière (ensemble des usages) serait de 10% à 20 heures et de 6% à 8 heures pour le mois de janvier (Graphique 2). Pour les seuls usages d'éclairage, ce scénario se traduirait par une réduction de plus de 50% de la puissance appelée sur la pointe de 20 heures.

Bien entendu, nous verrons dans la suite du document qu'un potentiel économique ne correspond pas nécessairement à un potentiel d'économie d'énergie mobilisable, des préférences individuelles pouvant conduire à adopter des sources moins efficaces même si ce choix apparaît non-économique. Cette



Graphique 1 : Place de l'éclairage sur la courbe de charge (janvier 1990)

Graphique 2 : Impact d'une action de MDE Eclairage sur la courbe de charge en 2005 (janvier)



évaluation permet néanmoins de faire apparaître les enjeux de la MDE dans l'éclairage, en considérant principalement la diffusion de technologies plus efficaces dans le résiden-

tiel et le tertiaire. En comparaison, les autres usages électriques présentent des potentiels mobilisables plus limités (cf. Inestene, 1996).

Notes

- 1 Les informations quantifiées relatives aux consommations énergétiques de l'éclairage, globales et par secteur, ne sont pas publiées de façon régulière. D'autre part, des sources distinctes conduisent souvent à des estimations de consommation assez différentes du fait des incertitudes portant sur les parcs d'équipement ou les durées d'utilisation (voir le rapport de l'Inestene pour l'Ademe "Analyse des potentiels d'économie d'électricité dans l'éclairage" de juillet 95). Pour cette raison, nous avons choisi de retenir ici une source unique mais fiable, même si elle est relativement ancienne.
- 2 L'éclairage public est ici intégré dans le secteur tertiaire.
- 3 Le parc réel de lampes est en France compris entre 10 et 40 points lumineux suivant le type de ménage considéré. Les estimations de consommation dans le résidentiel sont réalisées en retenant une valeur moyenne de 13 lampes ou équivalent lampes effectivement utilisées, les taux d'utilisation des autres points lumineux conduisant à des consommations énergétiques relativement négligeables.
- 4 Elle était estimée à environ 24,5 TWh en 1991, l'éclairage public, consommant près de 4,5 TWh, inclus.
- 5 La dénomination "blanc industrie" s'appliquait ainsi à des tubes présentant une bonne efficacité énergétique mais un piètre rendu de couleur.
- 6 L'équivalence utilisée ici (20W fluorescent = 100W incandescent) est relativement favorable à la fluorescence. Certains auteurs recommandent de retenir une équivalence de 1 pour 4 qui permet de tenir compte des conditions d'utilisation et du vieillissement des lampes fluorescentes.

Technologies et efficacité

Les technologies d'éclairage et l'efficacité énergétique

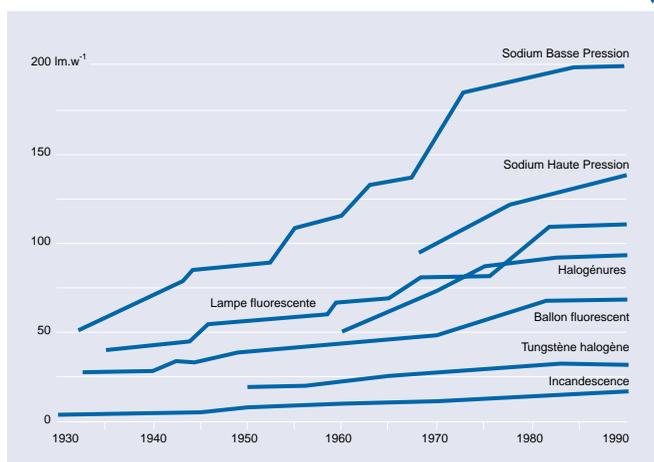
Les sources lumineuses

Les sources lumineuses se répartissent en trois grandes familles technologiques : les lampes à incandescence, les lampes fluorescentes et les lampes à décharge.

Les premières émettent de l'énergie lumineuse par le biais d'un filament métallique porté à incandescence par la traversée d'un courant électrique. Dans le second groupe intégrant les lampes fluorescentes et les lampes à décharge, la lumière est produite par la décharge d'un gaz excité par un courant électrique émis entre deux électrodes (phénomène que l'on peut comparer à celui de la foudre). Le rayonnement émis est directement visible pour les lampes à décharge, alors qu'il résulte d'une transformation d'un rayonnement ultraviolet par le biais de poudres fluorescentes, pour les lampes fluorescentes. L'origine de l'éclairage à incandescence remonte au 19^{ème} siècle avec la mise au point par Thomas Edison d'une lampe à filament de carbone en 1879. L'apparition de la lampe à décharge peut être située à peu près à la même époque, quant à la première lampe fluorescente, elle a été réalisée par A. Claude en 1936. Pendant cette période, la technologie a considérablement évolué. L'efficacité lumineuse de la lampes de la lampe d'Edison était de 1,5 lm/W, alors que certaines lampes dépassent aujourd'hui 150 lm/W.

Le progrès technique dans l'éclairage a fait évoluer les caractéristiques techniques des sources lumineuses sur trois axes principaux : accroissement régulier des performances énergétiques (Graphique 1), amélioration de la qualité de la lumière émise, et extension des possibilités d'utilisation (miniaturisation, élargissement des gammes de puissance, possibilités de faire varier la puissance d'une même source, etc....). Cette dynamique caractérise l'évolution du secteur de l'éclairage depuis un siècle et continuera certainement à orienter le

Graphique 1 : Accroissement de l'efficacité lumineuse des sources Source : (Lux, 1992)



changement technique dans les années à venir, notamment en ce qui concerne l'amélioration des performances énergétiques.

1. Les lampes à incandescence

1.1 les lampes à incandescence standard

La lampe à incandescence standard se compose d'un filament de tungstène enfermé dans une capsule de verre translucide vide ou remplie d'une combinaison de gaz neutres. Lorsqu'il est traversé par un courant électrique, le filament est porté à incandescence et émet un rayonnement visible à dominante rouge (température de couleur : 2700 °K).

Ces lampes assurent aujourd'hui la quasi totalité des besoins d'éclairage dans le résidentiel, et une partie importante des besoins dans le tertiaire. Elles sont disponibles dans une gamme de puissance très étendue (de

quelques watts jusqu'à plusieurs centaines de watts), avec des culots standards à vis ou baïonnette, et dans de multiples formes et apparences (claire, dépolie, opale, carrée, globe, flamme, etc.). S'agissant d'un produit banalisé, leur prix de vente est très peu élevé, de l'ordre de quelques francs pour les ampoules standard à quelques dizaines de francs pour les ampoules décoratives.

De nombreuses améliorations ont été apportées à la lampe à incandescence depuis la lampe d'Edison (tungstène, double spirilage du filament, introduction de gaz inertes,...) qui ont amélioré sa durée de vie et fait passer son efficacité lumineuse de 1-2 lm/W à 10-15 lm/W. La résistance du filament à l'évaporation ne permettait pas d'aller au delà de cette limite, une augmentation de la température étant nécessaire pour atteindre une plus grande efficacité mais elle se traduisait par une réduction simultanée de la durée de vie. L'introduction des cycles halogènes a permis de contourner cette double contrainte et d'accroître les performances lumineuses et la durée de vie des lampes.

Encadré 1 : Lexique

► Efficacité lumineuse :

rapport entre le flux lumineux produit et la puissance électrique absorbée, exprimée en lumen par watt.

► Température de couleur :

caractérise la couleur apparente des sources de lumières. Exprimée en Kelvins, elle varie de 2500 °K à 7500 °K. Les sources de lumière chaudes (tirant sur le jaune-rouge) ont une température de couleur basse, les couleurs de teinte froide (bleu-vert) ont une température de couleur élevée :

- teintes chaudes (lumière jaune/rouge) : < 3300 K
- teintes intermédiaires : 3300 < TC < 5300 K
- teintes froides (lumière bleu/vert) : > 5300 K

Les sources à incandescence ont une température de couleur située entre 2400 et 2700 °K

► Indice de Rendu de Couleur (IRC) :

variant de 0 à 100, il indique l'aptitude d'une lampe à restituer l'aspect coloré habituel des objets éclairés par référence à une lumière de même température de couleur.

IRC > 90 : excellent rendu de couleur

80 < IRC < 90 : bon rendu de couleur

60 < IRC < 80 : rendu de couleur modéré

IRC < 60 : faible ou très faible rendu de couleur

1.2 Les lampes tungstène-halogènes

Les lampes tungstène-halogènes sont des lampes à incandescence dont le filament fonctionne à plus haute température sans entraîner une accélération de l'évaporation grâce à l'introduction de composés halogènes qui permettent la régénération du filament en continu. Le cycle halogène présente un double avantage :

- un accroissement de la température de fonctionnement du filament donc une amélioration du rendement lumineux (20 - 25 lm/W),
- une réduction de l'évaporation du filament donc un accroissement de la durée de vie de la lampe avec maintien des performances (2000 heures environ)

L'augmentation de la température de fonctionnement du filament se traduit aussi par une modification de la température de couleur, et une lumière plus blanche que l'éclairage classique à incandescence.

A l'origine ces lampes n'étaient disponibles qu'en deux standards : les halogènes "crayons" (basse tension/forte puissance) qui associés à des luminaires de forte puissance et modulable, ont popularisé l'éclairage halogène dans le secteur résidentiel, et les lampes halogènes très basse-tension (TBT) de petite taille utilisées en éclairage d'accentuation. L'une et l'autre nécessitaient des luminaires spécifiques, pour des raisons de sécurité ou pour l'intégration de l'alimentation. Depuis peu, les lampes halogènes sont disponibles avec des culots standards (lampes halogènes à double enveloppe) et peuvent se substituer aux ampoules à incandescence classiques.

Enfin, pour être complet sur ce chapitre, il convient de mentionner les recherches portant sur la mise au point d'une nouvelle lampe à incandescence (probablement de type halogène) dont les performances énergétiques seraient au moins de 30% supérieures à celles de l'incandescence, la durée de vie de l'ordre de 3000 heures, pour un prix qui resterait du même ordre de grandeur que celui des lampes halogènes (N. Borg, 1996).

2. Les lampes fluorescentes

2.1 les tubes fluorescents

Le principe de l'éclairage fluorescent est celui

	Incand. stand. 100 W	Halogène 100 W	Halogène TBT 50 W ³
Flux nominal (lm)	1350	1600	
Efficacité lumineuse (lm/W)	13,5	16	20 - 22
Durée de vie (heures)	1000	2000	3000
Température de couleur (°K)	2720	2830	3100
Indice de Rendu de Couleur	100	100	100

Tableau 1 : Comparaison des lampes à incandescence standard et halogènes

Source : Lux N°154

de la décharge dans une vapeur de mercure traversée par un courant électrique, décharge produisant un rayonnement peu visible principalement situé dans l'ultraviolet. Une poudre luminescente située sur l'enveloppe transforme ce rayonnement UV en lumière visible. Pour fonctionner, les tubes fluorescents nécessitent un appareillage complémentaire (starter, ballast) contenu dans le luminaire qui permet d'amorcer et d'entretenir la décharge.

Les tubes fluorescents ont une efficacité lumineuse très supérieure à celles des lampes à incandescence (50 - 90 lm/W) et une durée de vie de l'ordre de 10 000 heures.

La qualité de la lumière produite dépend essentiellement des poudres fluorescentes déposées sur l'enveloppe. Les premières poudres permettaient d'atteindre une bonne efficacité énergétique mais au détriment de la qualité de la lumière produite, ce qui a orienté l'éclairage fluorescent vers les usages où seule l'intensité lumineuse importait (industrie notamment). Des progrès sensibles ont été enregistrés dans ce domaine depuis la fin des années 70, avec la mise au point de poudres à trois bandes et la diminution du diamètre des tubes, qui permettent d'atteindre aujourd'hui 100 lm/W, sans que ces progrès se fassent au détriment de la qualité de la lumière.

Les tubes fluorescents sont disponibles dans

plusieurs qualités, principalement, les tubes "de luxe" à rendu de couleur élevé (IRC supérieur à 85) dont l'efficacité lumineuse est proche de 60 lm/W et les tubes "économiques" dont le rendement dépasse 80 lm/W mais pour un IRC situé entre 50 et 85. Ces nouvelles caractéristiques autorisent en théorie un élargissement des utilisations de l'éclairage fluorescent vers les locaux tertiaires et même le résidentiel. Deux contraintes peuvent cependant limiter la diffusion des tubes fluorescents dans ces deux secteurs, l'héritage des premiers tubes à lumière "froide" (antérieurs aux progrès des années 70) et les contraintes liées aux luminaires (encombrement des tubes et intégration des starter et ballasts).

2.2 Les lampes fluorescentes compactes

La lampe fluorescente compacte (LFC) ou lampe basse-consommation fonctionne selon le même principe que les tubes fluorescents rectilignes. Elle bénéficie de ce fait des caractéristiques propres à l'éclairage fluorescent, efficacité lumineuse (40 - 60 lm/W) et longue durée de vie (environ 8 000 heures), avec deux avantages considérables sur les tubes fluorescents :

- la compacité,
- l'intégration des starter et ballast dans le culot de la lampe.

Ces deux dernières caractéristiques permettent de remplacer une lampe à incandescence par une LFC sans modification du luminaire ou de l'alimentation électrique, et ainsi améliorer sensiblement l'efficacité lumineuse : une LFC de 20 W produit un flux lumineux de 1200 lumens comparable à celui d'une ampoule à incandescence de 80 - 100 W.

On distingue deux grandes familles de LFC, les lampes de substitution et les lampes d'intégration. Les lampes de substitution sont conçues pour remplacer des lampes à incandescence, principalement dans le secteur résidentiel. Elles présentent un culot identique à celui des sources à incandescence (vis ou douille) et intègrent les systèmes d'allumage nécessaires à leur fonctionnement. Les lampes d'intégration à ballast séparé sont destinées prioritairement au secteur tertiaire, et permettent de remplacer le seul tube en fin de vie. La lampe ne comprend qu'un tube fluorescent qui s'adapte directement sur le luminaire par le biais d'un culot spécifique, le ballast étant intégré dans le luminaire.

Les premières LFC ont été commercialisées en Europe par Philips en 1980. Depuis, elles ont beaucoup évolué ; les premières lampes étaient volumineuses et lourdes⁴, et nécessitaient plusieurs minutes pour atteindre leur pleine puissance, avec parfois des phénomènes de scintillement. L'encombrement des lampes actuelles a été sensiblement réduit de telle sorte qu'une partie des pro-

Tableau 2 : Comparaison des caractéristiques des lampes à incandescence standard et LFC. Source : Lux et catalogue Philips

	Incandescence standard	Philips SL LFC (1980)	Philips PL élec. LFC(1995)
Puissance (W)	75	18	15
Eff. lumineuse (lm/W)	13	50	60
IRC	100	85	85
Temp. de couleur (°K)	2600	3000	2700
Longueur (mm)	105	175	160
Diamètre (mm)	60	64	38
Poids (g)		420	87

blèmes de compatibilité avec les luminaires existants devrait disparaître. De même l'introduction des ballasts électroniques en remplacement des ballasts électromagnétiques a amélioré les performances globales, réduit le poids, diminué le délai d'allumage et supprimé les phénomènes de scintillement (Tableau 2).

Les ballasts électroniques ainsi que les progrès sur les poudres fluorescentes ou la miniaturisation des tubes sont des éléments décisifs des progrès techniques enregistrés sur les LFC depuis 15 ans, même si les premiers ont suscité certaines inquiétudes auprès des compagnies d'électricité (cf. encadré 2). D'autres améliorations sont théoriquement encore possibles qui pourraient placer à terme les LFC dans une plage d'efficacité lumineuse de 70 à 90 lm/W déjà atteinte pour les tubes rectilignes.

Il convient enfin de signaler l'apparition il y a quelques mois de la lampe à induction dont la diffusion est encore confidentielle mais qui pourrait constituer une voie de développement prometteuse de la famille des lampes fluorescentes. Du fait de l'absence d'électrodes, la durée de vie de la lampe à induction peut être sensiblement allongée (les constructeurs annoncent 10 000 heures), et surtout, la conception de l'ampoule ne nécessite plus l'utilisation d'un tube plus ou moins miniaturisé et peut donc se rapprocher de celle de l'ampoule à incandescence⁵.

Seuls, General Electric et Philips commercialisent pour l'instant les lampes à induction, en très faibles quantités et pour des usages très ciblés⁶. Cette lampe pourrait bénéficier d'un avantage sur la LFC par la possibilité de s'affranchir des contraintes d'encombrement, mais sa diffusion se heurtera probablement aux mêmes difficultés (appréciations des consommateurs sur la qualité de la lumière fluorescente) avec un handicap de prix encore très important.

Encadré 2 : LFC et qualité de courant ▼

- ▶ Certaines compagnies d'électricité se sont inquiétées des conséquences sur les réseaux électriques d'un développement important des LFC. Le problème se pose pour les lampes à ballast électronique qui peuvent présenter des facteurs de puissance de 0,5 à 0,6, et de forts courants harmoniques.
- ▶ Courants harmoniques et mauvais facteurs de puissance liés à la présence d'équipements électroniques ont notamment pour conséquence d'imposer un surdimensionnement de certaines installations (lignes et transformateurs par exemple). De ce fait, ils sont réglementés par des normes mais celles-ci ne concernent que les équipements dont la puissance unitaire est supérieure à 25 W, donc pas les LFC.
- ▶ Les problèmes de qualité de courant liés aux LFC sont aujourd'hui considérés comme mineurs compte tenu de leur faible diffusion, mais ils pourraient s'aggraver dans une hypothèse de généralisation des LFC pour les usages domestique et tertiaire, surtout si celle-ci était accompagnée d'une croissance explosive de l'électronique dans les usages grand public.
- ▶ Des techniques existent qui permettent de limiter l'émission d'harmoniques et augmenter le facteur de puissance ; certaines LFC présentent des taux d'émission d'harmoniques très réduits et des facteurs de puissance supérieurs à 0,9, mais, les industriels qui redoutent que ces solutions ne se traduisent, au moins dans un premier temps, par une augmentation du prix des lampes et un ralentissement de la diffusion, ne souhaitent pas pour l'instant les intégrer de façon systématique.
- ▶ Signalons qu'aux Etats Unis, des compagnies d'électricité sensibles à cette question n'ont pas souhaité s'engager dans un programme de MDE visant à promouvoir la diffusion de LFC standard du fait des conséquences sur le réseau. Elles ont par contre organisé un programme de "procurement" pour accélérer la mise au point de LFC possédant un meilleur facteur de puissance, qui ont été ensuite diffusées dans le cadre d'un programme de MDE.
- ▶ Des normes à venir en 1997 pourraient réglementer les facteurs de puissance et taux d'harmoniques des futures LFC. La fixation des niveaux imposés fait l'objet de négociations avec les industriels.

Encadré 3 : éclairage fluorescent et contenu en mercure

La plupart des lampes à décharge contiennent du mercure, notamment les lampes à vapeur de mercure, les lampes aux halogénures métalliques, les lampes au sodium et bien entendu les tubes fluorescents rectilignes et les lampes fluorescentes compactes. Par contre, les lampes à incandescence et halogènes ne contiennent pas de mercure.

Compte tenu du développement actuel du marché des LFC, les quantités de mercure concernées sont encore relativement peu importantes. En Europe, le mercure contenu dans les LFC représente 5% des quantités présentes dans l'ensemble des sources lumineuses (E. Mills & M.A. Piette, 1993). Le risque pouvant devenir plus important dans une hypothèse de généralisation de l'usage des LFC, différentes solutions sont explorées par les industriels et les pouvoirs publics.

La quantité de mercure contenue dans une LFC est de l'ordre de 5 mg et elle est limitée à 10 mg dans les tubes rectilignes pour l'obtention du label écologique européen. La tendance est à une nette diminution (réduction par un facteur deux à trois dans les dernières décennies pour les lampes fluorescentes - op. cité). Certains fabricants tels que Osram proposent d'ores et déjà des tubes rectilignes à faible contenu en mercure ainsi que des lampes à décharge sans mercure.

Dans l'immédiat, le contenu en mercure des lampes fluorescentes est encore susceptible d'induire des impacts négatifs sur l'environnement, notamment dans les pays où les déchets sont incinérés⁷. Les lampes contenant du mercure sont ainsi considérées comme déchets à risques dans certains pays européens (Suisse, Pays Bas, Autriche, Belgique) et nécessitent des filières de collecte et de traitement spécifiques. La proportion des lampes ainsi récupérées serait supérieure à 50% aux Pays Bas et proche de 70% en Suisse (E. Mills, 1993).

Les coûts de recyclage sont très variables selon le type de lampe considéré (de l'ordre de 1,5 \$ pour une LFC) mais largement supérieurs à la valeur du mercure récupéré. Dans plusieurs pays, des systèmes de taxes sont instaurés dont une partie est remboursable en fin de vie et l'autre est utilisée pour couvrir le coût du traitement.

De manière transitoire, il existe des solutions techniques permettant de gérer le problème de l'élimination du mercure contenu dans les lampes. La solution définitive ne peut toutefois provenir que des industriels eux-mêmes, éventuellement avec l'appui des pouvoirs publics (programmes de R&D ou de "procurement"), avec la réduction progressive du contenu en mercure des lampes à décharge.

3. Les lampes à décharge

Les lampes à décharge se répartissent en deux grandes familles, la décharge basse pression à laquelle appartiennent les lampes fluorescentes, et la décharge haute pression qui sera décrite ici. La distinction entre les deux familles tient au fait que dans la décharge haute pression, le rayonnement émis par le gaz contenu dans l'ampoule se situe pour l'essentiel dans le visible, et qu'il ne nécessite donc pas de conversion par le biais de poudres luminescentes⁸.

Les lampes à décharge à haute pression, que l'on appellera lampes à décharge (HID en anglais), sont les sources qui présentent aujourd'hui les plus grandes efficacités lumineuses (80 - 100 lm/W), exception faite des lampes au sodium basse pression. Quoique disponibles dans une gamme de puissance de plus en plus étendue, les lampes à décharge sont pour l'instant encore destinées aux applications qui requièrent de fortes (ou très fortes) puissances et elles imposent certaines contraintes en matière d'alimentation électrique, montée en puissance, réallumage, sécurité, etc.

Malgré ces caractéristiques qui en limitent l'usage à des applications spécifiques⁹, les lampes à décharge sont évoquées ici car des progrès récents rendent possible ou envisageable une extension progressive vers les applications de plus faibles puissances, compatibles avec les utilisations dans le résidentiel et le tertiaire.

3.1 Les lampes à vapeur de mercure

Les lampes à vapeur de mercure (aussi appelés ballons fluorescents) fonctionnent selon un principe semblable à celui des tubes fluorescents, mais la vapeur de mercure est sous une pression élevée. Une partie du rayonnement est émise directement par le gaz et une autre par l'intermédiaire des poudres fluorescentes.

Ces sources ont une durée de vie importante, mais une efficacité lumineuse limitée (40 à 60 lm/W). Elles sont disponibles dans une gamme de puissance de 50 à 1000 W, et principalement destinées à l'éclairage public extérieur. Du fait de la concurrence des autres sources à décharge (iodures métalliques et sodium) les lampes à vapeur de mercure approchent aujourd'hui de l'obsolescence.

