A ERE
Alternatives pour l'énergie, les énergies renouvelables et l'environnement

ETUDE CHAUFFAGE ELECTRIQUE EN FRANCE

REALISEE POUR GREENPEACE FRANCE

RAPPORT FINAL

NOVEMBRE 2002

62 avenue Albert Raimond
F-42270 Saint-Priest-en-Jarez
Tél/fax +33-(0)4 77 93 04 39
a.rialhe@voila.fr
SARL au capital de 7 630 € – RCS 434 702 940 St-Etienne Siret 434 702 940 00017 APE 742C

SOMMAIRE

1 Introduction – les enjeux 4
2 Les logements au chauffage électrique 5
2.1 Le parc actuel 5
2.1.1 Données générales 5
2.1.2 Le parc HLM 6
2.1.3 Les chauffages d'appoint 7
2.1.4 Les résidences secondaires et les logements vacants 8
2.2 Les marchés du chauffage électrique 8
2.2.1 Dans le logement neuf 8
2.2.2 Dans l'existant 8
2.3 Les facteurs de pénétration du chauffage électrique 9
2.3.1 Les avantages concurrentiels intrinsèques du chauffage électrique 9
2.3.2 Le facteur conjoncturel 9
2.3.3 Les acteurs du chauffage électrique en France 10
2.3.4 Les mécanismes de promotion 11
2.3.5 Les offres de promotion du chauffage électrique 11
2.4 Les matériels utilisés 12
2.4.1 Les émetteurs 12
2.4.2 La régulation et la qualité des émetteurs 13
2.4.3 Les fabricants 13
2.5 Les usagers du chauffage électrique 13
3 Les consommations d'énergie des menages 18
3.1 Les consommations 18
3.1.1 Consommations totales des RP 18
3.1.2 Consommations unitaires des RP 18
3.1.3 Consommations des résidences secondaires 19
3.2 Un parc sous-chauffé ? 19
4 Les coûts du chauffage électrique 24
4.1 Le coût pour les ménages 24
4.1.1 Le coût d'utilisation de 100 kWh de chauffage 24
4.1.2 La décomposition du coût global 25
4.2 Le coût social du chauffage électrique, les impayés 26
4.2.1 Généralités 26
4.2.2 Les fonds énergies 26
4.3 Approche du véritable coût du chauffage électrique 28
4.3.1 Le dimensionnement du parc de production d'électricité 28
4.3.2 Le coût du parc de production d'électricité 29
4.3.3 Les émissions du chauffage électrique 31
4.3.4 Des tarifs insuffisants pour l'usage rendu ? 32
5 Le chauffage des logements dans l'Union européenne 36
5.1 Une grande diversité de situations 36
5.2 Les modes de chauffage dans l'Union européenne 37
5.3 Quelques exemples 38
5.3.1 La Belgique 38
5.3.2 Le Danemark 40

5.3.3 La Suisse 40
6 Les évolutions anticipées pour la France 44
6.1 Généralités 44
6.2 Impact en 2010/2020 d'une interdiction du chauffage électrique dans le logement neuf en 2002 45
6.2.1 Les scénarios 45
6.2.2 Les données nécessaires 45
6.2.3 L'analyse des résultats 47
7 Bibliographie 54
8 Annexe 1 55
9 Annexe 2 – Note méthodologique sur les émissions de CO_2 56
10 Annexe 3 : Etudes de cas 57

1 INTRODUCTION – LES ENJEUX

En 1998, **le chauffage électrique a représenté 10% de la consommation intérieure d'électricité** (soit 426 TWh), la consommation totale d'électricité des ménages a représenté 28% de la consommation intérieure.

Les consommations d'électricité des ménages, pour les résidences principales (RP), ont représenté 119 TWh en 1998 sur un total toutes énergies de 418 TWh (hors bois et à climat normal), soit 28,5%. Cette consommation d'électricité est répartie entre :

- **43 TWh (36%) pour le chauffage**,
- 17 TWh (14%) pour l'eau chaude sanitaire (ecs),
- 10 TWh (9%) pour la cuisson,
- 49 TWh (41%) pour l'électricité spécifique.

Le chauffage électrique est aujourd'hui le chauffage de plus de 7 millions de logements (30% du parc), il n'en chauffait que un million (6%) en 1975. Le parc français de chauffage électrique représente quasiment la moitié du parc européen ou encore 42% de la consommation européenne de chauffage électrique.

Le chauffage électrique est le mode de chauffage le plus cher à l'utilisation, plus de **10 € TTC pour 100 kWh**, selon les coûts affichés par la DGEMP (Direction générale à l'énergie et aux matières premières) alors que les autres modes de chauffage coûtent de 1,7 à 7,5 € TTC pour 100 kWh. Au niveau européen, le chauffage électrique n'a pas la même dissémination, il est parfois même interdit. Usage de courte utilisation (1000 à 2000 h par an), c'est par ailleurs un mode de chauffage plus cher à la production que les autres, ce que démontrait déjà une étude de la DGEMP en 1988 et ce que confirment les « *coûts de référence de la production électrique* » (étude de la DIGEC, Direction de l'industrie au gaz, à l'électricité et au charbon). Enfin, malgré le mix de production de l'électricité en France, le chauffage électrique émet plus de CO_2 que le chauffage fioul, gaz naturel, urbain ou bois.

L'étude analyse successivement ces différents points : le développement du chauffage électrique, les conditions qui ont permis son succès, son coût pour les ménages, pour la société, son coût de production, les émissions de CO_2 et la production de déchets radioactifs qui lui sont associées. Enfin, des scénarios analysent l'impact d'une interdiction du chauffage électrique dans les logements neufs et de programmes de substitution dans les logements anciens.

Nota et abréviations

Les données, sauf mention contraire, sont indiquées corrigées des variations saisonnières du climat.

- RP résidence principale
- RS résidence secondaire
- LV logement vacant
- MI maison individuelle
- IC immeuble collectif
- Av 75 construction d'avant juin 1975
- Ap 75 construction d'après juin 1975
- Les tableaux et graphiques mentionnés dans le texte sont regroupés à la fin de chaque chapitre.

2 LES LOGEMENTS AU CHAUFFAGE ELECTRIQUE

Nota : les références bibliographiques de ce rapport sont une compilation des données publiées par EDF, l'observatoire de l'énergie, la DGEMP, le CNRS et l'ADEME.

2.1 Le parc actuel

2.1.1 Données générales

Le tableau *« Chauffage des résidences principales »* (p. 11) et les graphiques *« Parc des immeubles : énergie de chauffage », « Parc des maisons : énergie de chauffage »* (p. 12) présentent l'évolution du chauffage des logements depuis 1975.

7 millions de logements sont chauffés à l'électricité : 3 millions d'appartements (700 000 construits avant 1975), 4 millions de maisons (325 000 construites avant 1975). Soit un tiers du parc de logements français.

7 millions de logements			
4 millions de maisons		**3 millions d'appartements**	
325 000 avt 75	**3 675 000 ap 75**	**700 000 avt 75**	**2 300 000 ap 75**

Lors de la présentation de l'offre rénovation d'EDF, une communication orale d'EDF a précisé qu'en 1999 50% des logements chauffés à l'électricité ne disposaient pas d'un niveau d'isolation équivalent à la réglementation thermique de 1977 et deux tiers n'atteignaient pas la réglementation de 1982.

Le gaz est l'énergie de chauffage prépondérante, desservant 8,2 millions de logements. Le parc de logements gaz a toujours été supérieur au parc électrique. Le fuel ne chauffe plus que 4,9 millions de logements, dont 3,6 millions en maisons. Le fuel a perdu depuis 1975 plus des deux tiers de son marché en appartement. Le tableau ci-dessous résume l'évolution des parcs de chauffage.

Evolution des parcs de chauffage, en millions de logements

Millions	1975	1999	Evolution (%)
Electricité	1	7	+600%
Gaz naturel	2,5	8,2	+228%
Fuel	8,7	4,9	-44%
Bois	1,3	1,4	+8%
Autres	4,2	2,2	-48%
Total	17,8	23,9	+34%

Le graphique *« Répartition des énergies de chauffage »* (p. 12) présente les parts respectives de chaque énergie. On constate la croissance de l'électricité de 6% du parc en 1975 à 29% depuis 1995, pénétration quasiment identique en immeuble et en maison : 28% dans les immeubles, 30% dans les maisons. Depuis 1995, la part de l'électricité est stable.

Le tableau *« Consommation électrique de chauffage en 1999 »* (p. 13) donne la répartition des chauffages électriques, par type et catégorie de logements :

- par type de chauffage électrique, convecteur, pompe à chaleur (pac) ou chaudière électrique, avec ou sans appoint,
- appartement ou maison, construit avant ou après 1975,
- pour les chauffages d'appoints, la répartition selon le type de logements.

Le convecteur reste le type de chauffage électrique dominant : 90% des logements en sont équipés, les pompes à chaleur sont marginales (1%), les chaudières représentent également une part faible (9%). (Ce tableau d'une source différente indique un nombre de logements au chauffage électrique plus élevé : 7,7 millions au lieu de 7 millions).

- Les logements en immeuble (44% des logements en 1999)

Le chauffage électrique équipait 5% du parc en 1975, il atteint 28% en 1999.

En parallèle, le chauffage gaz a cru de 20% en 1975 à 47% en 1999. Ces deux énergies ont pris des parts de marché au fuel (baisse de 49 à 12%) et au charbon (de 10 à 1%, une énergie négligeable aujourd'hui pour le chauffage).

- Les logements en maison individuelle (56% des logements en 1999)

La croissance du chauffage électrique a été encore plus forte en maison individuelle, comparée aux logements collectifs : de 4% du parc en 1975 à 30% en 1999.

Le gaz qui chauffait 9% des logements en 1975 en chauffe 25% en 1999, là aussi au détriment du fuel (de 49 à 27%) et du charbon (de 12 à 1%). La pénétration du gaz naturel est forte et continue sur tous les marchés, le fuel se maintient mieux dans le chauffage central individuel (CCI) des maisons que des appartements.

- Chauffage central ou indépendant

On constate une croissance du parc des chauffages centraux (CC), de 9 600 000 en 1975 à 20 979 000 en 1999, une décroissance du chauffage par appareil indépendant (dits AIC), de 8 252 000 à 2 954 000.

Ceci ne concerne pas le chauffage électrique, les AIC équipaient 763 000 logements électriques en 1975, 866 000 en 1999. Le chauffage électrique intégré (convecteurs) est compté comme un chauffage central, il équipait 263 000 logements en 1975, 6 149 000 en 1999.

2.1.2 Le parc HLM

Le document *« Actualités HLM N° 175 »* de novembre 2001 indique le chauffage du parc HLM. A noter que la construction neuve en HLM n'installe quasiment plus ni chauffage collectif, ni fuel. L'UNFOHLM a conclu des accords avec les fournisseurs d'énergie, GDF et EDF (sécurisation du parc, échange de savoir-faire, meilleure gestion, amélioration technique). Pour mémoire, le parc HLM était de 700 000 logements en 1977, 3,2 millions en 1997 (14% des RP), 3,998 millions en 1999 (selon le Moniteur des BTP, en cumulant parc social locatif détenus ou gérés par les organismes d'HLM et les sociétés d'économie mixte, soit une croissance de 1,1% par rapport à 1998)[1].

[1] Le « cahier du Clip » d'avril 2001 indique pour le parc HLM un parc de 3,5 millions de logements, avec en moyenne 50 000 constructions annuelles, 100 000 rénovations et 5 000 destructions.

Le parc HLM

	1973	1999
Electricité	**2000 logements**	**10%**
Gaz naturel, GPL, etc.	27%	**60%**
Fuel	**41%**	22%
Charbon	7%	6%
CU	15%	(inclus dans fuel et charbon)

Le chauffage électrique dans le secteur social (source «*Direct Résidentiel* », N° 115, juin-juillet 2001)

	Logements sociaux construits par les HLM	Dont logements Vivrélec	Logements chauffés à l'électricité rénovés
1998	45 000	8 200 (18,2%)	17 000
1999	52 000	8 800 (16,9%)	19 000
2000	En baisse	De l'ordre de 20%	18 000

2.1.3 Les chauffages d'appoint

Les chauffages d'appoint équipent 8,5 millions de logements, 4,1 millions sont électriques (1,9 millions dans des maisons d'avant 1975, 0,8 million dans des maisons d'après 1975, 1 million dans des appartements d'avant 1975 et 350 000 dans des appartements d'après 1975).

- La part de l'appoint

Les maisons chauffées à l'électricité utilisent souvent un chauffage d'appoint, qui représente une part substantielle de leur chauffage. 47% des logements à l'électricité ont un appoint bois : 16% des maisons se contentent d'un foyer ouvert et 31% sont équipées d'un insert.

Les appoints du chauffage électrique

	Parc (millier)	%
Maisons chauffage électrique	3 093	
Sans bois	1 637	53
Avec foyer ouvert	503	16
Avec insert	953	31
Maisons avant 1975	1 193	
Sans bois	847	71
Avec foyer ouvert	102	9
Avec insert	244	20
Maisons après 1975	1 900	
Sans bois	790	42
Avec foyer ouvert	401	21
Avec insert	709	37

2.1.4 Les résidences secondaires et les logements vacants

En 1999, le parc de résidences secondaires (RS) est estimé à 2 900 000 logements, 61% en maisons individuelles (dont 67% construites avant 1975), 39% en logements collectifs (dont 57% construits avant 1975). Ce parc est stable en nombre de logements. **Le chauffage électrique équipe la moitié de ce parc. Ce pourcentage de pénétration est stable depuis plusieurs années.**

Résidences secondaires au chauffage électrique, construites avant ou après 1975

Milliers de RS	Avant 1975	Après 1975
MI (total)	1196	578
Chauffage élec intégré	**388**	**266**
Autre chauffage élec	**49**	**82**
IC(total)	646	494
Chauffage élec intégré	**287**	**309**
Autre chauffage élec	**2**	**61**

Le parc de logements vacants est estimé à 2 107 000 logements en 1999, 52% en maisons individuelles et 48% en logements collectifs. Le chauffage électrique équipe 35% de ce parc (soit un pourcentage légèrement supérieur au pourcentage des RP).

2.2 Les marchés du chauffage électrique

2.2.1 Dans le logement neuf

Les parts de marché du chauffage électrique dans la construction neuve ont varié de 4% en 1972 à 70% en 1987, pour diminuer à 43% en 2000. En 1987, les deux tiers des logements construits étaient équipés de chauffage électrique. Le fioul était l'énergie la plus répandue au début des années 70.

Part de marché de l'électricité pour le chauffage des logements neufs

Année	1970	1972	1975	1978	1981	1984	1987	1991	1994	1995	1996	1997	1998	2000
En %	2	4	19	46	40	61	70	66	47	46	45	40	41	43

Le « *Relations Elec » du CFE de juillet-août 2001* détaille les parts de marché du chauffage électrique par type de logement. Il montre la disparité de pénétration selon le type de construction : en 1999 le taux de pénétration du chauffage électrique de 40% se répartit en 60% pour le collectif privé, 33% pour la maison individuelle et 16% pour le collectif social. La maison individuelle représente 60% du marché du neuf tout électrique. *« Direct Résidentiel »* N° 120 (février 2002) indique un taux de pénétration du chauffage électrique dans les logements neufs ayant remonté à 55% pour 2001.

2.2.2 Dans l'existant

Substitution par du chauffage électrique, en milliers de logements

Année	1981	1984	1987	1991	1994	1997	1998
Substitution (milliers)	97	139	185	100	122	-60	-75

Les substitutions par du chauffage électrique ont connu un maximum en 1987. Dans les maisons existantes, on assiste depuis quelques années à une substitution du chauffage électrique par d'autres énergies (-8 000 maisons en 1997, -10 000 en 1998, -14 000 en 1999).

Dans le logement existant, le seul marché est celui des chauffages électriques intégrés en immeubles collectifs, mais ces substitutions ne suffisent plus depuis 1996 pour compenser les pertes des maisons individuelles et du chauffage divisé en immeuble collectif.

2.3 Les facteurs de pénétration du chauffage électrique

2.3.1 Les avantages concurrentiels intrinsèques du chauffage électrique

- Investissement

L'investissement nécessaire à une installation de chauffage électrique peut-être beaucoup plus faible que pour les autres modes de chauffage si l'on opte pour des convecteurs bon marché. Avec du matériel de plus grande qualité, le différentiel n'est plus aussi évident puisque pour un logement classique de Type 3, une installation électrique avec panneaux rayonnants de bonne qualité revient plus cher qu'une installation de chauffage central au gaz (Cf Chap 4).

- Simplicité

L'installation de chauffage peut-être réalisée par un électricien, le même que pour le reste de l'installation. En cas de construction, la réduction du nombre d'interlocuteurs peut-être intéressante. En cas d'aménagement, on peut installer les convecteurs soi-même relativement facilement.

Comparativement avec le fioul ou le charbon, il n'est pas nécessaire de se faire livrer régulièrement du combustible ni de disposer de capacités de stockage. Pas de souci d'approvisionnement et encore une fois un seul interlocuteur.

Le chauffage électrique ne nécessite pas de contrat d'entretien ni de maintenance.

- Propreté versus charbon et fioul

Le chauffage électrique a sans aucun doute profité du désamour des français pour le charbon et le fioul.
Le chauffage au charbon est fastidieux. Il faut disposer d'un local de stockage et se salir les mains pour recharger la chaudière.
Le chauffage au fioul est quant à lui considéré comme odorant et salissant.

- Sécurité versus gaz

Le gaz a longtemps été considéré comme dangereux, à raison si on considère la vétusté de nombre d'installations. C'est la raison pour laquelle des logements pourtant raccordés au gaz de ville sont équipés en tout électrique.

2.3.2 Le facteur conjoncturel

Dans les années 70, le chauffage électrique a bénéficié aussi de la défiance envers les produits pétroliers induite par le choc de 73. Le "tout électrique, tout nucléaire" fait alors partie de l'élan national vers une plus grande indépendance énergétique. En termes plus modernes, le choix du tout-électrique était alors présenté et ressenti comme un "acte citoyen".

Mais à la fin des années 80, le chauffage électrique perd du terrain dans la construction neuve (Cf 2.2). Les atouts évoqués plus haut ne parviennent plus à compenser les inconvénients d'un mode de chauffage inconfortable et cher. A la fin des années 90, on assiste même à une substitution du chauffage électrique par d'autres énergies dans les logements existants.

Les acteurs du secteur, EDF en tête, mettent alors en œuvre un plan de reconquête basé sur les maîtres mots : confort et économie. L'idée étant d'associer des qualités d'isolation accrues et des appareils plus performants afin de rendre le chauffage électrique acceptable par les utilisateurs. Pari ambitieux que de renverser l'équation "électrique = cher + inconfortable" en "électrique = économe + confortable".

Un logement bien isolé consomme moins, c'est irréfutable. Mais l'opération tourne à la maestria quand en plus on parvient à faire oublier que ce logement consommerait aussi moins avec une autre énergie et que la facture serait encore plus légère.

2.3.3 Les acteurs du chauffage électrique en France

Le principal acteur est sans doute EDF. La politique d'EDF a été rendue possible de par la nature même d'EDF et l'étendue de ses pouvoirs de 1946 à 2000 : le monopole de la loi de 1946 sur la distribution s'est traduit dans les faits par un quasi-monopole sur la production, le transport et la distribution. Ce qui en a fait la compagnie d'électricité la plus puissante au monde. La communauté des services de distribution entre EDF et GDF, association spécifique à la France, a profité à l'électricité, le gaz ne pouvant trouver son marché.

EDF a développé une offre spécifique pour le chauffage électrique, Vivrélec, et a mis à profit ses conseillers pour orienter les usagers dans leurs choix de chauffage. Avant Vivrélec, EDF avait mis en place d'autres labels ou activités sous d'autres dénominations (confort plus, confort sécurité etc…).

Eliope

Le GIE Eliope a été créé en 1991 à l'initiative d'EDF. Il regroupe les fédérations de professionnels du bâtiment ou de l'électricité (Gifam, Uniclima, Uncmi…) et se dit "chargé par EDF de la commercialisation de son offre de chauffage"[2].
Les activités de ce GIE sont difficiles à qualifier avec précision mais il semble que leur principale mission soit de communiquer auprès des professionnels du bâtiment et d'organiser un certain nombre de séminaires, et autres remises de prix. Un exemple de bulletin "La lettre d'Eliope" est présenté en annexe.

Promotélec

Promotélec est une association loi 1901, créée en 1962, regroupant EDF et de nombreux acteurs du bâtiment (organisations professionnelles d'installateurs électriques et de la construction électrique, partenaires du bâtiment et consommateurs) qui délivre un label de qualité pour les logements. Le label repose sur des critères de qualité du bâti comme le coefficient d'isolation mais son obtention est conditionnée au choix du chauffage électrique. Le label évolue régulièrement pour suivre (anticiper d'après ses promoteurs) la réglementation.

Promotélec conduit aussi des campagnes d'information sur la sécurité des installations électriques.

[2] Source : Site internet d'Eliope sur www.espace-elec.com

Pour l'année 2000, 112 704 logements ont demandé un label Promotélec (dont 51 410 maisons individuelles dans le secteur diffus). Au 31 mai 2001, 53 613 demandes de label étaient enregistrées (soit +16,2% par rapport à la même période en 2000).

2.3.4 Les mécanismes de promotion

Les donneurs d'ordre dans le secteur du bâtiment sont très nombreux mais peuvent être répartis en quelques groupes : les particuliers, les promoteurs, les organismes de logement social et dans une certaine mesure les constructeurs de maisons individuelles dites industrielles puisqu'ils font souvent les choix en amont du client particulier.

D'autre part, les prestataires sont les entreprises du bâtiment, notamment les artisans, les architectes, les bureaux d'étude et les fabricants d'équipements.

EDF et ses partenaires ont développé des approches spécifiques pour chacun des acteurs concernés.

