

Les secteurs résidentiel et tertiaire

1. Les consommations d'électricité dans les secteurs résidentiel et tertiaire

En 2007 la consommation finale d'électricité des secteurs résidentiel et tertiaire représentait 36 % de la consommation totale d'énergie finale et 63 % de la consommation totale d'énergie primaire de ces secteurs comme le montre le tableau 1.

Tableau 1 : Consommations finale et primaire du secteur résidentiel tertiaire en France en 2008.

Résidentiel & Tertiaire	Charbon	Pétrole	Gaz	ENR et déchets	Electricité	Total
Energie finale Mtep (TWh)	0,4 (4,6)	13,4 (155,4)	22,7 (263,3)	8 (92,8)	24,9 (288,8)	69,44 (805,5)
E primaire 183,2TWh)	0,4 (4,6)	15,8* (183,2)	23* (266,8)	8 (92,8)	79,7** (924,5)	126,9 (1472)

*Hypothèse : 15 % de consommation d'énergie pour l'amont pétrolier, 1,5 % pour l'amont gazier.

** Hypothèse : 3,17 kWh primaires nécessaires pour fournir 1 kWh final d'électricité avec le parc français (voir chapitre II).

L'essentiel des usages non électriques des secteurs résidentiel et tertiaire est constitué de chaleur basse température (40 à 100 degrés pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire) et beaucoup plus marginalement jusque vers 250 degrés pour la cuisson des aliments.

D'autre part, la consommation d'électricité de l'ensemble de ces deux secteurs, qui a crû à un rythme soutenu ces quinze dernières années, représente aujourd'hui les deux tiers de la consommation nationale d'électricité.

En France, les dépenses d'électricité par habitant du seul résidentiel dépassent depuis 2007 celles du secteur industriel (2220 kWh contre 2193) et celles du tertiaire les rejoignent presque (2020 contre 2193). C'est une situation très spécifique à la France, où les consommations électriques par habitant de chacun de ces secteurs dépassent nettement la moyenne de l'Europe des 15 (+20 % pour le résidentiel et +17 % pour le tertiaire), mais aussi celles de tous nos grands voisins, l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie, l'Espagne. La France se caractérise aussi par rapport à ses grands voisins par l'importance de ses consommations à usage de confort thermique dans le résidentiel et tertiaire (chauffage et climatisation pour 1930 kWh) qui représentent 28 % de la consommation d'électricité de l'ensemble de ces deux secteurs.

D'autre part, l'électricité consommée dans les secteurs résidentiel et tertiaire est intensive en émissions de CO₂ par kWh. Son emploi saisonnier pour le chauffage des locaux et son utilisation en pointe pour des applications spécifiques comme l'éclairage ou la télévision, alourdissent en effet très sensiblement le bilan CO₂ du kWh dans ces secteurs par rapport à un secteur comme l'industrie lourde où l'utilisation continue de l'électricité est beaucoup plus fréquente (voir page 51).

Enfin l'une des manifestations les plus courantes de la précarité énergétique des ménages se manifeste à travers l'incapacité financière de ceux-ci à se procurer assez d'électricité pour accéder aux besoins minimaux de confort et d'hygiène.

C'est dire l'importance sur tous les plans d'une utilisation judicieuse de l'électricité dans ces deux secteurs. En effet :

- La production de l'électricité correspondante mobilise 80 Mtep d'énergie primaire, soit 30 % de l'énergie primaire nécessaire au fonctionnement de l'ensemble de l'économie en 2007.
- La substitution de combustibles fossiles par de l'électricité à travers des usages performants pour des usages thermiques est susceptible d'engendrer des économies d'énergies fossiles en cours de raréfaction (pétrole, gaz naturel) et éventuellement d'émissions de gaz à effet de serre.

Pour fixer les idées sur ce dernier point, il n'est pas inutile de rappeler les valeurs d'émissions totales¹ de CO₂ (émissions directes et indirectes dues à l'extraction au raffinage et au transport) par type d'énergie pour le chauffage domestique (tableau 2).

Tableau 2 : Émissions de gaz à effet de serre de différents chauffages domestiques pour la fourniture de 10 MWh par an d'énergie thermique utile.