3.2 Les lampes aux halogénures métalliques

Les lampes aux halogénures métalliques utilisent la technologie des lampes à décharge au mercure mais avec des performances améliorées provenant de l'addition de composés halogènes (iodures). Ceux-ci entraînent un cycle de régénération qui permet d'obtenir des quantités et qualités de lumière supérieures à ce que produirait le mercure seul.

L'efficacité lumineuse des lampes aux halogénures métalliques est de l'ordre de 80 à 100 lm/W, pour des gammes de puissance courantes situées entre 250 et 1000 W. De nouvelles lampes de faible puissance sont apparues récemment (moins de 100 W et jusqu'à 35 W) principalement destinées à l'éclairage d'accentuation (vitrines, magasins, salles d'exposition), qui peuvent laisser supposer une diffusion ultérieure en direction du tertiaire et résidentiel en complément des sources incandescentes ou halogènes.

3.3 Les lampes au sodium haute-pression

Les lampes à vapeur de sodium présentent une efficacité lumineuse extrêmement élevée, le maximum étant atteint avec le sodium basse-pression (près de 200 lm/W) pour un rayonnement monochromatique jaune. En accroissant la pression de vapeur, on obtient une très nette amélioration du rendu de couleur, mais au

détriment de l'efficacité lumineuse.

A haute pression, le maximum d'efficacité (100 - 120 lm/W) est obtenu pour un IRC de l'ordre de 20, les lampes à décharge couramment utilisées en éclairage extérieur ont une efficacité de 90 lm/W pour un IRC de 60, et les nouvelles lampes "blanches", un IRC supérieur à 70 mais au prix d'une efficacité lumineuse qui devient inférieure à 60 lm/W. Elles sont en revanche disponibles dans de faibles puissances (moins de 100 W) et peuvent constituer une source de substitution pour l'incandescence ou l'halogène mais uniquement pour l'instant en usage professionnel.

Tableau 3 : Caractéristiques techniques des sources lumineuses

Source : notices techniques fabricants

Lampes	IRC	Efficacité lumineuse (lm/W)	Durée de vie économique (heures)
Incandescence			
Standard	100	10 - 15	1000
Tungstène halogène			
BT	100	15 - 20	2000
TBT	100	15 à 25	2000 - 4000
Fluorescence			
Tube rectiligne			
Standard	60 - 75	50 - 85	8000
IRC amélioré	>90	50 - 65	
Haut rendement	85	70 - 90	8000
LFC			
Ballast magnétique	85	50	8000
Ballast électronique	85	45 - 65	8000
A décharge			
Halogénures métal.	70 - 95	65 - 100	6000
Vapeur de mercure HP	30 - 60	40 - 60	20000
Sodium HP			
Standard	20	80 - 130	20000
IRC élevé	65	60 - 95	15-20000
Sodium BP	monoch.	100 - 200	12000

La MDE dans l'éclairage : une approche globale

L'efficacité énergétique d'une installation d'éclairage dépend de différents facteurs. Le rendement des sources lumineuses qui la composent en est un élément important, mais la performance des autres composants tels que les luminaires et les ballasts, ne doit pas non plus être négligée. De plus, les composantes d'une installation d'éclairage peuvent être individuellement performantes sans constituer pour autant une réponse efficace à un besoin d'éclairage. Il faut pour cela que le système d'éclairage valorise au mieux les apports de lumière naturelle disponible, qu'il tienne compte de la nature et de la localisation des tâches à accomplir (intensité lumineuse, choix entre des sources localisées ou générales), et qu'il s'adapte aux conditions d'occupation des locaux (horloges, détecteurs de présence).

Ainsi, la conception ou la rénovation d'une installation d'éclairage dans une perspective d'amélioration du confort visuel et de maîtrise des dépenses énergétiques relève d'une approche globale qui débute par l'analyse des besoins d'éclairage, maximise les apports de lumière naturelle, adapte le nombre et l'intensité des sources lumineuses à la fonction, optimise l'efficacité des différents composants du système, et éventuellement améliore la gestion des apports de lumière artificielle par le biais de systèmes de programmation ou de détection.

Nous présentons ci-après quelques uns des moyens techniques permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'une installation d'éclairage.

1. La gestion des apports de lumière ou l'éclairage intelligent

L'amélioration des performances énergétiques de l'éclairage, particulièrement dans les secteurs industriel et tertiaire, est liée à l'introduction de nouvelles sources lumineuses plus efficaces, mais aussi à une meilleure utilisation des sources existantes.

Trois approches complémentaires permettent d'atteindre ce résultat :

- optimiser les apports de lumière naturelle pour retarder le recours aux sources artificielles, par la conception architecturale, l'amélioration des systèmes d'occultation des ouvertures, la possibilité de moduler les apports solaires, etc.
- adapter les puissances lumineuses utilisées à la quantité de lumière réellement nécessaire, en introduisant des systèmes qui permettent de réduire la puissance des sources lumineuses, par exemple, ou en réduisant la puissance des sources centrales au profit de sources localisées de moindre puissance.
- réduire les apports de lumière artificielle lorsque l'occupation des locaux ne le nécessite pas, en recourant notamment aux horloges et systèmes de programmation par zones, aux détecteurs automatiques de présence ou aux variateurs crépusculaires,...

Dans les secteurs industriel et tertiaire, où une partie de la fonction éclairage est déjà assurée par des sources lumineuses efficaces (fluorescence ou décharge à haute intensité), les économies d'énergie à attendre de l'introduction de nouvelles sources sont moins importantes que dans le résidentiel. Les gains

enregistrés récemment sur les tubes fluorescents rectilignes (diminution du diamètre) et la généralisation des ballasts électroniques offrent néanmoins des perspectives importantes sur la fluorescence. La systématisation de démarches globales de la fonction éclairage intégrant apports de lumière naturelle, adaptation aux besoins des utilisateurs et à l'occupation des locaux, constitue l'autre voie prometteuse pour ces deux secteurs.

2. Les luminaires

Les luminaires jouent plusieurs rôles dans la fonction éclairage : support pour l'alimentation électrique et pour la lampe, protection de l'utilisateur contre le rayonnement direct, orientation / concentration du flux lumineux produit par la source, et bien entendu, un rôle esthétique.

Les performances de la source lumineuse ou du système d'alimentation ne déterminent pas seules l'efficacité d'un système d'éclairage qui dépend de la quantité de lumière finalement disponible. Le luminaire dans lequel est installé la source lumineuse participe donc directement à l'efficacité de l'ensemble et notamment :

- la forme de l'abat-jour qui oriente et réfléchit la lumière émise par la source (souvent prévus à l'origine pour des ampoules à incandescence mais non optimisés pour les LFC, par exemple)
- la position de l'ampoule dans le système d'éclairage (l'orientation des ampoules dans les lampes à poser est peu favorable aux LFC qui diffusent principalement vers le haut).
- la plus ou moins grande transparence des matériaux utilisés pour diffuser le flux lumineux (verres plus ou moins dépolis, plastiques) qui influe sur la quantité de lumière transmise.

Pour autant, les rendements des luminaires sont peu pris en compte dans les secteurs industriel et tertiaire, et ce critère est à peu près totalement absent des cahiers des charges des luminaires à destination du résidentiel.

Des recherches concernant les luminaires dans le résidentiel ou le tertiaire visent notamment à adapter ceux-ci aux contraintes d'encombrement posées par les LFC, ou à l'optimisation des réflecteurs compte tenu de la répartition spécifique de la lumière. L'industrie du luminaire étant très atomisée et principalement constituée de PME, la mobilisation des acteurs dans ce secteur sur des questions d'efficacité énergétique est difficile. On observe néanmoins que des produits nouveaux spécifiquement conçus pour les LFC apparaissent sur le marché du luminaire à destination des entreprises et des collectivités.

3. Les ballasts électroniques

La fonction du ballast est d'initier la décharge dans un tube fluorescent puis de la stabiliser en limitant le courant qui traverse la lampe. La plupart des ballasts en fonctionnement sont de type "électromagnétique", mais l'apparition de ballasts électroniques (à haute fréquence) a permis d'améliorer encore les performances globales de l'éclairage fluorescent.

Les ballasts électroniques fonctionnent à très haute fréquence et de ce fait suppriment certains désagréments observés avec les ballasts électromagnétiques (délai d'allumage, bourdonnement, papillotements) et réduisent considérablement le poids des LFC. Mais le principal intérêt réside dans la diminution de la consommation spécifique du ballast. Un ballast électronique a une consommation propre de 4 ou 5 W, contre 10 W pour un ballast électromagnétique, il peut donc induire

une diminution de la consommation de la lampe de l'ordre de 20%. Par ailleurs, la durée de vie des lampes est améliorée, de même que la tenue du flux lumineux dans le temps.

L'intérêt des ballasts électroniques est manifeste pour les LFC qui en sont aujourd'hui majoritairement équipées, mais aussi pour les tubes fluorescents rectilignes très largement répandus dans les locaux de bureaux ou le grand tertiaire et qui fonctionnent encore

essentiellement sur des ballasts électromagnétiques. Autre avantage des ballasts électroniques, ils permettent d'envisager la commercialisation de LFC (et plus généralement d'éclairage fluorescent) équipées de variateurs de lumière.

Notes

- 1 A titre de comparaison, si le moteur à explosion avait progressé de la même manière, il serait aujourd'hui possible de parcourir 500 km avec 1 litre d'essence (P. Lemaigre-Voreaux, 1979).
- 2 L'IRC des sources à incandescence est de 100 parce que le rayonnement émis par la source est continu sur l'ensemble du spectre, ce qui permet une restitution de la totalité des couleurs, même si la lumière est très chaude. En revanche, l'IRC des sources fluorescentes est en général faible, non pas parce que la lumière serait plus "froide", mais parce que le spectre est discontinu. Il est possible de créer une ambiance "chaude" avec des sources fluorescentes, même si l'IRC reste faible.
- 3 Ces lampes sont alimentées en très basse tension (12 V) et nécessitent un transformateur.
- 4 Si la LFC est théoriquement conçue pour remplacer instantanément une ampoule à incandescence, son volume plus important peut entraîner des incompatibilités au niveau des luminaires (problèmes d'esthétique voir incompatibilité totale).
- 5 La lampe Genura commercialisée par General Electric en 23 W présente une efficacité lumineuse légèrement inférieure à celle des LFC (50 lm/W) mais un encombrement comparable à celui d'une ampoule à incandescence standard (h = 127 mm contre 116 mm pour l'équivalent en incandescent).
- 6 Son prix élevé de l'ordre de 300 ou 400 FF réserve la lampe à induction pour l'instant aux applications où la très longue durée de vie est considérée comme essentielle, par exemple, dans les endroits d'accès difficile imposant des coûts de remplacement élevés.
- 7 Les sources d'énergie fossile contiennent aussi du mercure en plus ou moins grande quantité. En conséquence, la consommation d'électricité des ampoules à incandescence peut, dans les pays où la production d'électricité est majoritairement d'origine fossile (ce qui n'est pas le cas en France), produire des quantités de mercure comparables à celles de la fluorescence (Mills, 1993).
- 8 Pour être complet, il faut ajouter à la famille des lampes à décharge basse pression, les lampes au sodium qui produisent un rayonnement directement visible mais monochromatique et situé dans le jaune. Compte tenu de leur mauvais rendu de couleurs, ces lampes sont uniquement utilisées en éclairage routier. Leur efficacité est passée de 50 lm/W au début des années 1930 à près de 200 lm/W aujourd'hui.
- 9 Exemples d'utilisations courantes pour les sources à décharge : éclairage routier ou urbain, installations sportives, halls industriels ou d'exposition, centres commerciaux, illumination extérieure de bâtiments, etc.

Offre et comportement

L'offre de produits d'éclairage et les comportements des acteurs

L'analyse des comportements des acteurs autour de la LFC doit permettre de révéler les atouts et les contraintes d'une diffusion soutenue de ce type de lampes en France. Nous commencerons par décrire le contexte concurrentiel dans lequel évoluent les industriels de l'éclairage et le rôle que peut jouer l'innovation technologique à cet égard. La production

des lampes étant regroupée à l'échelle régionale (Europe y compris Europe Centrale, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Japon, etc.), l'analyse des stratégies des producteurs intégrera une forte dimension internationale. En revanche, les comportements des distributeurs et des consommateurs peuvent être analysés à l'échelle nationale.

Analyse de l'offre de LFC

1. L'industrie mondiale des lampes : un oligopole mondial

L'industrie des lampes est une industrie très fortement concentrée autour d'un nombre limité d'acteurs (oligopole) dont les principaux sont General Electric Lighting (GEL), Philips Lighting, et Osram (Cf. encadré 1). Ils constituent le "cœur" de l'oligopole. La "frange" regroupe quant à elle de nombreuses entreprises nationales dont les capacités financières, technologiques et innovatrices sont moins importantes que celles des firmes qui composent le cœur. Certaines firmes de la

frange peuvent avoir une taille significative ou adopter des stratégies offensives pour accroître leur part de marché : Panasonic ou Sylvania Lighting International sont les firmes les plus représentatives de ce comportement. Le chiffre d'affaires mondial de l'industrie des lampes est supérieur à 200 milliards de francs par an, hors éclairage pour les véhicules. Les luminaires et les lampes assurent 75% de ce chiffre d'affaires. Concernant le segment des LFC, le volume mondial est de 240 millions d'unités pour 1995 (IAEEL, 3/96), soit un chiffre d'affaires supérieur à 2 milliards de francs.

Encadré 1 : Les grandes entreprises de l'éclairage

Philips Lighting

Philips Lighting est le leader mondial de l'éclairage. Il détient environ 50% des parts de marché en Europe, 36% sur le continent nord américain, et 14% dans le reste du monde.

Philips Lighting représente, en 1994, 12% des activités du groupe Philips. Depuis le début des années quatre-vingt, Philips a participé à la concentration du secteur de l'éclairage en procédant à de nombreuses acquisitions, depuis l'achat de la Compagnie des lampes (1982), jusqu'au rachat récent de l'activité éclairage d'AEG en passant par celui de l'entreprise polonaise Polam Pila. Philips a également développé des joints venture avec Westinghouse Lamps, Kono Sylvania et EBT China principalement.

General Electric Lighting (GEL)

GEL détient plus de 50% des parts de marché aux Etats-Unis.

En Europe, GEL qui ne représentait que 2% du marché en 1988, développe une stratégie offensive pour atteindre 30% des parts de marché européennes à l'horizon 2000. En 1989, la décision a été prise de constituer un outil industriel en Europe. Cette stratégie se traduit par le rachat du Tchèque Tungsram, du Britannique Thorn Emi, de l'Italien Sivi, et de l'Allemand Linder Licht. Les investissements de cette première phase se sont élevés à 750 millions de dollars.

La phase suivante consiste à regrouper la logistique au niveau européen. L'année 1994 voit la construction d'un centre logistique près de Metz pour approvisionner la France, l'Allemagne, le Bénélux, la Suisse, l'Italie et l'Autriche. La dernière phase du développement de GEL en Europe porte sur la baisse des prix dans la grande distribution. Cette politique passe par l'établissement d'accords d'exclusivité de distribution avec les grandes centrales d'achat.

Osram

Filiale à 100% du géant allemand Siemens, Osram réalise 86% de son chiffre d'affaires à l'exportation (46% en Amérique du Nord, 41% en Europe, 6% en Amérique du Sud, 6% en Asie et 1% dans le reste du monde). Pour l'année 1995, les bénéfices après impôts se sont élevés à 760 millions de francs.

La stratégie annoncée vise un renforcement des ventes hors de l'Europe avec une attention portée sur les marchés asiatiques. L'objectif est de réaliser 90% du CA à l'exportation en l'an 2000 et de faire passer le chiffre d'affaires Asie de 1,2 milliards de francs à 2,5.

2. Caractéristiques du marché des lampes

Le marché des lampes connaît des évolutions significatives et contrastées. Il se caractérise notamment par une double dynamique : d'une part, la diminution régulière des ventes de lampes classiques (incandescence) et d'autre part l'apparition d'un nombre croissant de nouveaux produits (halogènes et fluorescence).

Depuis le début des années quatre-vingt dix, on observe une érosion en volume des ventes de lampes, toutes catégories confondues (Cf. le graphique 1 pour la France). D'autre part, la technologie de l'incandescence standard offre peu de possibilité d'innovation si bien que l'essentiel de la concurrence porte sur les prix, entraînant une baisse des marges. En réaction à ce double phénomène, les producteurs se sont efforcés de réorienter le marché sur des produits innovants et à forte valeur ajoutée pour maintenir ou accroître leurs marges. On observe ainsi que le volume de lampes vendues en 1995 régresse à 84, pour un indice 100 en 1990, alors que le chiffre d'affaires passe lui à 116.

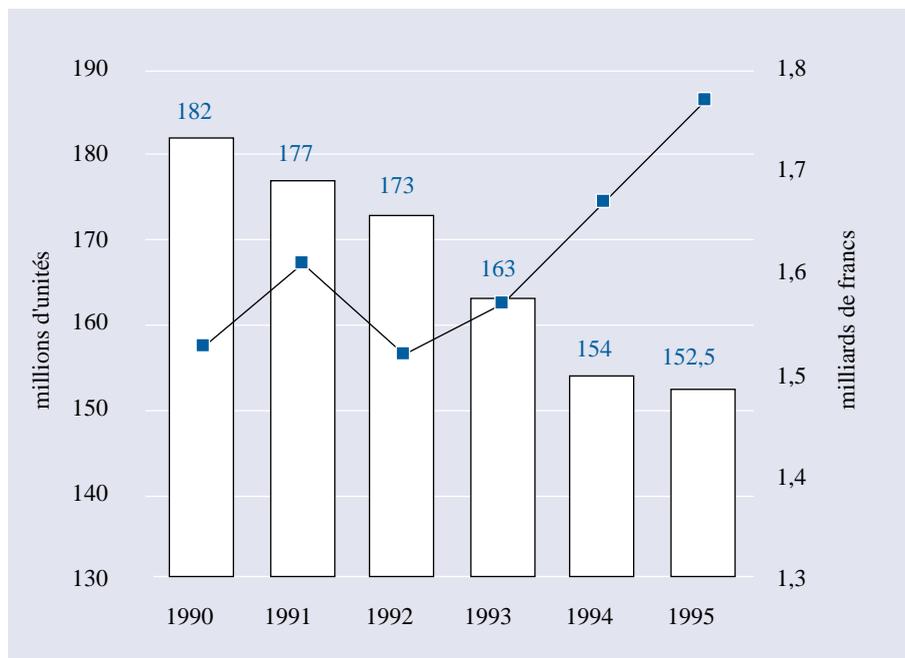
Pour maintenir le marché en valeur, les producteurs repositionnent leurs gammes sur des produits à forte valeur ajoutée (Graphique 2). Les produits issus de la technologie incandescence traditionnelle (lampes standard, flammes et sphériques) représentent encore 65% des ventes en volume, mais ne participent plus qu'à 31% des ventes en valeur. A l'inverse, les halogènes et les LFC, n'occupent respec-

tivement que 5% et 2% du marché en volume mais 15% et 14,5% en valeur. Dans une certaine mesure, les tubes fluorescents et les lampes à réflecteurs participent également au maintien des marges, mais la contribution essentielle provient des nouvelles technologies, halogène (crayon et TBT) et LFC.

3. Un contexte concurrentiel situé dans un univers de volume

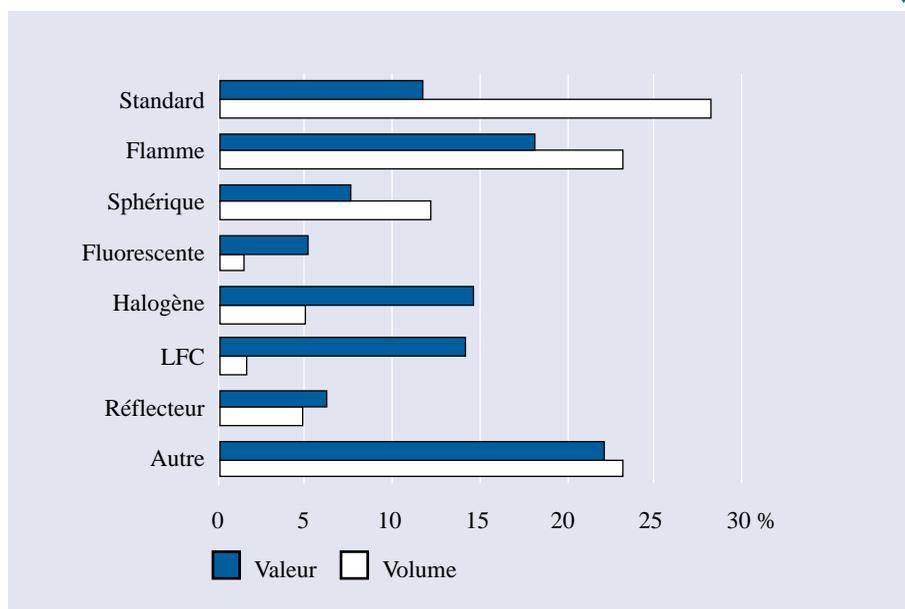
L'univers concurrentiel dans lequel évolue une industrie se caractérise par la combinaison de deux facteurs : la différenciation et le coût. Si les produits en concurrence sont relativement comparables, la principale stratégie consiste à adopter des politiques tarifaires plus agressives, donc à rechercher une meilleure maîtrise des coûts de production. Par contre, si le produit s'y prête, une autre stratégie peut consister à essayer de se différencier en développant des caractéristiques spécifiques que l'entreprise serait seule à proposer.

En ce qui concerne



Graphique 1 : Evolution des ventes de lampes en volume et en CA du groupe Philips pour la France

Graphique 2 : Représentation du marché français des lampes en pourcentage de la valeur et du volume



l'industrie des lampes, la sensibilité au coût est forte alors que la sensibilité à la différenciation est faible. On parle d'univers de volume. Dans ce contexte, la stratégie des producteurs consiste principalement à essayer de bénéficier au maximum des effets d'échelle pour réduire leurs coûts de production. Cette concentration est rendue possible par le fait que les produits ne sont pas différenciés par pays¹, ce qui permet une organisation de la production au niveau régional. Ainsi par exemple, les LFC produites par GEL en Hongrie sont destinées à l'ensemble du marché européen.

En outre, les possibilités de différenciation technique entre les LFC sont relativement limitées, la technologie des composants (ballast électronique, poudres, cf. chap. 2) étant maîtrisée par les principaux producteurs. En conséquence, dans l'état actuel du marché, aucune LFC ne se démarque nettement de ses concurrentes du point de vue des performances techniques : efficacité lumineuse, qualité de lumière, temps de mise en service, etc. L'offre est relativement comparable entre les grandes marques et l'esthétique des lampes (forme, taille, couleur) est le principal facteur de différenciation. La concurrence entre les producteurs se porte prioritairement sur la maîtrise des coûts de production et sur les stratégies commerciales.