L'efficacité de la politique de promotion du chauffage électrique repose cependant sur quatre axes principaux :

- Accès à l'information
- Incitations financières
- Assistance au maître d'ouvrage
- Création d'associations regroupant EDF et des installateurs (80 à 90 réseaux de ce type existent, souvent par département, assurant de la « formation » et de la (dés)information pour les installateurs, en contrepartie d'un nombre obligé d'installations électriques certifiées.

Deux analyses de cas sont proposées en Annexe 3.

2.3.5 Les offres de promotion du chauffage électrique

Pour pallier les moindres installations de chauffage électrique, EDF a lancé en 1996 « l'offre Vivrélec » avec comme objectif 20% de parts de marché dans les nouveaux logements. Vivrélec a concerné 30 000 logements en 1997, 70 000 en 1998. En 2000, le chauffage électrique a équipé 43 % des logements neufs, dont 35% avec l'offre Vivrélec (ou 102 000 logements) : 36% en maison individuelle isolée, 51% en promotion privée, 22% en logement social. Ce chiffre de 43% peut être contesté, il concerne sans doute l'ensemble des logements, y compris les résidences secondaires et les logements vacants, il semble que pour les résidences principales le chiffre de 38 ou 40% soit plus correct. Cette offre Vivrélec demandait de faire mieux que la réglementation thermique en vigueur (avant la RT 2000) avec comme objectif un GV de –10 à –20%. Elle permettait de réaliser des installations donnant satisfaction, pouvant être mises en avant, pour masquer les réalisations chères, où il fait bien froid (cf. paragraphes 3.1 et 3.2).

En mai 1998, l'offre Rénovation était lancée pour les logements existants. A la fin de l'année 2000, 50 000 rénovations ont été effectuées, près de 25% des réalisations ont été labellisées, 3 000 professionnels du bâtiment et de l'électricité ont réalisé des travaux, pour un investissement dans l'habitat existant de 229 M€ de travaux (1,5 MdF). Le budget moyen d'une rénovation est de 4500 euros.

Les acteurs du chauffage électrique cherchent également à augmenter leurs parts de marché en diversifiant l'offre de chauffages électriques : convecteur, soufflant, ventilo-convecteur, système centralisé à air, pac, radiateur sèche-serviette et à accumulation, panneau, plancher et plafond rayonnant, et en l'associant à la climatisation (plancher chauffant rafraîchissant).

Aujourd'hui EDF prépare l'extension de l'offre Vivrélec aux équipements électro-solaires (source *« Energie Plus »* déc 2001).

2.4 Les matériels utilisés

2.4.1 Les émetteurs

Le **convecteur électrique** est le **mode dominant**, à 90%, du chauffage électrique. Le chauffage électrique dans les années 70 à 80 est à 80% du convecteur, distribué principalement par deux sociétés (Masser et Applimo). EDF utilise dés 1971 la dénomination CEI, chauffage électrique intégré, compté dans les statistiques comme du chauffage central. Selon *« Direct résidentiel »* N°120 (février 2002), 60% des chauffages électriques installés aujourd'hui sont des convecteurs et 10% des pompes à chaleur.

Le N° 6 de « *Relations Elec »* présente l'évolution des matériels de chauffage (c'est nous qui soulignons certains passages) : « *Au début des années 1980, pendant 5 ans, EDF développe la bi-énergie. D'abord avec la pompe à chaleur en relais de chaudière fioul (opération Perche). Puis avec l'électrofioul. Il s'agit de faire cohabiter une chaudière traditionnelle au fioul et une chaudière électrique. En effet,* ***devant l'essor du chauffage électrique, EDF encourage un système de chauffage où l'électricité est relayée par une autre énergie aux heures de pointe.*** *Les panneaux rayonnants n'apparaissent qu'à partir des années 1990-1995 apportant une autre perception de la chaleur, puis sont arrivés les radiateurs en 1995-1996. Les planchers chauffants évoluent aussi. (…) Les nouveaux planchers directs apparus au début des années 1990 ont une chape beaucoup moins épaisse et une régulation plus fine. Les plafonds rayonnants ont également beaucoup évolué depuis le film déroulé chauffant jusqu'aux panneaux chauffants associés à des plaques de plâtre spécifiques dont l'association Promodul assure la promotion depuis 1997. Aujourd'hui les systèmes thermodynamiques sont les solutions de chauffage les plus innovantes assurant le confort « quatre saisons » : chauffage en hiver, climatisation en été.* »

Cet extrait montre l'évolution des appareils : on peut repérer dans cette évolution l'effort fait pour **associer le chauffage à la structure même du bâti**, en associant chauffage et plâtre, dans le cas des planchers et plafonds rayonnants. Ces systèmes sont plus chers à l'installation, et très difficiles à substituer par une autre énergie (hors la réversibilité des systèmes de chauffage devient maintenant une obligation). Le convecteur reste l'émetteur le plus largement choisi, même s'il a perdu 20% de son marché de 1996 à 2000, au profit premièrement des panneaux, deuxièmement des planchers rayonnants. Cet extrait montre également les **contraintes imposées au réseau électrique**, par les consommations de **pointe**, dès 1980 (cf. § 4.3.1.).

Les tableaux *« Evolution des matériels »* (p. 14) et *« Marché français des convecteurs »* (p. 15) présentent plus précisément les choix d'équipements. Quelques évolutions sont présentées graphiquement.

2.4.2 La régulation et la qualité des émetteurs

La certification NF Electricité ne concerne que la sécurité des produits, la marque NF Electricité Performance, créée à la fin des années 80, certifie en plus l'aptitude des produits à la fonction attendue. En 1994 EDF et le Gifam ont créé la marque privée Elexence, attribuée selon une vingtaine de critères de qualité. Les améliorations peuvent porter sur les valeurs de dérive et d'amplitude de la régulation qui sont réduites, la résistance mécanique des appareils, des contraintes pour éviter les salissures sur les murs, une sortie d'air frontale (ce qui diminue les pertes thermiques par l'arrière de l'appareil et la stratification de l'air). La régulation électronique permet de suivre plus finement la température sur des cycles de 30 à 40 secondes (pour 15 minutes avec un thermostat mécanique). Elexence, non reconnue par les pouvoirs publics comme une certification, a été remplacée par la marque NF Electricité Performance catégorie C, qui correspond aujourd'hui au **minimum requis** pour être conforme à la nouvelle réglementation thermique (RT 2000).

2.4.3 Les fabricants

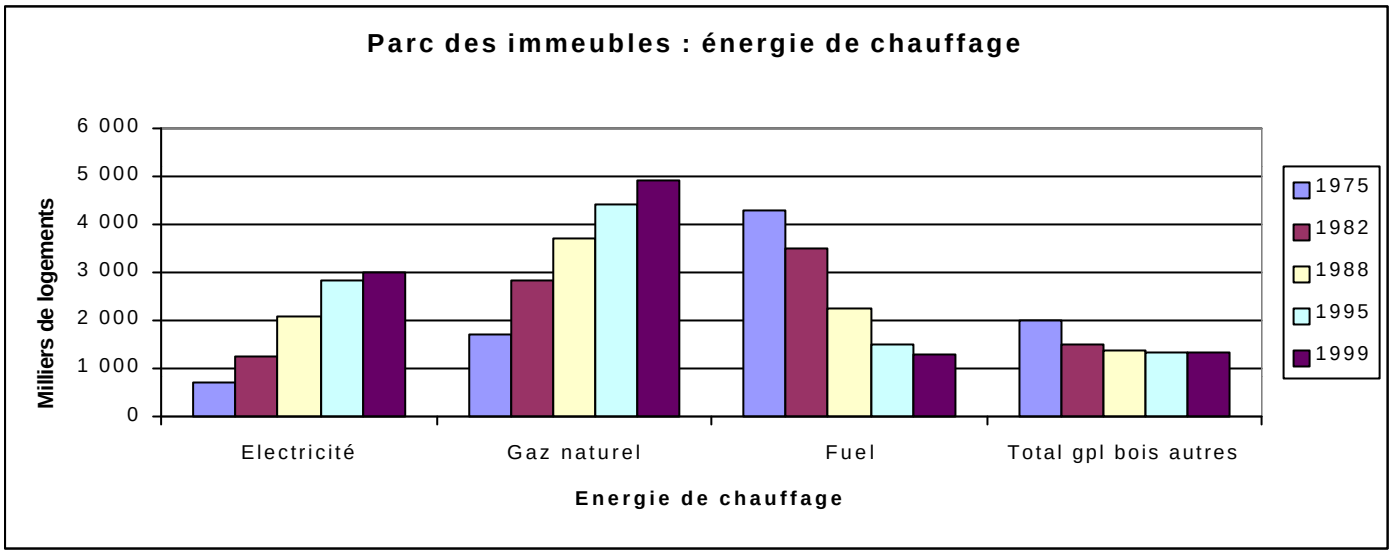
« *En 1970, deux sociétés seulement proposaient des solutions de chauffage électrique : Masser et Applimo. D'après le Gifam, 10 ans plus tard, on comptait une vingtaine d'intervenants sur le marché des convecteurs électriques fixes. Les trois premiers constructeurs représentaient 45% du marché, les cinq premiers 60% et les 10 premiers 80%. Au début des années 90, ils n'étaient plus qu'une dizaine, les trois premiers constructeurs d'entre eux représentant 70% du marché. Actuellement, deux groupes leaders occupent plus de 90% du marché* » (extrait de « *Relations Elec* » N° 6).

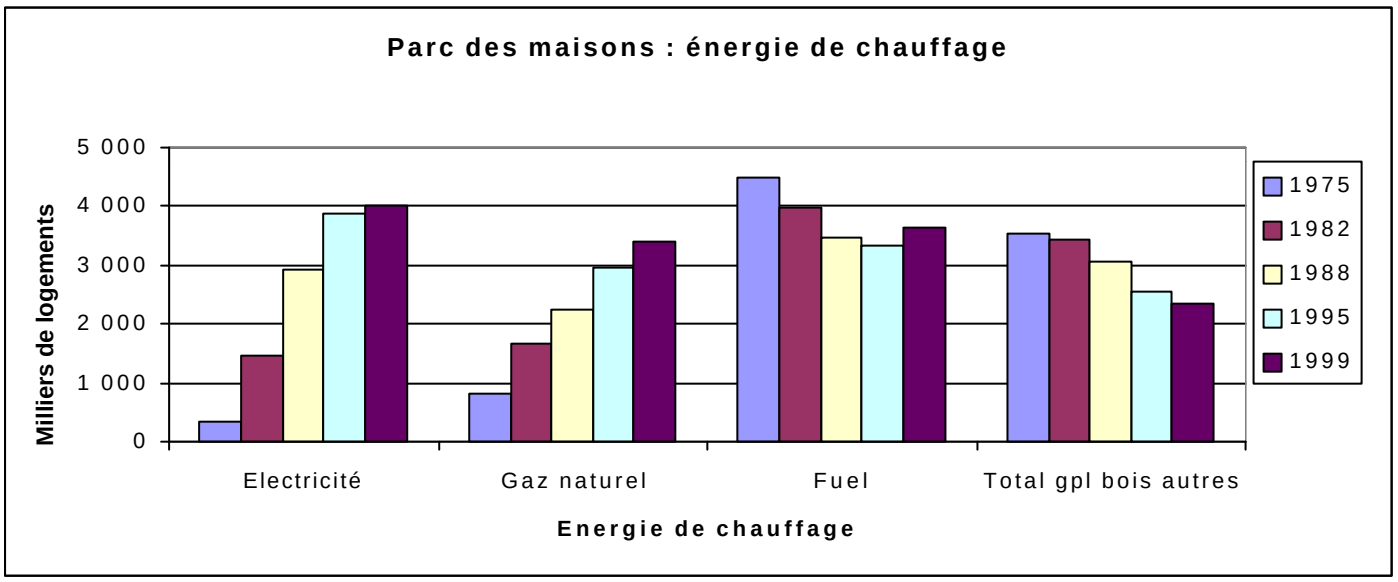
2.5 Les usagers du chauffage électrique

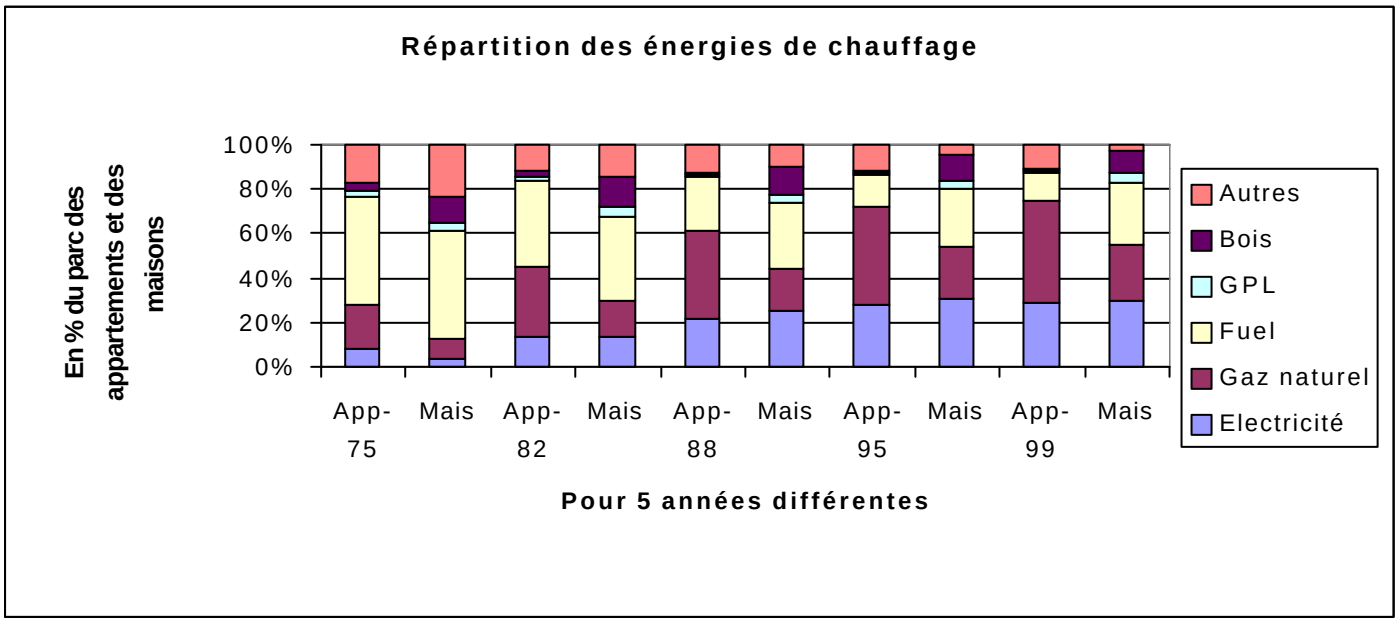
L'étude de la DGEMP (*« Les facteurs déterminants les moindres consommations unitaires des logements équipés de chauffage électrique », Ceren, 1998*) citée en 3.2. donne une indication sociologique sur les ménages chauffés au chauffage électrique en appartement : les ménages occupant un appartement « tout électrique » ont un revenu moins élevé en moyenne que ceux des appartements « gaz » : 44% d'entre eux (plus de 1 300 000 ménages) disposent de moins de 13 720 € (90 000 F) par an de revenu contre 34% en appartement « gaz ».

Chauffage des résidences principales

		En milliers de logements							En %						
	Energie	1975	1982	1984	1988	1995	1998	1999	1975	1982	1984	1988	1995	1998	1999
Parc total	Total	17837	19638	20129	21147	22817	23655	23933							
	Electricité	1026	2726	3519	5011	6719	6974	7015	6%	14%	17%	24%	29%	29%	29%
	Autres	16811	16912	16610	16136	16098	16681	16918	94%	86%	83%	76%	71%	71%	71%
Immeuble collectif	Total	9684	9091	9206	9433	10092	10418	10520	49%	46%	46%	45%	44%	44%	44%
	Electricité	702	1268	1575	2082	2833	2935	2993	8%	14%	17%	22%	28%	28%	28%
	Gaz naturel	1694	2827	3177	3704	4410	4754	4898	20%	31%	35%	39%	44%	46%	47%
	Fuel	4277	3501	3009	2262	1409	1055	1299	49%	39%	34%	24%	15%	10%	12%
	GPL	228	190	167	94	80	37	89	3%	2%	2%	1%	1%	1%	1%
	Bois	278	201	119	79	67	51	60	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%
	Autres	1505	1104	1080	1212	1203	1186	1181	17%	12%	12%	13%	12%	11%	11%
Maisons ind. collectif	Total	9160	10547	10924	11712	12733	13236	13412	51%	54%	54%	55%	56%	56%	56%
	Electricité	324	1458	1915	2929	3886	4010	4023	4%	14%	18%	26%	31%	30%	30%
	Gaz naturel	820	1674	1892	2257	2967	3237	3407	9%	16%	17%	19%	23%	25%	25%
	Fuel	4473	3978	3809	3467	3326	3541	3640	49%	38%	35%	30%	26%	27%	27%
	GPL	339	476	402	377	505	611	640	4%	5%	4%	3%	4%	5%	5%
	Bois	1074	1487	1529	1557	1498	1411	1384	12%	14%	14%	13%	12%	11%	10%
	Autres	2130	1474	1347	1125	551	376	318	23%	14%	12%	10%	4%	3%	2%


Parc des immeubles : énergie de chauffage
Milliers de logements
6 000
5 000
4 000
3 000
2 000
1 000
0
Electricité
Gaz naturel
Fuel
Total gpl bois autres
Energie de chauffage
1975
1982
1988
1995
1999


Parc des maisons : énergie de chauffage
Milliers de logements
5 000
4 000
3 000
2 000
1 000
0
Electricité
Gaz naturel
Fuel
Total gpl bois autres
Energie de chauffage
1975
1982
1988
1995
1999


Répartition des énergies de chauffage
En % du parc des appartements et des maisons
100%
80%
60%
40%
20%
0%
App-75
Mais
App-82
Mais
App-88
Mais
App-95
Mais
App-99
Mais
Pour 5 années différentes
Autres
Bois
GPL
Fuel
Gaz naturel
Electricité

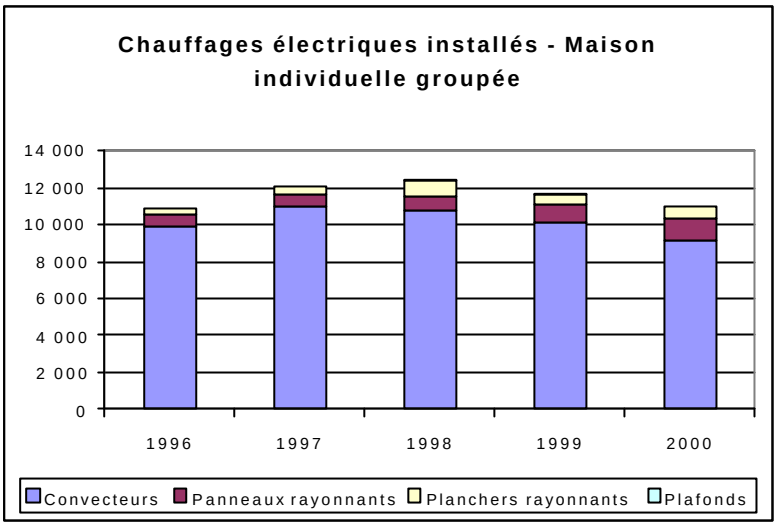
Consommation électrique de chauffage en 1999

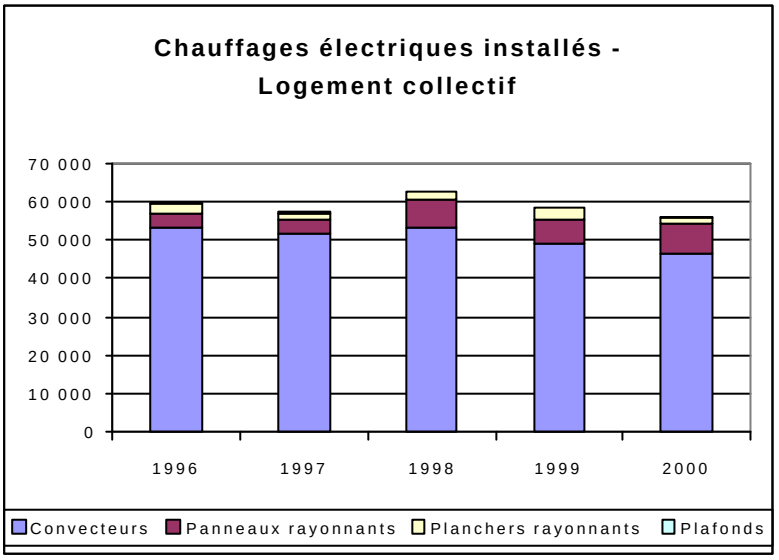
	Avant 1975			Après 1975			Total		
	Milliers ménages	Conso unitaire kWh	Conso totale GWh	Milliers ménages	Conso unitaire kWh	Conso totale GWh	Milliers ménages	Conso unitaire kWh	Conso totale GWh
Appartement									
Chauff élec seul	1498	4400	6627	1412	3300	4628	2910	3900	11255
convecteur	1445	4300	6282	1273	3000	3873	2718	3700	10155
pac	9	5700	49	4	4700	21	13	5400	70
chaudière	44	6700	296	135	5500	734	179	5800	1030
Chauff élec + autre énergie	185	3600	672	39	3000	115	224	3500	787
convecteur	150	3700	554	16	3200	50	165	3700	604
pac	14	3000	43	16	2700	43	30	2800	86
chaudière	21	3500	75	7	3100	21	28	3400	96
Appoint électrique	970	300	242	350	200	72	1319	200	314
Maisons									
Chauff élec seul	1132	9300	10556	2069	6800	14040	3201	7700	24596
convecteur	995	8900	8881	1755	6200	10966	2750	7200	19847
pac	16	9200	147	51	7800	398	67	8100	545
chaudière	121	12600	1527	262	10200	2677	384	11000	4204
Chauff élec + autre énergie	727	4500	3267	649	3700	2408	1376	4100	5674
convecteur	589	4100	2414	618	3600	2225	1207	3800	4639
pac	40	7100	286	10	6900	69	50	7100	335
chaudière	98	5800	567	21	5500	113	118	5700	680
Appoint électrique	1933	300	483	850	200	174	2783	200	658