Solution énergétique	Besoin thermique kWh	Consommation annuelle kWh PCI*	Consommation primaire par kWh utile	Contenu g CO ₂ par kWh PCI	Emissions t CO ₂ par an	Emissions g CO ₂ par kWh utile
Chaudière à fioul	10 000	11 000	1,1	300	3,3	330
Chaudière à gaz	10 000	10 500	1,05	234	2,4	240
Chaudière à bois	10 000	14 000	1,4	13-15	0,2	18-22

* Les rendements retenus sont issus de la méthode réglementaire française du Diagnostic de Performance Énergétique (www.logement.gouv.fr/article.php?id_article=5873).

C'est donc à ces valeurs qu'il faudra comparer les contenus en énergie primaire et en CO₂ des diverses solutions électriques pour en dégager l'intérêt éventuel sur le plan des ressources ou de l'environnement global.

GROS PLAN

Vous avez dit 50 kWh/m² ?

Thierry Salomon

La loi « Grenelle 1 » a fixé un objectif de consommation de 50 kWh d'énergie primaire par m² SHON (surface hors œuvre nette) et par an pour les bâtiments neufs, cette valeur étant modulable selon le type d'usage et la localisation du bâtiment.

Mais ce niveau « 50 kWh » reflète-t-il vraiment les consommations réelles, notamment pour l'électricité ?

Tout d'abord le « périmètre énergétique » du mode de calcul de la Réglementation Thermique regroupe 5 postes : le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage, et enfin la ventilation et les auxiliaires (pompes, circulateurs) ces derniers étant estimés de façon très forfaitaire. D'importants postes de consommation échappent donc au calcul réglementaire comme les éclairages des circulations ou de secours, les ascenseurs, la ventilation des parkings, les courants faibles et surtout toutes les consommations des appareils domestiques et de bureautique.

La surface de référence est aussi discutable ; elle s'effectue sur la SHON. Or le calcul de celle-ci intègre des circulations non chauffées ainsi que des modulations forfaitaires dont les logiques sont plus fiscales qu'énergétiques... La SHON est supérieure de 20 % environ à la surface utile ou habitable et la performance en kWh par m² sera plus élevée de 20 % (50 kWh/m² SHON correspondent à 60 kWh par m² de surface utile ou habitable).

Enfin la conversion en énergie primaire est un coefficient conventionnel (2,58 pour l'électricité) qui est loin, de refléter la réalité physique, laquelle est plus proche de 3,2 à 3,6 selon le type d'usage et le mix énergétique correspondant.

La réglementation thermique minimise donc fortement les consommations réelles, surtout pour l'électricité.

Prenons ainsi l'exemple d'un logement basse consommation « 50 kWh » utilisant le gaz pour son chauffage et sa production d'eau chaude sanitaire. Les usages électriques forfaitaires pris en compte (ventilation et auxiliaires) seront de l'ordre de 4 kWh par m² en

¹ - ADEME Guide des facteurs d'émission, janvier 2007.

énergie finale soit 10 kWh/m².an en énergie primaire (4 x 2,58). Vu du côté purement réglementaire, l'électricité ne représentera donc que 20 % des consommations (10/50).

La consommation électrique réelle sera toute autre si l'on tient compte de toutes les consommations électriques des services généraux dans les immeubles collectifs (environ 5 kWh/m².an en énergie finale) et surtout des appareillages domestiques (de l'ordre de 1000 kWh par occupant, soit 40 kWh/m².an en énergie finale).

Au total, pour cet exemple, la consommation réelle d'électricité en énergie primaire du logement ne sera pas de 10 kWh/m².an comme l'évalue et l'affiche la réglementation, mais de... 161 kWh, voire de 190 kWh par m² sur la surface habitable.

De plus la valeur emblématique de « 50 kWh » fait l'objet de fortes actions de lobbying visant à réduire

considérablement la contrainte tout en maintenant cet affichage. C'est ainsi qu'ont été successivement proposés l'abandon pur et simple du calcul en énergie primaire, la réduction du périmètre à 3 usages énergétiques au lieu de cinq, le calcul ECS uniquement en énergie finale, la réduction des objectifs de performance pour les « énergies non carbonées »...

Ces revendications sont d'autant plus injustifiées que la valeur « 50 kWh » est, comme le montre l'exemple précédent, très sous-estimée par rapport à la réalité des consommations.