Cette stratégie de concurrence sur les coûts fait courir un risque aux principaux producteurs en laissant la porte ouverte à de nouveaux entrants. On a ainsi pu observer l'introduction sur le marché européen de produits en provenance des pays asiatiques bénéficiant de coûts de production très bas du fait d'économies d'échelle et probablement aussi d'une moindre qualité de fabrication non immédiatement perceptible au consommateur². Ces produits représenteraient, en France, entre 5 et 15% du volume des ventes suivant les estimations.

Dans cet univers de volume, l'enjeu principal pour les producteurs est de diminuer le plus rapidement possible les coûts de production. La diminution des coûts de production peut être obtenue de différentes manières, progrès technique ou réduction des coûts des inputs, mais aussi par l'augmentation des volumes de production : effet d'échelle ou de série, apprentissage, amélioration de l'efficacité des processus de production, etc... Les producteurs bénéficient alors de ce que l'on appelle " effet d'expérience " (Cf. encadré 2) ; à mesure que leur volume de production augmente, on observe une diminution progressive des coûts de production.

Pour bénéficier au maximum de cet effet d'expérience, un producteur peut être conduit à essayer d'accroître sa production pour diminuer plus rapidement ses coûts³ et améliorer le positionnement économique de son produit. Un programme de promotion des LFC peut ainsi en augmentant de manière importante le volume des ventes d'un producteur le faire bénéficier de cet effet d'expérience, donc réduire les coûts de production et à terme les prix de vente⁴.

L'effet d'expérience est ainsi un élément important de la stratégie des producteurs dans un univers de volume. On notera cependant que du fait de l'internationalisation de la production, l'effet d'expérience doit être apprécié au niveau régional (Europe) et non pas à l'échelle nationale. Le facteur important est la croissance du volume des ventes cumulées en Europe, et non pas l'accroissement des ventes dans un pays donné, en particulier si celui-ci représente de faibles parts de marché en Europe. Ainsi, un doublement des ventes françaises n'aurait qu'une faible incidence sur le volume des ventes européennes, donc un très faible impact sur la baisse des coûts de production (moins de 0,1 F/lampe).

4. La LFC : un produit de substitution des lampes à incandescence ?

A l'origine, la LFC est conçue par les constructeurs comme une lampe destinée à remplacer progressivement la lampe à incandescence. Cette nouvelle technologie est motivée notamment par la crise pétrolière qui renchérit fortement le prix de l'énergie, et par les perspectives apparemment limitées de développement sur la technologie de l'incandescence. Par ailleurs, depuis son apparition sur le marché, les constructeurs se sont efforcés de rapprocher les caractéristiques techniques de la LFC de celles de l'incandescence. Enfin, la croissance du marché de la LFC au plan mondial suggère qu'il ne s'agit pas simplement d'un produit d'éclairage complémentaire mais qu'il s'opère une substitution au moins partielle avec l'incandescence.

Les motivations des producteurs

Jusqu'au début des années 70, l'industrie de l'éclairage évolue dans un environnement de sélection stable et relativement peu concurrentiel. Cette relative stabilité est perturbée par les chocs pétroliers qui laissent penser que les prix de l'énergie pourraient être définitivement orientés à la hausse.

L'anticipation d'une hausse durable des prix de l'électricité, liée à l'évolution des prix du pétrole, conduit les firmes de l'éclairage à orienter leur activité de R&D vers l'amélioration de l'efficacité énergétique des sources lumineuses, notamment avec la technologie de la fluorescence. Ce choix du développement de la fluorescence s'explique aussi par le fait que les industriels considèrent que la technologie de l'incandescence a atteint ses limites en matière d'efficacité lumineuse. L'introduction du cycle halogène constituera une innovation importante pour prolonger le

Encadré 2 : L'effet d'expérience et les LFC

L'effet d'expérience résulte de trois sources : les économies d'échelle, l'effet d'apprentissage et les innovations technologiques dans les procédés de production. Ces trois effets, dont l'importance relative peut varier selon les produits considérés, contribuent à la réduction des coûts de production.

L'analyse de la diminution des coûts de production dans différents secteurs a permis de mettre en évidence que cette évolution était étroitement liée au volume de production cumulée. Ainsi, on observe pour un grand nombre de produits manufacturés que lorsque le volume de production cumulée est multiplié par deux, les coûts de production diminuent de manière relativement stable de l'ordre de 15 à 20%.

En appliquant cet effet d'apprentissage au secteur de l'éclairage, on peut mesurer l'impact de la croissance du marché européen sur la diminution des coûts de production des LFC et en déduire l'évolution possible des coûts dans les prochaines années.

La production cumulée de LFC sur le marché européen est estimée en 1995 à près de 215 millions d'unités, la croissance annuelle du marché étant de l'ordre de 16% par an. En faisant l'hypothèse que l'effet d'expérience pour les LFC est du même ordre de grandeur que celui observé pour les produits manufacturés en général, soit 20% (correspondant à une diminution des coûts de production de 20% pour un doublement de la production cumulée) et que le coût de production est de 80 F en 1995, la seule croissance du marché devrait conduire à un coût de production de 74,8F en 1996 (une baisse de 6,5%).

En appliquant le même raisonnement jusqu'à l'année 2000 avec une hypothèse de taux de croissance annuel moyen de 10% pour l'Europe, le coût de production des LFC pourrait se situer autour de 60F en 2000, soit une baisse du coût de production de 5,5%/ an.

cycle de vie de l'incandescence mais elle ne permettra pas d'en accroître significativement l'efficacité lumineuse.

C'est dans ce contexte que les premières LFC sont apparues sur le marché européen au début de l'année 80. Philips est le premier avec la lampe SL commercialisée en avril 80 à pénétrer le marché des lampes, rapidement suivi par Osram avec la Circolux, puis Mazda et Thorn quelques mois après.

L'objectif annoncé par les producteurs est alors de substituer les LFC aux lampes traditionnelles à incandescence.

L'évolution des caractéristiques

L'évolution des caractéristiques techniques des LFC les rapproche progressivement des lampes à incandescence. Les recherches effectuées autour de la qualité de la lumière produite et de l'encombrement notamment sont destinées à combler l'écart existant entre les deux technologies et à rendre la LFC acceptable pour le consommateur habitué aux caractéristiques techniques de l'incandescence. Les développements récents concernant la rapidité de mise en service des lampes et l'absence de papillotement de la lumière vont dans le même sens.

On notera par ailleurs que contrairement aux premières lampes halogènes, les LFC destinées au secteur résidentiel ont été conçues à l'origine avec un culot standard de façon à pouvoir se substituer sans difficulté aux lampes à incandescence.

La dynamique de croissance

La dynamique du marché des LFC suggère un marché de substitution et non plus un marché de niches. Les ventes mondiales de LFC sont ainsi passées de 45 millions d'unités en 1988

à 240 millions en 1995, ce qui représente quelques pourcents des ventes globales de lampes à incandescence (2% pour l'année 92, près de 3% en 1994). Les estimations des industriels pour la période 95-98 tablent sur un taux de croissance mondial de l'ordre de 15%/an qui pourraient conduire à un volume de ventes global de 350 millions d'unités en 1998.

Cette croissance a été principalement alimentée dans un premier temps par le développement des lampes d'intégration destinées aux usages professionnels (tertiaire). Très minoritaires jusqu'au début des années 90, les ventes de lampes de substitution destinées au résidentiel équilibrent aujourd'hui les ventes des lampes d'intégration. Elles ne se limitent plus aux seuls pays industrialisés mais concernent de plus en plus certaines régions du monde en développement, notamment celles à croissance économique rapide : Chine, Asie, Amérique Latine dans une moindre mesure.

Faut-il pour autant considérer que les LFC sont appelées à remplacer définitivement les lampes à incandescence ? Probablement pas. Si la LFC a bien été conçue à l'origine comme un produit de substitution de l'incandescence⁵, on peut aujourd'hui penser que cette substitution ne sera que partielle pour différentes raisons ; les prix de l'énergie sont moins favorables à l'efficacité énergétique, mais surtout les besoins d'éclairage et l'esthétique des sources évoluent (développement de l'éclairage d'accentuation par exemple), la miniaturisation des sources est de plus en plus appréciée des consommateurs (l'halogène TBT), etc...

La LFC participe à l'augmentation de la diversité des sources dans le résidentiel mais elle n'occupera pas la place largement dominante qui est encore celle de l'incandescence. Par ailleurs, sa diffusion pourra être très

variable, en rythme et en volume, selon les préférences et les caractéristiques des marchés nationaux.

5. Spécificité du marché français

Le segment LFC en France est en forte progression même s'il reste encore limité en volume (Tableau 2). Il convient cependant d'opérer une distinction entre lampes d'intégration et de substitution⁶.

Le sous-segment intégration s'est beaucoup plus développé que le sous-segment substitution au cours des dernières années. En proportion, en 1995, en France, les lampes d'intégration représentaient toujours plus de la moitié des ventes (environ 55%). Les lampes de substitution sont en progression constante et l'objectif est fixé par les différents producteurs à l'horizon 2000 d'inverser les proportions : intégration 25%, substitution 75% du total des ventes. Au niveau mondial, la part du sous-segment substitution est déjà majoritaire en volume.

En ce qui concerne les lampes de substitution, la France se situe dans les dernières positions en Europe, aussi bien pour le parc installé que pour le nombre de lampes achetées par

(en millions de lampes)	1993	1995	1996 (estimation)
Incandescence	260	250-260	250-259
Halogène	29	22-28	22-27
LFC	1,5	3,6-4	4,5-4,8

Tableau 2 : Estimation des volumes de ventes des lampes en France. Sources : Producteurs.

ménage. Il est intéressant de rapprocher cette situation de celle de l'halogène très largement développé en France. Seules l'Allemagne et la Suisse ont adopté l'éclairage halogène dans des proportions comparables. Mais dans ces deux pays, la fluorescence est aussi très développée sous la forme rectiligne aussi bien que compacte, traduisant une diversification des sources d'éclairage dans le résidentiel. En France, en revanche, les comportements semblent favoriser l'halogène au détriment des sources efficaces dont la diffusion est globalement inférieure à la moyenne européenne⁷.

Ainsi, même si les taux de croissance observés ces trois dernières années suggèrent une évolution récente, la LFC est encore en France un produit de "niche" et non pas un réel produit de substitution à l'incandescence.

La distribution : un pouvoir croissant sur le marché des lampes

1. La place de la grande distribution en France

La spécificité du marché des lampes en France réside dans la puissance des hypermarchés et des supermarchés sur les circuits

de distribution. En 1992, on comptait 1,6 hypermarchés pour 100 000 habitants. Aujourd'hui les hypermarchés représentent 46% du chiffre d'affaire du libre-service (contre 34% en Grande-Bretagne, 27% aux USA et 22% en Allemagne) et 83% des

ventes sont réalisées par 10% des enseignes les plus importantes⁸.

Deux grands systèmes de distribution proposent des LFC à la vente pour les consomma-

teurs domestiques : les grandes surfaces alimentaires (GSA) et les grandes surfaces de bricolage (GSB). Cette distinction est importante car GSA et GSB adoptent des stratégies différentes à l'égard de la LFC.

Encadré 3 : Essai de typologie des systèmes de référencement des GMS



► Type centralisé.

Obligation pour les chefs de rayon de travailler avec des fournisseurs référencés par la centrale d'achat. Cette dernière arrête la gamme, négocie les prix et les services, établit un plan de rayon type par type de surface, promotion...

Référence un seul producteur de lampe pour tous les magasins : Carrefour, Auchan, Géant Casino, Continent. Référence plusieurs producteurs de lampes : Castorama, Leroy Merlin, M.Bricolage, Mammouth.

► Type indépendant.

La centrale représente avant tout une force de proposition, capable de négocier les produits à des prix avantageux. Les directeurs et les responsables de rayon sont libres de travailler avec les fournisseurs référencés ou non référencés. Leclerc, Bati. E. Leclerc, Intermarché

► Type intermédiaire.

La centrale référence plusieurs fournisseurs d'ampoules et négocie les prix d'achat, établit un calendrier de promotions nationales. Elle envoie, "le cadencier" (catalogue de produits et de marques référencés qui donne les prix d'achat et les prix de vente conseillés) à chaque responsable de magasin.

Sur cette base, les responsables de rayon établissent leur gamme de produits. Les responsables de rayon ont, en outre, la possibilité de travailler parallèlement avec des fournisseurs non référencés. Bricorama, Bricomarché.

2. Typologie de la distribution

Les stratégies et les méthodes du secteur de la distribution ne sont pas homogènes. L'encadré 3 propose une typologie des systèmes de référencement des GSA et GSB autour de trois types : centralisé, indépendant, et intermédiaire.

De cette typologie, il ressort quatre types d'intérêts différents pour la promotion des LFC :

- les GSB offensives (GSB indépendantes de type magasin test⁹), qui associent prescription, conseil, promotion et communication. Elles s'avèrent être des soutiens efficaces et intéressants pour promouvoir les LFC;
- les GSB qui fondent leurs stratégies sur le conseil et l'information mais qui concentrent leurs efforts pendant les périodes de promotions des LFC (souvent saisonnières) ; la tendance dans ce groupe est en outre à la diminution de la fonction conseil;
- les GSA dont la politique commerciale est fondée sur l'événementiel et dont l'intérêt pour la promotion des LFC est croissant. Elles sont aujourd'hui les principaux lieux d'achat des LFC pour les ménages;
- les petites surfaces alimentaires et de bricolage dont l'intérêt pour la promotion des LFC demeure modéré compte tenu de la structure actuelle du marché.

Les producteurs de lampes ont, dans un premier temps, visé les GSB considérées

comme des prescripteurs efficaces pour la diffusion des LFC. Les GSB mettent en valeur le produit innovant et l'accompagnent par des conseils. Cet effort s'est traduit par une série d'investissements importants notamment dans la formation de la force de vente. Toutefois, compte tenu de l'évolution du cycle de vie du produit, l'enjeu consiste maintenant à développer des opérations de promotion dans les GSA.

Les relations entre producteurs et distributeurs demeurent caractérisées par la faiblesse des préoccupations techniques et énergétiques¹⁰. Les négociations, par le biais des centrales d'achat, ont alors tendance à se limiter au seul facteur prix. On doit toutefois noter la volonté des constructeurs de développer des relations différentes avec les centrales d'achat et basées sur une offre de produits élargie et pérenne.

A ce titre, la LFC est un produit porteur d'image et de marge, de nature à accrocher le client (produit d'appel) et à le fidéliser. Il s'agit donc d'un produit intéressant pour les distributeurs, ce qui explique l'émergence des marques de distributeurs (MDD).

3. L'enjeu des marques de distributeurs (MDD)

Les GSA ont obtenu de la part des producteurs la réalisation de MDD à leur enseigne. On trouve ainsi dans les GSA, une référence de marque du producteur, avec parfois une sous-marque du producteur positionnée dans les premiers prix et une MDD. La procédure d'attribution est réalisée sur appel d'offre et conduit à l'éviction des marques concurrentes : pour l'enseigne Carrefour, par exemple, Philips est la marque producteur, Krypton, une sous-marque 1er prix du même producteur, et Carrefour, la marque du distributeur.

Les marques de distributeurs ont été introduites en 1992, à un prix sensiblement inférieur à celui des grandes marques. Ces produits (MDD) représentaient 34,1% des ventes en volume, pour un chiffre d'affaires en croissance de 4% pour l'année 1994. Elles ont largement contribué à la réduction du prix moyen de vente des LFC.

Quel est l'intérêt des producteurs à accepter le développement des MDD sur les produits d'éclairage ? Deux hypothèses peuvent être avancées ; la première tient au fait que nous nous situons dans une stratégie de volume dans lequel l'enjeu est de réduire les coûts de production en descendant sur la courbe d'expérience. La production des MDD permet alors d'accroître le volume cumulé de chaque producteur donc d'accroître l'effet d'expérience. La seconde hypothèse relève des formes de concurrence par les pays asiatiques. En acceptant de répondre aux appels d'offre des GSA, les producteurs se protègent de la pénétration des produits de qualité médiocre car les GSA sont tenues de ne proposer que les lampes du producteur.

Pour les producteurs, il est essentiel d'être retenu par une centrale d'achat car cela leur garantit une très large distribution de leurs produits dans tous les magasins de l'enseigne, et ce sans concurrence. Les centrales d'achat assurent alors aux producteurs des volumes de vente importants sous leur marque ainsi que la production des MDD associées. Dans un univers de volume, les accords de distribution avec les centrales d'achat sont des enjeux stratégiques qui donnent un avantage pour les producteurs retenus.

Sur le terrain, cette stratégie se traduit par une forte rivalité entre les producteurs afin que leurs marques soient présentes sur les rayonnages des grandes surfaces. Ainsi GEL, qui veut augmenter sa présence sur le marché français, a évincé

Enseigne	Marques	Prix moyens (F/ LFC*)	Marque 1 ^{er} prix
Carrefour	Philips	129,00	Krypton (Claude)
	Carrefour	80,00	
Géant	Philips	145,00	Luxor (Philips)
	Casino	Pas de LFC	
Leclerc	Osram	85,00**	Clartec
	Clartec	Pas de LFC	
Continent	GE	139,00	Patria (GE)
	Continent	Pas de LFC	
Intermarché	Osram	146,50	Elipsia
	Néolux	69,50***	

* les prix s'appliquent pour une LFC de 20 W.

** 85,00 francs est le prix promotion, le prix public hors offre promotionnelle est de 118,70 francs.

*** seules des LFC de 12 W étaient sur les rayons pour la marque Néolux.

(les données ci-dessus ont été relevées le 05/02/96 dans cinq hypermarchés de la région grenobloise)

▲ **Tableau 3 : Marques et prix moyens des LFC référencées dans les hypermarchés (région de Grenoble)**

Philips en mars 1991 du groupe Paridoc (enseigne Mammouth) et en avril 1995 du groupe Promodes. Philips réagira en reprenant en 1995 l'exclusivité de la distribution pour la centrale d'achat Paridoc et fera sortir des linéaires, du même coup, les lampes GEL et Osram (Tableau 3).

Le distributeur est un acteur important dans la dynamique de diffusion des LFC. Son rôle ne se limite pas à jouer l'intermédiaire entre le producteur et le consommateur. Il est le premier prescripteur de LFC (GSB), peut contribuer à protéger le marché des importations de faible qualité et permet de faire descendre les producteurs sur la courbe d'expérience par les volumes mis en jeu (GSA). Le fait que les GSA soient aujourd'hui les principaux distributeurs de LFC atteste d'une anticipation sur l'évolution des comportements d'achat et de la dynamique des marchés, même si les obstacles à une large adoption apparaissent encore nombreux.

Les comportements d'achat des consommateurs

Les usagers des LFC, des secteurs résidentiel et tertiaire, montrent des comportements très diversifiés du fait des représentations qu'ils ont de la fonction éclairage et des usages qui s'y rattachent. Certaines motivations existent cependant de la part des usagers pour acquérir des LFC même si les contraintes à l'achat ne sont pas résolues.

1. Les fonctions de l'éclairage

Dans le secteur résidentiel

La vocation initiale de l'éclairage artificiel fut sans doute de prendre le relais de la lumière du soleil dans l'obscurité. Il en reste le besoin essentiel que chacun éprouve en entrant dans

une pièce : “allumer pour y voir”. Mais il est évident que la fonction de l'éclairage s'est largement étendue depuis cette motivation initiale, vers des notions de confort, d'ambiance, de décor, de mise en valeur, etc. Les attentes en matière d'éclairage reposent essentiellement sur l'opposition éclairage direct (fonctionnel)/éclairage indirect (d'ambiance). Le premier est associé à l'intensité et à la puissance de l'éclairage au niveau du confort visuel; le second renvoie à un éclairage décoratif traduit par une lumière diffuse au niveau du confort esthétique, qui n'agresse pas, et qui sert à mettre en valeur. L'éclairage est également associé à la sécurité dans la mesure où, a contrario du noir qui fait peur, la lumière rassure et sécurise.

Dans le secteur tertiaire

Les fonctions de l'éclairage dans le tertiaire sont extrêmement diversifiées selon la nature de l'activité exercée par l'entreprise. La principale fonction de l'éclairage dans le tertiaire est bien entendu de préserver l'activité quelles que soient les variations de la lumière naturelle (nébulosité, nuit/jour, etc.). Les préoccupations de confort, confort visuel mais aussi confort lié à l'ambiance créée par l'éclairage, ne sont pas absentes dans le tertiaire comme le montre le développement des lampes de bureau à poser par exemple. Enfin, l'éclairage assure une fonction importante au plan de la mise en valeur et de la décoration : dans les commerces, par exemple, l'ambiance du magasin et l'accentuation des produits sont souvent utilisés pour attirer le consommateur. Les sources lumineuses utilisées sont plus variées que dans le résidentiel et adaptées en fonction de la finalité de l'éclairage. Les durées d'utilisation sont en général plus

longues, certaines activités ou pratiques conduisant même à une utilisation permanente de l'éclairage artificiel. De ce fait, la volonté de maîtriser les coûts de fonctionnement conduit souvent les gestionnaires à s'intéresser à la réduction des coûts énergétiques et de maintenance de l'éclairage, à la différence de ce que l'on observe couramment dans le résidentiel.

2. Les usages de l'éclairage

Dans le secteur résidentiel

La nature et l'emplacement du système d'éclairage dépendent de la finalité des pièces à éclairer. Les pièces dites centrales, comme la cuisine, la salle à manger et la salle de bains sont éclairées à profusion, tandis que les chambres et les lieux de circulation nécessitent des puissances lumineuses plus faibles. Dans la cuisine et la salle de bains où l'éclairage participe à l'efficacité des travaux ménagers ou de la toilette, les lumières fortes sont privilégiées. Inversement, dans le salon ou les chambres, les lumières plus chaleureuses sont préférées pour créer des ambiances de convivialité ou de repos.

Les lampes sont essentiellement des produits de grande consommation, très souvent achetés en GSA. Pour les lampes à incandescence-standard, les produits sans marque à bas prix se sont largement développés mais les marques de producteurs conservent des fidèles. La constitution de stocks est une habitude courante pour les ampoules à incandescence qui peut être attribuée à la pratique de vente par lots de la grande distribution. Les principaux facteurs pris en compte pour l'achat sont la puissance et le type de culot de la lampe. Les achats effectués en grande

surface sont surtout des achats de remplacement qui entraînent rarement un choix différent de la part du consommateur. Sans incitation supplémentaire, le contexte d'un achat rapide, presque réflexe, est peu propice à la réflexion que nécessiterait l'achat d'une LFC en remplacement d'une ampoule à incandescence classique.

Dans le secteur tertiaire

Le mode d'éclairage du secteur tertiaire est généralement très contraint par l'installation initiale dont la modification engendrerait des coûts supplémentaires à la seule acquisition des sources lumineuses.

Les grandes entreprises sont principalement équipées de tubes fluorescents chargés d'assurer un niveau d'éclairage satisfaisant dans des conditions économiques. Mais cet éclairage produit des ambiances parfois jugées peu agréables que les employés compensent ou équilibrent avec des points lumineux additionnels¹¹ : lampes de bureau, halogènes,...