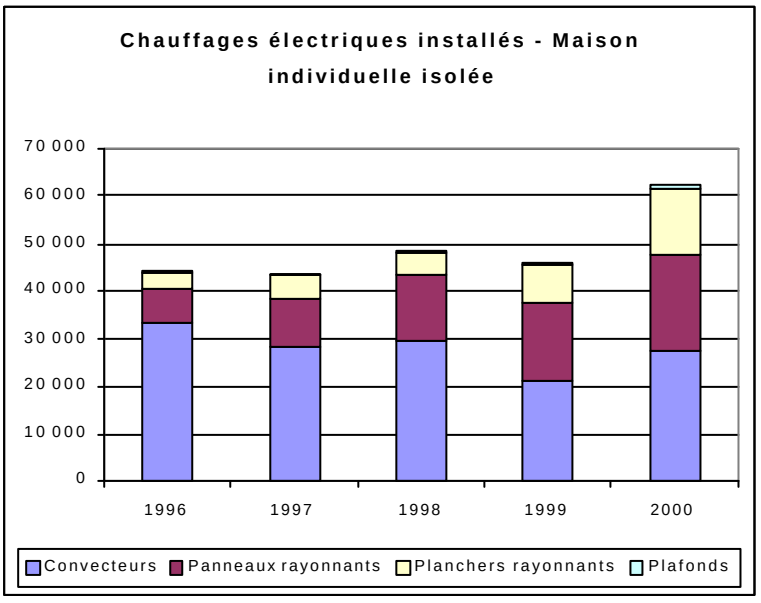
Evolution des matériels de chauffage électrique

	1996	1997	1998	1999	2000
Maison individuelle isolée					
Convecteurs	33 509	28 266	29 507	21 025	27 552
Panneaux rayonnants	7 026	10 175	13 618	16 637	20 272
Planchers rayonnants	3 550	4 853	5 235	7 890	13 568
Plafonds	161	270	293	373	1 167
Maison individuelle groupée					
Convecteurs	9 952	10 933	10 782	10 148	9 087
Panneaux rayonnants	632	733	761	989	1 285
Planchers rayonnants	303	446	895	478	586
Plafonds			14	37	0
Logement collectif					
Convecteurs	53 174	51 738	53 125	49 286	46 373
Panneaux rayonnants	3 789	3 680	7 454	5 852	7 792
Planchers rayonnants	2 551	1 706	1 976	3 088	1 828
Plafonds	46	71	10	31	86
Total					
Convecteurs	96 635	90 937	93 414	80 459	83 012
Panneaux rayonnants	11 447	14 588	21 833	23 478	29 349
Planchers rayonnants	6 404	7 005	8 106	11 456	15 982
Plafonds	207	341	317	441	1 253

Total %	1996	1997	1998	1999	2000
Convecteurs	84%	81%	76%	69%	64%
Panneaux rayonnants	10%	13%	18%	20%	23%
Planchers rayonnants	6%	6%	7%	10%	12%
Plafonds	0%	0%	0%	0%	1%


Chauffages électriques installés - Maison individuelle groupée
14 000
12 000
10 000
8 000
6 000
4 000
2 000
0
1996
1997
1998
1999
2000
Convecteurs
Panneaux rayonnants
Planchers rayonnants
Plafonds


Chauffages électriques installés - Logement collectif
70 000
60 000
50 000
40 000
30 000
20 000
10 000
0
1996
1997
1998
1999
2000
Convecteurs
Panneaux rayonnants
Planchers rayonnants
Plafonds

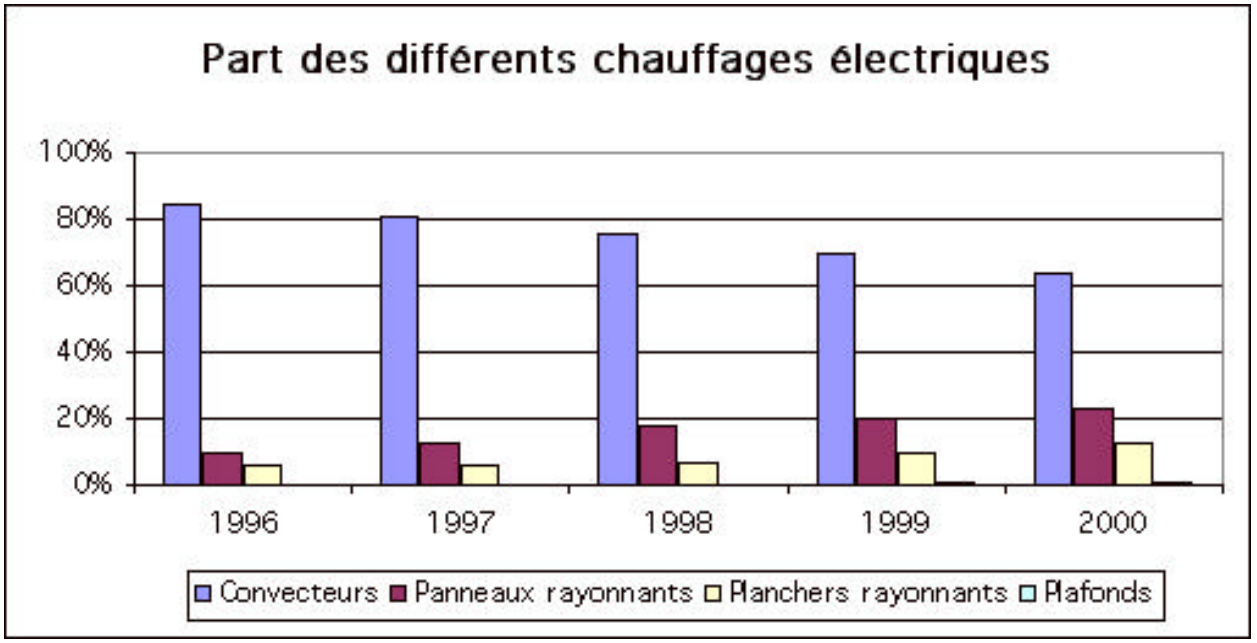

Chauffages électriques installés - Maison individuelle isolée
70 000
60 000
50 000
40 000
30 000
20 000
10 000
0
1996
1997
1998
1999
2000
Convecteurs
Panneaux rayonnants
Planchers rayonnants
Plafonds

Marché français des convecteurs électriques fixes

Année	Nb d'appareils (milliers)
1977	2 332
1978	2 177
1979	2 155
1980	2 607
1981	3 119
1982	3 412
1983	3 574
1984	3 627
1985	3 339
1986	3 342
1987	3 404
1988	3 152
1989	2 903
1990	2 888
1991	2 684
1992	2 483
1993	2 325
1994	2 311
1995	2 231
1996	2 148
1997	2 174
1998	2 213
1999	2 255
2000	2 390

Convecteurs et panneaux rayonnants à régulation électronique

Année	%
1990	17
1991	22
1992	31
1993	39
1994	50
1995	58
1996	63
1997	70
1998	71



3 LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DES MENAGES

3.1 Les consommations

3.1.1 Consommations totales des RP

Les 7 millions de logements électriques consomment 43 TWh d'électricité pour le chauffage. Les consommations unitaires sont estimées à

- MI av 75 : 9,3 MWh/log
- IC av 75 : 4,4 MWh/log
- **MI ap 75 : 6,8 MWh/log**
- **IC ap 75 : 3,3 MWh/log**

Consommation de chauffage électrique, résidences principales

43 TWh électriques de chauffage pour les RP			
22 TWh avt 75		21 TWh ap 75	
8 TWh IC	14 TWh MI	5 TWh IC	17 TWh MI

Le tableau *« Les consommations d'énergie pour le chauffage »* (p. 20) et les graphiques *« Part des énergies de chauffage »* (p. 20) montrent les consommations des différentes énergies. En énergie finale, on constate la croissance de l'électricité, du gaz, la baisse du fuel et la quasi-disparition du charbon. Mais ces consommations par énergie ne sont pas proportionnelles aux parcs de logements, les maisons au chauffage électrique consomment proportionnellement moins que les autres. Le tableau *« Consommation électrique de chauffage en 1999 »* (p. 13) indique la part de consommation par type de chauffage et de logements.

La consommation des appoints électriques est faible, 4,1 millions de ménages consomment « seulement » 972 GWh, entre 200 et 300 kWh par an et par ménage.

Nous résumons quelques résultats ci-dessous : les maisons sans appoint sont évidemment les plus consommatrices.

Parc et consommation d'énergie

Part dans	parc de logements électriques	consommation d'électricité de chauffage
MI av 75, chauffage électrique seul	15%	25%
MI ap 75, chauffage électrique seul	29%	33%
MI av 75, chauffage électrique + autre	9%	8%
MI ap 75, chauffage électrique + autre	8%	6%
IC av 75, chauffage électrique seul	19%	16%
IC ap 75, chauffage électrique seul	18%	11%
IC av 75, chauffage électrique + autre	2%	2%
IC ap 75, chauffage électrique + autre	0%	0%

3.1.2 Consommations unitaires des RP

Le tableau *« Consommation électrique de chauffage en 1999 »* (p. 13) indique les consommations unitaires moyennes d'électricité selon la nature du chauffage électrique. Ces

consommations sont bien sûr corrélées au bâti du logement : les logements d'avant 1975 consomment plus que les logements récents, les appartements moins que les maisons.

Les consommations d'électricité sont particulièrement faibles pour le chauffage : si le **parc des chauffages électriques** représente le **tiers des équipements**, la **consommation** elle n'est **que de 15% des consommations totales**. Les consommations en chauffage électrique sont deux à trois fois inférieures à celle des autres modes de chauffage. Une étude de la DGEMP permet d'identifier les facteurs explicatifs de cette faible consommation (§ 3.2.).

3.1.3 Consommations des résidences secondaires

Les estimations de **consommation unitaire** de chauffage électrique en résidence secondaire sont en **logement collectif de 1,3 MWh par an et en maison individuelle de 2,7 MWh**, soit pour l'ensemble du parc de résidences secondaires une consommation de chauffage électrique de **3 GWh** (sur une consommation totale de chauffage des RS de 9,2 GWh). **50% du parc de résidences secondaires consomme 30% de l'énergie**. Là encore, on constate un effet de restriction volontaire des consommations.

3.2 Un parc sous-chauffé ?

En juillet 1998, le Ceren a réalisé une étude pour la DGEMP sur *« Les facteurs déterminants les moindres consommations unitaires des logements équipés de chauffage électrique »*. Cette étude compare un chauffage électrique et un chauffage individuel au gaz. Les principaux résultats sont indiqués ci-dessous.

Consommation selon l'énergie, électricité ou gaz

Consommation kWh/m^2	Maison	Appartement
Chauffage électrique	63	64
Chauffage gaz	174	161
Ecart gaz-électricité	111	98
Effet de structure	15	9
%	13%	9%
Effet bois	15	
%	13%	0%
Effet prix	27	18
%	25%	18%
Effet technique	54	71
%	49%	73%

Les « effets » explicatifs sont définis comme suit.

- Effet de structure : lié aux caractéristiques particulières de chaque parc de logements, c'est-à-dire la date de construction, le revenu du ménage, la taille du foyer, etc. Le parc de logements chauffés à l'électricité est en général plus récent que le parc moyen français (donc mieux isolé), il est situé dans des zones climatiques plus favorables, il est habité par des ménages avec des revenus moindres.

- Effet bois : il concerne la réduction de consommation due à l'utilisation plus fréquente de bois en logement ayant un chauffage électrique. Il n'existe pas pour les appartements.

On constate que dans le cas d'une maison chauffée au gaz, la consommation d'énergie (de gaz) ne dépend pas de la présence d'un appoint bois : le bois n'est pas utilisé pour substituer du gaz. Dans le cas d'une maison chauffée à l'électricité, la présence d'un appoint bois contribue à diminuer sensiblement la consommation d'électricité.

Dans le cas où un **insert** est présent, il assure quasiment la **moitié des besoins de chauffage**. Ce qui rend le terme d'appoint abusif, on a plutôt une bi-énergie électricité – bois. Le foyer ouvert assure une part non négligeable des besoins, de 20% à 38%.

Le chauffage électricité / bois selon l'appoint bois

Consommation kWh/m^2	Parcs	Electricité	bois	% bois
	(milliers)	kWh/m^2		
Maisons avant 1975				
Sans bois	847	99		
Avec foyer ouvert	102	80	19	19
Avec insert	244	53	46	46
Maisons après 1975				
Sans bois	790	66		
Avec foyer ouvert	401	48	18	38
Avec insert	709	34	32	48

- Effet prix : il représente la réduction de consommation, effectuée par les ménages, à cause du prix plus élevé de l'énergie électrique. En chauffage électrique, on observe un lien entre le revenu des ménages et leur consommation de chauffage, lien qui n'existe pas pour les logements au gaz. On calcule l'effet prix comme la différence entre la consommation observée et celle des ménages disposant d'un revenu élevé. La dépense de chauffage en maison varie linéairement de 6 €/m^2 pour un revenu de 7,6 k€ à 9,9 €/m^2 pour un revenu de 49,5 k€, la pente de la courbe est moindre en appartement (où les besoins de chauffage sont moindres) : de 6 €/m^2 pour un revenu de 7,6 k€ à 9,1 €/m^2 pour un revenu de 53,4 k€ (cf. graphique *« revenu des ménages et chauffage »*). Par ailleurs, l'électricité étant plus chère que les autres énergies, le chauffage électrique a un coût d'usage de 20 à 30% plus élevé (dixit la DGEMP dans sa Lettre du 1er trimestre 1999).

- Effet technique : c'est la différence de l'écart, il est considéré comme « *très délicat à interpréter mais on peut considérer qu'il est pour partie représentatif d'une meilleure efficacité intrinsèque du système de chauffage électrique* » (citation de la DGEMP), incluant une gestion plus rigoureuse des plages de chauffage par les utilisateurs. Par ailleurs le niveau d'isolation des logements électriques étudiés n'est pas précisé dans l'étude, on peut supposer qu'il s'agit de logement à isolation renforcée, soit par les occupants eux-mêmes, soit de par la réglementation thermique, plus sévère pour les logements électriques que les autres, ce qui explique une autre partie de l'écart (2% ou 3 kWh/m^2 en maison et 8% ou 8 kWh/m^2 en appartement). Ceci est renforcé par l'âge plus récent des logements chauffés à l'électricité.

Le document *« les consommations par usages dans le résidentiel »* (du CFE, centre français de l'électricité) confirme les données de l'étude CEREN, il propose des consommations moyennes, à partir de mesures effectuées par la DER (direction étude et recherche d'EDF), le CSTB et Tec Habitat. La consommation de chauffage électrique (convecteurs) d'une maison de 100 m^2 pour 19°C de température intérieure varie de 60 à 100 kWh/m^2, dans un

appartement situé en partie médiane d'immeuble la consommation peut descendre à 40 kWh/m^2. Ces données relient également le niveau de chauffage au revenu du ménage : les ménages les plus pauvres limitent leurs consommations de chauffage électrique.

L'étude *« Le comportement des ménages équipés de chauffage central au fioul, face à la brutale augmentation du prix du pétrole en 2000 »* complète les éléments disponibles sur l'attitude des ménages face à une énergie de chauffage chère ou dont le prix augmente. Le prix du fioul ayant augmenté à la fin de l'été 1999 (+43% entre juin 99 et septembre 2000), le comportement des ménages en maison individuelle au chauffage central fioul a été modifié pour économiser cette énergie par trois stratégies :

- obtenir le meilleur prix d'achat du fioul (7-9%),
- retarder les débours (16-17%),
- restreindre les consommations (baisse moyenne de 5,3%).

La baisse des consommations a été atteinte en :

- mettant en route le chauffage plus tard (20% des ménages), alors que septembre a été un mois plus froid que d'habitude,
- réduisant la température intérieure (42% des ménages),
- en améliorant les performances thermiques du logement (ou en envisageant une amélioration) (40% des ménages),
- en faisant appel à d'autres énergies, concrètement au bois (« *les autres chauffages d'appoint, pétrole lampant,* ***radiateurs électriques****, ne semblent pas avoir été plus sollicités qu'à l'ordinaire* »).

43% des ménages se sont chauffés au bois et au fioul en 1999, 42% en 1998, la consommation de bois par foyer a augmenté :

- 3,4 stères en 1998, 3,5 en 1999 et 3,7 en 2000.

Les graphiques p. 22 présentent les données étudiées dans ce chapitre.

Les consommations d'énergie pour le chauffage

Energie finale, TWh

	1982	1998
elec	23	43
gaz	68	122
fuel	136	93
charbon	26	7
urb-autre	15	28
total	268	293

Energie primaire, tep

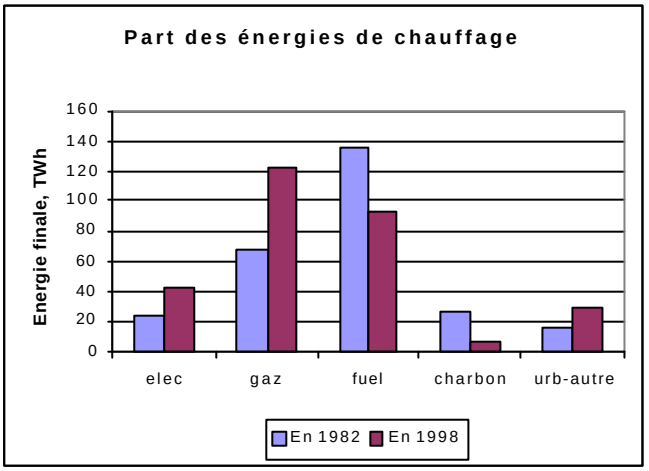
	1982	1998
elec	5	10
gaz	6	10
fuel	12	8
charbon	2	1
urb-autre	1	2
total	26,2	31,1

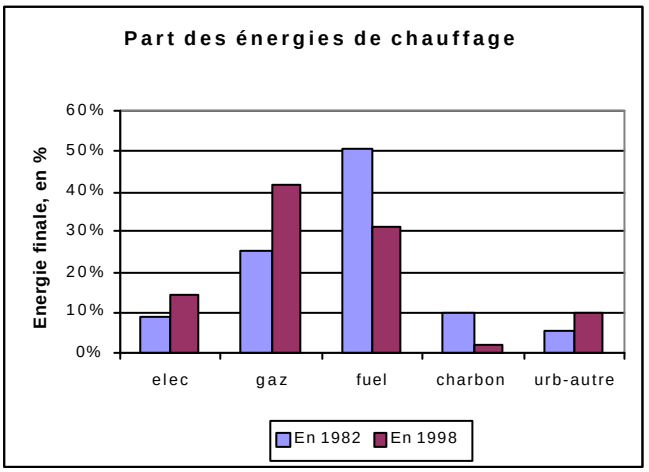
Energie finale % TWh

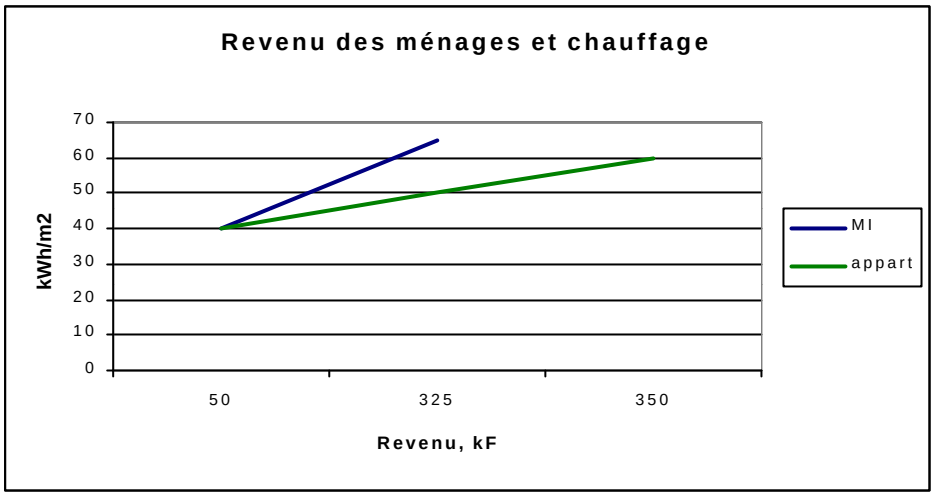
	1982	1998
elec	9%	15%
gaz	25%	42%
fuel	51%	32%
charbon	10%	2%
urb-autre	6%	10%
total	268	293

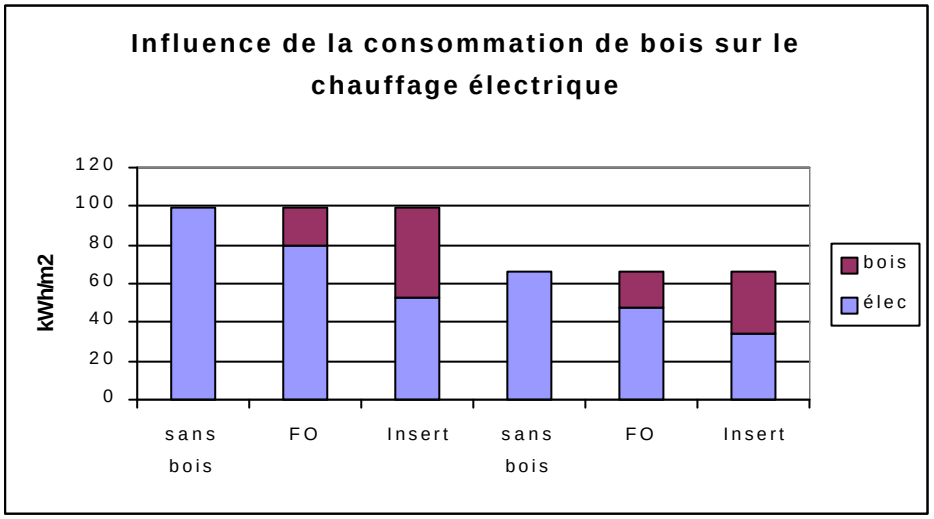
Energie primaire % tep

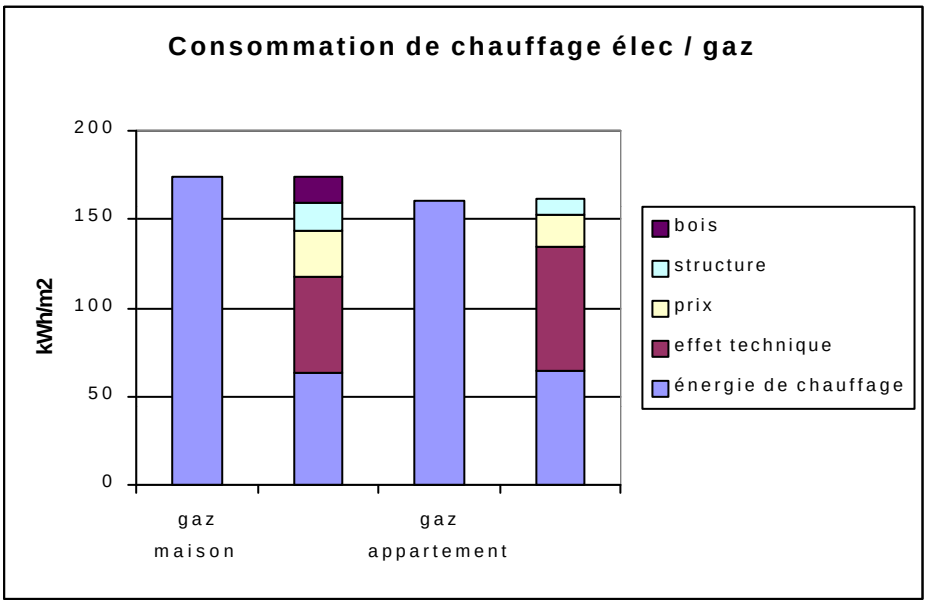
	1982	1998
elec	20%	31%
gaz	22%	34%
fuel	45%	26%
charbon	9%	2%
urb-autre	5%	8%
total	26,2	31,1






Revenu des ménages et chauffage
70
60
50
40
30
20
10
0
kWh/m2
50
325
350
Revenu, kF
MI
appart


Influence de la consommation de bois sur le chauffage électrique
120
100
80
60
40
20
0
kWh/m2
sans bois
FO
Insert
sans bois
FO
Insert
bois
élec


Consommation de chauffage élec / gaz
200
150
100
50
0
kWh/m2
gaz maison
gaz appartement
bois
structure
prix
effet technique
énergie de chauffage

4 LES COUTS DU CHAUFFAGE ELECTRIQUE

Les paragraphes précédents nous amènent tout naturellement au coût du chauffage électrique.