Pour refléter la réalité des consommations des bâtiments « basse consommation » ou « à énergie positive », la réglementation ne devrait avoir qu'une seule ligne directrice : prendre en compte l'intégralité des consommations d'électricité et appliquer des coefficients de conversion définis plus près de la réalité physique.

2. Les usages principaux de l'électricité dans le résidentiel et le tertiaire

Les usages principaux de l'électricité dans le résidentiel et le tertiaire apparaissent dans le tableau suivant qui retrace pour les usages spécifiques et pour les usages substituables, les valeurs de leur consommation d'électricité finale et celle d'autres produits énergétiques.

Tableau 3 : Consommations d'énergie finale des principaux usages électriques et thermiques dans le résidentiel et le tertiaire

Energie finale	Résidentiel		Total	Tertiaire		Total	Total Rés-Tert
	Electricité	Chaleur		E finale	Electricité		
Mtep							
Chauffage des locaux	3,4	26,4	29,8	1,9	7,8	9,7	39,5
Eau chaude sanitaire	1,6	2,5	4,1	0,4	3,2	3,6	7,7
Cuisson (petits process)	0,9	1,5	2,4	0,52			2,4
Total des applications substituables	5,9	30,4	36,3	2,82	11	12,9	49,2
Electricité spécifique	6,4		6,4	7,3		7,3	13,7
dont :							
<i>Froid</i>	<i>1,35</i>		<i>1,35</i>				1,35
<i>Eclairage privé et public</i>	<i>1,14</i>		<i>1,14</i>	<i>2,2</i>		<i>2,2</i>	3,34
<i>Lavage</i>	<i>1,28</i>		<i>1,28</i>				1,28
<i>Climatisation</i>	<i>0,04</i>		<i>0,04</i>	<i>0,95</i>		<i>0,95</i>	0,99
<i>Autres (audiovisuel, bureautique, outillage domestique, etc)</i>	<i>2,56</i>		<i>2,56</i>	<i>2,2</i>		<i>2,2</i>	4,76
<i>Artisanat</i>				<i>1,95</i>		<i>1,95</i>	1,95
Total	12,3	30,4	42,7	10,1	11	20,6	63,3

Dans le secteur résidentiel, l'électricité spécifique représente 52 % et les applications thermiques de l'électricité 48 % des consommations totales du secteur. Au total, la consommation d'électricité représente 28 % de la consommation finale totale du secteur.

Dans le secteur tertiaire, l'électricité spécifique atteint 72 % contre 28 % pour les applications thermiques. Au total, la consommation d'électricité atteint 49 % de la consommation finale totale du secteur.

La traduction en énergie primaire du tableau précédent qui apparaît dans le tableau 4 permet de prendre conscience des ressources énergétiques réellement mobilisées pour la satisfaction des différents usages.

Tableau 4 : Consommations d'énergie primaire des principaux usages électriques et thermiques dans le résidentiel et le tertiaire

Energie primaire Mtep	Residentiel		Total	Tertiaire		Total	Total Rés- Tert
	Electricité*	Chaleur**	Energie primaire	Electricité	Chaleur**	Energie primaire	Energie primaire
Chauffage des locaux	10,8	29	39,8	6,0	8,58	14,6	51,0
Eau chaude sanitaire	5,1	2,75	7,85	1,3	3,52	4,8	12,0
Cuisson (petits process)	2,9	1,65	4,55	1,6		1,6	6,0
Total des applications substituables	18,7	33,4	52,10	8,9	12,1	21	73,1
Electricité spécifique	20,3		20,3	23,1		23,1	43,4
dont :	0,0		0,0	0,0		0,0	
<i>Froid</i>	4,3		4,3	0,0		0,0	4,3
<i>Eclairage privé et public</i>	3,6		3,6	7,0		7,0	10,6
<i>Lavage</i>	4,1		4,1	0,0		0,0	4,1
<i>Climatisation</i>	0,1		0,1	3,0		3,0	3,1
<i>Autres (audiovisuel, bureautique, outillage domestique, etc)</i>	8,1		8,1	7,0		7,0	15,1
<i>Artisanat</i>	0,0		0,0	6,2		6,2	6,2
Total	39,0	33,4	72,4	32	12,1	44,1	116,5

*Hypothèse : un besoin de 3,17 kWh thermiques en moyenne pour mettre à disposition 1 kWh final d'électricité.