Le renouvellement des lampes se réalise, dans les grandes entreprises, de façon globale (toutes les lampes d'un même lieu sont renouvelées en même temps, usagées ou non) pour diminuer les coûts de maintenance. Seules les lampes des lieux accessibles au public sont renouvelées systématiquement quand elles sont défectueuses. Dans les petites entreprises et les commerces, les règles de maintenance sont plus floues et motivées par une défectuosité.

Quant aux lieux d'achat, ils diffèrent également entre la grande et la petite entreprise. Pour les plus grands établissements, c'est un achat réalisé par "vente à domicile" de la part des commerciaux des grands producteurs. En revanche, pour les établissements de petite taille et les commerces, les achats sont spontanés et effectués dans les GSB ou les GSA.

3. Les motivations d'achat des LFC

Dans le secteur résidentiel

L'évolution des comportements d'achat des consommateurs telle qu'elle ressort des enquêtes de consommation pourrait s'avérer favorable aux LFC. Les consommateurs seraient plus attentifs aux prix d'achat ou à la qualité comparée des produits, et en conséquence, les achats auraient tendance à être plus raisonnés et moins spontanés, les produits plus systématiquement mis en concurrence les uns par rapport aux autres, etc.

Pour les produits de l'éclairage, ceci nous conduit à distinguer au moins trois catégories de produits dont les motivations d'achat sont différentes :

► Motivation d'achat des incandescentes : le 1^{er} prix.

L'achat d'une lampe à incandescence est typiquement un achat de produit de grande consommation. Le critère essentiel de l'acheteur est la modicité du prix. Une promotion importante peut ainsi être l'occasion de réaliser des stocks.

► Motivation d'achat des halogènes : de l'achat coup de coeur à l'achat raisonné.

Au moment de leur apparition, on a acheté des halogènes pour leur esthétique particulière et la nouveauté qu'ils introduisaient (éclairage indirect). Pour cela, l'acquéreur était prêt à accepter un coût bien supérieur à celui de la lampe à incandescence classique. Cependant, l'effet de mode à l'origine de la forte croissance des produits halogènes s'estompé et l'achat d'un halogène tend à être motivé, aujourd'hui, par la recherche d'attributs particuliers (qualité de lumière spécifique et durée de vie).

► Motivation d'achat des LFC : économie et durée de vie.

Les informations disponibles montrent que les raisons qui poussent à l'achat des LFC sont les

économies d'énergie et la durée de vie. Parfois aussi la possibilité de passer à une puissance d'éclairage supérieure sans risque d'échauffement des luminaires.

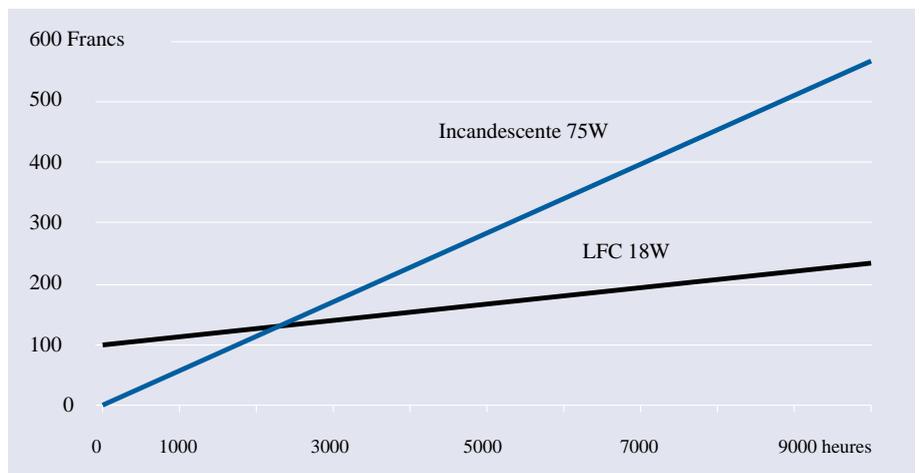
La tendance générale sur la plupart des marchés de grande consommation serait à la diminution de l'achat d'impulsion au profit d'une logique d'achat plus réfléchie qui met l'accent sur le rapport qualité/prix. Ainsi, les LFC pourraient bénéficier

de l'évolution générale des comportements d'achat si cette tendance était avérée. La LFC permet en effet de diminuer de manière importante le coût global de la fonction éclairage : temps de retour sur investissement inférieur à trois ans (moins de 2000 h) par rapport à une lampe à incandescence (Graphique 3).

Les autres motivations d'achat les plus souvent évoquées sont la durée de vie des lampes, les préoccupations environnementales ou en faveur des économies d'énergie, l'esthétique particulière de la lampe (qui peut aussi être une contrainte à sa diffusion), ou la simple curiosité par rapport à un nouveau produit, une nouvelle technologie.

Dans le secteur tertiaire

Les motivations à l'achat des LFC dans le secteur tertiaire relèvent clairement d'un souci de maîtrise des coûts de fonctionnement, notamment des dépenses énergétiques. Pour cette raison, l'éclairage fluorescent est déjà largement répandu dans certaines branches, mais sa diffusion reste contrainte,



Graphique 3 : Analyse des coûts d'utilisation des lampes à incandescence et d'une LFC

notamment dans les commerces, les hôtels, les restaurants, pour des raisons esthétiques (les tubes rectilignes) et d'encombrement. La LFC, permet d'étendre l'utilisation de la fluorescence dans les usages professionnels qui ne lui étaient jusque là pas accessibles ou pas favorables. Le prix n'est pas ici une contrainte insurmontable dans la mesure où il permet des temps de retour qui restent attractifs.

4. Les contraintes à l'achat

Même si les producteurs ont considérablement amélioré les caractéristiques des LFC depuis les premiers modèles du début des années 80, de nombreuses contraintes subsistent qui freinent la diffusion de ce type de lampe.

Dans le secteur résidentiel

Le tableau 4 met en avant les principales barrières à l'acquisition des LFC et l'évolution de ces contraintes dans le temps. On notera que cette enquête a été réalisée au Danemark, où le

taux d'équipement des ménages est aujourd'hui relativement élevé (DEFU, 1996). En France, où la diffusion de la LFC est bien moindre, les contraintes à l'adoption peuvent être différentes mais on ne dispose malheureusement pas de travaux similaires.

Il est possible de rassembler ces différentes contraintes à la diffusion des LFC à travers deux sous-ensembles en fonction de leur nature.

Le prix

Le prix reste un frein psychologique majeur pour l'achat d'une lampe perçue comme un produit de substitution. La comparaison avec l'incandescence fait apparaître le prix extrêmement élevé alors que les avantages comparatifs ne semblent pas immédiats.

On peut toujours arguer du fait que le coût d'usage est inférieur à celui de l'incandescence, les consommateurs n'effectuent pas, ou rarement, des choix basés sur ce principe d'optimisation, moins encore lorsqu'il s'agit de consommations électriques relativement faibles. En conséquence, le prix de vente actuel des LFC, même s'il autorise un temps de retour de 2 ou 3 ans sur les points lumineux les plus utilisés, constitue une contrainte forte pour motiver une adoption sur

de simples critères économiques. Et cela d'autant plus que les LFC sont proposées à un prix qui peut être 20 fois supérieur à celui de la lampe incandescente créant une sorte de "barrière psychologique".

L'inadaptation des luminaires

L'inadaptation des luminaires est la seconde raison invoquée par le consommateur pour ne pas acheter ce type de lampe. Les premières LFC, très longues, dépassent en effet des abat-jour de façon inesthétique. De même, les ballasts ont posé des problèmes d'encombrement interdisant la substitution de certaines lampes à incandescence à moins de modifier le luminaire. Cette contrainte tend à diminuer avec la réduction de l'encombrement des LFC, mais il est clair que celles-ci sont encore loin de se comparer aux ampoules à incandescence sur le plan du volume et du poids.

Le manque d'information

Le manque d'information sur les avantages liés aux LFC est un frein à sa diffusion. Le déficit d'information peut porter sur le produit lui-même, (on ne connaît pas les LFC), ou sur les caractéristiques techniques de la lampe. En France, la fluorescence ne bénéficie pas d'une image très positive probablement du fait des caractéristiques peu flatteuses des premiers tubes rectilignes (appelés aussi néon). Dans ces conditions, les LFC souffrent encore d'une reconnaissance en tant que produit innovant même si l'information se diffuse progressivement auprès des ménages (catalogues par correspondance, campagnes publicitaires dans la presse et la télévision, etc.).

Le scepticisme sur les caractéristiques annoncées des LFC

Le consommateur n'accepte pas automatiquement les performances annoncées par les

Tableau 4 : Evolution des raisons avancées (en %) pour ne pas acheter de LFC (étude réalisée au Danemark).

Source : DEFU, 1996, p.60.

	Déc 91	Avril 92	Mars 94
Prix	40	41	48
Faible durabilité	4	5	5
Design	7	7	8
Inadaptée pour les équipements existants	12	10	17
Manque d'information	9	5	1
Dissuadé	2	2	1
Pas intéressé	21	21	5
Habitude de consommation	25	9	18
Autre	9	10	18

producteurs. Si les caractéristiques concernant la faible puissance des LFC sont largement acceptées, le consommateur reste sceptique sur la qualité de la lumière et surtout sur les durées de vie du produit. Le consommateur prend la durée de vie des LFC plus comme un argument de vente que comme une réalité du produit¹². Ce comportement est renforcé dès lors que des produits de moindre qualité sont présents sur le marché.

Les habitudes

Les habitudes de consommation sont aussi de puissants freins à l'acceptation d'une innovation. Les résistances au changement demandent du temps pour être combattues. Les ménages doivent créer un imaginaire d'usage des LFC dans la quotidienneté. En idéalisant les LFC comme produit de substitution à l'incandescence, les producteurs n'ont pas laissé la création d'un imaginaire du consommateur conduisant ce dernier à privilégier ces nouvelles habitudes d'éclairage.

Autres

Parmi les autres contraintes, l'absence d'une dénomination précise et généralement acceptée pour la LFC peut être un obstacle à la notoriété et à l'adoption. Les LFC sont indifféremment appelées lampe fluo-compacte, lampe à économie d'énergie ou lampe basse consommation, par les professionnels (Ecotone pour Philips).

L'ensemble de ces termes rend difficile la désignation du produit par le consommateur. De ce fait, les ménages la surnomment : "le truc en spirale", "les ampoules design", "les ampoules tournicoti", "les ampoules en U", "les ampoules en tubes biscornus", "les lampes fluo-contact", etc. Ces noms des LFC ralentissent les processus d'insertion sociale de l'innovation.

Dans le secteur tertiaire

Il convient d'opérer une distinction dans le secteur tertiaire entre les grands établissements et les petits. Pour les petites entreprises et les commerces, les contraintes à l'achat des LFC sont relativement comparables à celles du secteur résidentiel (information, préférence pour le présent, faible motivation à l'égard des économies d'électricité, habitudes, etc). Dans le grand tertiaire, les systèmes d'éclairage en place, souvent à prédominance fluorescence, déterminent fortement les possibilités ultérieures d'adaptation. Le développement des LFC y concerne essentiellement les quelques points lumineux encore occupés par l'incandescence, et notamment les lampes de bureau par exemple. L'autre contrainte importante tient au partage des pouvoirs de décision qui fait que les personnes les plus sensibilisées aux coûts énergétiques de l'éclairage sont généralement différentes des gestionnaires qui ont des préoccupations éloignées de l'introduction des LFC.

Conclusion partielle sur les comportements des acteurs

De ce qui précède, on retiendra la motivation des industriels de l'éclairage, et en particulier du cœur de l'oligopole, pour améliorer les performances énergétiques des technologies

d'éclairage et accélérer la diffusion de la LFC. Cette volonté tient au souci de conserver un certain "leadership" dans le domaine de l'innovation technologique, à la recherche de

nouveaux produits à forte valeur ajoutée pour compenser la tendance à l'érosion des ventes de lampes en volume et aux investissements réalisés dans de nouvelles unités de production destinées à la LFC.

En ce qui concerne le secteur de la grande distribution, les GSA ont semblé jouer un rôle de frein dans une phase initiale de constitution du marché (faible référencement) alors que les GSB au contraire assuraient un premier lancement du produit. Les choses sont manifestement en train de changer puisque l'essentiel des ventes se déplace aujourd'hui vers les GSA. Il est clair que les GSA constituent une puissance de vente considérable, en tenant compte de l'apparition des marques de distri-

buteurs, dont il faudrait essayer de profiter pour accélérer la diffusion des LFC.

Enfin, le consommateur reste en dernier ressort l'acteur déterminant du succès d'un nouveau produit. Sur ce point les LFC ne semblent pas encore mobiliser massivement l'adhésion des consommateurs. Au delà des efforts entrepris par les industriels pour banaliser le produit LFC, pour améliorer ses performances et diminuer les prix, il demeure des contraintes à une large diffusion. Elles ont conduit à la mise en place d'actions publiques d'incitation dans de nombreux pays de façon à essayer d'influer sur les comportements d'achat des consommateurs, avec des résultats remarquables.

Notes

- 1 Contrairement au marché des réfrigérateurs par exemple où la production sur les chaînes de montage peut être modifiée en fonction de la destination des produits.
- 2 Cf. tests réalisés par le Laboratoire Central des Industries Electriques (LCIE)- Chap. 4.
- 3 On parle alors de progression sur la courbe d'expérience.
- 4 Selon l'analyse stratégique, toutefois, les programmes de promotion (MDE) ne présentent un intérêt réel pour les producteurs que dans la mesure où ils contribuent à remettre partiellement en cause les positions acquises, ou le rythme de progression des positions sur la courbe d'expérience. On peut penser que l'intérêt est moindre si les principaux producteurs voient leurs coûts de production diminuer au même rythme.
- 5 L'absence de développements complémentaires sur les luminaires qui va pourtant se révéler comme une des principales contraintes initiales à la diffusion des LFC atteste de cette volonté de positionner la LFC en substitution.
- 6 Rappelons que la lampe de substitution est munie d'un culot standard alors que la lampe d'intégration s'utilise avec des luminaires spécifiques et est prioritairement destinée aux usages dans le tertiaire.
- 7 Source : Données Syndicat de l'Eclairage
- 8 Ces données résultent de l'enquête réalisée par le magazine des Enjeux les Echos, n°110, janvier 1996, pp.46-55.
- 9 A titre d'exemple, le Bati-Leclerc d'Ambarès (Gironde) a mis en place, de façon permanente, un panneau informatif et un compteur sur lequel sont branchées une lampe de 60W à incandescence et une LFC de 11W. A ce dispositif, s'ajoute, tous les deux mois, des actions de promotion de type tête de gondole. Les résultats sont satisfaisants, les ventes ont été multipliées par quatre. Le PDG du Leclerc explique que "normalement, on vend 40 LFC en moyenne par mois. Quand on fait une action de promotion, j'en commande 250 que je vends dans le mois. A chaque fois cela marche bien, même en dehors des pointes saisonnières. Les promotions de LFC permettent de faire du CA et font réaliser des ventes complémentaires sur toute la panoplie de LFC ainsi que sur les autres types d'ampoules. C'est le seul produit qui fait faire de la marge et qui attire du monde".
- 10 "Depuis 4 à 5 ans, les centrales d'achat ont pris le pouvoir" propos tenus par un responsable Philips.
- 11 Ce qui entraîne une consommation additive du poste éclairage des grandes entreprises.
- 12 Une des solutions pourrait consister à accompagner les ventes de LFC d'une garantie producteur de 3 ans afin d'assurer, sous certaines conditions d'utilisation, le temps de retour sur investissement pour le consommateur.

Programmes de promotion

Les programmes de promotion de l'éclairage efficient : Europe, DOM, métropole

La place de l'éclairage dans les programmes de MDE

Les premières actions d'envergure pour favoriser la diffusion de technologies d'éclairage performantes ont été lancées par les compagnies d'électricité américaines (publiques ou privées) dans la première moitié des années 80 dans le cadre des programmes de Demand-Side Management (Maîtrise de la Demande d'Electricité - MDE). Elles se sont progressivement étendues à l'Europe après 1985.

Les programmes de MDE ont été à l'origine imposés au secteur électrique américain par les commissions de régulation. Il s'agissait d'amener les compagnies à mieux tenir compte, dans leurs choix d'investissement jusque là trop favorables aux seules options d'offre, des nouvelles opportunités offertes par les actions de maîtrise de la demande d'électricité.

La MDE permettait, de plus, de répondre à des préoccupations croissantes des compagnies électriques elles-mêmes : éviter ou retarder la construction d'unités de production supplémentaires de plus en plus difficiles à implanter ; réduire les besoins d'investissement et les risques liés aux investissements de

production ; améliorer leur image de marque à la fois auprès de la population en agissant en faveur de l'environnement, et auprès des clients en réduisant leurs factures.

Parmi les nombreuses opportunités offertes pour maîtriser la demande d'électricité, les actions des compagnies ont très souvent concerné l'éclairage, notamment par la diffusion des lampes fluocompactes (LFC). Plusieurs raisons justifient ce choix :

► **technologiques** : bien que peu diffusée, la LFC est disponible, techniquement fiable, n'entraînant aucun coût d'installation et ne nécessitant pas d'apprentissage particulier de la part du consommateur, contrairement à d'autres usages plus complexes.

► **énergétiques** : la LFC présente un rendement lumineux beaucoup plus élevé que l'ampoule à incandescence standard. Cela se traduit par une puissance électrique quatre à cinq fois plus faible pour une puissance lumineuse équivalente, autorisant ainsi d'importantes économies d'énergie pour l'utilisateur. D'autre part la LFC permet également une

réduction de la puissance appelée à la pointe, à laquelle l'usage éclairage contribue dans une très large mesure. Enfin, la faible durée de vie des lampes à incandescence facilite une substitution rapide par des technologies efficaces.

► **symboliques** : les compagnies d'électricité recherchent aussi à améliorer leur image par le biais des programmes de MDE, et privilégient les actions à forte visibilité. A ce titre, la LFC est une technologie à part, emblématique des économies d'énergie : concernant un usage source de confort, d'intimité et de lumière, la LFC est plus qu'un produit fonctionnel et véhicule de nombreuses images symboliques ; de plus, le message publicitaire (consommer cinq fois moins et huit fois plus longtemps) est simple, percutant et unique ; enfin, ces programmes permettent d'afficher très vite des volumes de diffusion très élevés.

► **marketing** : la LFC présente a priori des

caractéristiques favorables à sa diffusion (économie, adaptabilité, durée de vie, forte réduction des coûts de fonctionnement), même si son coût unitaire reste élevé comparativement à la technologie standard. Sur le marché de l'éclairage résidentiel où les innovations sont peu nombreuses, les consommateurs peuvent être séduits par la nouveauté technologique.

Enfin, les actions dans le domaine de l'éclairage présentent un certain caractère d'universalité alors que d'autres actions possibles dans les domaines de l'électroménager ou du chauffage ne concernent qu'une proportion plus réduite des ménages. En conséquence, une grande majorité de programmes de MDE, tant aux Etats Unis qu'en Europe, ont intégré une composante éclairage et des actions de promotion pour diffuser les LFC ¹.

Le secteur résidentiel

1. La Suède : Stockholm Energi AB ²

Stockholm Energi a été une des premières compagnies européennes à s'engager en faveur de la MDE dès 1986. Elle est à ce titre exemplaire. La diffusion des LFC dans le résidentiel a été prioritaire dès 1988, et a bénéficié jusqu'en 1992 des 3/4 du budget alloué. L'éclairage représentait alors un quart de l'électricité consommée à Stockholm.

Un groupe de travail comprenant Stockholm Energi, l'Association Nationale de l'Eclairage *Ljuskultur* et les six fabricants présents en Suède a été constitué à l'origine. Le premier projet envisagé était de distribuer une LFC par ménage (coût de l'opération 15 MF ³). Mais

l'idée a été abandonnée, car elle était juridiquement incompatible avec les règles de concurrence suédoises, et aurait posé des problèmes d'équité puisque seule une partie du territoire était concernée. Il fut finalement décidé d'adresser à chacun des 390 000 ménages un coupon offrant un rabais de 40 FF sur une LFC (budget total : 14 MF). Le prix d'une LFC à ballast intégré s'élevait alors à 80-120 FF, celui d'une LFC à ballast séparé à 40 FF, le prix d'une lampe à incandescence étant inférieur à 4 FF.

Au total, six campagnes distinctes ont été engagées de 1988 à 1992. Durant la première campagne, chacun des 3 000 employés de la compagnie a reçu six LFC gratuites pour Noël 87

(une lampe de chaque marque, financées par la compagnie), afin qu'il devienne un "ambassadeur" convaincu de la technologie. Les deuxième, troisième (financées par la compagnie) et cinquième (financée par les fabricants) campagnes ont utilisé les rabais. Ces trois campagnes de rabais auraient permis de vendre 133 000 LFC (à noter un problème de pénurie lors de la dernière opération). A l'issue des deux premières campagnes de rabais, une action d'information complémentaire a été lancée à la fois pour communiquer sur les résultats de l'opération, motiver les participants et relancer une dynamique favorable aux LFC. Au cours ou à la suite de cette campagne 17 000 lampes supplémentaires ont été achetées. Enfin, la sixième et dernière campagne, sans rabais, a été créditée de 17 000 LFC. Par ailleurs, la création d'un "Customer Centre" a appuyé les actions engagées à partir de 1990.

Au total, les six mesures auraient permis de diffuser 185 000 LFC. De plus, entre 1988 et 1994, d'autres compagnies suédoises ont suivi au moins une fois l'exemple de Stockholm Energi dans leurs zones d'intervention respectives. Le tableau suivant montre l'évolution significative du marché suédois de l'éclairage résidentiel qui en a résulté (Tableau 1).

2. Les Pays Bas : La Compagnie Energétique d'Amsterdam (EBA) ⁴

Le programme mis en oeuvre en 1988, par la Compagnie Energétique d'Amsterdam (EBA), les fabricants de LFC et les distributeurs (grossistes et détaillants) associait un prix promotionnel négocié avec les indus-

triels et la distribution de coupons de réduction. En parallèle d'une campagne de publicité lancée par les distributeurs et les fabricants, EBA a organisé une campagne d'information et de promotion auprès de ses clients (brochures d'information et coupons distribués par courrier aux abonnés). La promotion offrait la possibilité à chaque ménage d'obtenir deux LFC gratuites pour deux LFC achetées au moyen d'un coupon utilisable auprès des commerçants participant à l'opération (promotion complémentaire à la réduction sur les prix de détail). Le programme dura six semaines et permit la diffusion de 150 000 LFC.