4.1 Le coût pour les ménages

Nous proposons de retenir deux valeurs, le coût d'investissement et le coût de fonctionnement, ce qui permettra un calcul en coût global, sur la durée de vie de l'installation de chauffage.

4.1.1 Le coût d'utilisation de 100 kWh de chauffage

La DGEMP (Direction générale de l'énergie et des matières premières) publie tous les 6 mois un document sur les prix des énergies. Ce document précise pour l'habitat le prix TTC de 100 kWh PCI selon les différentes énergies. Ces données sont présentées dans le tableau ci-dessous (elles incluent les taxes locales, dont 12% sur 80% de la facture pour l'électricité).

Coût de 100 kWh de chauffage

	Francs courants TTC/100 kWh			***€ TTC***
	1999	**2000**	**2001 (août)**	***2001 (août)***
Electricité double tarif				
6 kVA, conso de 3 500 kWh dont 1 300 en heures creuses	78,33	76,62	76,11	*11,60*
9 kVA, conso de 7 500 kWh dont 2 500 en heures creuses	76,24	74,55	74,05	*11,29*
12 kVA, conso de 13 000 kWh dont 5 000 en heures creuses	72,17	70,56	70,09	*10,69*
Autres énergies				
Fioul domestique (2 000 à 4 999 l)	21,72	30,55	25,83	*3,94*
Chauffage urbain (CPCU)	30,39	30,72	30,83	*4,70*
Gaz naturel, tarif B1 (7 000 à 30 000 kWh PCS annuel)	22,06	23,03	28,35	*4,32*
Gaz naturel, tarif B21 (> 30 000 kWh PCS annuel)	20,73	21,65	26,81	*4,09*
Propane (pour les 3 usages, soit 34 890 kWh), citerne louée	44,78	46,93	48,99	*7,47*
Charbon, grains 6/10	20,32	20,26	20,26	*3,09*
Charbon, boulets 9% cendres	24,06	24,05	24,05	*3,67*
Bois-bûche en 1 mètre	11,50	11,50	11,50	*1,75*

Le cours du fioul est le plus variable, le gaz augmente régulièrement, l'électricité a baissé de 1999 à août 2001, puis une augmentation de 1% des prix de l'électricité pour les ménages a eu lieu en novembre 2001. Notons que le taux de TVA sur les abonnements n'est pas identique : 5,5% pour l'électricité et le gaz, mais 20,6% pour les réseaux de chaleur.

Différentes remarques sur ce tableau de prix et les tarifs de l'électricité :

- Ils constituent une **prime à la consommation**, décroissant avec l'augmentation de la consommation.

- Ils ne sont pas utilisés comme un moyen de gérer le parc de production, en effet
    - les tarifs ne sont que **faiblement sensibles à la période de consommation dans la journée**, via la distinction heure creuse / heure pleine. En anticipant sur le chapitre 4, la courbe de charge du chauffage électrique n'est pas régulière dans une journée, les besoins se situent principalement le matin et le soir, secondairement à midi, les consommations sont moindres la nuit : le tarif heure creuse encourage à lisser cette courbe de charge, en rendant plus attractif économiquement le chauffage à accumulation et en encourageant le chauffage de l'eau chaude sanitaire la nuit.

    - les tarifs pour les ménages ne sont que **faiblement sensibles à la période de consommation dans l'année**, les prix de l'électricité pour les industriels sont eux beaucoup plus sensibles à la période de l'année et beaucoup plus incitatifs pour limiter les consommations en hiver. Pour les ménages, EDF a recherché ce lissage via le développement des bi-énergies (cf. § 2.4.1.), les options EJP (effacement jour de pointe), aujourd'hui remplacées par le tarif Tempo. Mais ce tarif nécessite soit un double investissement en moyen de production (chauffage électrique et bois ou fioul ou gaz), soit d'avoir froid les jours Tempo, jours les plus froids de l'année par ailleurs.

    - en 1988, le rapport DGEMP indiquait 1% seulement de tarif EJP pour les abonnements de 9 kVA et plus.

Ce qu'exprime ainsi le rapport de la DGEMP de 1988 sur le chauffage électrique[3] : *« Les choix faits par EDF dans le cadre de l'application de ses propres principes tarifaires se révèlent spécialement favorables au chauffage électrique. En particulier EDF a renoncé paradoxalement pour les usagers concernés à l'affichage de tout signal saisonnier, alors même que leur consommation est fortement saisonnière et que les usagers industriels, dont la consommation est pourtant régulièrement répartie sur l'année, se voient facturer leur électricité beaucoup plus cher en hiver qu'en été. Le coût d'exploitation pour l'usager domestique est déjà élevé ; il est pourtant nettement inférieur à ce qu'il devrait être* ».

Retenons que la tarification pour les ménages ne reflète pas la réalité des coûts pour EDF et sous-estime le coût réel à payer pour les usagers du chauffage électrique.

4.1.2 La décomposition du coût global

Le coût du chauffage se décompose en trois coûts principaux :

- l'investissement,
    - avec l'achat du générateur, des émetteurs et des autres éléments de l'installation,
    - l'installation elle-même,
- les coûts fixes annuels,
    - l'entretien,
    - les taxes et abonnements,
- l'utilisation (soit le coût par kWh indiqué au § 4.1.1.).

[3] Ce rapport est analysé plus en détail ci-dessous, il est appelé rapport « *Chauffage électrique DGEMP* ».

Le tableau *« Evaluation du prix du chauffage pour une maison individuelle »* (p. 32) propose des coûts moyens pour l'investissement et les coûts fixes. Dans la mesure des données disponibles, nous utilisons les chiffres d'EDF, des ministères, par exemple pour le coût des matériels, le coût des énergies est issu des coûts du kWh fournis par la DGEMP. Pour le chauffage électrique, nous considérons les convecteurs, les panneaux rayonnants et les systèmes à accumulation. Les chaudières, planchers et plafonds rayonnants électriques ne sont pas décrits, car ils concernent une très petite partie du marché, même si ce sont les systèmes mis en avant par EDF aujourd'hui. Dans les documents d'EDF (fiches « Référence construction neuve » ou « Référence rénovation », publiées en octobre 2001), les coûts de matériels et d'installation varient de 3 800 € TTC (panneaux rayonnants et convecteurs) à 20 240 € TTC (plancher chauffant, pac et capteurs enterrés), soit des coûts comparables à ceux que nous avons retenus pour les panneaux rayonnants.

Le tableau détaille ensuite les coûts d'exploitation et calcule le coût global sur 15 ans des différents systèmes de chauffage. **Le chauffage électrique est pour les ménages le mode de chauffage le plus cher en coût global**, pouvant représenter jusqu'au double de la dépense engendrée par un autre mode de chauffage sur 15 ans.

Dans les fiches déjà citées d'EDF, il faut **ajouter le coût de l'abonnement au coût du chauffage** (ou tout au moins le différentiel de coût entre un abonnement à 3 ou 6 kW et un abonnement à 9 ou 12 kW), sinon le **coût du chauffage est minoré**. Certaines fiches précisent qu'un **appoint bois** fonctionne également, non compté dans le coût du chauffage, ce **qu'il faudrait ajouter**.

4.2 Le coût social du chauffage électrique, les impayés

4.2.1 Généralités[4]

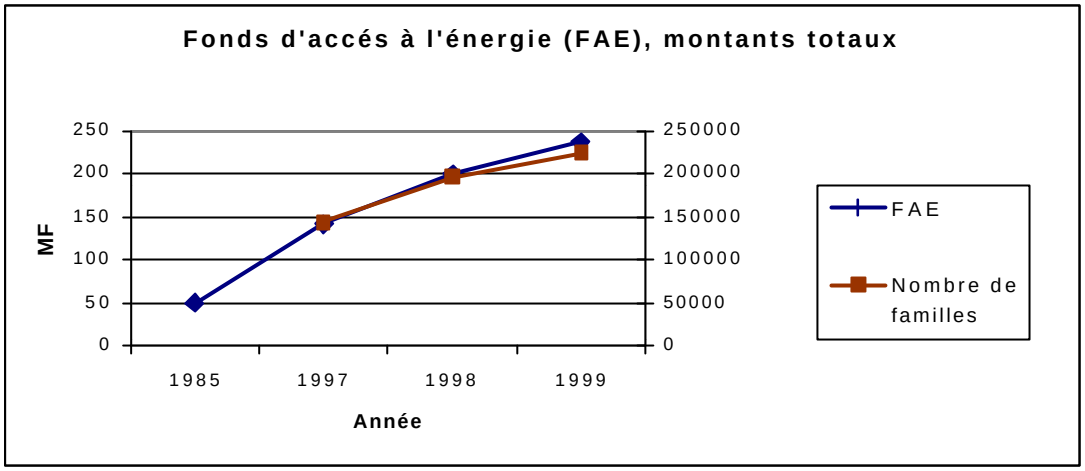
L'article 136 de la loi d'orientation relative à la lutte contre les exclusions affirme le droit à une aide de la collectivité pour le maintien de l'accès à la fourniture des prestations domestiques : « *toute personne ou famille rencontrant des difficultés particulières du fait d'une situation de précarité a droit à une aide de la collectivité pour accéder ou pour préserver son accès à une fourniture d'eau, d'énergie et des services téléphoniques* ». La loi généralise la fourniture minimum d'électricité sur la base d'une puissance de 3 kW (jusqu'à présent ce pouvait être 1 ou 3 kW), a instauré deux médiateurs internes à EDF et GDF pour régler les conflits entre les centres et les usagers. La loi prévoit également de la prévention, pour prévenir les situations d'impayés, et donc les coupures de fourniture d'énergie et d'eau : c'est aux conventions départementales de déterminer les actions préventives et éducatives pour la maîtrise de l'énergie et de l'eau.

4.2.2 Les fonds énergies

Les fonds d'aide à l'énergie (FAE) ont été initiés en 1985, à l'époque à un montant analogue au fonds eau actuel. (Le fonds eau actuel est abondé à 30 et 20 MF respectivement par l'Etat et les distributeurs.) Les fonds énergies fonctionnent dans l'ensemble des départements, sous forme de fonds partenariaux qui regroupent les contributions de l'Etat, des conseils généraux, des CAF, des CCAS, d'EDF-GDF et éventuellement des Assedic. EDF intervient pour environ 25% dans le financement du fonds, ce qui revient pour **EDF à vendre un kWh seulement 25% moins cher (sans perte donc**, étant donné les coûts de production, ce qui est

[4] Source : ministère de l'emploi et de la solidarité

donc tout bénéfice pour EDF…). Le rapport annuel de 1999 indique 8,57 M€ (56,25 MFF) pour EDF seule (soit 23,7% du fonds).



De 1997 à 1999, les montants ont fortement augmenté :

- 36,13 millions d'€ (237 millions de FF) en 1999 (+18% par rapport à 98, +67% par rapport à 97),
- pour 225 000 familles (+14% par rapport à 98, +56% ou 144 000 familles en 1997),
- soit 161 € (1053 F) par famille aidée en 1999.

En 2000, 228 650 familles ont été aidées, la part d'EDF – GDF a été de 10,2 M€ (66,91 MF). En 2001, EDF annonce qu'elle doublera sa participation au fonds énergie, soit une participation de 20 M€ (communiqué de presse du 9/01/02). En estimant une participation d'EDF stable à 25% (la valeur actuelle), nous reconstituons ci-dessous le montant du fonds.

Montants du FAE

FAE	1985	1997	1998	1999	2000	2002
Montant total - MFF	50 (est)	142	201	237	262 (est)	525 (est)
Nombre de familles		144 000	197 000	225 000	228 650	
Aide moyenne		986	1 013	1 053		
Montant total – M€	7,62 (est)	21,6	30,6	36,1	40 (est)	80 (est)
Montant EDF – M€	1,9 (est)	5,4	7,7	8,57	10,2 (avec GDF)	20

est = valeur estimée

Ces fonds énergie sont une priorité d'aide sociale selon les enquêtes de l'UFC, ils peuvent ponctionner dans certains départements jusqu'à 50% des budgets d'aide sociale.

Ils ne représentent pas la totalité des budgets d'aide pour l'énergie, mais seulement environ 3/10 de ces fonds, d'autres fonds existent, gérés par les conseils généraux (3/10), les CAF (3/10) et le fonds maîtrise de l'énergie (1/10). Aucune des demandes réalisées dans le cadre de cette étude pour connaître les montants globaux n'a abouti.

4.3 Approche du véritable coût du chauffage électrique

4.3.1 Le dimensionnement du parc de production d'électricité

Evidence qui s'impose, le chauffage est un usage saisonnier, sur environ 7 mois de l'année. D'autres usages électriques subissent cette saisonnalité, de manière encore plus marquée comme la climatisation, dans une moindre mesure l'éclairage. Les deux tiers de la consommation de chauffage sont concentrés sur un tiers de l'année. Mais le signal tarifaire pour l'habitat est faible, alors qu'il est plus marqué pour l'industrie.

Le chauffage électrique a accru la saisonnalité des consommations, et donc les besoins de moyens de production de pointe (la capacité de production électrique en France a cru entre 1975 et 1990 de 110%, pour 70% au Japon, 47% aux USA, 32% en Allemagne et –9% en Angleterre).

Les besoins de puissance de pointe pour le chauffage électrique sont selon EDF de 4 kW pour 10 000 kWh consommés, soit 17 GW pour les 43 TWh consommés. Compte-tenu d'un taux d'indisponibilité de 15%, ces besoins sont de 20 GW (hors chauffage électrique d'appoint et des résidences secondaires). 20 GW en production (l'équivalent de 15,4 réacteurs de 1300 MW[5]) ont donc été construits pour la pointe, ainsi qu'un tiers du réseau de transport et de distribution (transformateurs, etc.). Si ces 20 GW sont des GW nucléaires, ils ont coûté en FF de 86 non actualisés, et toujours selon le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »*, 24,6 Md€ (24 570 000 000 €) (ou 161,2 MdFF) (cf. § 4.3.2.).

La croissance des besoins de pointe augmente la sensibilité du réseau aux aléas climatiques en diminuant le foisonnement qui est moins important pour les usages thermiques. La baisse de 1°C de la température moyenne extérieure entraîne un gradient thermique, ou supplément de puissance appelée : gradient thermique de 400 MW par degré en 1980, 1050 MW par degré en 1987, 1400 MW aujourd'hui (sources DGEMP et rapport *« Chauffage électrique DGEMP »*). Plus récemment, les « *chiffres clés de l'énergie », 1998, DGEMP*, précise, d'un point de vue seulement qualitatif : « *la nécessité de réduire la sensibilité aux aléas climatique du système électrique, caractérisé par une forte demande en période de pointe, conduit à développer l'autoproduction, la cogénération et les contrats d'importations d'électricité en pointe* ».

La puissance maximale appelée sur le réseau augmente régulièrement. Elle a atteint en 2001 (le 15/11 à 19 h) 72 450 MW ; selon RTE il restait une marge de sécurité de 4 000 MW (ou 5%) disponible. Ce jour-là, les températures moyennes étaient de 3°C inférieures aux normales saisonnières, ce qui a entraîné une demande supplémentaire de 3 000 MW et une hausse de 4% de la consommation (*« Energie Plus »*, déc 2001)

Puissance maximale appelée (source CEA) et Energie Plus

Année	1950	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001
Puissance maximale, GWe	6,6	23,3	32	44,1	60	63,4	66,8	72,3	72,5

[5] 20 GW sur une puissance en service au 31.12.2000 de 60 283 MWe, soit 33% du parc nucléaire actuel.

4.3.2 Le coût du parc de production d'électricité

Dans quelles proportions les moyens de production d'électricité (nucléaire, hydraulique ou thermique) sont-ils utilisés pour le chauffage électrique, quel est le coût du chauffage électrique, quelles sont ses émissions de CO_2 ? Difficile à dire, chiffres bien difficiles à trouver.

Les éléments disponibles rendent de toute façon la société perdante au jeu du « tout électrique, tout nucléaire », slogan des années 70. Etudions d'abord

- l'hypothèse d'un chauffage électrique nucléaire, de son coût d'investissement et de production, la production de déchets radioactifs associée (§ 4.3.2.),
- puis l'hypothèse d'un chauffage électrique en partie thermique et en partie nucléaire, ses émissions de CO_2 et la production de déchets radioactifs associée (§ 4.3.3.).

Hypothèse 1 – chauffage électrique nucléaire

Si le chauffage électrique est satisfait par le parc nucléaire, le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »* (toujours lui, inépuisable source …) indique : « *Le problème est que l'inadaptation économique de l'outil nucléaire aux utilisations courtes n'était pas prise en considération, d'autant que jusqu'en 1982 les comparaisons économiques entre les divers moyens de production d'électricité étaient effectuées pour un fonctionnement en base uniquement (c'est-à-dire tout au long de l'année), et que les calculs comparatifs étaient davantage favorables au nucléaire qu'ils ne le sont aujourd'hui. Rétrospectivement, les politiques menées en matière tarifaire et commerciale d'une part et d'investissement d'autre part apparaissent incohérentes* ».

Coûts d'investissement 1986, 1997 (source pour 1997 Les « coûts de référence » de la production électrique, Digec)

€/kW *(F/kW)*	Centrale nucléaire	Centrale charbon (désulfurisée)	Turbine à gaz
Données 1986	1230 € *(8 060)*	808 € *(5 300)*	381 € *(2 500)*
Données 1997 (taux d'actualisation de 5%)	Nucléaire N4 1562 € *(10 246*) (10 tranches) 1796 € *(11 783)* (4 tranches) +10% en cas d'EPR	1178 à 1197 € *(7 729 à 7 849)*	608 à 641 € *(3 988 à 4 202)* (cycle combiné au gaz) 342 € *(2 245)* (turbine à combustion)

Le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »* concluait « *une centrale nucléaire doit donc, pour que les gains en combustible qu'elle engendre l'emportent sur son surcoût d'investissement, être utilisée pendant une fraction importante de l'année* ». Mais le terme important n'est pas plus précisé.

Pour les coûts de production, les données sont les suivantes.

Coûts de production du kWh (source : rapport « Chauffage électrique DGEMP », 1987)

	Durée d'utilisation			
cF 86/kWh	8 760 heures	4 000 heures	2 000 heures	1 000 heures

Nucléaire	20,2/21,8	35,6/38,3	65,4/70,2	-
Charbon (désulfuré)	26,8/32,8	38,8/44,2	60,8/66,2	99,9/105,3

(voir infra le tableau *« Coûts de référence de la production »* (p. 33) pour les coûts les plus récents affichés par le ministère, de 1997)

Le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »* conclut «*l'avantage relatif du charbon par rapport au nucléaire pour les courtes utilisation apparaît sur ce tableau ; les consommations de chauffage étant concentrées sur l'hiver, il peut sembler paradoxal de lier promotion du chauffage électrique et développement quasi-exclusif de l'outil nucléaire* ». **Le rapport DGEMP estime donc que 2000 heures est une courte utilisation, et que le chauffage électrique ne fonctionne guère plus de 2000 heures.**

La **durée de fonctionnement du chauffage électrique** est en effet un paramètre essentiel. Nous proposons une deuxième méthode pour l'estimer. Prenons en compte les arguments en faveur du chauffage électrique : « un chauffage modulaire, aisément adaptable aux besoins de chauffage », une durée de fonctionnement donc modulée par les besoins. Un chauffage fonctionnant de 6 à 14 h par jour, sur 7 mois, représente de 1281 à 2989 heures sur l'année. La durée de fonctionnement du chauffage électrique, que nous estimons d'après les consommations et les puissances moyennes installées (annexe 1), est de 7 heures par jour, soit sur l'année 1495 heures d'appel.