** Hypothèse : un besoin de 1,1 kWh en moyenne d'énergie primaire pour mettre à disposition 1 kWh final de chaleur

Dans le secteur résidentiel, la part d'énergie primaire nécessaire à la satisfaction de l'ensemble des applications électriques (spécifiques et non spécifiques) atteint 53 % des besoins totaux d'énergie primaire du secteur et dans le secteur tertiaire 73 % des besoins totaux du secteur.

3. Les potentiels d'économie et de substitution d'électricité pour des applications thermiques.

On traite dans ce sous-chapitre des économies d'électricité et des substitutions à l'électricité ou des placements nouveaux de procédés électriques dans des applications thermiques (chauffage résidentiel et tertiaire, eau chaude sanitaire).

3.1 Chauffage par effet joule

On sait que la France s'est fait une spécialité du chauffage des logements à l'électricité depuis maintenant bientôt trente ans. Cette politique connue sous le nom de « tout électrique, tout nucléaire », lancée par EDF dès la première crise pétrolière avec un soutien sans faille des pouvoirs publics, reposait à l'époque sur la conviction que l'introduction massive de l'électricité dans le chauffage domestique et tertiaire participerait de façon très significative à la réalisation de l'objectif d'indépendance vis-à-vis du pétrole mis en avant comme principale justification du programme nucléaire français.

Ce n'est qu'à la fin des années 90 que s'est ajoutée à cette première justification celle de la réduction des émissions de CO₂. La fourniture d'électricité nucléaire à cette application, d'autant plus massive que le parc nucléaire des années 90 (supposé sans émissions) était largement surdimensionné, devait permettre des gains importants sur ce plan.

Cette politique volontariste s'est traduite par des taux importants de pénétration du chauffage électrique dans l'habitat et le tertiaire neuf qui perdurent aujourd'hui. C'est ainsi que le nombre de logements chauffés à l'électricité en France est passé de 2,6 millions de logements en 1985 (18 % du parc) à 7,9 millions en 2007 (31 % du parc). Cette même année, le taux de pénétration du chauffage électrique dans l'accroissement de logements du parc est de 61 %² et de 70 % dans le logement neuf.

Il est intéressant d'examiner les conséquences de cette politique sur les deux plans qui sont censés la justifier (tableau 5).

Tableau 5 : Évolution comparée des consommations d'électricité et de pétrole des secteurs résidentiel et tertiaire de 1990 à 2007 en France et en Allemagne

Chauffage domestique et tertiaire	France		Allemagne	
	Mtep	tep/ hab (kWh/hab)	Mtep	tep/ hab (kWh/hab)
Pétrole 2007	14,95	0,24	17,6	0,21
Pétrole 1990	18,14	0,32	32,3	0,41
Ecart 2007-1990	-4,4	-0,08	-14,7	-0,20
%	-21%		-46%	
Elec 2007	5,34	0,090 (1006)	2,77	0,03 (392)
Elec 1990	4,5	0,079 (922)	2,31	0,029 (337)
Ecart 2007-1990	+ 0,84	+0,011(84)	+0,46	+0,001(55)
%	+19%		+20%	

La comparaison avec l'Allemagne est particulièrement significative. Entre 1990 et 2007 la France a réduit de 4,4 Mtep sa dépendance au pétrole dans le secteur chauffage résidentiel et tertiaire, et augmenté de 9,8 TWh sa consommation d'électricité. L'Allemagne a réduit sa dépendance au pétrole de 14,7 Mtep (3,3 fois plus que la France) en ne consommant que 5,3 TWh d'électricité supplémentaire. Le tableau 6 montre enfin que la France, malgré sa politique volontariste de pénétration de l'électricité dans le chauffage domestique et tertiaire, figure plutôt parmi les mauvais élèves de l'Union Européenne en ce qui concerne la consommation de pétrole de ces secteurs.