Plus globalement, les LFC ont bénéficié aux Pays-Bas à partir de 1987 d'une décision parlementaire incitant les compagnies électriques à agir en faveur de l'éclairage efficient. Douze entreprises régionales ou municipales, concernant potentiellement trois millions de ménages, ont alors participé à des programmes de diffusion de LFC principalement. L'approche retenue a été variable selon les programmes. En général, elle combinait l'envoi aux consommateurs de bons de réduction (coupons) leur offrant un prix promotionnel de 70 FF par lampe contre 95-125 FF sur le marché, ainsi qu'une possibilité de paiement différé sur la facture d'électricité ("leasing"). Dans ce dernier cas, le client obtenait une LFC gratuitement auprès du

Tableau 1 : Evolution du marché suédois de l'éclairage

Source : Ljuskultur 1994

	Lampes à incandescence	Lampes fluorescentes	LFC ballast intégré	LFC ballast séparé
1987	66 000 000	13 000 000	200 000	500 000
1992	62 000 000	12 000 000	1 200 000	1 800 000
Evolution	- 4 000 000	- 1 000 000	+ 1 000 000	+ 1 300 000

détaillant sur présentation d'un coupon et remboursait la compagnie d'électricité via les factures d'électricité suivantes. Les coûts administratifs des programmes étaient partagés entre les compagnies électriques et les fabricants.

En conséquence de ces programmes, les ventes de LFC ont été multipliées par 4 au plan national ; 15% des ménages éligibles (3 150 000 au total) ont participé aux programmes et acheté en moyenne 2,5 LFC, soit 1 170 000 lampes. En 1996, il n'y a pas eu de programmes de rabais, mais les campagnes d'information TV se poursuivent.

3. Le Danemark : SEAS et NESAS⁵

SEAS : lancé début 1989, ce programme reste un des plus importants programmes européens de distribution gratuite de LFC. Chacun des 120 000 abonnés de la compagnie SEAS a reçu deux LFC gratuites. L'ampleur du programme a absorbé toute la capacité de production excédentaire disponible en Europe

à ce moment là. Six mois de délais ont été nécessaires à Philips pour honorer la commande.

NESA : La compagnie a lancé en 1990 un vaste programme de MDE dans l'éclairage portant également sur les secteurs tertiaire et industriel. Une négociation avec les fabricants, les distributeurs et les installateurs de matériel électrique a conduit à une baisse des prix de 40% durant six semaines (ramenant le prix de 190 FF à 120 FF). Parallèlement, NESA a lancé une campagne d'information largement au-delà de sa zone d'activité (presse nationale, affichage sur les transports en commun, spots TV locales...). Chacun de ses 400 000 clients éligibles a reçu une brochure de présentation des LFC et un bon de commande. Avec ce dernier, il était possible d'acheter jusqu'à cinq LFC, tout en bénéficiant d'un remboursement différé et étalé sur les factures d'électricité pendant neuf mois. Chaque participant a acheté en moyenne 4,5 lampes, pour un total de 260 000 LFC.

Les programmes des départements d'Outre Mer

L'action sur la demande d'électricité est devenue au tournant des années 90 un objectif prioritaire dans les DOM, notamment au vu du déficit local croissant d'EDF DOM (2 Milliards de Francs). D'importants programmes de diffusion de LFC ont été lancés à partir de 1989, financés principalement par l'ADEME, EDF, la Région et les fabricants retenus. Le prix d'appel de la LFC était clairement l'élément central des programmes. Rappelons toutefois que ces actions concernent un contexte électrique

insulaire aux problématiques très spécifiques [Cauret et Adnot 1996].

1. Incitations financières et modes opératoires

Dans la plupart des cas, la démarche retenue a consisté à proposer un prix promotionnel consenti par le fabricant retenu, complété parfois par une réduction de marge des distributeurs (la marge distributeur a ainsi été ramenée à 5 FF par LFC en Guyane ; 1 FF par

LFC à la Réunion [1989]). Les prix proposés ont varié de 60 F à la Réunion (1989) à 89 F à la Réunion (1996), une réduction plus importante n'étant pas souhaitée afin de ne pas effacer totalement la réalité du marché.

EDF a souvent préfinancé les LFC en les achetant aux distributeurs. Des coupons étaient adressés aux clients qui pouvaient en échange auprès des distributeurs obtenir le nombre de LFC de leur choix (dans les limites imposées). Celles-ci étaient ensuite remboursées à la compagnie sur trois (Guyane) ou six (Antilles) factures d'électricité. Le montant du remboursement par facture était calculé de façon à rester inférieur aux économies réalisées sur la période : aux Antilles, le montant du remboursement par facture et par lampe était de 14 F pour une économie estimée de 18 F. Notons que les centres EDF DOM ayant changé de système comptable, ce mode de financement en "leasing" est dorénavant impossible. A la Réunion [1988] par contre, les distributeurs étaient chargés de la diffusion des LFC auprès des consommateurs qui reçoivent des bons de réduction de 21 FF par LFC. Les distributeurs étaient ensuite remboursés en échange des bons présentés.

2. Réalisations effectives

La LFC a été présentée par les campagnes publicitaires grand public comme "la nouvelle génération de lampes" et un produit de haute technologie, assurant des économies d'électricité importantes, et pouvant être adapté sur les luminaires existants. Couplée au "leasing" et aux prix promotionnels proposés par les fabricants, cette approche a été une réussite : 150 000 LFC ont été diffusées à la Réunion [1989] ; 350 000 LFC en Guadeloupe pour un objectif initial de 100 000 LFC atteint en deux jours ; 346 000 LFC en Martinique où

200 000 LFC ont été distribuées en moins d'une semaine. Seule la campagne guyanaise avec 73 00 LFC n'a pas atteint ses objectifs (80 000).

Les taux de participation⁶ ont été très élevés (entre 39 et 50%) et très sensiblement supérieurs à ceux que l'on peut observer sur les autres programmes de promotion bénéficiant d'incitations financières (à l'exception des programmes de distribution gratuite).

Les participants ont acheté un nombre de LFC souvent proche du maximum autorisé : huit sur dix possibles en Guadeloupe ; 5,8 en Martinique et 5,6 en Guyane sur six. Ce résultat vient paradoxalement nuancer le succès des actions puisqu'il n'est pas certain que toutes les LFC diffusées soient réellement installées sur des points lumineux à fort taux d'utilisation.

Les principaux problèmes rencontrés sont des stocks insuffisants, une offre mal adaptée (répartition baïonnette / vis inadéquate et modèles disponibles uniquement en 15W) et l'existence de clients n'ayant pas reçu de bons d'achat...

3. Satisfaction et utilisation

L'évaluation réalisée en Guadeloupe peut servir de référence. Un mois après la première phase du programme 1992, 80% des LFC étaient installées (les autres en réserve) et 84 % des participants satisfaits. Deux ans plus tard, une étude concluait que les lampes avaient été le plus souvent installées aux endroits recommandés, sans engendrer ni surconsommation significative, ni nouveaux points lumineux (sauf en éclairage extérieur). Quant aux quelques LFC endommagées, elles ont été remplacées soit par les LFC en réserve (34%), soit par des lampes normales (16%) ou non remplacées (38%). Les nouveaux

comportements n'étaient donc pas forcément pérennisés, même si plus de 80% des participants étaient satisfaits par les LFC (intentions de réachat de 75%).

Certains problèmes sont évoqués par les consommateurs, notamment le fait que les économies d'électricité engendrées ne sont pas assez apparentes. A la Réunion en revanche, après Lampéco [1989] et Ecowatt [1993], le principal problème n'était pas lié à la perception des économies engendrées mais à la qualité des produits diffusés : la luminosité était jugée trop faible et l'encombrement trop important. Pour palier à ces inconvénients, la campagne Décowatt [1996], qui vise la diffusion de 50 000 LFC par an, s'est appuyée sur l'introduction de produits de meilleure qualité ⁷ pour toute la gamme de puissance et pour les trois grandes marques commercialisées, ainsi que sur la diffusion de conseils d'installation.

4. Evaluation des impacts

L'évaluation des impacts sur la courbe de charge reste difficile parce que les courbes de charge DOM ne sont pas parfaitement connues. De plus, les programmes LFC ne sont pas les seules actions engagées sur la période. Ensuite, la demande d'électricité étant en croissance rapide et donc non "stabilisée", les comportements des consommateurs peuvent fluctuer indépendamment des actions de MDE. Enfin, l'impact en terme de pollution électronique (phénomène d'harmoniques) n'a pas été pris en compte lors des programmes.

Différentes méthodes ont été utilisées pour

évaluer les résultats malgré ces difficultés :

- le calcul de la réduction de la pointe après détermination du taux de placement et du taux de foisonnement ;
- la comparaison entre les évolutions tendanciennes antérieures de la pointe et la pointe mesurée après le programme : en Guadeloupe, 125.4 MW pour la pointe du soir en 1992 au lieu des 133 MW prévus ;
- la comparaison entre les taux de croissance annuels moyens de la pointe avant et après les programmes. En Guadeloupe, ces taux ont été de 19 % entre 88 et 90, de 8.5 % en 90/91 et de 3.2 % en 91/92.

Globalement, EDF a estimé l'impact des programmes à 7 MW évités sur la pointe du soir pour la Guadeloupe et la Martinique, et à un infléchissement de la croissance de la pointe en Guyane ⁸.

5. Synthèse pour les DOM

Les programmes LFC dans les DOM ont été de véritables réussites en volume, qui devraient largement contribuer à la notoriété de la MDE "à la française", en France comme à l'étranger. Le "leasing" utilisé a été un facteur-clef de cette réussite mais il n'est plus possible pour les raisons invoquées plus haut. Les LFC ont été globalement bien installées et jugées positivement à l'usage. Elles ont induit des impacts sensibles sur les pointes de charge du soir (difficiles néanmoins à quantifier). Toutefois, le marché DOM des LFC est sensiblement retombé après les campagnes, même s'il reste à un niveau supérieur à la situation antérieure.

Les actions en France métropolitaine

En métropole, des actions de promotion de la diffusion des LFC ont également été engagées dans le cadre de l'accord Ademe - EDF (accord cadre Ademe/EDF/Ministère de l'Industrie signé en 1993) portant sur la mise en oeuvre commune d'opérations de MDE. Mais, à la différence des programmes européens ou DOM qui ont concerné des volumes importants, les actions réalisées en France métropolitaine sont essentiellement locales ou régionales et de nature exploratoire. Afin d'en faciliter la réalisation, des actions d'encadrement ont été menées au niveau national.

1. Les actions expérimentales de diffusion locale

1.1 Campagne "EDF Habitat pour la maîtrise de l'énergie avec l'ADEME et la Région Nord-Pas-de-Calais"

Ce programme a été lancé le 15 octobre 1993 en région Nord-Pas de Calais, pour une durée de trois mois. L'objectif de diffusion était de 15 000 LFC, de façon à constituer un échantillon de réponses représentatif permettant d'évaluer par enquêtes⁹ :

- les comportements d'achat, la perception du produit par le consommateur et son opinion quant à l'engagement des deux organismes publics (EDF et ADEME),
- l'impact de la double signature EDF / ADEME sur les ventes, pour les fabricants (Philips et OSRAM).

Les fabricants restaient libres de mener les campagnes publicitaires de leur choix, avec l'obligation toutefois d'informer les opéra-

teurs publics. Ainsi, OSRAM préparait en cet été 93 une campagne institutionnelle pour la fin d'année (presse hebdomadaire) et proposait une garantie de deux ans sur ses produits (un système de garantie abandonné en 1994). De même, Philips lançait une campagne publicitaire TV en octobre/novembre. Toutefois, les prix publics du moment étaient de 139 F pour Phillips (promotion à 89 F) et de 129 F pour OSRAM (promotion à 99 F). Or des prix de promotion différents ou trop attractifs auraient pu dénaturer les résultats de l'opération. Les deux fabricants ont donc dû s'accorder sur une politique de prix commune durant la campagne. De son côté, EDF a lancé une campagne de presse dès septembre via les associations de consommateurs et les médias pour montrer son engagement dans la maîtrise de l'énergie et l'aide qu'elle apportait aux consommateurs sur ce thème.

Utilisant les supports de promotion habituels (tête de gondole, stop-rayon, sticker, lettre T...), l'opération a concrètement été menée dans 45 points de vente dont les grandes surfaces alimentaires (GSA), ce qui était nouveau pour la diffusion des LFC. La logique commerciale des chefs de rayon a parfois différé l'action de MDE au profit d'autres opérations commerciales. Néanmoins, en trois mois, 19 000 LFC ont été achetées, dont 13 500 en grandes surfaces de bricolage (GSB), dépassant ainsi largement à la fois l'objectif de la campagne (15 000 unités) et les ventes 1992 sur la même période (8 400).

La première enquête sur les lieux de vente et ultérieurement par courrier n'a pas atteint la totalité de l'échantillon fixé. Néanmoins, il apparaît que les réponses ont été globalement

favorables à l'action engagée. La grande majorité des participants avait déjà entendu parler de la LFC avant l'opération (84%), la moitié en avait déjà acheté (48%).

La seconde enquête, par téléphone a été menée fin mai 1994 afin d'évaluer la satisfaction des utilisateurs et les conditions d'utilisation. La LFC était connue avant l'action par 54 % des participants ; 24% des participants ont acheté deux LFC et 41% au moins trois. Ces lampes ont été substituées à des ampoules classiques et installées dans le salon/salle-à-manger (43%), la cuisine (22%) ou la chambre (10%). Une légère tendance à la surpuissance installée est à noter ¹⁰, ainsi que parfois une sur-utilisation des LFC par rapport aux ampoules incandescentes (29%). La plupart des participants se sont déclaré très ou plutôt satisfaits (86%), négligeant des problèmes mineurs tels que le retard à l'allumage (70%), mais ont critiqué fortement l'esthétique des lampes (44% de non satisfaits). Finalement, une proportion très importante de participants se déclarait prête à racheter des LFC (89%) malgré des inconvénients jugés peu importants, à l'exception du prix (33%). A noter toutefois qu'à la question "quelles améliorations à apporter ?", l'esthétique passait très largement devant le prix.

Le budget de l'opération a atteint 270 kF, soit 14.2 F par LFC (55 % EDF ; 18% Philips ; 27% Osram). Les principaux postes ont été le matériel de promotion (82 kF), les enquêtes (91 kF et 40 kF) et l'animation sur les lieux de vente (24 kF).

Cette première opération a été largement citée comme référence pour les opérations ultérieures. Notons toutefois un débat soutenu sur l'opportunité de l'évaluation économique de l'action, souhaitée par EDF, nuancée par l'ADEME pour qui ce programme était avant tout une référence et un apprentissage.

1.2 Campagne "Ensemble, économisons l'électricité en Savoie"

L'opération savoyarde visait à sensibiliser la population et à diffuser 100 000 LFC, soit une LFC par ménage savoyard. Les fabricants étaient chargés de mettre en oeuvre l'opération dans la distribution (GSA, GSB, grands magasins). Les signataires institutionnels de la convention (EDF-GDF Savoie, ADEME Lyon, Conseil Général, Région Rhône-Alpes) ont apporté leur image et financé la campagne de communication.

Dès avril 1994, un mailing de sensibilisation a été lancé avec l'insertion d'un document d'information dans les factures d'électricité. En septembre, la Foire de Savoie a lancé officiellement l'opération (présence de Mr Barnier, Ministre de l'Environnement et Président du Conseil Régional). La campagne publicitaire institutionnelle (dix jours en septembre/octobre et sept jours en octobre/novembre) a consisté en affichage, spots radio et inserts dans la presse locale. Elle a été relayée par des événements régionaux, la publication d'un numéro spécial du journal régional pour enfants *Le Moutard* consacré aux "lampes à économie d'énergie" et l'organisation d'animations sur les points de vente par une association locale (ASDER). Au total, 20 000 LFC ont été vendues entre septembre 1994 et mai 1995, ce qui reste loin des objectifs initiaux, même si les ventes ont doublé par rapport à l'année précédente. D'autant plus que l'arrivée des marques distributeurs a coïncidé avec le programme. L'impact direct du programme est estimé à 10 500 LFC mais aucune évaluation officielle des résultats n'a encore été établie à ce jour du fait d'un désaccord portant sur la méthodologie d'évaluation. L'ADEME Rhône-Alpes a cependant souhaité poursuivre l'opération en

effectuant des achats groupés par le relai des comités d'entreprise.

Concernant les comportements, une première évaluation (test IPSOS) a été effectuée trois jours après la seconde campagne d'affichage, afin de mesurer l'impact des messages et le rôle ressenti des partenaires. La campagne a été globalement vue, lue ou entendue par 77% des interviewés, comprise et appréciée (58%), bien que les non-participants l'aient jugée parfois peu originale ou pas accrocheuse. 95% des sondés ont relevé la bonne initiative des partenaires institutionnels, même si l'attribution revient spontanément à EDF/GDF. Il existe toutefois une certaine confusion avec une campagne publicitaire menée par Philips à la même période. Il est apparu aussi que l'appellation "lampe à économie d'énergie" était mieux ressentie que celle parlant de "basse consommation" (qui laisse une idée de confort réduit).

Une seconde évaluation portant sur 143 acheteurs a donné les résultats suivants : les trois quarts des achats ont eu lieu durant la période promotionnelle, même si les prix d'achat sont le plus souvent annoncés comme supérieurs à 100 F. En moyenne, un participant a acquis 3.9 LFC (21% une, 27% quatre ou plus). Les LFC, principalement des 15, 20 et 23 W, ont été installées dans les salons (28%), la cuisine (23%) et la chambre (17%). La quasi-totalité des participants (91%) sont satisfaits/très satisfaits, notamment pour la qualité de l'éclairage et la durée de vie. L'adaptabilité et le prix restent les points faibles.

Le budget initial s'élevait à 1 MF TTC répartis entre EDF (500kF), ADEME (200kF), les autorités locales (200kF) et les fabricants (100kF). 867 kF ont été finalement dépensés. Cette opération est revenue, pour les 10 500 LFC accordées au programme, à 82,5 F de communication par LFC.

1.3 Campagne "100% de lumière, 80% d'économies" en Corse

L'action était en cours de préparation dès mai 1994, en vue de diffuser 50 000 LFC de 15 et 20 W sur 18 mois (contre 5000 ventes en temps normal). Une étude de marché avait permis de fixer l'objectif à 50 000 LFC pour 180 000 abonnés BT locaux, à la condition que le prix des LFC soit inférieur à 80 francs. EDF Corse, l'ADEME Corse et l'Agence de Développement Economique de Corse (collectivité territoriale) étaient chargés de la campagne de communication institutionnelle grand public (2 MF). Les fabricants (Philips, OSRAM, GE, Sylvania-Claude) ont été contactés dès mai 1994 et devaient s'accorder sur un prix attractif commun autour de 70-80 F TTC, mais finalement seul General Electric a accepté de s'associer à l'opération au prix imposé.

La première campagne publicitaire "100% de lumière, 80% d'économies" a été lancée entre le 16 janvier 1995 et le 31 mars : 11 500 plaquettes envoyées par mailing ; 105 spots en radios locales ; affichages 4x3 informant sur le produit, sur le prix de 80 F et mentionnant les marques et les distributeurs engagés dans l'opération ; inserts dans la presse locale pendant trois semaines. Elle devait être suivie d'une évaluation et d'une seconde campagne publicitaire tenant compte des résultats de la première. En parallèle, un jeu-concours dans les classes de 6^{ème} a été lancé (l'Inspecteur Kilowatt et les années-lumière) ainsi qu'un jeu radiophonique. En avril, après trois mois, 20 000 LFC (hors Philips) avaient été vendues, principalement des 20 W (46%), des 15 W (35%) et des 23 W (12%), dont 8200 par les distributeurs partenaires. Du fait de problèmes d'approvisionnement en produits GE, les distributeurs partenaires ont vendu presque autant de lampes

OSRAM (34% des ventes) que de lampes GE (38% des ventes). Le budget s'est élevé à 1.380 kF, dont 1.200 kF pour la seule campagne publicitaire, 55 kF d'étude préalable (EDF) et 45 kF d'étude intermédiaire.

Une seconde campagne ciblée sur les commerces et bars/restaurants (petit tertiaire) ayant pour thème "une LFC gratuite pour trois achetées" était prévue pour novembre et décembre 1995, avec un budget publicitaire de 600 kF et de 50 kF d'études, pour une diffusion potentielle de 20 000 LFC.

1.4 Opérations MDE-FACE pour les LFC en zones rurales

Enfin, on peut mentionner pour mémoire deux projets de diffusion de LFC en zone rurale : dans l'Aube, pour la diffusion de 20 000 LFC par le SDEA (1.4 MF) et dans le Calvados pour 5000 LFC par le SDEC (0.5 MF). La logique en est différente, puisque la distribution porte sur certains départs et non sur l'ensemble d'une zone communale, seul moyen de rendre apparents les impacts sur la courbe de charge. De plus, des critères comme le taux de croissance de la demande deviennent ici prépondérants.

2. Les actions nationales d'encadrement

Par ailleurs plusieurs actions ont été menées au plan national dans la perspective d'éventuelles actions de diffusion sur une large échelle, notamment :

► **Le Groupe de Travail Eclairage (GTE)** : créé en avril 1994 afin d'impulser et de faciliter le lancement de programmes locaux, il est composé de représentants permanents d'EDF et de l'ADEME, secondés par des représentants régionaux impliqués. La définition du

guide d'évaluation des programmes LFC (décembre 1994) ou la rédaction commune EDF/ADEME d'un document d'information sur les LFC sont deux réalisations effectives du GTE, ainsi que la préparation de la table ronde "Eclairage" de la conférence MDE du 18 janvier 1995.

► **Programme de tests des LFC au LCIE** : ces tests ont concerné les principales LFC disponibles sur le marché sur une durée de 8000 heures de fonctionnement¹¹ à partir d'un cahier des charges établi par EDF et l'Ademe. Ils ont été confiés au Laboratoire Central des Industries Electriques (LCIE), pour l'aptitude à la fonction (sécurité, performances, durée de vie, consommation), et à la Direction des Etudes et Recherches (EDF - DER) pour la compatibilité électro-magnétique et l'incidence électronique sur les réseaux de distribution.

Les résultats des tests LCIE ont globalement montré une bonne qualité des LFC testées selon les critères retenus. Il apparaît que les risques de pollution électronique pour le réseau de distribution sont faibles dans le résidentiel (car LFC diffuses et encore peu utilisées¹²), mais importants dans le tertiaire du fait d'une plus grande diffusion. On notera cependant que l'interprétation de certaines définitions du niveau de confort (schéma de Kruitkof) et la problématique des interactions éclairage/chauffage laissent envisager des problèmes de validation de l'impact des programmes. Cette question des interactions éclairage/chauffage, complexe et jamais résolue (voir travaux du CSTB par exemple), retarde aujourd'hui la validation économique des opérations Savoie et Corse, voire les actions ultérieures.

► **L'action d'EDF auprès des fabricants** : afin d'anticiper une diffusion soutenue des LFC, un comité technique EDF/fabricants de

lampes/syndicat de l'éclairage travaille, de son côté, sur la qualité des futures LFC, notamment pour fixer des limites aux courants harmoniques générés. Ce comité est un moyen de faire converger les souhaits d'EDF (volonté de communiquer sur la LFC résidentielle, de voir s'améliorer certaines caractéristiques techniques des LFC...) et de ceux des fabricants (soucieux de profiter d'une éventuelle référence EDF sur leurs futurs produits).

► **Le concours luminaire** : annoncé au colloque MDE de Paris en janvier 1995, ce concours a été organisé par l'ADEME, EDF, le Syndicat de l'Eclairage et le Groupement des Industries du Luminaire (GIL). Quinze projets ont été reçus, à rapprocher du nombre d'industriels français du luminaire (100). La diversité des formes des projets lauréats¹³ a confirmé les possibilités nouvelles de design offertes par les LFC, du fait de leur faible température et de leur forme.