Cette estimation est une estimation haute, d'après *« Direct Résidentiel » N° 113* d'avril 2001 (édité par EDF), le chauffage électrique fonctionne moins de 1000 heures par an : « *si l'installation* (de climatisation) *est réversible, le mode chauffage est exploité, l'hiver, en moyenne pendant huit heures par jour (960 heures sur 4 mois)* ».

Le tableau *« Coûts de référence de la production »* (p. 33) indique selon le rapport des *« coûts de référence » de la DIGEC* le coût du kWh pour des appels de 1000 à 4000 h. **Le kWh nucléaire pour des appels de 1000 à 4000 h est plus cher que les autres moyens de production. Du point de vue économique, le «placement » réalisé dans les centrales nucléaires n'est donc pas le meilleur possible.** Ce que le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »* de 1988 disait déjà : «*Le chauffage électrique ne constitue pas une valorisation rentable du nucléaire* ».

Les coûts de distribution et de transport de l'électricité grèvent un peu plus le coût du kWh électrique. La CRE (commission de régulation de l'électricité) propose dans sa «*Proposition tarifaire pour utiliser les réseaux public de transport de distribution d'électricité du 5 juin 2001* » un **coût de distribution et de transport de 3,02 c€/kWh (soit 19,68 cF/kWh)** pour une puissance entre 6 et 36 kVA (version moyenne utilisation retenue ici, en version courte utilisation ce coût monte à 3,72 c€/kWh). Les coûts de l'abonnement annuel sont de 61,26 € (401,84 FF) pour 6 kVA (103,86 € ou 681,28 FF pour 9 kVA, 148,27 € ou 972,29 FF pour 12 kVA). Ils correspondent à la puissance réservée nécessaire.

Soit un **coût minimum** du kWh électrique dans le **meilleur des cas** de **10,97 c€/kWh** (71,98 cF/kWh) pour **1000 h d'appel** et **8,50 c€/kWh** (55,78 cF/kWh) pour **2000 h d'appel** (production au meilleur prix par TAC gaz ou cycle combiné gaz, et **non pas par des centrales nucléaires**), **hors abonnement**. Ces coûts sont à mettre également en relation avec le coût de 100 kWh de chauffage donné au § 4.1. : même sans faire de marge sur le chauffage

électrique (les coûts incluent la rémunération du capital, mais pas de marge commerciale pour les opérateurs), le chauffage électrique n'est pas compétitif pour 1000 h d'appel, ni pour 2000 h d'appel par an avec l'énergie de chauffage la plus chère, le propane[6].

Du point de vue économique, **le chauffage électrique est un bien de luxe**, ce que suggère l'étude du Ceren *« les facteurs déterminants les moindres consommations unitaires des logements équipés de chauffage électrique »*, ce que confirme les *« coûts de référence de la production électrique »* de la Digec, et ce que certifient nos propres calculs en coût global.

Toujours dans l'hypothèse d'un chauffage électrique tout nucléaire, la production annuelle de combustible nucléaire usé liée au chauffage électrique représenterait 129 tonnes sur les 1200 sortant chaque année des réacteurs d'EDF, soit 10,8%.

4.3.3 Les émissions du chauffage électrique

Nous sommes ici dans l'hypothèse 2, celle d'un **chauffage électrique** produit pour une part par les centrales **thermiques** et pour une autre part par les centrales **nucléaires**. La conclusion est que si le chauffage électrique est satisfait, même partiellement, par des moyens de production thermique, les émissions de CO_2 s'envolent.

Le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »* de 1988 précise que la courbe de charge pour les usagers basse tension (appelé tarif bleu depuis 1985) avec chauffage électrique empile les moyens suivants de production d'électricité :

Moyens de production pour l'usage basse tension (année non précisée, 1987 par exemple)

		nucléaire	dont						
Production	hydraulique gravitaire	nucléaire	base	1/2 base	1/4 base	pointe	charbon	fuel+divers	pompage
En %	7,5	40,5	21,5	2,2	13,7	3,1	33,1	16,0	2,9

La production d'électricité non nucléaire ni hydraulique est aujourd'hui essentiellement réalisée dans des centrales au charbon. Faute de données plus récentes, le tableau précédent peut être actualisé en considérant une stabilité de l'hydraulique (7%), une augmentation du nucléaire (50%), une diminution du fuel (8%) et une augmentation du charbon (35%).

Pour évaluer les émissions de CO_2 par kWh produit selon le moyen de production utilisé, nous avons consulté différentes sources, qui donnent une fourchette d'émissions assez large (cf. tableau *« Les émissions de CO_2 »*, p. 34). Pour l'étude, nous retenons les données d'EDF.

Le tableau *« Les émissions de CO_2 »* (p. 34) calcule les émissions du chauffage électrique, selon la courbe de charge ci-dessus et les émissions unitaires par combustible données par EDF. L'hypothèse retenue par EDF, de 6 g de CO_2 par kWh nucléaire, est la plus favorable au nucléaire des hypothèses disponibles. L'Öko-Institut retient la valeur de 35 g de CO_2, la Revue générale nucléaire de mai-juin 98 retient une valeur de 8 à 46 g CO_2/kWh nucléaire. Les émissions de CO_2 de la production nucléaire dépendent des technologies utilisées pour l'aval du cycle, comme précisé dans le tableau. (La note méthodologique en annexe 2 sur les différentes méthodes de calcul des émissions complète ces éléments en distinguant kWh moyen et kWh marginal.)

[6] 7,47 € (49 F) TTC les 100 kWh pour le propane, énergie chère, disent certains, car son marché dépend de quelques distributeurs qui s'entendent sur les prix.

Avec les hypothèses d'EDF, le contenu en carbone du kWh de chauffage électrique est de 114 g de C/kWh avec le mix de production de 1998 (135 avec celui de 1985), **le chauffage électrique émet moins ou autant** (suivant les années) **de CO_2 que le chauffage charbon** (pour un rendement de chaudière charbon de 84%) mais **plus que le chauffage au fioul, au gaz naturel, que le chauffage urbain et que le chauffage au bois**. Avec une consommation de 43 TWh par an, le **chauffage électrique** est responsable de **l'émission de 4,9 millions de tonnes de carbone par an** (basé sur le mix 98).

L'hypothèse d'une division par deux de la production de CO_2 par le chauffage électrique nécessiterait une production sur un mix avec 7% d'hydraulique, 5,5% seulement de charbon et 87,44% de nucléaire … Ce qui pour un usage de courte utilisation n'est pas rentable économiquement, comme présenté précédemment.

Avec un chauffage électrique à 50% nucléaire, la production annuelle de combustible usé atteint quant à elle 64,5 t.

Substituer du chauffage électrique par un moyen de chauffage autre (fioul, gaz, bois) faciliterait donc pour la France le respect de ses engagements pris à Kyoto, de stabiliser ses émissions de CO_2.

4.3.4 Des tarifs insuffisants pour l'usage rendu ?

Le développement du chauffage électrique a nécessité un surdimensionnement du parc de production et un accroissement des moyens de production en pointe.

Les tarifs appliqués par EDF ont amené dans le rapport *« Chauffage électrique DGEMP »* la conclusion suivante : « ***une partie notable du coût du chauffage électrique est en fait supportée par les autres usagers d'EDF***. *L'ampleur du transfert financier opéré chaque année au détriment des autres usagers varie, selon le mode d'évaluation, entre 4 milliards de francs (approche par les prix de revient marginaux de développement) et 28 milliards de francs (approche par les coûts comptables). EDF vend chaque kWh pour le chauffage à environ la moitié de son coût comptable* ». En coût comptable, pour un kWh de chauffage vendu 61,79 centimes (de franc) (centimes de 1986), le coût comptable du même kWh est de 105 centimes. Les électriciens allemands, pour le calcul de leurs tarifs, travaillent en coût comptable et non pas en coût marginal.

Le même rapport indique que ce transfert s'est atténué, les tarifs industriels ayant baissé plus que les tarifs domestiques. Ce transfert de charges entre clients pourrait être actualisé (travail non entrepris). Ce rééquilibrage n'est pas terminé. La CRE (commission de régulation de l'électricité) indique dans sa *Proposition tarifaire pour utiliser les réseaux public de transport de distribution d'électricité du 5 juin 2001* les informations reprises ci-dessous (c'est nous qui soulignons).

« La Commission souhaite que la méthode de tarification tienne compte des différentes durées d'utilisation des réseaux par les utilisateurs, tout en retenant statistiquement un taux de défaillance limité. Pour cela, la réduction de capacité de transit par rapport à la somme des puissances souscrites permettant d'alimenter sans défaillance l'ensemble des utilisateurs a été déterminée en fonction de la durée d'utilisation. Ceci permet de déterminer une répartition des coûts de réseau entre leurs utilisateurs qui a une forme concave en fonction de la durée d'utilisation.

Toutefois, pour faciliter la construction des prochains tarifs applicables ***aux clients non éligibles raccordés en basse tension****, la Commission a décidé de faire une proposition de tarif linéaire pour ce niveau de tension. A la différence des tarifs destinés à la haute tension, le tarif destiné à la basse tension comporte donc plusieurs versions tarifaires en fonction de la durée d'utilisation. Dans cette construction,* ***il n'a pas été tenu compte de la différence des profils de consommation des utilisateurs selon qu'ils recourent ou pas au chauffage électrique****.*

Il n'existe pas, aujourd'hui, d'informations suffisantes permettant de caractériser les périodes et les zones de saturation éventuelle des capacités d'acheminement du réseau. ***La méthode de tarification au coût marginal des réseaux présente donc un caractère largement arbitraire****, tout particulièrement dans le cas des réseaux fortement maillés. (…) Cette approche provisionnelle de la couverture des coûts pourra être réexaminée lorsque seront disponibles des données rendant mieux compte de la formation des coûts de réseau.*

Tarification des ***clients raccordés en basse tension***
De manière générale, la tarification de l'utilisation des réseaux comportent trois parties :
- une prime fixe de gestion, pour couvrir l'ensemble des frais fixes de gestion d'un client qui ne dépendent pas de sa consommation ou de son niveau de souscription de puissance
- une prime fixe d'acheminement, correspondant aux coûts fixes de réseau liés à la réservation d'une certaine capacité de puissance.
- une part variable, fonction de l'énergie consommée.

Une analyse des barèmes intégrés actuellement proposés par EDF montre ***que les primes fixes de certaines catégories de clients ne couvrent pas les charges fixes de gestion et d'acheminement engendrées par ces clients.*** *Une proposition* ***de tarif d'acheminement intégrant l'ensemble de ces coûts conduirait à une hausse significative de la facture d'électricité des clients ayant les durées d'utilisation les plus courtes et les puissances souscrites les plus faibles****. »*

Les clients ayant les durées d'utilisation les plus courtes et les puissances souscrites les plus faibles ne paient pas l'intégralité des charges qu'ils créent. Du moins d'après la CRE (ce que disait déjà le rapport DGEMP de 1988). Le chauffage électrique serait-il visé ?

Evaluation du prix du chauffage pour une maison individuelle

Fourchette de prix min - max **En € TTC (sauf mention contraire)**

Coût d'investissement

En F TTC	Electricité (1)										Gaz, sol ou ventouse		Fioul		Bois	
	convecteur électrique				panneau rayonnant				radiateur							
	1 kW		2 kW		1 kW		2 kW		2 -3 kW		min	max	min	max	min	max
Investissement	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max						
Coût d'achat chaudière	0	0	0		0	0	0	0	0	0	8 000	14 000	17 000	20 000	12 000	20 000
Coût d'achat émetteur	200	8 000	400	8 000	1 000	5 000	1 200	7 000	5 000	13 000	400	1 500	400	1 500	400	1 500
Délesteur (optionel)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	0	0	0	0	0	0	0	0
Installation	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Total investissement(2)	4 200	51 000	5 400	51 000	9 000	33 000	10 200	45 000	32 000	80 000	13 000	24 500	22 000	30 500	17 000	30 500

Coûts fixes		
Entretien	0	400 à 500 F

(1) valeur max du convecteur de la fiche C10 d'EDF, valeurs min et max pour l'accumulation de la fiche C12 d'EDF (2) pour un T3, soit 6 radiateurs électriques, 5 sinon

En Euro	Electricité										Gaz, sol ou ventouse		Fioul		Bois	
	convecteur électrique				panneau rayonnant				radiateur							
	1 kW		2 kW		1 kW		2 kW		2 -3 kW		min	max	min	max	min	max
Investissement	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max						
Coût d'achat chaudière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 220	2 134	2 592	3 049	1 829	3 049
Coût d'achat émetteur	30	1 220	61	1 220	152	762	183	1 067	800	2 000	61	229	61	229	61	229
Délesteur (optionel)	152	152	152	152	152	152	152	152	0	0	0	0	0	0	0	0
Installation	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	457	457	457	457	457	457
Total investissement(*)	640	7 775	923	7 775	1 372	5 031	1 655	6 980	5 105	12 305	1 982	3 736	3 354	4 650	2 592	4 650

Coût d'entretien

Coûts fixes		
Entretien	0	60 à 75 €

Coût d'exploitation annuel de chauffage pour **13 000 kWh de consommation**

dont 5 000 kWh d'heures creuses

	électricité	gaz naturel	fioul	bois
abonnement annuel				
type	double tarif, 12 kVA	B1		
prix	259,46	117,49		
prix du kWh		0,0338	0,0394	0,0175
heures pleines	0,1021			
heures creuses	0,0625			

nota double tarif 9 kVA 179,82 euro TTC

Coût global sur 15 ans, € TTC

	électricité		gaz naturel		fioul		bois	
Récapitulatif des coûts	min	max	min	max	min	max	min	max
investissement	640	12 305	1 982	3 735	3 354	4 650	2 592	4 650
entretien	0	0	60	75	60	75	60	75
exploitation	1129,3	1129,3	439,4	439,4	512,2	512,2	227,5	227,5
Coût global sur 15 ans	17 580	29 244	9 473	11 451	11 937	13 458	6 904	9 187

Coûts de référence de la production électrique

Pour différentes durées d'appel, actualisation à 5%, valeurs min-max des coûts de référence
CA = caractéristiques actuelles, CF = caractéristiques futures

cF/kWh	Nucléaire		cycle combiné gaz		charbon pulvérisé	charbon LFC	TAC gaz naturel	TAC fioul domestique	cogénération TAC
durée d'appel	N4 2è train	N4 amélioré	CA	CF	trait fumées				
1 000 h	**non calculé**	**non calculé**	59,6-70,0	54,4-63,8	non calculé	non calculé	**52,3-67,2**	63,1-84,9	non calculé
2 000 h	**51,4-57,1**	**51,2-56,9**	**38,9-49,0**	**36,1-45,2**	48,0-52,2	47,4-51,9	40,4-55,4	53,2-74,9	non calculé
3 000 h	**36,1-40,1**	**36,0-40,0**	**29,5-38,9**	**27,7-36,1**	35,7-39,9	35,4-39,8	31,9-45,8	49,8-71,6	**27,8-36,1**
4 000 h	**28,5-31,6**	**28,4-31,6**	**25,5-34,9**	**24,1-32,5**	29,5-33,7	29,3-33,7	non calculé	non calculé	**24,3-32,4**

Source : Les "coûts de référence" de la production électrique, DGEMP, 1997

Proposition de coûts pour le transport et la distribution

Part variable 19,68 cF/kWh
selon les propositions de la CRE

Les émissions de CO2

Emissions moyennes de CO2 (ou de C) par kWh, des différentes filières de production d'électricité

Combustible	hydraulique	nucléaire	fuel	charbon	cogénération charbon, centrale gaz	gaz	Source des données
g CO2/kWh	4	**6**	890	980			Données 1998, approche par analyse
g C/kWh	1,09	**1,64**	242,73	267,27			de cycle de vie, EDF
g CO2/kWh			752	917	227 à 389	403	Groupe production d'énergie du PNLCC
g CO2/kWh	18	**8 à 46 (*)**		1182			Revue générale nucléaire, mai-juin 1998
g CO2/kWh	33	**35**		1000	100-650		Öko-Institut

(*) les émissions de CO2 varient selon les technologies utilisées pour l'aval du cycle, enrichissement en centrifugation (8 g/kWh, utilisée en Europe) ou par diffusion gazeuse (46 g/kWh, utilisée plutôt aux USA). L'usine d'enrichissement française utilise la diffusion gazeuse mais la part du nucléaire et de l'hydroélectricité est plus élevée que dans les autres pays européens, ce qui conduit à utiliser les valeurs moyennes européennes.

Emissions moyennes de CO2 (ou de C) pour différents modes de chauffage

	Elec (moyenne)	marginal	fioul	charbon	gaz n aturel	bois	urbain	
g C/kWh	76	557	97	136	54	9	37	ADEME/PNLCC
g CO2/kWh	279	2042	356	499	198	33	136	ADEME/PNLCC

Mix de production du chauffage électrique et émissions de C

en %	hydraulique	nucléaire	fuel	charbon	Total pour 1 kWh
Mix 1987 (DGEMP)	7,5	40,5	18,9	33,1	
Mix 1998, estimé	7	50	8	35	
Pour 1 kWh, en g de C, avec les émissions de EDF					
Emissions 1987	0,08	0,66	45,88	88,47	**135,09**
Emissions 1998	0,08	0,82	19,42	93,55	**113,86**

Pour 1 kWh, en g de CO2, avec les émissions de EDF

Emissions 1987	0,30	2,43	168,21	324,38	**495,32**
Emissions 1998	0,28	3,00	71,20	343,00	**417,48**

Pour diviser ces émissions par environ 2 et obtenir 60 g de C/kWh

soit x la part du nucléaire et y celle du charbon
(le fuel est supprimé et l'hydraulique inchangée pour simplifier)
7%*1,09 + x*1,64 + y*267,27 = 60
0,07+x+y = 1
x = 87,44%
y = 5,56%

5 LE CHAUFFAGE DES LOGEMENTS DANS L'UNION EUROPEENNE

Nous allons maintenant présenter les modes de chauffage de quelques pays de l'Union européenne et de la Suisse en présentant plus particulièrement ceux dont le contexte énergétique diffère du contexte français, ce qui nous permettra d'envisager plus facilement des scénarios d'évolution contrastés pour la France, ou tout au moins de savoir qu'il existe d'autres modèles que le modèle français.

5.1 Une grande diversité de situations

Le chauffage des logements varie fortement selon les pays. Les exemples étrangers montrent des structures de parcs de chauffage très différents de la structure du parc français. La part de l'électricité dans le logement neuf est très inférieure, par contre le gaz est l'énergie dominante. Le mode de chauffage électrique dominant en Grande-Bretagne et en Allemagne est le chauffage à accumulation (pratiquement inexistant en France).

Chauffage électrique et gaz dans le logement neuf, 1986 (tous systèmes de chauffage confondus, direct et accumulation pour l'électricité)[7]

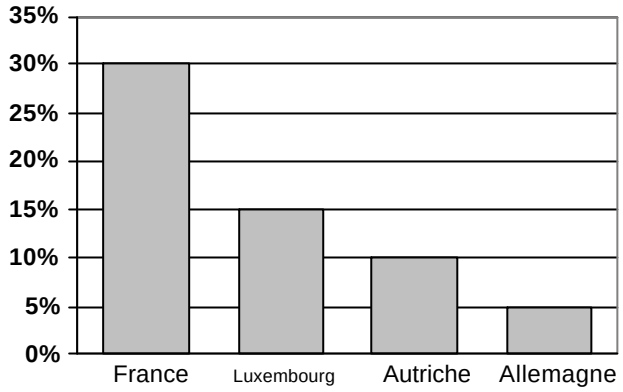
%	France	Grande-Bretagne	Pays-Bas	Allemagne	Italie
Part électricité	67	25	0	6	3
Part gaz naturel		60	95	53	

Par ailleurs, le chauffage électrique est objet de réglementations bien différentes de celles de la France. Juridiquement, le chauffage électrique est encadré différemment : en Allemagne par exemple, les distributeurs ne sont pas obligés de fournir le chauffage électrique, il peut faire l'objet d'un contrat spécifique, les consommations être mesurées sur un autre compteur. Enfin, il peut être interdit (canton de Genève par exemple). Le rapport *« L'électricité dans les pays de l'AIE » de 1985* indiquait «*L'électricité est utilisée comme combustible primaire pour le chauffage des locaux dans plus de 10% des foyers dans un nombre limité de pays (Australie, Canada, USA, France, Nouvelle-Zélande, Norvège, Suède)* ». Ces pays, à l'exception de la France, possède des ressources charbonnières (USA et Australie) ou hydrauliques, ce qui leur assure un coût relativement bas du kWh électrique.

10% du parc de résidences principales, soit 16 millions de logements sont chauffés à l'électricité en Europe, dont 45% en France, 19% en Allemagne et 14% en Grande-Bretagne (données issues du § 5.2., à partir de données de parcs de différentes années). Le graphe et le tableau suivants présentent pour quelques pays la part de logements au chauffage électrique, ainsi que le nombre de logements au chauffage électrique en regard de la production nucléaire d'électricité. L'électricité est d'origine très variée dans les pays de l'Union européenne.

[7] Ces chiffres sont cités à la fois par le CFE et par le rapport DGEMP sur le chauffage électrique de 1988, qui précise que les pays cités ont une économie et une structure énergétique « relativement proches de celles de la France ».