► **Accord-cadre Ademe / EDF** : signé en septembre 1996, le nouvel accord-cadre sur la MDE définit les objectifs de cette seconde tranche d'opérations concernant les LFC. Il s'agit désormais d'atteindre 4% du marché en 1998 (8 millions de LFC) contre deux millions en 1994, et un ratio moyen d'une LFC par ménage en 2000 (0.5 LFC en 1994). Trois à quatre millions de francs pourront être consacrés à cette action sur deux ans, une des objectifs visés étant d'atteindre un prix public maximum de 80 F par ampoule. Tous les acteurs du marché sont potentiellement concernés : les fabricants pour améliorer les caractéristiques des LFC ; les distributeurs pour garantir la vente de produits de qualité à un prix attractif ; les créateurs pour multiplier les luminaires adaptés et aider à leur distribution ; les consommateurs pour promouvoir le produit.

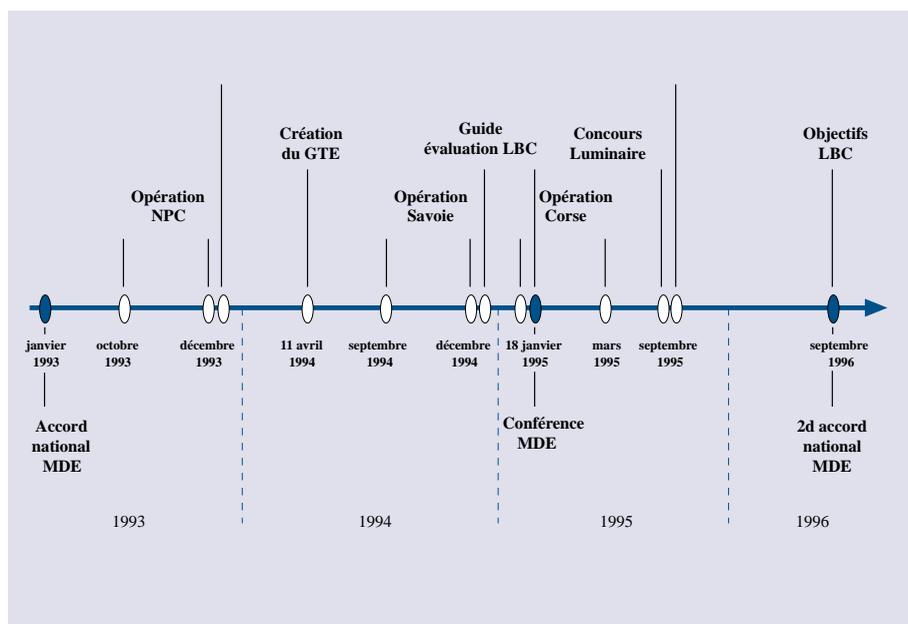
3. Synthèse **des programmes réalisés en métropole**

Les programmes de diffusion en France métropolitaine ont globalement repris les démarches suivies par les programmes DOM : évaluation du marché, campagnes de communication par les institutionnels, négociation de prix de promotion avec les fabricants, évaluation des impacts. Selon les situations, les budgets de promotion ont été apportés par différents partenaires : EDF et fabricants en NPC ; EDF ADEME et fabricants en Savoie ; EDF, ADEME, collectivités territoriales et fabricants en Corse.

Les actions réalisées en métropole se distinguent des actions réalisées dans les DOM par leur logique d'expérimentation. Il s'agissait avant tout, dans les actions de métropole, de mieux appréhender les comportements des consommateurs et de tester des actions de promotion coordonnées impliquant fabricants et distributeurs, à petite échelle. Face à la réussite des larges programmes de diffusion dans les DOM, les faibles résultats continentaux ne doivent donc pas être interprétés comme autant d'échecs apparents, mais comme une première étape qualitative.

L'autre différence importante entre DOM et métropole tient à la forme des incitations allouées : dans les deux cas des prix promotionnels présentant des écarts du même ordre avec les prix publics ont été négociés. Toutefois, aucun système de leasing n'a été expérimenté en métropole alors que ce mode de paiement semble avoir eu une influence importante sur les motivations des acheteurs dans les DOM.

En ce qui concerne les utilisateurs, les enquêtes montrent que 90% des acheteurs sont satisfaits, les principales contraintes évoquées restant la compatibilité avec les



▲ Schéma chronologique des opérations LFC visant le secteur résidentiel

luminaires et les prix de vente. L'autre difficulté que suggèrent les enquêtes réalisées auprès des utilisateurs concerne la transformation des comportements d'achat ; en dépit de l'intérêt manifesté par les acheteurs qui acquièrent souvent plusieurs lampes et des indices de satisfaction, rien ne garantit la pérennité des comportements donc des impacts énergétiques à l'issue des programmes d'incitation.

Notes

- 1 Près de 200 programmes d'éclairage efficient étaient en cours en 1993 aux USA dans le secteur résidentiel, à l'initiative de 133 compagnies d'électricité (Lamare L., 1993) et autant dans le secteur commercial et tertiaire (Nadel S.M. et alii, 1993). En Europe, E. Mills a dénombré près de 50 programmes de promotion de l'éclairage efficient entre 1987 et 1992 dans 11 pays européens (Mills E., 1993).
- 2 Producteur et distributeur municipal ; 400 000 clients résidentiels ; 6 TWh en 1992.
- 3 1 SEK = 0.8 F.
- 4 Entreprise municipale ; distributeur ; 350 000 clients résidentiels.
- 5 SEAS : producteur et distributeur, 120 000 clients résidentiels ; producteur et distributeur ; NESA : 400 000 clients résidentiels.
- 6 Nombre de foyers participants / nombre total de foyers.
- 7 Sur la publicité papier, on trouve : "nouvelle génération", "maintenant, tout lui va", "une nouvelle silhouette", "elle reste jeune beaucoup plus longtemps", ainsi que des conseils sur le placement des lampes.
- 8 La pointe du matin, plus dépendante des activités économiques, a été moins réduite.
- 9 Enquête directe sur les lieux de ventes (1000 réponses) puis relance quatre mois après (500).
- 10 LFC achetées : 7% de moins de 15 W ; 52% de 15 à 18 W ; 41% au-dessus de 18 W. Pour le remplacement, 35% des LFC ont remplacé une 100 W, 25% une 75 W et 28% une 60 W. On profite de la substitution pour accroître la puissance lumineuse. De plus, 27% des utilisateurs estiment que l'éclairage est moins fort avec une LFC, d'où une surpuissance mais 73% pensent le contraire.
- 11 Philips-Mazda (FEE et Euréka), Osram (DULUX), GE (BIAX), Sylvania-Claude (MINIX), Ecolux (DEF 20), Please (ballast séparé) et Ecolife (LUMIN). Des essais sur de nouvelles LFC sont venus compléter les LFC initialement retenues (Ultralite, Ecolife, Slim Line Philips)
- 12 La conclusion de l'étude par EDF-DER montre que le seuil critique en résidentiel est de six LFC par foyer alors que nous en sommes actuellement à 0.15 LFC par foyer et que les fabricants visent une diffusion portant à 0.6 le ratio en 1998.
- 13 Premier prix décerné à Gourdon et Brux pour leur lampe à poser FOLIO.

Bilan

Bilan de l'expérience française et internationale de promotion de la diffusion des LFC

Impacts des programmes

Taux de participation

Le taux de participation est une des variables clé permettant d'évaluer l'efficacité des mesures d'incitation employées et la réussite d'un programme de promotion. Il mesure le nombre de ménages (dans le secteur résidentiel) ayant bénéficié des incitations offertes par rapport au nombre de ménages potentiellement concernés par le programme. Les tableaux 1 et 2 présentent, à titre d'exemple, les résultats observés sur des programmes mis en oeuvre dans le secteur résidentiel, aux Etats Unis et en Europe.

On notera que, en ce qui concerne les Etats Unis, les programmes présentés sont assez particuliers puisqu'il s'agit de programmes avec des taux de participation très élevés (Pye M.E. et al. 1994). En conséquence,

ils ne sont pas forcément représentatifs des résultats enregistrés par l'ensemble des programmes américains. Pour l'Europe, il s'agit des principaux programmes mis en oeuvre entre 1987 et 1992 (Mills E., 1993).

Tableau 1 : Programmes de diffusion de LFC dans le secteur résidentiel en Europe / Taux de participation

Source : Mills E., 1993

	Entreprises	Nature du programme ¹	Ménages éligibles	Lampes diffusées	Taux de participation
Allemagne	E.V. Schwaben	Réductions	800000	61000	8%
Danemark	NESA A/S - 1990	Leasing	408000	259000	5%
	ELSAM - 1990	Réductions	65000	9400	11%
	SEAS A/S - 1989	Distribution	120000	216000	90%
Finlande	KOGE - 1989	Distribution	6000	12000	100%
	1990	Distribution	17000	17000	100%
France ²	Guadeloupe - 1992	Leasing	120000	300000	39%
Irlande	ESB - 1990	Leasing	25000	5000	5%
Pays Bas	1988 - 89	Leasing	3150000	1173000	15%
Suède	Stockholm E. 88-89	Réductions	390000	133000	5%
	Malmo Energi - 1989	Réductions	136000	24000	8%
	Stockholm E. - 1987	Distribution	2100	6400	50%
	Helsingborgs E. 1988	Distribution	53000	35000	66%
Moyenne					15%

A partir de ces résultats, il est possible de faire plusieurs observations :

- les taux de participation varient considérablement d'un programme à un autre ; on relève ainsi, en Europe, des taux de participation dans le résidentiel allant de moins de 1% jusqu'à 100%, avec une moyenne de 15%.
- les taux de participation les plus élevés sont observés sur des programmes de distribution (Traer, Iowa - KOGE, DK) et/ou d'installation gratuite (NEES), ce qui n'est pas surprenant, cette procédure minimisant les coûts à charge des utilisateurs. On notera toutefois que même ces programmes ne permettent pas d'atteindre systématiquement des taux de participation de 100%.
- les taux de participation les plus élevés sont généralement obtenus pour des programmes de taille réduite (quelques milliers de ménages potentiellement concernés). Plus le nombre de ménages éligibles augmente, moins les taux de participation sont importants.

Tableau 2 : Programmes de diffusion de LFC dans le secteur résidentiel aux Etats Unis / Taux de participation

Source : M.E. Pye, 1994



Entreprises	Nature du programme	Ménages	Taux de participation %
Traer Municp. Utility	Distribution	900	60
NEES	Installation	74 000	50
Burlington ED	Leasing	14 000	42
Los Angeles DWP	Installation	1169 000	35
Wisconsin Public Serv	Réductions	301 000	28
United Illuminating	Installation	100 000	27
Boston Edison	Réductions	550 000	23
Madison G&E	Réductions	100 000	12
CMP	Réductions	450 000	10
SCE	Subv. fabric	3600 000	5

- enfin, pour les programmes les plus courants et de grande ampleur, de type incitations financières intégrant ou non un mécanisme de paiement différé, les taux de participation restent assez faible, typiquement entre 5 et 10%.

En ce qui concerne le secteur commercial, les taux de participation constatés aux Etats- Unis sont généralement inférieurs à ceux des programmes dans le résidentiel, allant de 0,6% à 16%, pour une moyenne de 4%. (E. Vine, 1994).

Nombre de lampes diffusées

Le nombre de lampes diffusées par ménage participant peut varier considérablement d'un programme à un autre. Il est en moyenne de 2,5 lampes/ménage pour les programmes européens à destination du secteur résidentiel. Mais il dépasse 5 lampes dans certains programmes : 6 lampes par ménage pour le premier programme suédois portant sur 2000 ménages et 8 pour le programme Guadeloupe portant sur 300 000 ménages.

Globalement, le nombre de lampes diffusées par les premiers programmes européens (période 1989-91 ; Tableau 1) varie de quelques milliers d'unités à plusieurs centaines de milliers. Les plus significatifs en volume sont les programmes Stockholm Energi (réduction - Suède), NESA (réduction et paiement différé), SEAS (distribution gratuite - Danemark), EBA (rabais et paiement différé - Pays Bas), avec chacun plus de 200 000 unités distribuées, soit une économie d'énergie estimée de l'ordre de 13 000 MWh³. Les programmes de distribution ou d'installation gratuite ont un impact moindre en termes de lampes diffusées parce qu'ils concernent un nombre réduit de ménages et/ou compor-

tent des limites au nombre de lampes accessibles pour chaque ménage participant. Pour les programmes plus récents (Tableau 3), à l'exception de certaines actions d'importance régionale (Brême 1993) ou à vocation exploratoire (Italie, 1990), les réalisations concernent des volumes de lampes systématiquement supérieurs à 100 000 unités, et très souvent proches de, ou supérieurs à 200 000 unités. Les incitations financières sous forme de subventions ou de prix promotionnels négociés avec les industriels, sont les principaux mécanismes de promotion utilisés en association avec d'importantes campagnes de communication (cf. infra).

Economies d'électricité et impact sur les courbes de charge

L'impact réel des actions de diffusion de technologies d'éclairage efficaces sur les courbes de charge est difficile à apprécier car la réduction de la consommation d'électricité obtenue reste relativement faible en proportion de la demande totale et il est délicat d'attribuer toutes les variations de consommation observées au seul effet des LFC.

Des résultats partiels sur un programme danois (B. Nielsen, 1993) ont montré que :

- 90 % des lampes distribuées ont effectivement été installées,
- les LFC sont

installées, conformément aux suggestions de la compagnie, en substitution de lampes à forte utilisation et en concordance avec la pointe journalière,

- pendant la période de pointe du soir en hiver, 80% des LFC sont utilisées.

Les évaluations réalisées dans les DOM ou en métropole confirment ces résultats : les LFC achetées sont installées sur les points lumineux les plus sollicités qui sont aussi ceux qui contribuent le plus à la demande de pointe. Dans les DOM où les opérations de promotion des LFC ont été significatives au regard du nombre total de ménages, l'impact sur la pointe est confirmé : la réduction de la pointe du soir pour la Guadeloupe et la Martinique est estimée à 7 MW, soit 6 - 7% de la pointe journalière pour la Guadeloupe.

Sous réserve d'investigations plus systématiques, on peut conclure que les programmes de diffusion des LFC ont un impact à la fois sur la consommation d'énergie (les lampes

Tableau 3 : programmes récents de diffusion de LFC dans le résidentiel en Europe

Source : DEFU [1996] et L. Cauret [1996]

	Année / Cie	Durée	Ménages éligibles	LBC vendues
Allemagne	1993 (Brême)	330 j	270 000	31 200
Danemark	1992 ELSAM	30 j	1 200 000	408 000
	1994 national	60 j	2 338 000	568 000
France	1992 Guadeloupe	60 j	100 000	350 000
	1993 Martinique		120 000	350 000
Irlande	1994 national	6 j	1 140 000	1 000 000
	1995 national	6 j	100 000	150 000
Italie	1990	90 j	500 000	15 000
	1995 national	60 j	12 000 000	750 000
Pays Bas	1991 (PEN)	47 j	489 000	164 000
	1994 (PEN)	120 j	238 500	198 000
Suède	1991/1993 (Uppsala)		60 000	70 000

substituées sont celles qui sont habituellement les plus utilisées) et sur la pointe journalière (les LFC installées sont aussi les plus sollicitées pendant la pointe). Les évaluations économiques de ces programmes indiquent par ailleurs que, en règle générale, les économies d'électricité obtenues présentent un

rapport coût / avantage favorable ; en d'autres termes, le coût des actions de promotion des LFC est inférieur au coût qu'aurait entraîné la production d'électricité permettant de satisfaire le même besoin d'éclairage (Encadré 1).

Efficacité des instruments d'incitation utilisés

Différents instruments d'incitation ont été utilisés par différents acteurs, dont les entreprises électriques dans le cadre de leurs programmes de MDE, pour favoriser la diffusion des technologies d'éclairage efficaces et singulièrement des LFC. Mais les deux catégories d'instruments les plus utilisées ont été l'information des consommateurs et les incitations financières, dont la contribution à l'introduction sur le marché et à la diffusion des premières LFC est considérée comme essentielle⁴.

Les actions d'information

L'intérêt principal des actions d'information est d'accroître la notoriété d'un nouveau produit disponible sur le marché dont la distribution et la diffusion sont encore marginales et dont les qualités spécifiques ne sont pas immédiatement reconnues par les consommateurs (cf. chapitre 3). Une action concertée, fabricants, distributeurs, partenaires institutionnels, permet alors d'en accroître la disponibilité et d'attirer l'attention des consommateurs sur le produit tout en les mettant en confiance.

L'implication des partenaires "institutionnels"

dans ces campagnes leur confère un crédit supplémentaire auprès des consommateurs en apportant une certaine crédibilité aux informations mises en avant par les fabricants. De même, l'envoi de brochures d'information directement aux consommateurs, notamment lorsque le mailing est réalisé par une compagnie d'électricité en accompagnement de la facture d'électricité, influe plus nettement sur les décisions d'achat que les campagnes classiques d'affichage ou relayées par les médias. Toutefois, les programmes comportant uniquement de l'information, sans aucune incitation financière associée, sont restés relativement peu nombreux. Et, en ce qui concerne le secteur résidentiel, ils ont eu de manière générale un succès limité que l'on peut attribuer à une stratégie de communication inadaptée⁵ et surtout, à la persistance de la contrainte de prix particulièrement forte dans la période d'introduction des LFC sur le marché.

L'étiquetage des performances énergétiques des sources lumineuses constitue un autre instrument destiné à informer le consommateur sur les différences existant entre les produits d'éclairage. Le manque de références internationales dans ce domaine ne permet pas encore d'estimer l'efficacité. Il devrait être mis en oeuvre en 1997 pour les pays européens (Encadré 2).

Encadré 1 : Analyse économique des programmes de diffusion des LFC

Les programmes de diffusion des LFC, qu'ils soient initiés par des compagnies d'électricité ou par les pouvoirs publics, sont soumis à des évaluations économiques. Celles-ci permettent de vérifier si les bénéfices retirés collectivement des actions engagées équilibrent les coûts qu'elles ont entraînés. Pour effectuer des comparaisons entre différents programmes, il est classique de procéder au calcul du coût actualisé de l'énergie économisée (C), qui pourra éventuellement être comparé au coût de l'énergie qu'il aurait été nécessaire de produire pour satisfaire le même service. Les principales évaluations disponibles ont été regroupées dans le Tableau 4.

Le coût de l'énergie économisée pour les premiers programmes européens dans le résidentiel est de 0,021 \$/kWh en moyenne (E. Mills, 1993). Un échantillon de programmes américains présentant des taux de participation élevés (donc favorables) conduit à une moyenne de 0,033 \$/kWh pour le secteur résidentiel (M.E.Pye, 1994). Enfin, une autre évaluation plus systématique des programmes réalisés dans le tertiaire aux Etats-Unis, conduit à un coût moyen de l'énergie économisée de 0,04 \$/kWh (J. Eto et alii, 1994). D'une manière générale, ces coûts se comparent favorablement aux coûts de production évités ; pour les programmes américains concernant le tertiaire, par exemple, le ratio moyen du coût de production

évité sur le coût de l'énergie économisée est de 1,9 (J. Eto et alii, 1994). On conservera toutefois une certaine prudence vis-à-vis de ces résultats et on évitera de comparer les résultats produits par des sources différentes, les méthodologies d'évaluation suivies pouvant ne pas être strictement comparables. Ceci pourrait expliquer le décalage constaté de manière paradoxale entre des programmes européens standards (C = 0,021 \$/kWh) et des programmes américains à très forts taux de participation (C = 0,033 \$/kWh). Les performances économiques des programmes peuvent, en effet, différer selon qu'il s'agit d'évaluations ex-ante basées sur des hypothèses technico-économiques (nombre de lampes substituées, puissance évitée, durées d'utilisation, etc.) ou d'évaluations ex-post bénéficiant de mesures réalisées à l'issue des programmes. De même, les coûts des programmes peuvent varier sensiblement selon que l'on intègre ou non, à côté des coûts directs (acquisition et installation des équipements, campagnes de communication et de marketing, etc.), les coûts indirects (coûts administratifs) tels que les frais généraux, le coût des procédures d'évaluation, ou d'encadrement pour la préparation et le suivi des programmes. Enfin, on peut ou non, tenir compte des modifications de comportement des utilisateurs (durées d'utilisation), des lampes achetées mais non utilisées, ou des

opportunistes qui profitent des subventions alors qu'ils auraient acheté les lampes sans incitations. Si les évaluations tenant compte de ces différents facteurs ne remettent pas en cause la validité économique des programmes, de façon globale, elles montrent que ceux-ci ne sont pas systématiquement rentables quelles que soient les modalités d'incitation utilisées, les taux de diffusion atteints ou les coûts administratifs des programmes.

Tableau 4 : Coût de l'énergie économisée dans les programmes de diffusion de LFC⁶
Sources : Mills, 1993, Eto 1994, Pye M.E., 1994

Programmes	Secteur	Energie économisée ⁷ (MWh/an)	Coûts indirects /coûts directs CEE ⁸ (\$90/kWh)
NEES (USA)	Com./Ind.	104 000	0,35 0,037
Con Edison	Com./Ind.	92 000	0,21 0,068
NMPC (USA)	Com./Ind.	134 000	0,05 0,060
NU-ESLR (USA)	Com./Ind.	150 000	0,14 0,025
PG&E (USA)	Com./Ind.	130 000	0,04 0,050
SCE (USA)	Com./Ind.	97 000	0,09 0,012
<i>Moyenne</i>	<i>Com./Ind.</i>		<i>0,15 0,044</i>
Boston Ed. (USA)	Résid.	21 000	0,35 0,062
CMP (USA)	Résid.	11 000	0,18 0,026
Mad. G&E (USA)	Résid.	6 000	0,22 0,013
NEES (USA)	Résid.	14 000	- 0,075
SCE (USA)	Résid.	47 000	0,08 0,014
UI (USA)	Résid.	15 000	0,09 0,032
WPS (USA)	Résid.	34 000	0,50 0,029
<i>Moyenne</i>	<i>Résid.</i>		<i>0,26 0,033</i>
Stockholm 2 (S)	Résid.	5 000	0,53 0,046
Malmo Ener (S)	Résid.	2 000	1,56 0,023
KBV (DK)	Résid.	7 000	0,17 0,027
EBA (NL)	Résid.	14 000	- 0,009
EVS (D)	Résid.	4 000	0,31 0,017
KELAG (A)	Résid.	10 000	0,07 0,030
EDF (F)	Résid.	19 000	0,17 0,027
<i>Moyenne</i>	<i>Résid.</i>		<i>0,17 0,021</i>

Encadré 2 : L'étiquetage des performances énergétiques des sources lumineuses

Les seules informations dont dispose le consommateur pour choisir une source lumineuse sont relatives au prix et à la puissance électrique consommée. Il n'est donc pas en mesure de différencier les équipements proposés à la vente sur la base du critère d'efficacité énergétique et, le souhaiterait-il, de choisir la source la moins consommatrice pour un usage donné.