Proportion de logements équipés en chauffage électrique dans différents pays européens



Source : Eurofuel Group in Ademe, Les chiffres clés du bâtiment, édition 1999

Electricité d'origine nucléaire, 1999 et nombre de logements chauffés à l'électricité (années variables)

	Part (%) de la production nucléaire	% de logements au chauffage électrique	Nb de logements chauffage électrique
France	75	30%	7 170 000
Belgique	58	7%	292 400
Suède	47	43%	1 780 041
Suisse	36	7%	223 588
Finlande	33	21%	491 400
Allemagne	30	8%	3 002 560
Espagne	28		
Grande-Bretagne	27	9%	2 203 560
Pays-Bas	4		
Danemark	0	6%	145 392
Irlande	0	4%	47 676
Portugal	0	30%	924 900
Italie, Autriche, Grèce	0		

5.2 Les modes de chauffage dans l'Union européenne

Les données des tableaux ci-joints (p. 41 et 42) sont issues de «*Lower carbon futures, for European households – Country pictures* ». Ces données constituent une estimation a minima (les consommations du Luxembourg ne sont pas connues par exemple). Une estimation (les données additionnées ne correspondent pas à la même année) de la consommation d'électricité dans l'Union européenne pour le chauffage est de 103 TWh, dont 43 TWh pour la France (soit 42%), 30 TWh (29%) pour l'Allemagne et 17 TWh (17%) pour la Grande-Bretagne. Nous indiquons ci-dessous les principales caractéristiques de chaque pays.

En Autriche, le fioul et les combustibles solides (charbon et bois) représentent la majorité du marché (plus de 60%), la consommation d'électricité pour le chauffage est faible et constante, aux environs de 3 GWh. De même en Irlande, les combustibles solides (charbon et bois) représentent plus de 50% des consommations, suivi par le fioul (26%) et le gaz (13%). L'électricité est négligeable (3%).

En Belgique et en Allemagne, le gaz naturel est largement utilisé (46% en Belgique et 42% en Allemagne des systèmes de chauffage). En Allemagne, le gaz naturel a une forte pénétration dans les logements neufs (71% en 1995), la part de l'électricité est faible. En Italie, le gaz naturel représente quasiment 70% des consommations de chauffage, suivi du fioul (24%), l'électricité représente moins de 1%. Aux Pays-Bas, 97% des logements sont chauffés par du gaz naturel (dont 78% par un chauffage central), le chauffage central gaz est installé dans 92% des logements construits après 1990. En Grande-Bretagne, 80% des logements sont chauffés par le gaz naturel, 8% par l'électricité, 7% par des combustibles solides.

Au Danemark, le chauffage urbain représente plus de la moitié du marché en nombre de logements raccordés (un peu moins en termes d'énergie). Ce nombre devrait atteindre 60% en 2005. Le chauffage électrique chauffe 6% des logements. 99% des nouveaux logements sont chauffés au gaz, par une chaudière d'une puissance standard de 11 kW (alors qu'en France on installe encore souvent des chaudières de 23 kW) ou au chauffage urbain s'ils se situent sur une zone desservie.

En Finlande, le chauffage urbain est dominant (48%), la part de chauffage électrique atteint 25% (données de 1997) avec une forte pénétration dans les logements neufs. Le bois alimente plus de 10% des logements. Au Portugal, 30% des logements sont chauffés à l'électricité, guère plus d'un mois dans l'année, 30% avec du GPL, le réseau de gaz naturel se développe. En Suède, la situation est très différente entre maisons individuelles et immeubles collectifs : 70% des appartements en chauffage collectif sont chauffés par des réseau de chaleur, 43% des maisons utilisent le chauffage électrique et 24% une bi-énergie bois ou fioul – électricité.

5.3 Quelques exemples

5.3.1 La Belgique

Les informations ci-dessous sont extraites du *« Projet d'arrêté royal relatif à l'interdiction de la publicité pour le chauffage électrique »*.

- La situation actuelle

Le chauffage des immeubles représente 29% de la consommation finale d'énergie, 24% des émissions de CO_2 (16% pour les transports).

Part de chauffage électrique

Chauffage électrique	Flandres	Bruxelles	Wallonie	Belgique	Appoint électrique
Blocs d'habitations	198 099[8]	14 600	79 700	292 399	1 360 000
Date	1998	1997	1997		1997

Soit 292 399 blocs d'habitations au chauffage électrique, dont 63% au chauffage électrique à accumulation, 37% en chauffage direct. L'installation du chauffage électrique concerne 10% des habitations neuves.

[8] Soit 8% des blocs d'habitations de la région flamande.

Consommations actuelles primaires pour une production de chaleur identique

	Gaz naturel	Chauffage électrique direct	Chauffage électrique à accumulation
Energie primaire consommée/an - GJ	75	168	189
Energie primaire - MWh	20,8	46,7	52,5

(Notons au passage que le chauffage électrique à accumulation consomme 11% de plus que le chauffage électrique direct.)

Emissions de CO_2

	Emissions unitaires			Habitation			
	gaz naturel	mazout	électricité	gaz	mazout	électricité directe	électricité accumulation
CO_2	55,82 kg/GJ	75,41 kg/GJ	214,34 kg/GJ	4,2 t/an	5,67 t/an	13,5 t/an	15,2 t/an
CO_2	15,5 g/kWh	20,95 g/kWh	59,54 g/kWh				

Pour satisfaire aux accords de Kyoto, la Belgique doit réduire ses émissions de CO_2 de 7% en 2012 par rapport au niveau de 1990. Aucun n'accord sectoriel n'ayant été trouvé avec les fournisseurs d'électricité, la Belgique a préparé en 2001 un décret pour interdire la publicité pour le chauffage électrique.

- Le scénario envisagé

Le scénario envisagé est un scénario de substitution de 0,4% par an par du gaz dans les habitations existantes, soit en 2012 une réduction de moitié des blocs d'habitations chauffés à l'électricité. Le même scénario dans le neuf permettrait aussi de réduire de moitié le nombre de logements neufs chauffés à l'électricité et le nombre d'appoints électriques dans le neuf et l'existant. Ce scénario sera mis en œuvre par une mesure de dissuasion, l'interdiction de la publicité pour les appareils de chauffage électrique.

Ce scénario est justifié par le bilan environnemental du chauffage électrique, le projet d'arrêté le qualifie ainsi : *« le chauffage à l'électricité d'une habitation entraîne un équilibre écologique nettement négatif en comparaison du chauffage de la même habitation au gaz naturel. Ceci s'explique, entre autres, par la perte de rendement lors de la distribution d'énergie et par l'utilisation utile de l'énergie primaire générée »*. L'économie d'énergie primaire serait de 18 190,34 TJ (5,0529 TWh). Les émissions de CO_2 estimées sont les suivantes.

Emissions de CO_2 évitées

	Emissions de CO_2 évitées, ktonnes
Habitat existant, substitution de 0,4%/an par du gaz naturel	1 774,7
Chauffages électriques d'appoint	202,55
Dissuasion du chauffage électrique dans le neuf (10 à 5% d'installation)	302,88
Economies totales	2 280,13

Une interdiction totale du chauffage électrique doublerait les émissions évitées, soit 4 560,26 kt de CO_2. Rappelons qu'en 1999 la part de nucléaire dans la production électrique était de 58% en Belgique (75% en France).

5.3.2 Le Danemark

Les informations ci-dessous sont également extraites du *« Projet d'arrêté royal relatif à l'interdiction de la publicité pour le chauffage électrique »*, projet d'arrêté belge.

Au Danemark, la réduction des émissions de CO_2, de 25%, a été prévue en différentes étapes. Le chauffage électrique était visé par cette réduction : il était responsable de 3,8% des émissions de CO_2 et devait être remplacé par d'autres moyens de chauffage. Deux lois ont encadré ce changement : le *« Heating Supply Act »*, qui interdit le chauffage électrique quand le chauffage urbain ou le gaz naturel sont disponibles et *« l'Electricity Saving Fund »*, qui a proposé des mesures fiscales successives. Ce fonds a été créé en 1996, il est financé par une taxe sur les consommations électriques domestiques (environ 0,0008 Euro/kWh), et il permet d'aider certaines substitutions de chauffage électrique et des actions de transformation du marché. Enfin, une vaste campagne d'information officielle en janvier 1996 (envoi d'une lettre personnalisé à chaque habitant l'invitant à changer son chauffage) a été réalisée, accompagnée de subvention des producteurs de gaz. Par ailleurs, une analyse de cette action a permis de conclure qu'un emploi a été créé pour chaque dizaine d'appareils de chauffage électrique remplacés. La substitution du chauffage électrique, une clef pour limiter aussi le chômage ?

Enfin, lors de chaque transaction immobilière, le logement doit être étiqueté, quelque soit son époque de construction, du point de vue des consommations d'énergie et d'eau (*« House Energy Labelling Act »*, du 1er janvier 1997).

5.3.3 La Suisse

Les dernières données disponibles datent de 1990, le recensement de 2000 sera disponible fin 2002. Différents questions permettront de connaître le parc via le recensement 2000.

Question 7 : Quel est le principal moyen de chauffage du bâtiment ?

Question 8 : La majorité des logements du bâtiment ont-ils une installation de fourniture d'eau chaude ?

Question 9 : Agents énergétiques pour le chauffage et la production d'eau chaude:

a) Chauffage habituel
b) Chauffage d'appoint
c) Eau chaude / été
d) Eau chaude / hiver

Les chiffres du recensement de 1990 (extrapolables à 2000) indiquent sur 3 159 977 logements (RP, RS et LV) :

- 2 157 192 logements chauffés au fioul (68%),
- **223 588 chauffés à l'électricité (dont 109 405 dans des « maisons à une seule famille »), soit 7,07% des logements,**
- **et 39 019 logements avec des pompes à chaleur (1,2%)**.

Le tableau ci-dessous indique les différents systèmes de chauffage. Le **nombre de logements chauffés au bois**, 287 733 logements, est **supérieur au nombre de logements chauffés à l'électricité**. Les chauffages au fioul et au gaz équipent 80% des logements.

Chauffage des logements, Suisse, 1990 (source recensement)

Nb total	3 159 977	%
Avec un chauffage	3 153 687	99,8%
Sans chauffage	6 290	0,2%
Fioul	2 157 192	68,3%
Gaz	354 192	11,2%
Pompe à chaleur	39 019	1,2%
Electricité	223 588	7,1%
Bois	287 733	9,1%
Charbon	8 304	0,3%
Chauffage urbain	82 437	2,6%
Chauffage solaire	517	0,0%
Autres	705	0,0%

Dans le programme d'actions Energie 2000 (concernant l'ensemble de la Suisse), l'Arrêté sur l'Energie du 14/12/1990 (entré en vigueur le 01/05/1991) stipule que les installations fixes de chauffage électrique par résistances sont soumises à autorisation, cette responsabilité est déléguée aux cantons. Dés 1993, avec la perspective de la libéralisation et l'augmentation des prix de l'électricité, l'augmentation du nombre de chauffages électriques a été faible. L'Office fédéral de l'énergie a promu le remplacement du chauffage électrique par des PAC (action E2000 de 1996 à 2003), sans atteindre l'économie de 300 GWh fixée pour 2000 (l'objectif est toujours 300 GWh pour 2010).

Pour le canton de Genève, 2/3 de l'électricité est d'origine hydraulique, 1/3 nucléaire, le chauffage est assuré majoritairement par le fioul et le gaz. Le chauffage électrique est très strictement encadré, pour ne pas dire interdit (il est interdit à Bâle Ville depuis 1983, 2 à 3 autorisations exceptionnelles sont délivrées par année) :

- la constitution genevoise traite de l'énergie dans le titre XD et valorise fortement « *la conservation de l'énergie* »,
    - « *par la soumission de la climatisation à un régime d'autorisation exceptionnelle ou d'interdiction* », et « *la soumission du chauffage « tout électrique » par résistance à un régime d'autorisation exceptionnelle ou d'interdiction* ».
    - « *dans le secteur de l'approvisionnement et la transformation de l'énergie … par l'interdiction des tarifs dégressifs qui ne sont pas justifiés par les fondements de la politique cantonale* »,
- ce qui se décline dans la Loi sur l'énergie cantonale de 1986, article 15 A « *Installations fixes de chauffage électrique*
    - *Le raccordement au réseau public d'installations fixes de chauffage électrique par résistance est soumis à l'autorisation du département, laquelle n'est délivrée qu'à titre exceptionnel. (…)*
    - *En règle générale, seul le chauffage électrique à accumulation peut être autorisé. Le chauffage électrique direct ne peut être autorisé que s'il complète accessoirement une autre source de chauffage.*
    - *L'autorisation ne peut être délivrée que si l'une des conditions suivantes est satisfaite :*

    a/ l'usage d'un autre agent énergétique n'est pas adapté aux conditions locales ou exige un investissement disproportionné ;

b/ l'installation et l'usage du chauffage électrique par résistance sont justifiés par des exigences inhérentes à la sécurité de l'immeuble ou à la protection de l'environnement ;
en outre, l'immeuble et l'installation à raccorder doivent satisfaire aux prescriptions techniques fixées dans les règlements édictés par le Conseil d'Etat et le distributeur, notamment en matière d'isolation thermique. »

Chauffage résidentiel (source "Lower Carbon Futures")

Données générales

Pays	Nb de RP	année	surface moy m2	année	% MI	année	% propr.-occupants	année	RP raccordées GN	% RP GN	nb annuel raccord GN	année
Autriche	3 248 489	1999	89,4	1997			53%	1994	1 207 000	35%	54 500	93-98
Belgique	4 185 202	1998			79%	1994	66%	1994	2 303 000	55%	38 700	91-98
Danemark	2 423 208	1999	120	1998	61%	1997	53%	1994	289 000	12%		1998
Finlande	2 340 000	1998	77,1	1995			62%	1994	35 000	2%		1997
France	23 900 000	1998	81,3	1995	56%	1997	55%	1994	9 590 000	41%		1998
Allemagne	37 532 000	1998	83,0	1995	39%	1995	41%	1995	14 720 000	42%	762 500	90-98
Grèce	4 000 000	1999			48%	1994	77%	1994	8 000	0,2%		1999
Irlande	1 191 900	1997	97,0	1995	93%	1995	81%	1994	322 000	27%	18 000	97-98
Italie	21 642 350	1997			34%	1994	70%	1994	15 200 000	70%		1998
Luxembourg	144 300	1995					66%	1994				
Pays-Bas	6 692 000	1998	105,0	1995	68%	1 994	48%	1994	6 491 000	97%		1997
Portugal	3 083 000	1991			70%	1 994	64%	1994	74 000	3%		1998
Espagne	11 736 376	1991	86,0	1996	36%	1 994	79%	1994	3 271 000	26%		1998
Suède	4 139 631	1996	110,0	1995	49%	1 990	41%	1990	52 000	1%		1998
Grande-Bretagne	24 484 000	1999	80,0	1991	82%	1 997	67%	1997	19 897 000	82%		1998
Total *	150 742 456		85,5						73 459 000	49%	873 700	

* Total : cumulé sur des années différentes

Chauffage résidentiel (source "Lower Carbon Futures")

Les consommations de chauffage

Pays	Energie de chauffage	TWh	%	année
Autriche	**fioul**	18,828	30,0%	1996
	bois	15,816	25,2%	1996
	gaz naturel	14,498	23,1%	1996
	charbon	5,648	9,0%	1996
	CU	4,079	6,5%	1996
	électricité	3,201	5,1%	1996
	GPL	0,690	1,1%	1996
	Total	62,760		
Belgique	**gaz naturel**	40,312		1998
	électricité	3,396		1997
	autres	?		
Danemark	**CU**	17,040	42,8%	1997
	fioul	11,848	29,8%	1997
	gaz naturel	7,700	19,4%	1997
	électricité	2,516	6,3%	1997
	PAC	0,502	1,3%	1997
	GPL	0,142	0,4%	1997
	charbon	0,024	0,1%	1997
	Total	39,772		
Finlande	**CU**	11,371	32,0%	1995
	bois	9,955	28,0%	1995
	fioul	9,015	25,3%	1995
	électricité	4,832	13,6%	1995
	gaz naturel	0,154	0,4%	1995
	tourbe/charb	0,132	0,4%	1995
	GPL	0,014	0,0%	1995
	autres	0,107	0,3%	1995
	Total	35,580		
France	électricité	43		1999
Allemagne	gaz naturel	209		projected
	fioul	208		projected
	CU	40		projected
	charbon	42		projected
	électricité	30		1996
Grèce	chauffage central fioul		majoritaire	
Irlande	**charbon+bois**	10,632	57,0%	1995
	fioul	4,92	26,4%	1995
	gaz naturel	2,347	12,6%	1995
	électricité	0,541	2,9%	1995
	GPL et autres	0,21	1,1%	1995
	Total	18,65		
Italie	**gaz naturel**	135,8	68,4%	1996
	fioul	48,1	24,2%	1996
	bois	10,5	5,3%	1996
	GPL	2,4	1,2%	1996
	électricité	1,3	0,7%	1996
	charbon	0,3	0,2%	1996
	Total	198,4		
Pays-Bas	**gaz naturel**	83,0		1997
	électricité	0,3		1995
UK	**gaz naturel**	228,4	76,1%	1997
	fioul	29,9	10,0%	1997
	charbon+bois	24,8	8,3%	1997
	électricité	17,0	5,7%	1997
	Total	300,1		1997
UE - 10 pays	Electricité	102,990		

Les équipements de chauffage

	Equipement par syst de chauff		année
Danemark	CU	55%	1999
	gaz naturel	12%	1999
	électricité	6%	1997
Finlande	CU	48%	1995
	électricité	21%	1995
	fioul	18%	1995
	bois	12%	1995
	gaz naturel	0,4%	1995
	tourbe/charbon	0,2%	1995
	autres	0,3%	1995
Belgique	électricité	292 400 logements	
	cf § 5.3.1.		
France	gaz naturel	33%	1997
	électricité	30%	1997
	fioul	21%	1997
	charbon/bois	9%	1997
	CU	5%	1997
	GPL	3%	1997
	autres	0,1%	1997
Allemagne	gaz naturel	42%	1999
	électricité	8%	1997
Irlande	charbon/bois	42%	1995
	fioul	29%	1995
	gaz naturel	16%	1995
	autres/mixtes	6%	1995
	électricité	4%	1995
	GPL	2%	1995
Pays-Bas	gaz naturel	97%	1997
	CU	3%	1996
Portugal	GPL	30%	1999
	électricité	30%	1995
	gaz naturel	2%	1999
UK	gaz naturel	79%	1991
	électricité	9%	1991
	combust solides	7%	1991
	fioul	3%	1991
	autres	1%	1991

		MI	IC	
Suède	électricité	43%		1997
	électricité+ bois ou fioul	24%		1997
	fioul seul	10%	12%	1997
	CU	6%	70%	1997
	bois	3%		1997

6 LES EVOLUTIONS ANTICIPEES POUR LA FRANCE

6.1 Généralités

- Les scénarios « chauffage électrique »

La libéralisation du marché de l'électricité a été anticipée par les acteurs du chauffage électrique. La France ouvre le marché de l'électricité, mais au niveau obligatoire le plus faible. Paradoxalement, c'est EDF qui aujourd'hui souhaite l'ouverture en France, pour pouvoir continuer son expansion à l'étranger et voir disparaître le principe de spécialité qui lui interdit à l'heure actuelle de vendre autre chose que de l'électricité aux particuliers. L'ouverture totale du marché, y compris pour les ménages, est une échéance proche (de une à quelques années).

« *Relation Elec* » N°6 anticipe pour EDF une offre semblable aux offres packagées, globales, des opérateurs de télécommunication : un téléphone et un abonnement, vendus ensemble. Pour le chauffage, on aurait donc la **vente groupée d'un système de chauffage (émetteurs, programmateur, etc.) et d'un contrat de fourniture d'électricité**, ce qui assurerait un débouché pour EDF.

- Les scénarios de substitution

La loi sur l'air (*loi N° 96-12136 du 30 décembre 1996*) impose la « *possibilité de changer d'énergie durant toute la durée de vie du bâtiment* », ce qui s'est traduit dans le décret N° 2000-1153 du 29 novembre 2000 (article 4) par la possibilité d'un « *changement ultérieur de système de chauffage utilisant une autre énergie que celle d'origine sans intervention lourde sur les structures du bâtiment* ». Les planchers et plafonds rayonnants ne permettent pas de respecter cette loi, les maisons individuelles doivent être équipées d'un conduit de fumée, les immeubles collectifs disposer de l'espace nécessaire pour installer un chauffage collectif. Des études sont en cours (à l'ADEME) pour analyser les conditions de cette convertibilité du chauffage électrique.

L'exemple le plus connu de convertibilité est celui des HLM de Poitiers qui a concerné 494 logements. En une journée de travail et 24 000 FF par appartement, les convecteurs électriques ont été remplacés par un chauffage collectif gaz avec radiateur. Le temps de retour est estimé à 7 ans, les charges d'exploitation ont baissé de 40%, les locataires, même ceux qui au départ ne souhaitaient pas la substitution, se déclarent satisfaits. L'analyse de cette opération met en évidence les difficultés de telles opérations : EDF a déployé tous les moyens possibles (communication, prêt, etc.) pour convaincre les locataires de continuer à se chauffer à l'électricité.

- Des évolutions tarifaires ?

La libéralisation du marché, accompagnée de la distinction juridique entre production et transport-distribution, va-t-elle permettre la révision de la tarification, comme cela est suggéré par la CRE (cf. § 4.3.) ? Ceci pourrait amener une révision des coûts de l'électricité, et une tarification du chauffage électrique à son vrai coût, soit deux fois le prix actuel.

6.2 Impact en 2010/2020 d'une interdiction du chauffage électrique dans le logement neuf en 2002

6.2.1 Les scénarios

Nous proposons ci-dessous la comparaison de différents scénarios, permettant d'évaluer l'impact d'une interdiction du chauffage électrique dans le logement neuf dés cette année. Nous comparons

un scénario de **poursuite des tendances** (PT), qui prolonge la situation actuelle de pénétration du chauffage électrique,

avec un **scénario d'interdiction dans le logement neuf** (INT),

un scénario substituant systématiquement une part du chauffage électrique actuel au rythme actuel de désaffection de cette énergie est étudié, le scénario SUB,

- le scénario **SUB1% substitue 1%** des logements électriques existants,
- le scénario **SUB5% 5%**.

Le tableau ci-dessous résume les mouvements des parcs de logements, selon les scénarios.

Les mouvements des parcs de logements

<table>
<tr><th></th><th>Scénario PT</th><th>INT</th><th>SUB1</th><th>SUB5</th></tr>
<tr><td>Parc existant, part MI/IC</td><td colspan="4">Données de 2000 poursuivies telles quelles, pas de destruction des parcs</td></tr>
<tr><td rowspan="2">MI existantes, ch élec</td><td colspan="2" rowspan="2">Parc stable à partir de 2002</td><td colspan="2">Parc stable jusqu'en 2002</td></tr>
<tr><td>>2002, 15 000 MI substituées/an</td><td>>2002, 200 000 MI substituées/an</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IC existants, ch élec</td><td colspan="2" rowspan="2">Parc stable à partir de 2002</td><td colspan="2">Parc stable jusqu'en 2002</td></tr>
<tr><td>>2002, 55 000 IC substitués/an</td><td>>2002, 150 000 IC substitués/an</td></tr>
<tr><td>Existant, autres énergies</td><td colspan="2">Parc stable à partir de 2002</td><td colspan="2">Croissance par le ch élec qui est substitué</td></tr>
<tr><td rowspan="2">MI neuf, ch élec</td><td rowspan="2">24% des RP neuves</td><td colspan="3">< 2003, 24% des RP neuves</td></tr>
<tr><td colspan="3">> 2002, 0%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IC neuf, ch élec</td><td rowspan="2">16% des RP neuves</td><td colspan="3">< 2003, 16% des RP neuves</td></tr>
<tr><td colspan="3">> 2002, 0%</td></tr>
</table>

Les scénarios comprennent les étapes suivantes :

- détermination du nombre de résidences principales (RP)
- accroissement des RP
- détermination des parts du chauffage électrique, dans les logements neufs
- substitution (ou remplacement) du chauffage électrique dans les logements existants
- bilan (nombre de logements et consommations) et comparaison des scénarios

6.2.2 Les données nécessaires

- Le nombre de résidences principales

Le nombre de résidences principales est pris égal au nombre de ménages (hypothèse de travail couramment utilisée). Le nombre de ménages est connu via différentes sources (cf. tableau *« Analyse prospective, données démographiques »*, p. 48). Pour l'accroissement du nombre de ménages, nous retenons la source donnant les prospectives les plus récentes et les plus proches des tendances observées aujourd'hui. Le pourcentage de maisons individuelles est maintenu à 58%, comme dans les exercices du Plan. Le pourcentage de logements construits

avant 1975 sur l'ensemble du parc est de 66%. Nous ne considérons pas de désaffection du parc de résidences principales (sur la période 1982-1986, une désaffection de 47 000 logements par an était intervenue).

- La part du chauffage électrique

Dans le logement neuf, pour le scénario PT la part du chauffage électrique est de 40% (60% en MI, 40% en IC), elle est nulle dans le scénario INT.

Dans le logement existant, elle est maintenue au rythme actuel. La substitution du chauffage électrique par une autre énergie dans l'existant étant extrêmement variable d'une période à une autre, elle est considérée comme nulle dans les scénarios PT et INT. Dans les scénarios de substitution du chauffage électrique, 70 000 logements par an (dont 15 000 maisons individuelles) sont substitués dans le scénario SUB1% (substitution de 1% des logements actuels au chauffage électrique). Le scénario SUB5% substitue 5% des logements actuels au chauffage électrique, soit 350 000 logements, 200 000 en maison individuelle, 150 000 en appartement. Il permet en 2023 de ne plus avoir besoin de chauffage électrique.

- Le chauffage des logements

Les logements chauffés à l'électricité ont les consommations identifiées dans cette étude (soit 42 TWh pour les résidences principales ou encore le total du chauffage électrique diminué des consommations d'appoint et des résidences secondaires). La réglementation thermique RT 2000 ne distinguant plus le parc électrique des autres types de chauffage, les logements neufs à l'électricité ont les mêmes consommations que pour les autres logements.

Pour les autres logements nous considérons une consommation moyenne de chauffage de 16,1 MWh/an, avec un gain moyen de 10% tous les 10 ans[9]). Les logements neufs consomment 82 kWh/m^2, soit 9,1 MWh/an pour une maison individuelle de 111 m^2 et 5,2 MWh/an pour un appartement de 63 m^2 (d'après le cahier du Clip N° 13)[10]. Selon la RT 2000, les consommations d'énergie de la construction neuve doivent décroître de 10% tous les 5 ans jusqu'en 2015. Les logements au chauffage électrique substitués par une autre énergie sont réhabilités, soit un gain de 30% sur le chauffage, soit des consommations de 11 MWh/an en maison et 9 MWh/an en appartement. Les consommations unitaires en 2002 ont les valeurs de 2000.

Le tableau ci-dessous résume les consommations d'énergie unitaires des logements.

Consommation d'énergie unitaire des logements (MWh/an)

MWh/an	2000-2002	2005	2010	2015	2020
Logement existant, ch élec	5,94	5,94	5,94	5,94	5,94
Logement existant, autre énergie	16,1	16,1	14,49	14,49	13,04
MI, neuve		9,1	8,19	7,37	7,37
IC, neuf		5,2	4,68	4,21	4,21

[9] 20% de gain sur 5% du parc tous les ans.

[10] Mais théoriquement, les appartements devraient consommer moins que les maisons …

6.2.3 L'analyse des résultats

Les tableaux et les graphes ci-joints (p. 49 à 52) synthétisent les résultats des différents scénarios pour les parcs de logements.

Le nombre de logements évolue de 24 millions en 2000 à 25,8 millions en 2010 et 27,3 millions en 2020. 3,2 millions de logements sont construits en 20 ans.

Le scénario de poursuite des tendances amène à l'équipement supplémentaire de 1,292 millions de logements en chauffage électrique dans le parc neuf, soit un total de 8,329 logements au chauffage électrique en 2020 (7,742 millions en 2010). Dans le scénario INT, le nombre de logements au chauffage électrique reste stable, au nombre de 2002, soit 7,2 millions. Dans le scénario SUB1%, le nombre de chauffage électrique diminue à 5,9 millions en 2020 (6,6 millions en 2010) et dans le scénario SUB5% il est de 874 000 en 2020 (4,4 millions en 2010).

Les consommation d'énergie finale

Dans le scénario de poursuite des tendances, **sans maîtrise de l'énergie pour les logements existants**, la croissance du parc de logements amène une croissance des consommations d'énergie, de 320 TWh aujourd'hui à 339 en 2020 (330 en 2010), la part de l'électricité croît de 42,6 TWh à 51 TWh, soit une consommation supplémentaire de 8,4 TWh d'électricité. En considérant une maîtrise de l'énergie appliquée aux logements existants (10% tous les 10 ans), la consommation du scénario PT varie de 320 TWh aujourd'hui, à 287 en 2020 (302 en 2010), soit 18% d'économie, obtenue sur les logements existants ne se chauffant pas à l'électricité. La consommation d'électricité augmente de 42 TWh aujourd'hui à 50,9 TWh en 2020. Soit à un coût moyen de 11,29 €/100 kWh un coût de chauffage électrique de 5,75 milliards d'euros et à 4,32 €/100 kWh pour les autres combustibles (ou 236 TWh) un coût des autres chauffages de 10,2 milliards d'euros, soit un coût pour les ménages de 15,9 Md€.

Dans le scénario INT d'interdiction du chauffage électrique dans les logements neufs, les consommations totales sont identiques à celle du scénario PT : le parc existant n'est pas modifié, seul le parc neuf change de combustible, la nouvelle réglementation reprenant les mêmes valeurs pour les logements électriques ou autres combustibles, on a donc 287 TWh consommés en 2020 (302 en 2010), dont 43,3 TWh d'électricité. Nous reprenons les mêmes hypothèses des coûts de combustibles. Soit pour les ménages une dépense de 4,9 milliards d'euros pour l'électricité, et 10,5 milliards d'euros pour les autres combustibles, soit 15,4 milliards d'euros.

Dans les scénarios SUB1 et SUB5, les consommations diminuent grâce à la maîtrise de l'énergie (de 52 TWh, soit 17%) mais sont plus élevées que dans les scénarios précédents, de 26 TWh dans le scénario SUB5, les logements substitués ayant un confort accru (la baisse unitaire du coût de chauffage amène une consommation plus importante et un meilleur confort). Dans le scénario SUB5, les consommations sont de 313 TWh en 2020 (314 en 2010), dans le scénario SUB1 les consommations sont de 291 TWh en 2020 (304 en 2010). Dans le scénario SUB5, les consommations d'électricité sont de 5,5 TWh. Soit un coût du chauffage électrique pour les ménages de 621 millions d'euros et pour les autres combustibles de 13,28 milliards d'euros, soit 13,9 milliards d'euros.

Les consommations d'énergie primaire

La consommation totale d'énergie finale pour le chauffage des logements est supérieure dans les scénarios SUB1 et SUB5. Cependant, il est généralement admis que la livraison de 1 kWh d'électricité entraîne la consommation de 3 kWh d'énergie primaire. Le rendement énergétique des centrales (40% environ) et les pertes en réseau de transport et distribution amènent en effet dispersion de 70% de l'énergie primaire consommée.

Les résultats des mêmes scénarios exprimés en consommation totale d'énergie primaire sont donc bien différents.

En TWH par an	**Consommation d'électricité**		**Consommation d'énergie primaire équivalente**		**Autres consommations de chauffage**		**Consommation totale d'énergie primaire**	
	2010	**2020**	**2010**	**2020**	**2010**	**2020**	**2010**	**2020**
PT	46,6	50	139,8	150	283,4	289	423,2	439
INT	43,3	43,3	129,9	129,9	286,7	295,7	416,6	425,6
SUB1	40	35,8	120	107,4	292	307,2	412	414,6
SUB5	26,5	5,5	79,5	16,5	314,5	359,5	394	376

Les scénarios mettent tous en évidence l'importance des actions de maîtrise de l'énergie sur le parc neuf et sur le parc existant. La maîtrise de l'énergie permet d'économiser 52 TWh en 2020, environ 17% des consommations de chaque scénario.

Analyse prospective - Données démographiques

Les différentes sources

année	1980	1984	1985	1989	1990	1992	1995	1999	2000	2005	2010	2020	sources
milliers de ménages			**20 413**		**21 618**		**22 715**		23 603	24 305	24 826	27 000	1 et 2
taux de croissance %									0,588	0,588	0,425	0,843	1 et 2
population (milliers)	53900	55000		56 400		57 400			59 410		61 720	63 450	3
milliers de ménages	**19181**	20221		21 364		22 035			23 802		25 546	27 000	3
taux de croissance %									**0,969**		**0,710**	**0,555**	3
% de MI	55%	56%		58%		58%			59%		58%	58%	
milliers de ménages								**23 810**					4

sources
(1) de 1985 à 2010, perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2010, 9é plan, 89-92
(2) en 2020, Insee, projection du nb de ménages à l'horizon 2020, 1994
(3) l'étude de la demande énergétique en France à l'horizon 2010-2020 avec le modèle MEDEE-ME Enerdata SA pour le commissariat au plan, 1996
(4) recensement de la population, Insee, 1999

Les données retenues (les valeurs en gras du tableau précédent)

année	1980	1985	1990	1995	1999	2000	2005	2010	2020
milliers de ménages	19 181	20 413	21 618	22 715	23 810				
taux de croissance %						0,969	0,710	0,710	0,555

Le nombre de ménages (et de RP) en prospective

année	1980	1985	1990	1995	1999	2000	2001	2002	2005	2010	2020
milliers de ménages	19 181	20 413	21 618	22 715	23 810	24 041	24 212	24 384	24 907	25 804	27 272
accroissement (milliers, sur 5 ans)						231			866	897	1 468
									par rapport à 2000		

Prospective énergétique - Les scénarios

Les hypothèses retenues

Parc existant	tableau "Le nombre de ménages (et de RP) en prospective"
Parc neuf	tableau "Le nombre de ménages (et de RP) en prospective"
% de MI	tableau "Les différentes sources"
% ch élec dans l'existant	4 millions de MI (29% des MI), 3 millions de log en IC (30% des IC)
% ch élec dans le neuf	40% du parc neuf dans le scénario PT, dont 60% en maisons individuelles 0% dans les scénarios INT, SUB1, SUB5
Parc existant	nb de logts stable à partir de 2002, changement de chauffage possible
Parc neuf	construction par période de 5 ans

L'évolution des parcs — Nota: logements en milliers

hypothèses 2002	ap 2002	2000	2002	2005	2010	2015	2020
Nb total de RP		24 041	24 384	24 907	25 804	26 538	27 272
Nb de MI 58%		13 944	14 143	14 446	14 966	15 392	15 818
Nb de IC 42%		10 097	10 241	10 461	10 838	11 146	11 454
Nb log neufs construits sur la période			343	523	897	734	734
MI neuves			199	303	520	426	426
IC neufs			144	220	377	308	308

Le scénario PT

hypothèses 2002	ap 2002	2000	2002	2005	2010	2015	2020
Existant							
MI chauf élec (total) 29%	29%	4 044	4 044	4 044	4 044	4 044	4 044
IC chauf élec (total) 30%	30%	3 029	3 029	3 029	3 029	3 029	3 029
MI autres énergies (total)		9 900	9 900	9 900	9 900	9 900	9 900
IC autres énergies (total)		7 068	7 068	7 068	7 068	7 068	7 068
MI substit ch élec (par pér)			0	0	0	0	0
IC substit ch élec (par pér)			0	0	0	0	0
Neuf construit pour chaque période							
MI neuves chauf élec 24%	24%		82	126	215	176	176
IC neufs chauf élec 16%	16%		55	84	144	117	117
MI neuves autres énergies			117	178	305	250	250
IC neufs autres énergies			89	136	233	191	191
Synthèse							
Nb total MI chauf élec		4 044	4 126	4 252	4 467	4 643	4 819
Nb total IC chauf élec		3 029	3 084	3 168	3 311	3 429	3 546
Nb MI chauf élec depuis 2000		0	82	208	423	599	775
Nb IC chauf élec depuis 2000		0	55	139	282	400	517
Nb total chauf élec		7 073	7 210	7 419	7 778	8 072	8 365
Nb total MI autres énergies		9 900	10 017	10 195	10 500	10 749	10 999
Nb total IC autres énergies		7 068	7 157	7 293	7 526	7 717	7 908
Nb total autres énergies		16 968	17 174	17 488	18 026	18 466	18 907
Nb total logements		24 041	24 384	24 907	25 804	26 538	27 272

Le scénario INT

hypothèses 2002	ap 2002	2000	2002	2005	2010	2015	2020
Existant							
MI chauf élec (total) 29%	29%	4 044	4 044	4 044	4 044	4 044	4 044
IC chauf élec (total) 30%	30%	3 029	3 029	3 029	3 029	3 029	3 029
MI autres énergies (total)		9 900	9 900	9 900	9 900	9 900	9 900
IC autres énergies (total)		7 068	7 068	7 068	7 068	7 068	7 068
MI substit ch élec (par pér)			0	0	0	0	0
IC substit ch élec (par pér)			0	0	0	0	0
Neuf construit pour chaque période							
MI neuves chauf élec 24%	0%		82	0	0	0	0
IC neufs chauf élec 16%	0%		55	0	0	0	0
MI neuves autres énergies			117	303	520	426	426
IC neufs autres énergies			89	220	377	308	308
Synthèse							
Nb total MI chauf élec		4 044	4 126	4 126	4 126	4 126	4 126
Nb total IC chauf élec		3 029	3 084	3 084	3 084	3 084	3 084
Nb MI chauf élec depuis 2000		0	82	82	82	82	82
Nb IC chauf élec depuis 2000		0	55	55	55	55	55
Nb total chauf élec		7 073	7 210	7 210	7 210	7 210	7 210
Nb total MI autres énergies		9 900	10 017	10 320	10 840	11 266	11 692
Nb total IC autres énergies		7 068	7 157	7 377	7 754	8 062	8 370
Nb total autres énergies		16 968	17 174	17 697	18 594	19 328	20 062
Nb total logements		24 041	24 384	24 907	25 804	26 538	27 272

Le scénario SUB1%

hypothèses	2002	ap 2002	2000	2002	2005	2010	2015	2020
Existant								
MI chauf élec (total)	29%		4 044	4 044	3 999	3 924	3 849	3 774
IC chauf élec (total)	30%		3 029	3 029	2 864	2 589	2 314	2 039
MI autres énergies (total)			9 900	9 900	9 945	10 020	10 095	10 170
IC autres énergies (total)			7 068	7 068	7 233	7 508	7 783	8 058
MI substit ch élec (par pér)	0	15		0	45	75	75	75
IC substit ch élec (par pér)	0	55		0	165	275	275	275
Neuf construit pour chaque période								
MI neuves chauf élec	24%	0%		82	0	0	0	0
IC neufs chauf élec	16%	0%		55	0	0	0	0
MI neuves autres énergies				117	303	520	426	426
IC neufs autres énergies				89	220	377	308	308
Synthèse								
Nb total MI chauf élec			4 044	4 126	4 081	4 006	3 931	3 856
Nb total IC chauf élec			3 029	3 084	2 919	2 644	2 369	2 094
Nb MI chauf élec depuis 2000			0	82	82	82	82	82
Nb IC chauf élec depuis 2000			0	55	55	55	55	55
Nb total chauf élec			7 073	7 210	7 000	6 650	6 300	5 950
Nb total MI autres énergies			9 900	10 017	10 365	10 960	11 461	11 962
Nb total IC autres énergies			7 068	7 157	7 542	8 194	8 777	9 360
Nb total autres énergies			16 968	17 174	17 907	19 154	20 238	21 322
Nb total logements			24 041	24 384	24 907	25 804	26 538	27 272

Le scénario SUB5%

hypothèses	2002	ap 2002	2000	2002	2005	2010	2015	2020
Existant								
MI chauf élec (total)	29%		4 044	4 044	3 444	2 444	1 444	444
IC chauf élec (total)	30%		3 029	3 029	2 579	1 829	1 079	329
MI autres énergies (total)			9 900	9 900	10 500	11 500	12 500	13 500
IC autres énergies (total)			7 068	7 068	7 518	8 268	9 018	9 768
MI substit ch élec (par pér)	0	200		0	600	1 000	1 000	1 000
IC substit ch élec (par pér)	0	150		0	450	750	750	750
Neuf construit pour chaque période								
MI neuves chauf élec	24%	0%		82	0	0	0	0
IC neufs chauf élec	16%	0%		55	0	0	0	0
MI neuves autres énergies				117	303	520	426	426
IC neufs autres énergies				89	220	377	308	308
Synthèse								
Nb total MI chauf élec			4 044	4 126	3 526	2 526	1 526	526
Nb total IC chauf élec			3 029	3 084	2 634	1 884	1 134	384
Nb MI chauf élec depuis 2000			0	82	82	82	82	82
Nb IC chauf élec depuis 2000			0	55	55	55	55	55
Nb total chauf élec			7 073	7 210	6 160	4 410	2 660	910
Nb total MI autres énergies			9 900	10 017	10 920	12 440	13 866	15 292
Nb total IC autres énergies			7 068	7 157	7 827	8 954	10 012	11 070
Nb total autres énergies			16 968	17 174	18 747	21 394	23 878	26 362
Nb total logements			24 041	24 384	24 907	25 804	26 538	27 272