L'étiquetage énergétique obligatoire est précisément destiné à combler ce déficit d'information en fournissant une information standardisée et fiable au consommateur qui lui permettra de connaître la consommation énergétique de chaque lampe et/ou d'estimer leur efficacité relative.

► Expérience

L'affichage des performances des sources lumineuses est obligatoire aux Etats Unis depuis mai 1995. L'étiquette comprend des informations sur la puissance lumineuse (lumens), la puissance électrique (Watts) et la durée de vie (heures) de chaque source. Un projet d'étiquetage identique est à l'étude pour l'Union Européenne qui comporterait en plus de ces informations, une indication de l'efficacité relative de chaque source sur une échelle graduée A à G (application probable en France début 1998).

Le programme américain nécessite a priori une démarche assez complexe de la part du

consommateur qui pourrait en limiter l'impact (détermination de la lampe en fonction du nombre de lumens souhaités, puis choix de la lampe avec la puissance électrique la plus faible) mais le recul est encore insuffisant pour l'affirmer. En revanche, le projet européen semble prometteur car il reprend les principaux éléments de l'étiquette déjà appliquée aux équipements électroménagers, dont le code de couleurs est très facile à interpréter.

Il ne faut toutefois probablement pas s'attendre à une évolution radicale des comportements. L'étiquetage des appareils électroménagers n'a pas produit des résultats totalement convaincants, notamment aux Etats Unis. Dans le cas de l'éclairage, une difficulté supplémentaire vient encore limiter l'efficacité de l'étiquetage : l'impossibilité d'indiquer une durée d'utilisation moyenne, donc la consommation annuelle de l'équipement, en kWh ou en francs. Dans ces conditions, il est difficile pour le consommateur d'apprécier l'intérêt d'un achat nécessitant un surcoût important. De ce fait, c'est plutôt la fonction "label" de l'étiquette européenne qui pourrait avoir une influence sur les consommateurs.

► la fonction "label"

Le label est une forme intermédiaire d'étiquetage. Sa fonction n'est pas de permettre au consommateur d'effectuer une comparaison fine et éventuellement un choix optimal entre

différents produits mais d'attribuer à un produit une reconnaissance de qualité sur un critère particulier (protection de l'environnement, efficacité énergétique, par exemple). Le classement d'un produit d'éclairage dans la catégorie A ou B de l'étiquette européenne, par exemple, en lui conférant une distinction du point de vue du critère efficacité énergétique, agirait comme un label de qualité, sans que les consommateurs aient à tenir compte des autres informations présentes sur l'étiquette. Bien entendu, cet effet de "label" dépendra dans une large mesure de la notoriété et de la crédibilité de l'étiquette européenne elle-même, et de son succès dans le secteur de l'électroménager.

On notera que les lampes ne sont pas les seuls composants d'un système d'éclairage pouvant faire l'objet d'une labélisation. Les luminaires, qu'il est difficile de différencier du point de vue de leur efficacité lumineuse, pourraient ainsi être distingués par un label. Toutefois, cette distinction devrait être liée à l'utilisation d'un type d'ampoule clairement identifié (la forme de l'ampoule influant sur le rendement lumineux) pour un impact potentiel incertain s'agissant d'un équipement sur lequel les choix esthétiques sont prépondérants.

Les incitations financières : rabais, leasing,...

Les premières LFC ont été mises sur le marché à un prix de vente 20 ou 30 fois supérieur à celui d'une ampoule à incandescence. Cet écart de prix par rapport à la technologie standard a été clairement identifié comme une des principales contraintes à la diffusion. Ainsi, la plupart des programmes de promotion ne se sont pas contentés d'informer les consommateurs sur les caractéristiques spécifiques des LFC mais ont cherché à obtenir une diminution ponctuelle des prix afin de stimuler la demande.

Cette réduction intervient sur une période limitée dans le temps qui peut aller de quelques semaines à quelques mois. L'objectif est d'accroître la demande à court terme par effet-prix, et à plus long terme, de dynamiser le marché, l'accroissement de la demande permettant par effet d'échelle et d'apprentissage, une réduction des coûts de production, donc des prix de vente, un nouvel élargissement des marchés, etc.

La réduction proposée sur les prix de vente peut avoir plusieurs origines. Dans les programmes de rabais ou de coupons, une compagnie d'électricité (par exemple) intervient en accordant à ses abonnés une subvention sur l'achat d'une ou plusieurs lampes achetées⁹. Dans les programmes d'achats groupés, en revanche, la réduction des prix de vente publics provient de la négociation d'un tarif promotionnel avec un industriel, par un grand acheteur (qui peut être aussi une compagnie d'électricité). Le résultat pour le consommateur est identique. Mais, dans le premier cas, la totalité de l'effort financier incombe à l'institution qui est à l'origine de l'opération, alors que dans le second cas, la réduction des prix résulte d'un effort commer-

cial de l'industriel, qui peut éventuellement être associé à une réduction complémentaire des marges des distributeurs.

Les actions d'incitation financière ont connu un développement essentiel avec l'instauration du leasing qui offre aux acheteurs la possibilité d'un paiement différé des lampes. Plusieurs compagnies d'électricité ont ainsi proposé à leurs abonnés d'acquiescer des LFC en combinant une réduction sur le prix de vente et un paiement différé intégré à la facture d'électricité¹⁰. Ces programmes de leasing qui réduisent la contrainte du surcoût initial ont conduit à des taux de participation significativement plus élevés que les programmes de rabais simples, ce qu'indiquent clairement les programmes Guadeloupe et Martinique. Résultat que l'on peut attribuer à la réduction de la contrainte de surcoût initial que permet le leasing, mais aussi, à la diminution du risque perçu par le consommateur assuré de réaliser des économies sur sa facture d'électricité (cf. note 10).

Portée et limite des actions d'incitation financière

Il n'est pas contestable que les programmes d'incitation financière, sous diverses formes et en association avec des actions d'information, ont eu un impact très sensible sur la diffusion initiale des LFC. Leur influence est manifeste au plan de la notoriété et de la distribution qui constituent des contraintes fortes lors de l'introduction sur le marché d'un nouveau produit. Ils ont surtout contribué à motiver les premiers adopteurs en créant un effet promotionnel et en réduisant l'écart de prix avec les lampes à incandescence, et ainsi instauré une première dynamique de diffusion des LFC dans le secteur domestique en Europe.

La réaction des consommateurs aux incitations financières devient plus complexe lorsque le marché évolue et notamment lorsque les prix commencent à baisser. Les études menées dans divers pays européens suggèrent l'existence d'un prix-seuil en deçà duquel la proportion de consommateurs disposés à acquérir des LFC augmente très nettement. Selon les industriels, les seuils seraient très variables selon les pays considérés mais pourraient se situer par exemple à US 10 \$, £ 10, DKR 100. Alors que la contrainte de prix est très forte et souvent prépondérante au delà du seuil, elle perd de son importance relative en deçà. Et les incitations financières n'ont plus le même impact sur les comportements d'achat (W. Wilms and E. Mills, 1991). Le recul relatif de la contrainte liée au prix révèle les autres facteurs influant sur la décision d'achat tels que la notoriété du produit, la crédibilité de l'information sur les performances produite par le fabricant, les préférences individuelles en matière d'éclairage

(prévention à l'égard de l'éclairage fluorescent par exemple), les contraintes d'installation pressenties, les possibilités d'utilisation, etc. Autant que dans l'importance des moyens financiers engagés, la clé du succès des programmes de promotion réside alors dans les modalités d'incitation retenues (le leasing, par exemple) et dans la définition et la mise en oeuvre des actions de marketing et de communication.

Pour conclure sur ce point, les programmes de promotion des LFC se sont dans un premier temps essentiellement attachés à réduire la contrainte de prix en considérant les actions de communication comme un complément nécessaire mais mineur. Avec la maturation du marché et le recul relatif de la contrainte de prix, le besoin se fait sentir en faveur de stratégies de marketing plus sophistiquées, sans forcément négliger l'effet d'incitation complémentaire pouvant être apporté par des prix promotionnels.

Dynamisation du marché des LFC

Une des questions centrales que posent les programmes de promotion des LFC utilisant des incitations financières concerne leur impact à moyen et long terme. Dans quelle mesure ces programmes contribuent-ils, autrement que de façon ponctuelle, à modifier les comportements d'adoption et à instaurer une réelle dynamique de diffusion ? Les consommateurs ne reviennent-ils pas à leurs choix antérieurs lorsque les incitations disparaissent ? Ne peut-on craindre un effet dépressif sur le marché si les acheteurs habituels décident de différer leurs achats dans l'attente de nouveaux programmes d'incitation ? Nous ne disposons pas des éléments statistiques minimaux concernant le marché des LFC qui

seuls permettraient de répondre précisément à ces questions. Néanmoins, l'observation de la situation des pays du nord de l'Europe suggère que les programmes d'incitation ont eu un effet d'entraînement sur le marché des LFC. Les écarts observés avec les pays ayant adopté des politiques moins volontaristes le montrent. Une dynamique de diffusion s'est instaurée qui est en grande partie autonome par rapport aux actions d'incitation (Encadré 3).

Pour E. Mills qui a analysé les programmes européens de promotion des LFC, il est clair que ceux-ci ont largement contribué à accélérer les ventes (E. Mills, 1993) ; aux Pays-Bas, au Danemark et en Suède, par exemple, les

Encadré 3 : Dynamique du marché des LFC

► Le marché mondial

Les ventes mondiales de LFC sont passées de 45 millions d'unités en 1988 à quelques 200 millions en 1994, ce qui représente quelques pourcent des ventes globales de lampes à incandescence.

Les taux de croissance supérieurs à 30% que l'on peut observer en début de période (jusqu'au début des années 90) sont caractéristiques d'un marché émergent. Ils tendent ensuite à se stabiliser dans la phase de croissance, lorsque les ventes en volume deviennent plus significatives. Pour la période 1994-98, les industriels tablent sur des taux de croissance stabilisés de l'ordre de 15%/an, qui pourraient conduire à un volume de ventes global de 350 millions d'unités en 1998.

Les lampes d'intégration destinées au secteur tertiaire qui représentaient la majorité des ventes jusqu'au début des années 90 sont progressivement rattrapées par les lampes de substitution destinées au résidentiel, ce qui traduit l'instauration d'une nouvelle dynamique.

► Le parc résidentiel en Europe et le marché français

Le parc de LFC installé dans le secteur résidentiel en Europe présente d'importantes disparités selon les pays considérés. La diffusion des LFC est encore très limitée en Norvège, en Espagne, ou en Italie, avec respectivement 0,1, 0,2 et 0,2 lampes par ménage, mais

déjà importante au Danemark ou aux Pays Bas, où la proportion de lampes fluocompactes par ménage est égale ou supérieure à 2 (Tableau 2). On notera que ces taux d'équipement sont calculés à partir de l'ensemble des ménages, qu'ils possèdent ou non des LFC. Ainsi, au Danemark, 46% des ménages sont équipés d'au moins une LFC, mais la moitié d'entre eux possède plus de 3 lampes, et un quart plus de 6.

Au total, le parc de LFC installées dans le résidentiel en Europe est estimé à près de 100 millions d'unités en 1995.

Nous ne disposons malheureusement pas de données comparables en ce qui concerne la France. Les ventes globales de LFC (substitution et intégration) y

sont évaluées pour 1993 et 1994 à 3,9 millions et 5,5 millions d'unités, respectivement. Ceci conduit à un taux d'équipement estimé par OSRAM pour l'année 1993 de 0,4 lampe/ménage, qui situerait la France sensiblement en deçà de la moyenne européenne.

En ce qui concerne les prix de vente des LFC, aucune source ne fournit, à notre connaissance, une comparaison pour l'ensemble des pays européens. A titre d'information, les prix moyens retenus par l'étude DEFU pour le Danemark, les Pays Bas et l'Allemagne sont respectivement de 105 FF, 85 FF et 95 FF (DEFU, 96). En France, les prix observés dans la grande distribution pour les lampes de marques se situent dans une fourchette de 130 - 150 FF.

Tableau 1 : Ventes mondiales de LFC et prévisions

Source : IAEEL Newsletter, 1994

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995-98	1998
Substitution	23	32	46	61	74	90		187
% croissance	22	39	32	32	20	22	20	
Intégration	36	48	69	78	94	105		160
% croissance	31	33	44	13	21	11	15	
TOTAL	59	80	115	139	168	195		347

Tableau 2 : Parc installé de LFC dans le résidentiel en Europe - 1995 -

Source : DEFU, 1996

Pays	NL	DK	IRL	D	FL	SW	I	SP	N	Moy.
LFC / foyer	2,3	2,0	1,5	1,3	1,0	0,3	0,2	0,2	0,1	1,0
% foyers équipés	56	46	35	50	-	20	20	11	10	-

programmes de promotion des LFC ont accru les ventes dans le secteur résidentiel dans des proportions de 1 à 4.

Cet accroissement du volume des ventes résulte à la fois d'effets directs des incitations, financières notamment, mais aussi d'effets indirects sur la notoriété du produit, de l'amélioration de sa distribution, de l'effet de démonstration des premières lampes installées, de l'amélioration des performances du fait de l'apprentissage, de la baisse des coûts résultant des effets d'échelle, etc. Au Danemark, l'augmentation des volumes de ventes a ainsi permis une diminution des prix publics de 50 \$ en 1987 à 20 \$ en 1991, en valeur constante. Aux Pays-Bas, de même, la diffusion des LFC atteint aujourd'hui 56% des ménages, avec une moyenne supérieure à

4 lampes par ménage équipé, soit 14 millions d'unités dont seule une partie a été acquise par un effet direct des programmes d'incitation.

On peut donc parler d'effet levier des programmes de promotion qui étend leur influence au delà des seuls participants et d'effet dynamique introduisant une certaine pérennité des effets au delà des programmes eux-mêmes. En conséquence, on peut considérer que dans les pays du nord de l'Europe, le marché des LFC n'est plus dans la phase initiale d'émergence de la technologie. La notoriété a progressé, les performances (rendement mais aussi encombrement, confort d'utilisation, etc.) se sont sensiblement améliorées, les prix ont diminué,...., sous l'effet des programmes de promotion qui ont permis d'élargir la demande à partir des niches initiales.

Notes

- 1 Les mécanismes d'incitation sont très schématisés (cf. Mills et Pye pour détails) ; Distrib. = distribution gratuite de lampes efficaces (pas uniquement des LFC dans le cas des programmes américains) ; Installation = installation gratuite de lampes efficaces (idem) ; Réduction = réductions sur les prix de vente des lampes, sur les points de vente ou par le biais de coupons de réduction ; Leasing = paiement différé des lampes sur la facture électrique ; Subv. fabric. = subvention accordée directement au fabricant pour faire baisser les prix de détail.
- 2 Les données de E. Mills ont été corrigées pour tenir compte des résultats définitifs du programme.
- 3 Hypothèses : LFC 15 W en substitution 60 W incandescence ; 4 h/j (Mills, 1993).
- 4 Information et incitations financières sont les instruments les plus utilisés dans le résidentiel et le petit tertiaire. L'étiquetage des performances énergétiques des sources lumineuses est envisagée au plan européen pour l'année 97 et pourrait contribuer à accélérer la diffusion des LFC (cf. Encadré). Enfin, les normes de performances, globales ou par composants, sont susceptibles d'influer sur l'efficacité énergétique des systèmes d'éclairage dans le grand tertiaire notamment mais ne seront pas abordés ici du fait de leur impact limité sur le résidentiel ou le petit tertiaire.
- 5 Communication inadaptée parce que trop souvent destinée à des consommateurs a priori déjà convaincus de l'intérêt du produit.
- 6 Tous les programmes étudiés par Mills, Eto et Pye n'ont pas été repris dans ce tableau. A titre d'illustration, nous ne présentons ici que les programmes les plus significatifs du point de vue des quantités d'énergie économisée. En revanche, les moyennes indiquées sont les moyennes obtenues par Eto et Mills sur l'ensemble des programmes étudiés.
- 7 Pour les programmes européens, les quantités d'énergie économisées ont été estimées sur la base des hypothèses suivantes : 72 kWh/lampe.an (soit 4h/j et 9% de pertes en réseau)
- 8 Tous les chiffres sont indiqués en \$1990 sauf pour les programmes résidentiels américains pour lesquels aucune précision n'est donnée.
- 9 Les actions de promotion basées sur des incitations financières ont connu de multiples développements : subventions allouées au consommateur sous forme de remboursement après achat, de coupons de réduction, d'une lampe gratuite pour plusieurs lampes achetées, etc., ou versées au distributeur, voire directement au producteur. Dans certains cas, les subventions ont même représenté la totalité du coût des lampes, plusieurs compagnies d'électricité ayant procédé à des distributions gratuites auprès de leurs abonnés.
- 10 Les mensualités sont souvent calculées de façon à ce que le remboursement du crédit soit inférieur aux économies d'électricité générées par l'utilisation des lampes.

Conclusion

Enseignements pour la diffusion des technologies efficaces dans le secteur de l'éclairage en France

Le progrès technique dans l'éclairage

L'accroissement des performances énergétiques des sources lumineuses est un des moteurs du progrès technique dans le secteur de l'éclairage, de même que la miniaturisation, l'amélioration de la qualité de la lumière et l'augmentation de la durée de vie des produits. Dans certains secteurs, la diminution des consommations énergétiques résulte plus du progrès technologique d'ensemble (sur les moteurs électriques, les isolants, les échangeurs, etc.) que d'une recherche consciente de la performance énergétique. Dans le secteur de l'éclairage, les industriels se sont attachés depuis l'invention des premières sources lumineuses à en améliorer l'efficacité énergétique. L'apparition de la LFC au début des années 80 atteste de cet effort d'innovation visant à réduire les consommations énergétiques, au même titre que les nouveaux tubes fluorescents rectilignes, les ballasts électroniques, le perfectionnement des lampes à décharge, etc.

La LFC occupe toutefois une position particulière parmi les technologies d'éclairage et justifie de ce fait un intérêt particulier ; il s'agit de la première technologie permettant d'envisager une substitution progressive des sources très peu efficaces encore majoritairement utilisées dans le secteur résidentiel. Il n'est évidemment pas question de considérer la LFC comme la lampe qui pourrait remplacer toutes les autres dans les habitations, les commerces ou les immeubles de bureaux. Mais il est tout aussi évident que cette nouvelle technologie en se banalisant peut contribuer de manière très significative à réduire l'intensité énergétique de l'éclairage.

L'évolution de la demande d'éclairage

La fonction éclairage absorbe approximativement 10% de la consommation totale d'électricité en France (13% de la consommation du secteur résidentiel et 27% de celle du tertiaire). Avec une consommation annuelle moyenne de 500 kWh, un ménage français dépense près de 400 F dans l'année pour s'éclairer.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la consommation d'électricité pour l'éclairage n'est pas stabilisée. La croissance continue des besoins d'éclairage s'explique notamment, dans le tertiaire, par l'augmentation des surfaces éclairées, le recours plus systématique à l'éclairage artificiel, l'amélioration des conditions de confort, etc., et, dans le résidentiel, par l'accroissement du nombre de ménages (certes plus petits), l'augmentation du nombre de points lumineux par unité de surface, la diversification de la fonction éclairage (accentuation, esthétique, mise en valeur). Cette croissance des besoins n'est que partiellement compensée par l'amélioration de l'efficacité lumineuse des sources.

A conditions d'usage et structure des ventes inchangées, l'extension du secteur tertiaire et l'augmentation du nombre de ménages conduisent à une croissance mécanique de la consommation d'électricité pour l'éclairage. Celle-ci devrait atteindre 46,5 TWh au total en 2005, soit une augmentation de 6% dans le résidentiel et 4% dans le tertiaire.

Une forte accélération de la diffusion des technologies d'éclairage efficaces permettrait d'inverser cette tendance et de réduire la demande d'électricité à 24,5 TWh, soit un potentiel d'économie de 22 TWh, en ne considérant que les technologies pouvant être remplacées dans des conditions économiques acceptables pour les ménages et le tertiaire.

Le grand tertiaire : une approche globale de la fonction éclairage

La maîtrise de la demande d'électricité pour les besoins d'éclairage relève d'une approche globale qui intègre de multiples paramètres tels que le niveau d'éclairement souhaité, les apports de lumière naturelle, le choix des sources lumineuses et leur positionnement, la modulation de la puissance en fonction des conditions d'utilisation, etc. Ce type d'approche est à privilégier pour la construction neuve ou pour des campagnes étendues de rénovation des systèmes d'éclairage, dans le tertiaire public ou le grand tertiaire privé.

Pour systématiser une démarche d'efficacité énergétique de l'éclairage dans cette catégorie de bâtiments, l'instauration de normes ou de recommandations techniques est une approche qui a déjà fait ses preuves dans d'autres secteurs (normes thermiques du bâtiment, par exemple). Il s'agirait ici de définir des niveaux d'intensité lumineuse autorisés (recommandés) pour encourager une approche globale de l'efficacité des systèmes d'éclairage, à compléter par des systèmes visant à optimiser le recours à l'éclairage artificiel (programmation, détecteurs de présence, etc.) et une meilleure valorisation des apports de lumière naturelle.

Sans nécessairement conduire à une stabilisation de la croissance des besoins d'éclairage, cette démarche devrait lui imposer certaines limites tout en préservant des marges de développement pour les améliorations nécessaires des conditions de confort.

Le petit tertiaire : la diffusion progressive de sources plus efficaces

Pour le petit tertiaire privé, les hôtels, les restaurants, les petits commerces ou immeubles de bureaux, et les logements, cette approche globale semble peu réaliste. Les perspectives d'amélior-

ration de l'efficacité énergétique se concentrent alors sur l'évolution des rendements des sources lumineuses, voire des luminaires.

Dans ce secteur, la volonté de maîtriser les coûts de fonctionnement (consommation d'électricité et maintenance des installations) a entraîné une adoption plus rapide des technologies d'éclairage efficaces, notamment la fluorescence. Cette dynamique a profité aussi aux LFC qui se sont diffusées d'abord dans le petit tertiaire, même si le taux d'équipement actuel est encore très inférieur aux possibilités économiques de substitution. L'absence de motivation ou d'information à l'égard des consommations d'éclairage, les problèmes de compatibilité avec les luminaires existant ou la volonté de privilégier d'autres sources pour des raisons esthétiques, limitent une plus large adoption.

Les stratégies à envisager dans ce secteur concernent la mise en place d'actions de sensibilisation sur les coûts de l'éclairage, d'information et de promotion en faveur des LFC, ciblées sur certaines professions, l'extension des garanties des fabricants, voire des mécanismes de préfinancement. Elles relèvent pour l'essentiel de stratégies de marketing classiques mais, au même titre que dans le résidentiel, ces actions acquerraient un poids supplémentaire si elles étaient associées à un engagement net des pouvoirs publics en leur faveur (cf. infra).

La LFC dans le résidentiel : une expérience internationale concluante

Dans le secteur résidentiel, la situation de l'éclairage efficace est très différente de celle qui prévaut dans le tertiaire. L'éclairage incandescent y est encore très largement dominant, la fluorescence ne jouant qu'un rôle marginal principalement sous forme de tubes rectilignes. Le potentiel théorique de diffusion des LFC y est considérable.