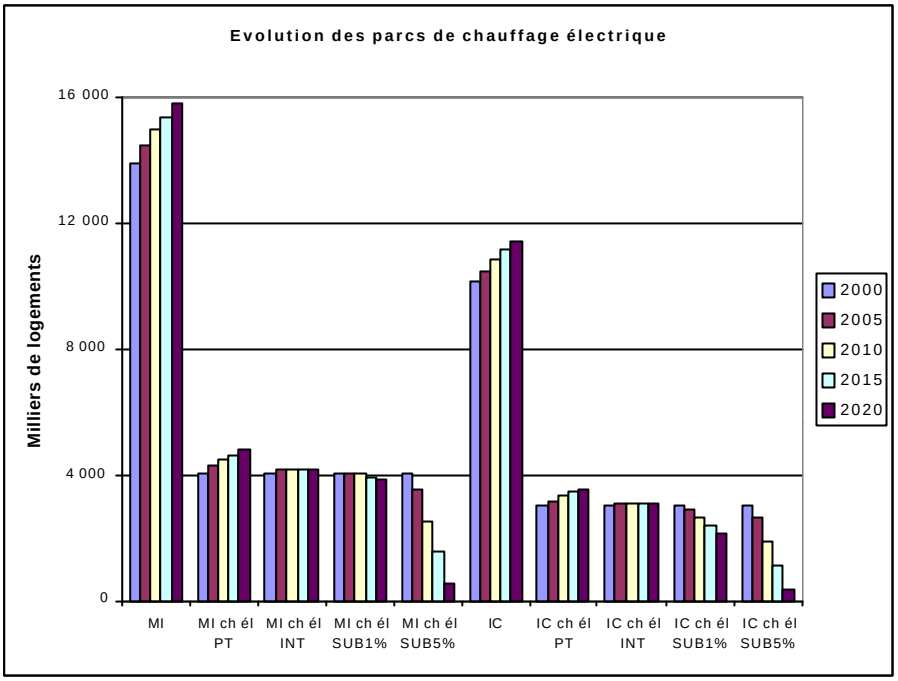
Synthèse des parcs

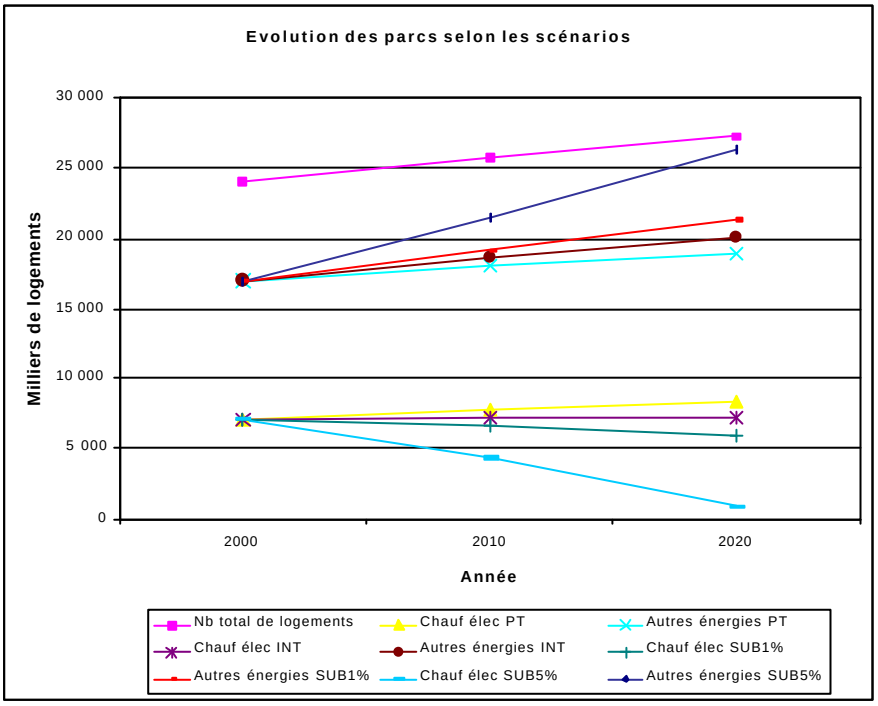
	Parc neuf				Parc existant			
Milliers	PT	INT	SUB1	SUB5	PT	INT	SUB1	SUB5
chauffage électrique								
MI 2002	82	82	82	82	4 044	4 044	4 044	4 044
MI 2002-2005	126	0	0	0	4 044	4 044	3 999	3 444
MI 2005-2010	215	0	0	0	4 044	4 044	3 924	2 444
MI 2010-2015	176	0	0	0	4 044	4 044	3 849	1 444
MI 2015-2020	176	0	0	0	4 044	4 044	3 774	444
IC 2002	55	55	55	55	3 029	3 029	3 029	3 029
IC 2002-2005	84	0	0	0	3 029	3 029	2 864	2 579
IC 2005-2010	144	0	0	0	3 029	3 029	2 589	1 829
IC 2010-2015	117	0	0	0	3 029	3 029	2 314	1 079
IC 2015-2020	117	0	0	0	3 029	3 029	2 039	329
autres énergies								
MI 2002	117	117	117	117	9 900	9 900	9 900	9 900
MI 2002-2005	178	303	303	303	9 900	9 900	9 945	10 500
MI 2005-2010	305	520	520	520	9 900	9 900	10 020	11 500
MI 2010-2015	250	426	426	426	9 900	9 900	10 095	12 500
MI 2015-2020	250	426	426	426	9 900	9 900	10 170	13 500
IC 2002	89	89	89	89	7 068	7 068	7 068	7 068
IC 2002-2005	136	220	220	220	7 068	7 068	7 233	7 518
IC 2005-2010	233	377	377	377	7 068	7 068	7 508	8 268
IC 2010-2015	191	308	308	308	7 068	7 068	7 783	9 018
IC 2015-2020	191	308	308	308	7 068	7 068	8 058	9 768

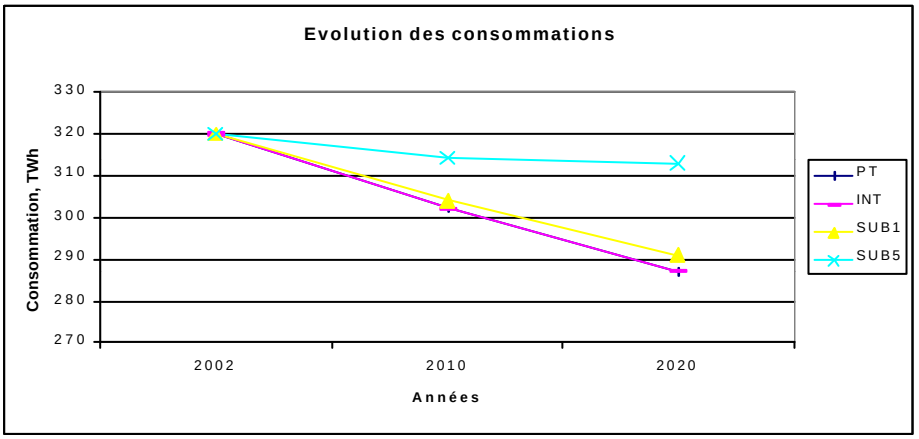
Synthèse des parcs

Nb en milliers / année	2000	2005	2010	2015	2020
MI	13 944	14 446	14 966	15 392	15 818
MI ch él PT	4 044	4 252	4 467	4 643	4 819
MI ch él INT	4 044	4 126	4 126	4 126	4 126
MI ch él SUB1%	4 044	4 081	4 006	3 931	3 856
MI ch él SUB5%	4 044	3 526	2 526	1 526	526
IC	10 097	10 461	10 838	11 146	11 454
IC ch él PT	3 029	3 168	3 311	3 429	3 546
IC ch él INT	3 029	3 084	3 084	3 084	3 084
IC ch él SUB1%	3 029	2 919	2 644	2 369	2 094
IC ch él SUB5%	3 029	2 634	1 884	1 134	384
total RP	24 041	24 907	25 804	26 538	27 272

Nb en milliers / année	2000	2010	2020
Nb total de logements	24 041	25 804	27 272
Chauf élec PT	7 073	7 778	8 365
Autres énergies PT	16 968	18 026	18 907
Chauf élec INT	7 073	7 210	7 210
Autres énergies INT	16 968	18 594	20 062
Chauf élec SUB1%	7 073	6 650	5 950
Autres énergies SUB1%	16 968	19 154	21 322
Chauf élec SUB5%	7 073	4 410	910
Autres énergies SUB5%	16 968	21 394	26 362


Evolution des parcs de chauffage électrique
Milliers de logements
16 000
12 000
8 000
4 000
0
MI
MI ch él PT
MI ch él INT
MI ch él SUB1%
MI ch él SUB5%
IC
IC ch él PT
IC ch él INT
IC ch él SUB1%
IC ch él SUB5%
2000
2005
2010
2015
2020


Evolution des parcs selon les scénarios
Milliers de logements
30 000
25 000
20 000
15 000
10 000
5 000
0
2000
2010
2020
Année
Nb total de logements
Chauf élec PT
Autres énergies PT
Chauf élec INT
Autres énergies INT
Chauf élec SUB1%
Autres énergies SUB1%
Chauf élec SUB5%
Autres énergies SUB5%


Evolution des consommations
Consommation, TWh
330
320
310
300
290
280
270
2002
2010
2020
Années
PT
INT
SUB1
SUB5

Synthèse des parcs

	Parc neuf				Parc existant				Conso unitaire, MWh/an			Conso totale, GWh/an							
Milliers	PT	INT	SUB1	SUB5	PT	INT	SUB1	SUB5	Neuf	Existant	substitué	PT		INT		SUB1		SUB5	
chauffage électrique												neuf	existant	neuf	existant	neuf	existant	neuf	existant
MI 2002	82	82	82	82	4 044	4 044	4 044	4 044	6	6		492	24262	492	24262	492	24262	492	24262
MI 2002-2005	126	0	0	0	4 044	4 044	3 999	3 444	9,1	6		1147	24262	0	24262	0	23992	0	20662
MI 2005-2010	215	0	0	0	4 044	4 044	3 924	2 444	8,19	6		1761	24262	0	24262	0	23542	0	14662
MI 2010-2015	176	0	0	0	4 044	4 044	3 849	1 444	7,37	6		1297	24262	0	24262	0	23092	0	8662
MI 2015-2020	176	0	0	0	4 044	4 044	3 774	444	7,37	6		1297	24262	0	24262	0	22642	0	2662
IC 2002	55	55	55	55	3 029	3 029	3 029	3 029	6	6		330	18175	330	18175	330	18175	330	18175
IC 2002-2005	84	0	0	0	3 029	3 029	2 864	2 579	5,2	6		437	18175	0	18175	0	17185	0	15475
IC 2005-2010	144	0	0	0	3 029	3 029	2 589	1 829	4,68	6		674	18175	0	18175	0	15535	0	10975
IC 2010-2015	117	0	0	0	3 029	3 029	2 314	1 079	4,21	6		493	18175	0	18175	0	13885	0	6475
IC 2015-2020	117	0	0	0	3 029	3 029	2 039	329	4,21	6		493	18175	0	18175	0	12235	0	1975
autres énergies																			
MI 2002	117	117	117	117	9 900	9 900	9 900	9 900	16,1	16,1		1884	159391	1884	159391	1884	159391	1884	159391
MI 2002-2005	178	303	303	303	9 900	9 900	9 945	10 500	9,1	16,1	11	1620	159391	2757	159391	2757	159886	2757	165991
MI 2005-2010	305	520	520	520	9 900	9 900	10 020	11 500	8,19	14,49	11	2498	143452	4259	143452	4259	144772	4259	161052
MI 2010-2015	250	426	426	426	9 900	9 900	10 095	12 500	7,37	14,49	11	1843	143452	3140	143452	3140	146597	3140	172052
MI 2015-2020	250	426	426	426	9 900	9 900	10 170	13 500	7,37	13,04	11	1843	129097	3140	129097	3140	132097	3140	168697
IC 2002	89	89	89	89	7 068	7 068	7 068	7 068	16,1	16,1	9	1433	113796	1433	113796	1433	113796	1433	113796
IC 2002-2005	136	220	220	220	7 068	7 068	7 233	7 518	5,2	16,1	9	707	113796	1144	113796	1144	116281	1144	117846
IC 2005-2010	233	377	377	377	7 068	7 068	7 508	8 268	4,68	14,49	9	1090	102416	1764	102416	1764	106376	1764	113216
IC 2010-2015	191	308	308	308	7 068	7 068	7 783	9 018	4,21	14,49	9	804	102416	1297	102416	1297	108851	1297	119966
IC 2015-2020	191	308	308	308	7 068	7 068	8 058	9 768	4,21	13,04	9	804	92167	1297	92167	1297	101077	1297	116467

Consommation totale des logements
En 2000, TWh/an
Parc en milliers
Conso totale en TWh/an

	Existant		Neuf		Total
	Ch élec	Autres	MI	IC	
En 2000	Tous scénarios				
Parc	7 073	16 968			24 041
Conso totale	42	273	0	0	315

Avec maîtrise de l'énergie

conso totale 2002, TWh/an	320	320	320	320
conso totale 2010, TWh/an	302	302	304	314
conso totale 2020, TWh/an	287	287	291	313

Si pas de maîtrise de l'énergie

conso totale 2002, TWh/an	320	320	320	320
conso totale 2010, TWh/an	330	330	332	341
conso totale 2020, TWh/an	339	339	343	365

7 BIBLIOGRAPHIE

- Les journaux d'information « Relations Elec » du CFE et « Direct Résidentiel »
- Rapport « Le chauffage électrique en France », DGEMP, 1988
- Les « coûts de référence » de la production électrique, Digec, 1997
- « Habitat et développement durable, bilan rétrospectif et prospectif », les cahiers du CLIP, N° 13, avril 2001
- Energie Plus, revue de l'ATEE, décembre 2001
- Mémento sur l'énergie, CEA, édition 2001
- « Les chiffres clés de l'énergie », DGEMP, observatoire de l'énergie, 2001
- Les lettres trimestrielles « Energie et Matières premières » de la DGEMP
- « Les facteurs déterminants les moindres consommations unitaires des logements équipés de chauffage électrique », CEREN pour l'observatoire de l'énergie, juillet 98
- « Le comportement des ménages équipés de chauffage central au fioul, face à la brutale augmentation du prix du pétrole en 2000 », CEREN pour l'observatoire de l'énergie, septembre 2001
- A. Faussart, « Les déchets nucléaires », Stock, 1997, Paris
- Revue Générale Nucléaire, mai-juin 1998
- Revue de l'énergie, 2000
- M. Schneider, « Changement climatique et énergie nucléaire », Wise Paris, août 2000
- « Lower carbon futures, for European households », Environmental Change Institute, SAVE programme, Mars 2000
- « Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2010 », Observatoire de l'énergie, 9é plan, 89-92
- « Etude de la demande énergétique en France à l'horizon 2010-2020 avec le modèle MEDEE-ME », Enerdata SA, pour le commissariat au Plan, 1996
- « Energie 2010-2020, rapport de l'atelier, trois scénarios énergétiques pour la France », Commissariat général du Plan, septembre 1998
- Sites internet DGEMP, CRE, EDF, CFE, RTE, ADEME, UNFO HLM

8 ANNEXE 1

Calcul de la puissance utilisée, pour les consommations minimales et maximales de chauffage électrique, selon la durée d'utilisation par jour du chauffage électrique

Consommation, kWh/an	Durée d'utilisation par jour, h	Puissance équivalente utilisée, W
9 300	24	1 815
9 300	12	3 630
9 300	8	5 445
9 300	6	7 260
3 300	24	644
3 300	12	1 288
3 300	8	1 932
3 300	6	2 576
3 300	4	3 864

Pour un chauffage sur 7 mois.

Par exemple, une maison consommant 9 300 kWh d'électricité de chauffage sur 7 mois, utilisera son chauffage 6 h par jour avec une puissance moyenne de 7 260 W ou pendant 8 h par jour avec une puissance moyenne de 5 445 W.

9 ANNEXE 2 – NOTE METHODOLOGIQUE SUR LES EMISSIONS DE CO_2

La difficulté du débat

Les débats autour de l'évaluation des émissions de CO_2 ne font que débuter. Chacun s'évertuant à démontrer que ses propres émissions sont finalement négligeables. Les débats sont alimentés pour la filière électrique par la difficulté d'affecter à un usage électrique un moyen de production du mix de production. Et effectivement les enjeux jouent d'un facteur infini selon le mode de comptage :

- un équipement consommateur d'électricité produite à partir de **nucléaire, d'éolien ou d'hydraulique** se voit créditer de **0 émission de CO_2** (publications d'EDF ou de l'ADEME, même) (alors que par ailleurs EDF a retenu **6 g de CO_2/kWh pour le nucléaire** dans ses ACV),
- le même équipement crédité de la **production moyenne du parc** émettra de **69 à 82 g** de CO_2/kWh selon l'année retenue entre 1994 et 1997,
- le même équipement consommant sur le **parc thermique classique** émettra **246 g CO_2/kWh**
- enfin, en **raisonnement marginaliste**, si cet équipement consomme le dernier kWh produit en 1997, il émettra 557 g de CO_2/kWh.

Les choix méthodologiques

Nous avons choisi de travailler avec un mix de production moyen, chaque moyen de production étant affecté de sa valeur d'émission moyenne. L'utilisation de valeurs marginalistes n'affecte pas les émissions du nucléaire ni de l'hydraulique, mais augmente celles du fioul et du charbon, notre estimation est donc une estimation a minima.

Quelques données complémentaires

Les données suivantes sont issues d'*« Eléments de calcul des émissions de gaz à effet de serre dans les installations énergétiques », J.P. Tabet, C. Cros, 2000* et de la *Revue de l'énergie*

Emissions de CO_2 des centrales électriques en g de CO_2/kWh

Charbon	Fioul	Gaz/cycle combiné	Cogénération	UIOM	Nucléaire, éolien, hydraulique
915	676	404	230-380	860-1548	0

Emissions moyennes de CO_2 des kWh du parc français

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
104,01	124,42	97	65,27	69,05	74,1	81,82	75,79

Emissions marginales en g de CO_2/ kWh, pour le dernier kWh produit en 1997

jan	fev	mar	avr	mai	jui	jui	aou	sep	oct	nov	dec	Moyenne
741	704	458	534	389	470	370	455	561	686	631	693	557

Dernière source compilée, le cahier du Clip N° 13 d'avril 2001, qui retient les données suivantes pour les émissions de CO_2 par source d'énergie de chauffage

Emissions de CO_2 par source d'énergie de chauffage, g/kWh

Gaz/GPL	Fioul	Electricité	Charbon	Bois
200	270	120	360	6 à 8

10 ANNEXE 3 : ETUDES DE CAS

Cas du consommateur particulier client d'EDF

- Accès à l'information :

Si ils ont échappé au matraquage publicitaire Vivrélec, les clients d'EDF ont la possibilité d'obtenir des renseignements et des conseils en matière de chauffage en téléphonant à leur Conseiller EDF 24h/24 qui va bien entendu leur parler des vertus du "confort électrique". Des brochures sont d'autre part mises à disposition dans les agences EDF. Enfin, il n'est pas rare que le chauffage électrique soit abordé dans la lettre d'information reçue avec la facture.

- Incitations financières :

Si un particulier opte pour le chauffage électrique lors de la rénovation ou de la construction d'un logement et si l'installation respecte les prescriptions d'EDF, il se verra attribuer une prime et pourra bénéficier de facilités de financement. Depuis 2001, le financement des projets est assuré avec le Crédit Foncier alors que précédemment EDF proposait des crédits à taux 0 en partenariat avec Cofidis.

Une incitation financière indirecte vient aussi de la politique tarifaire d'EDF qui favorise les gros consommateurs d'électricité alors même que l'électricité utilisée pour les usages thermiques devrait être facturée plus cher en raison des coûts que ces usages entraînent. En 1988, le Ministère de l'Industrie dénonçait déjà le fait que chaque kWh de chauffage était vendu à la moitié de son coût comptable par EDF[11].
Il est intéressant de noter que des "gestes commerciaux" sont aussi possibles à destination d'un promoteur immobilier ou d'un Office HLM.

- Assistance

Le Conseiller EDF propose un bilan des installations et met en relation avec des professionnels du bâtiment qui ont au préalable été formés, notamment aux arguments commerciaux du "confort électrique".

Cas des constructeurs de maisons individuelles

Les constructeurs de maisons individuelles sont regroupés dans l'association professionnelle UNCMI (Union nationale des constructeurs de maisons individuelles).

Ces professionnels ont bien entendu un intérêt évident à équiper leurs constructions de chauffage électrique puisque leur marché est celui de la maison individuelle peu coûteuse et qu'ils doivent par conséquent faire au moins cher pour les équipements.

L'UNCMI est membre à la fois de Promotélec et d'Eliope et à ce titre très largement favorable au chauffage électrique mais l'UNCMI a aussi signé un accord avec Eliope et EDF par lequel elle s'engage à équiper 80% de ses réalisations en tout-électrique selon le cahier des charges Vivrélec. Cet engagement quasi contractuel laisse présager du pire quant à la liberté de choix du futur client.

Les résultats ne se font d'ailleurs pas attendre puisque d'après une enquête réalisée par Eliope[12], 26% des gens qui font construire une maison individuelle choisissent le chauffage électrique en cédant à l'argumentation des vendeurs. Eliope a fait réaliser une enquête sur les

[11] "Le chauffage électrique en France" cité plus haut.
[12]" Qui achète et qui vend quoi en maison individuelle ?", Eliope, 2000.

« ménages : motivations et processus d'achat d'une maison individuelle », auprès d'un échantillon de 304 ménages. Cette enquête et les autres études d'Eliope montrent que 65% des ménages choisissent de faire construire via un constructeur, pour une maison moyenne de 116 m^2 et de 608 000 F TTC (hors foncier). Le chauffage électrique équipe 56% des maisons, (contre 25% dans les autres filières de construction, architectes, entreprises en direct, auto-construction). Les raisons du choix du chauffage électrique sont : le souci d'économie d'investissement, pour 27% (29% pour ceux qui font construire avec un constructeur), la préférence pour cette énergie 19% (19%), le souci d'économie d'usage 18% (17%), l'argumentation convaincante du vendeur 13% (15%), la sensibilité écologique 5% (5%), d'autres raisons 18% (15%) (dont 2% suite à une proposition d'EDF). Les constructeurs de leur côté indiquent trois raisons de choix du chauffage électrique : bonne argumentation du vendeur (44%), préférence annoncée du client (33%), lié au plan de financement du client (23%).

Le N°7 de Relations Elec (sept-oct 2001) présente une convention signée le 26 juin 2001 entre Maisons France Confort et Eliope, où "Maisons France Confort s'engage à commercialiser 75% de ses maisons en chauffage électrique Vivrélec, certifiées par le Label Promotelec. Cet engagement témoigne de la volonté commune des partenaires de faire évoluer l'offre en confort électrique dans la maison individuelle grâce aux nouvelles caractéristiques Vivrélec." Le N°6 de Relations Elec (juillet-août 2001) présente un autre accord "M.I. SA, constructeur national de maisons individuelles (Maison Phénix, Maison Familiale, Maison Catherine Marmet, ...) a signé le 28 mai dernier un accord de partenariat avec Eliope et EDF pour le développement de la nouvelle offre Vivrélec. Aux termes de cet accord, M.I. SA s'est engagé à commercialiser 80% des ses maisons équipées en chauffage électrique Vivrélec, certifiées par le label Promotelec."

Dans le même numéro, EDF relance le "cercle 2000 des électriciens", association d'EDF et d'installateurs, de la Dordogne, par ailleurs "un grand salon du chauffage électrique est en préparation pour décembre 2001 toujours à Périgueux ... ce salon qui se veut le salon des chauffages électriques présentera les différents systèmes de chauffage mais aussi les services proposés aux particuliers " ....

Selon le CFE, le chauffage électrique a aussi bénéficié de l'ampleur prise par l'accession à la propriété en maison individuelle.