Dans certains pays européens, la LFC n'est plus une technologie marginale et elle assure déjà une proportion significative des besoins d'éclairage : au Danemark, en Allemagne ou aux Pays Bas, 50% des ménages sont équipés de LFC, et le taux d'équipement des ménages se situe en moyenne entre 1,5 et 2,0 lampes¹. Ces résultats tiennent probablement à une sensibilité particulière des consommateurs à l'environnement et à la maîtrise des consommations énergétiques, mais surtout aux efforts continus déployés depuis la fin des années 80 pour faciliter la diffusion et l'adoption des LFC dans ces pays.

Les campagnes de promotion ont combiné des actions d'information et de sensibilisation des consommateurs et des actions d'incitation par les prix. Avec la caution apportée par les partenaires institutionnels (compagnies d'électricité, agences de maîtrise de l'énergie, collectivités locales,...), ces actions ont contribué à accroître la notoriété du produit, à réduire le surcoût par rapport aux technologies standard, et à motiver les consommateurs, créant ainsi une dynamique initiale. Le maintien des efforts publics a ensuite permis de conforter la demande, d'élargir le marché, donc de réduire les coûts, et finalement d'atteindre des niveaux de diffusion significatifs.

Quoique le nombre de lampes par ménage soit déjà significatif, de nouveaux programmes d'incitation sont mis en oeuvre ou envisagés pour rapprocher le taux d'équipement moyen du potentiel économique estimé voisin de 10 lampes par ménage.

Le contexte français : une diffusion encore très faible

La situation française est très différente de celle des pays d'Europe du Nord. Les taux d'équipement des ménages français sont très inférieurs à ceux de nos voisins, de l'ordre de 0,4 lampe par ménage (chiffres 1993). Cet écart ne s'explique ni par le prix des lampes ni par le prix de l'électricité. La maturité de la technologie devrait permettre aujourd'hui un décollage plus net et une diffusion plus massive de la LFC.

Le marché a toutefois évolué depuis le début des années 90. Les taux de croissance dépassent 15%/an sur les dernières années, la disponibilité des lampes s'est améliorée et les grandes surfaces généralistes proposent aujourd'hui des LFC à la vente. De plus, même si leur notoriété reste encore insuffisante, elle s'est sensiblement améliorée depuis quelques années : en 1991, 49% des Français disaient ne pas avoir entendu parler des LFC, contre 31% en 1996 (CREDOC - 1996).

Enfin, signe de la plus grande maturité du marché, les prix ont baissé et il est aujourd'hui souvent possible de trouver des LFC à un prix voisin de 80 F. Certes, il s'agit de marques de distributeurs et non pas de lampes de "grandes" marques, mais néanmoins, la contrainte de prix en est fortement réduite.

Résorption progressive des contraintes techniques et économiques

Les principales contraintes que rencontre la diffusion des LFC ont donc changé. Si les prix sont encore considérés comme trop élevés par une majorité de consommateurs, ils ne représentent plus un obstacle incontournable. Autour de 80F, un premier achat de "curiosité" est envisageable même si on peut penser qu'il est encore trop important pour permettre une large adoption (plus de 2 ou 3 lampes par ménage).

Les autres contraintes se situent au plan technologique, pour l'essentiel. Elles concernent principalement les problèmes d'encombrement et la commodité d'utilisation (délai d'allumage et de montée en puissance, impossibilité de modulation de la puissance, etc.). L'évolution des technologies depuis 10 - 15 ans et certains développements récents montrent que ces problèmes sont en voie de solution par les fabricants², à un rythme qui s'accélère à mesure que le marché se développe.

Enfin, il convient de mentionner, au plan des contraintes technologiques, un problème apparemment anodin mais qui peut avoir son importance : l'absence de standard commun aux différents fabricants en ce qui concerne la forme des lampes. Cette contrainte qui peut sembler mineure ne facilite pas une reconnaissance immédiate de la part du consommateur et empêche la conception de luminaires spécifiques optimisés pour la LFC. L'absence de dénomination commune aux différents fabricants pose le même problème de reconnaissance de la part des consommateurs (cf. chap 3).

Déficit de communication sur la LFC et nouvelles stratégies de marketing

Si l'on considère l'amélioration des caractéristiques techniques et la diminution des prix de vente depuis quelques années, ce sont les contraintes liées à l'information et à la motivation des consommateurs qui comparativement semblent ne pas avoir évolué. Certes la notoriété s'est améliorée mais elle reste encore bien faible, et l'absence d'intérêt pour le produit, le faible crédit accordé aux informations fournies par les fabricants, l'incertitude sur la réalité des économies attendues, la prévention à l'égard de l'esthétique, etc., subsistent en défaveur des LFC.

La persistance de ces contraintes nous semble pour partie imputable à un déficit de communication sur les LFC. Rappelons qu'en France les principales campagnes de communication grand public ont été lancées au milieu des années 90 alors que les LFC étaient commercialisées depuis le début des années 80. Ces actions de communication ont été principalement ciblées sur les avantages économiques des lampes ou sur leur impact positif pour l'environnement.

Or, l'analyse des comportements révèle une certaine difficulté pour les consommateurs à intégrer les coûts de fonctionnement des lampes dans leurs décisions d'achat ou à faire le lien entre éclairage, consommation d'électricité et impact environnemental. Les messages valorisant uniquement ces deux critères n'ont ainsi réellement touché qu'une petite partie des consommateurs déjà sensibles à ce type d'arguments. En pratique, il semble que les actions de communication engagées aient plus cherché à informer qu'à convaincre les consommateurs, comme si les qualités spécifiques de la LFC devaient conduire à une adoption immédiate et massive. Le lancement de la LFC aurait justifié des stratégies de marketing plus élaborées, mieux ciblées, avec des messages plus différenciés, des stratégies comparables à celles utilisées habituellement pour l'introduction d'un nouveau produit sur le marché.

De même, la modification des habitudes de consommation en faveur de l'incandescence, tout particulièrement dans les grandes surfaces de vente alimentaires, aurait nécessité des stratégies de marketing plus agressives. Les campagnes publicitaires sur les médias généralistes n'ont qu'une influence limitée sur des achats de renouvellement quasi-automatiques. En revanche, les actions de communication sur les lieux de vente qui sollicitent le consommateur au moment de l'acte d'achat, les mises en situation qui permettent de voir la lampe fonctionner ou la comparaison entre diverses sources, pourraient avoir un impact plus grand et motiver des choix différents. A cet égard, les grandes surfaces représentent des forces de vente considérables qu'il faudrait essayer de mobiliser en faveur de la diffusion des LFC.

Quel positionnement pour la LFC ?

Le positionnement exclusif de la LFC comme un produit de substitution aux ampoules à incandescence est-il judicieux alors que le consommateur est habitué depuis toujours aux caractéristiques de cette source de lumière ?

Cette stratégie conduit à faire l'impasse sur les arguments de différenciation tels que l'esthétique des LFC ou la qualité de la lumière produite, par exemple, pour se centrer sur des arguments principalement économiques. Elle conduit aussi à considérer la substitution comme acquise

auprès du consommateur alors qu'à l'évidence la LFC n'est pas encore équivalente à une ampoule à incandescence à de nombreux égards (encombrement, poids, rapidité d'allumage, rendu de couleurs, etc.).

L'halogène fournit l'exemple d'une technologie d'éclairage qui quoi que beaucoup plus coûteuse que l'incandescence, s'est diffusée très rapidement dans le résidentiel parce qu'elle offre un nouveau service d'éclairage (indirect, puissant, variable, etc.) associé à une nouvelle esthétique des luminaires.

Dès lors, on peut suggérer, parallèlement à la diffusion de la LFC comme produit de substitution, de créer une niche pour un nouveau produit d'éclairage : la lampe à poser avec éclairage fluorescent et luminaire spécifique, par exemple. Cette démarche permettrait de valoriser la LFC comme nouvelle technologie d'éclairage, d'en populariser l'usage et d'habituer les consommateurs au rendu de couleur spécifique, et de faciliter l'élargissement de son marché vers les ampoules d'usage général.

Quelle implication des pouvoirs publics ?

Nous l'avons indiqué, le marché des LFC semble entrer progressivement, en France, dans une phase de croissance après des années pendant lesquelles la diffusion est restée confidentielle. La période la plus délicate pour une technologie nouvelle semble achevée. On peut alors se poser la question de la pertinence d'une intervention des pouvoirs publics pour promouvoir la diffusion de la LFC.

Il est clair qu'une partie importante de l'effort de promotion relève de la stratégie des acteurs privés, notamment les industriels et les distributeurs. Néanmoins, en complément de cet effort, il nous paraît essentiel que les pouvoirs publics participent à la promotion de cette technologie de façon à signaler de façon claire au consommateur l'existence d'enjeux dépassant la seule sphère commerciale. Compte tenu des contraintes à l'adoption, cette intervention est nécessaire pour accélérer le rythme et l'ampleur de la diffusion des LFC et ainsi contribuer à la réalisation des objectifs de maîtrise des consommations énergétiques.

Faut-il pour autant envisager un programme massif de subventions en faveur des LFC comme pourrait le suggérer l'analyse de l'expérience internationale ?

L'internationalisation des marchés des produits d'éclairage a fait profiter indirectement les consommateurs français des programmes engagés dans d'autres pays. En effet, l'élargissement des marchés en Europe du nord et en Allemagne a permis aux producteurs européens d'augmenter leur volume de ventes donc de progresser sur la courbe d'expérience et, en conséquence, de diminuer leurs coûts de production. La baisse des prix moyens observée sur le marché français est en partie la résultante de cet effet d'expérience⁵.

Compte tenu de la baisse déjà engagée sur les prix, on peut penser que l'impact d'un programme public d'incitation financière sur le marché français serait bien inférieur à l'impact produit dans les pays nord-européens : le prix des marques de distributeurs est, en France, inférieur au prix moyen observé dans les pays où la diffusion des LFC est déjà massive. Ainsi, s'il constitue encore une contrainte, le prix des LFC n'est à l'évidence plus la contrainte principale et les stra-

tégies d'incitation à mettre en oeuvre doivent en tenir compte.

Faible notoriété, faible crédit accordé aux informations des constructeurs, incertitude sur la réalité des économies attendues, absence d'intérêt pour le produit,..., sont en revanche des contraintes qu'une action publique peut contribuer à réduire. Pour l'instant, les consommateurs n'ont pas de raison de considérer la LFC différemment des autres innovations dans le domaine des produits de consommation. Mais, si elle présente un intérêt collectif du point de vue des économies d'énergie et /ou de l'environnement, peut-être conviendrait-il que les pouvoirs publics en informent le consommateur.

Ce déficit de communication institutionnelle (par "institution", nous entendons un acteur public ou parapublic dont la légitimité sur le sujet ne pourrait pas être contestée⁶) en faveur de la LFC, et de la MDE de manière générale, est à notre avis ce qui distingue le plus nettement la situation française de celle des pays nord-européens. Dans ces pays, la LFC a bénéficié de nombreuses campagnes auxquelles participaient divers acteurs publics, attirant l'attention des consommateurs sur l'intérêt collectif de cette technologie. Il nous semble qu'une implication claire à ce niveau aurait, en France, un impact important sur la notoriété, sur la motivation des consommateurs et sur la crédibilité qu'ils accordent aux informations émanant des industriels.

Dans cette hypothèse d'une campagne institutionnelle destinée à promouvoir la LFC, une incitation financière limitée pourrait être envisagée, moins pour l'effet-prix que pour renforcer le message de l'intérêt collectif que présente la technologie. La question des modalités de cette incitation n'est pas simple, mais les expériences les plus récentes suggèrent que le "leasing" sur la facture d'électricité constituerait à cet égard un des instruments d'incitation les plus efficaces ⁷.

Des actions complémentaires à la diffusion des LFC

Une action de communication institutionnelle de grande ampleur appuyée sur des prix promotionnels négociés avec les constructeurs et les distributeurs, et éventuellement un mécanisme de leasing sur la facture d'électricité, seraient au coeur de la stratégie à engager pour accélérer la diffusion des LFC dans le contexte du marché français. Mais d'autres actions publiques pourraient utilement compléter celles-ci et accélérer la pénétration des technologies efficaces dans le secteur de l'éclairage.

Les consommateurs semblent douter des informations émanant des constructeurs et relatives aux performances techniques des LFC. La durée de vie des lampes par exemple est une caractéristique difficilement appréciable par le consommateur. La crédibilité des informations avancées par les constructeurs serait sur ce plan nettement améliorée par une procédure de garantie sur plusieurs années. Un label pourrait aussi y contribuer ; la réglementation européenne sur l'étiquetage des consommations énergétiques qui doit être étendue aux produits d'éclairage. Il peut jouer à cet égard un rôle important.

Les problèmes de compatibilité entre LFC et luminaires existant et l'absence d'une offre de nouveaux luminaires adaptés sont un exemple de contrainte qu'une intervention publique peut aussi contribuer à réduire. Il s'agit à l'origine d'un problème d'anticipation de la part des fabricants de luminaires peu soucieux de prendre des risques sur un produit dont la diffusion était

incertaine, particulièrement dans le tertiaire⁸. A terme, ce problème trouvera une solution avec la diminution progressive de l'encombrement des LFC et l'extension du marché qui peut susciter une offre nouvelle de la part des fabricants de luminaires. Dans l'immédiat, des instruments tels que le "procurement"⁹ peuvent constituer des solutions adaptées pour accélérer la commercialisation de nouveaux luminaires tout en limitant la prise de risque pour les industriels.

Enfin, la contribution potentielle de la LFC à la maîtrise des consommations énergétiques de l'éclairage ne doit pas conduire à envisager cette seule technologie. La diversification des besoins d'éclairage, la miniaturisation des sources lumineuses, l'existence de points lumineux très peu sollicités, sont quelques unes des raisons qui ne permettent pas d'envisager une généralisation de la LFC dans le résidentiel. Il est donc important d'orienter aussi le progrès technologique sur l'amélioration des autres sources lumineuses, ce que des programmes de coopération internationale, de type "procurement" peuvent contribuer à faire.



Notes

- 1 Chiffres 1995 concernant l'ensemble des ménages
- 2 L'encombrement a considérablement diminué, certaines nouvelles lampes adoptent une répartition du flux lumineux qui se rapproche de celui des lampes à incandescence et un constructeur annonce la prochaine mise sur le marché d'une LFC dont la puissance lumineuse sera modulable.
- 3 Très peu de campagnes de communication ont présenté la LFC en situation de fonctionnement pour essayer de valoriser la qualité de l'éclairage produit comme si sur ce point l'éclairage fluorescent partait battu d'avance.
- 4 Cette valorisation de la LFC aurait pu tirer parti du mouvement recul de l'halogène (500 et 300 W) à partir des années 93-94, au profit de sources plus nombreuses, de moindre puissance, plus douces, etc.
- 5 Elle résulte aussi de la mise en oeuvre de stratégies commerciales plus affirmées de la part des producteurs sur un marché en croissance et de l'introduction des marques de distributeurs.
- 6 On pense en particulier à l'Ademe, au Ministère de l'Environnement, au Ministère de l'Industrie, à EDF.
- 7 En France, par exemple, les écarts observés entre les succès des DOM et le relatif échec de la Corse, alors que les moyens d'information utilisés dans les deux cas sont comparables, pourraient s'expliquer par le fait que le leasing n'a pas été utilisé en Corse.
- 8 L'offre de luminaires adaptés aux LFC pour le tertiaire est aujourd'hui établie.
- 9 Programme d'achat public portant sur des volumes importants et comportant des spécifications techniques particulières, notamment sur le critère d'efficacité énergétique. Il permet à l'acheteur public de faire porter l'innovation sur certains aspects spécifiques tout en réduisant le risque de marché pour l'industriel.

Bibliographie

Chap. 1 :

- ▶ AIE : “L’utilisation rationnelle de l’électricité”. OCDE, Agence Internationale de l’Energie. Paris, 1990.
- ▶ AIE : “L’utilisation rationnelle de l’énergie et l’environnement”. OCDE, Agence Internationale de l’Energie. Paris, 1992.
- ▶ Barlett S. : “Shedding light on residential consumers”. Energy The International Journal. Special issue on Energy Efficient Lighting. Vol 18 N°2. Pergamon Press, Exeter, 1993.
- ▶ CEC - DG XVII : “Study of measures to promote energy efficient lighting in the commercial sector in Europe”. Final Report to the contract EC-DGXVII N° 4.1031. 1994.
- ▶ EDF : “L’éclairage dans le tertiaire et le résidentiel”. Rapport EDF ; Castanet Ph. et Gibielle P.. Paris 1992
- ▶ EDF : “Le tertiaire français”. 1995.
- ▶ Inestene (1996): “Potentiels de maîtrise de la demande d’électricité en France à l’horizon 2010”. Rapport réalisé pour le Service Economie et Perspectives de l’Ademe.
- ▶ Inestène (1995): “Analyse des potentiels d’économie d’électricité dans l’éclairage“. Rapport réalisé pour le Service Bâtiments et Collectivité de l’Ademe.
- ▶ Mc Gowan T. : “In Electricity : efficient end-uses and new generation technologies and their implications”, by Johansson et alii, 1989 - Lund University Press
- ▶ Schipper L. & Meyers S. : Energy Efficiency and Human Activity - Past trends, future prospects. Cambridge University Press, 1992.

Chap. 2 :

- Borg N. : "Cooperative procurement on improved GLS lamp". International Association for Energy-Efficient Lighting Newsletter N°1/96. Stockholm, 1996.
- Bouwknecht A. : "Lampes fluorescentes de dimensions réduites pour l'éclairage domestique". Revue Lux, octobre 1982.
- BRESCU - OPET : "Energy Efficient Lighting in Buildings". Thermie Maxibrochure ; report by the Building Research Establishment for the Commission of the European Communities - DG XVII. Watford (UK), 1994.
- Koedam M. : "L'avenir de la famille lampe". Revue Lux N° 107, avril 1980.
- Lemaigre-Voreaux P. : "La surprenante ascension des performances des lampes électriques". Revue Lux N°101, février 1979.
- Mills E : "Mercury : a broader perspective". International Association for Energy-Efficient Lighting Newsletter N°3/93. Stockholm, 1993.
- Mills E and Piette M-A. : "Advanced energy-efficient lighting systems : progress and potential". Energy The International Journal. Special issue on Energy Efficient Lighting. Vol 18 N°2. Pergamon Press, Exeter, 1993.
- Sikkens M. : "Lampes des années 90". Revue Lux 159, aout -sept. 1990.

Chap. 3 :

- Bricomag n° 22, octobre 1995, données SOFRES 94.
- Camps L., Luque D., Merino S. sous la dir. de Zelem M.-C. : "Les lampes fluocompactes en panne d'insertion sociale?". Rapport contractuel pour l'ARC Ecodif, juin 1996.
- DEFU (Danemark) : "Market research on the use of energy saving lamps in the domestic sector"- Rapport de contrat pour le programme SAVE (CCE) - juin 1996
- Durand R. : "Comportements des acteurs et dynamiques de diffusion des technologies efficaces. Analyse stratégique du segment LFC". Rapport contractuel pour l'ARC Ecodif, octobre 1996.
- Jambes J.-P. et I. Zotow : "Diffusion de la maîtrise de l'éclairage. Etude marketing du marché de l'éclairage". Rapport contractuel pour l'ARC Ecodif, juillet 1996.

Chap. 4 :

- Ademe et EDF : "Evaluation d'un programme de lampes à économie d'énergie" - 16 décembre 1994
- Ademe et EDF Corse : "Bilan provisoire de l'opération MDE de promotion des LBC en

- Corse" - juin 1995
- ▶ Ademe, EDF GDF Savoie, Energie Savoie, Région Rhône Alpes : "Les actions de MDE en Savoie" - 1994
 - ▶ AFME : "LBC : étude pour la diffusion en Guadeloupe" - mars 1991
 - ▶ Cauret L. et Adnot J. : "L'outre mer, des espaces électriques atypiques ; synthèse à l'occasion des cinquantièmes des DOM et d'EDF" - Revue de l'Energie - Juin 1996
 - ▶ DEFU (Danemark) : "Market research on the use of energy saving lamps in the domestic sector"- Rapport de contrat pour le programme SAVE (CCE) - Juin 1996
 - ▶ EDF et Ademe Guadeloupe : "Etude LBC - dossier de synthèse"- décembre 1994
 - ▶ EDF Martinique : "Mesure de l'action Maîtrise de l'Energie LBC" (note STE/PA/VL) - 22 avril 1993
 - ▶ EDF/DDSC/SMS : "Bilan financier de l'opération test "lampes à économie d'énergie" en région NPC" - 7 juin 1994
 - ▶ EDF/DDSC/SMS : "Premier bilan de l'opération test "lampes à économie d'énergie" en région NPC" - 16 mai 1994
 - ▶ EDF/DDSC/SMS : "Résultats de la deuxième enquête de l'opération test "Lampes à économie d'énergie" en région NPC" - 8 septembre 1994
 - ▶ GTE : Compte-rendu de la réunion du GTE du 20 septembre 1994 - 3 octobre 1994
 - ▶ IPSOS Régions : "Post-test communication campagne économie d'énergie avec les LEE Savoie" - 1 Décembre 1994
 - ▶ Olerup B. : "The Stockholm lighting programme" - Utility Policies Vol. 4 p. 273-284 - 1995.

Chap. 5 :

- ▶ DEFU : "Market research on the use of energy saving lamps in the domestic sector". Research Institute for Danish Electric Utilities. Lyngby (DK), 1996.
- ▶ Eto J., Vine E., Shown L., Sonnenblick R. and Payne C. : "The cost and performance of utility commercial lighting programs". Energy Analysis Program - Energy and Environment Div. - Lawrence Berkeley Laboratory. Berkeley, may 1994.
- ▶ Fernstorm G.B. : "Steps to successful lighting programs". Home Energy, the Magazine of Residential Energy Conservation. Special Issue : "Energy-Efficient Lighting : the Switch is On". Nov. - Dec. 1994
- ▶ Lamare L. : "Compact Fluorescent". EPRI Journal, march 1993.
- ▶ Mills E. : "Efficient lighting programs in Europe : cost effectiveness, consumer response, and market dynamics". Energy The International Journal. Vol 18 N°12 ; special issue : Energy efficient lighting. Feb. 1993.
- ▶ Mills E. and Piette M.A. : "Advanced energy-efficient lighting systems : progress and potential". Energy The International Journal. Vol 18 N°12 ; special issue : Energy efficient lighting. Feb. 1993.

- Nielsen B. : “Load-shape data for residential lighting : survey results for incandescent and compact fluorescent lamps”. Energy The International Journal. Vol 18 N°12 ; special issue : Energy efficient lighting. Feb. 1993.
- Pye. M.E. and Nadel S.M. : “Compact fluorescent lighting : a review of DSM programs with high participation rates”. Energy for Sustainable Development Vol.1 N°1, mai 1994.
- Wilms W. and Mills E. : “Analysis of price and non-price factors influencing the adoption of compact fluorescent lamps by european households”. Proceedings of “Right Light - Bright Light”, 1st European Conference on Energy-Efficient Lighting.- Stockholm, Sweden, 1991.