Tableau 6 : Consommation de pétrole par habitant dans le secteur résidentiel tertiaire de divers pays européens en 2007

Résidentiel tertiaire	France	Allemagne	Italie	UK	UE-15
Pétrole/hab	0,24	0,21	0,12	0,11	0,18

Source : Enerdata

3.2 Pointe électrique et chauffage par effet joule en France

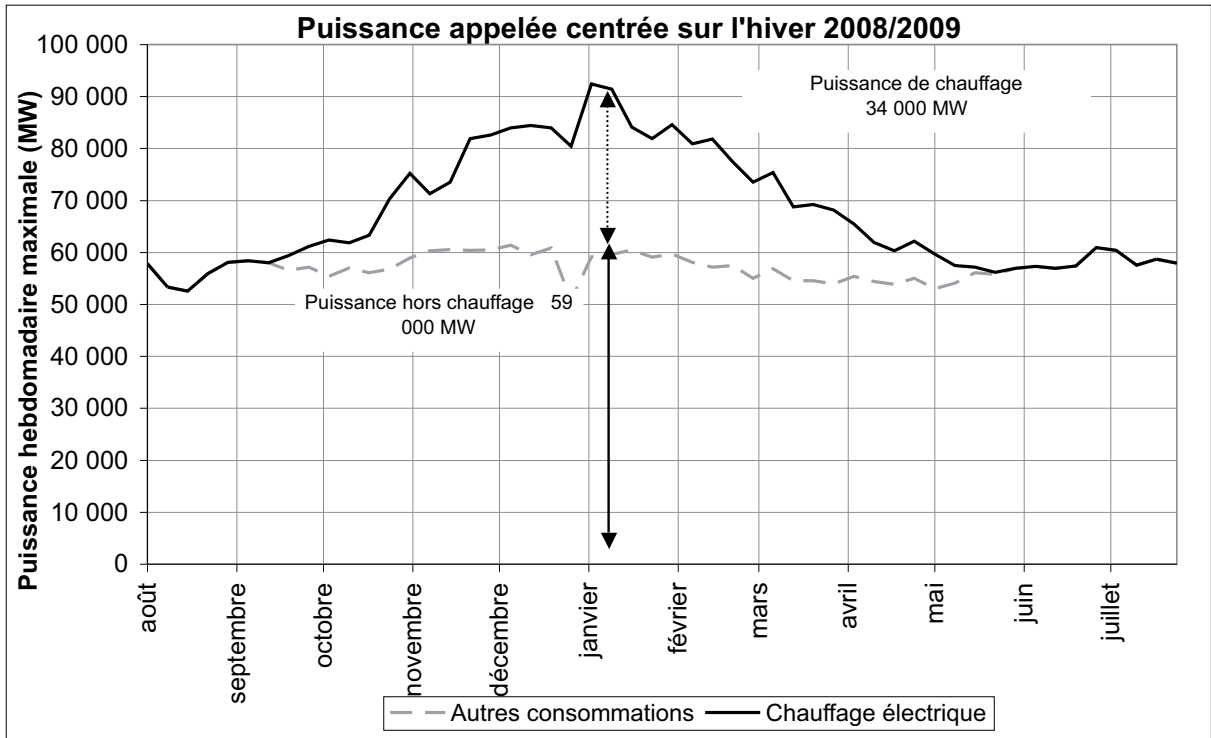
Depuis de nombreuses années en France, la puissance maximale appelée par le réseau augmente sensiblement. L'historique des records successifs montre en particulier une progression très forte au cours de la dernière décennie. La puissance maximale appelée a ainsi fait un bond de 12800 MW entre le record de l'hiver 2001/2002 et le dernier record en date du 7 janvier 2009. Et, depuis 1996, l'augmentation de la puissance de pointe d'hiver (+40 %) est deux fois plus rapide que celle de la puissance de base (19 %).

A partir de données historiques de RTE, Négawatt a pu retracer l'évolution annuelle de la puissance maximale appelée au cours d'une année (courbe noire), et telle qu'elle aurait été sans chauffage électrique (courbe pointillée). C'est l'objet de la figure 1. L'amplitude de l'écart entre les deux courbes de ce graphique montre à l'évidence que l'impact en puissance du chauffage électrique domine très nettement par rapport aux autres variations observées au fil des semaines dans la formation de cette pointe.

La pointe électrique française, au contraire de celle de ses voisins européens a donc un caractère très fortement saisonnier dont l'explication principale est l'appel de puissance hivernal du parc de chauffage électrique.

2 - Parc des chauffages centraux des résidences principales, en milieu d'année jusqu'à 2007, Observatoire de l'énergie www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

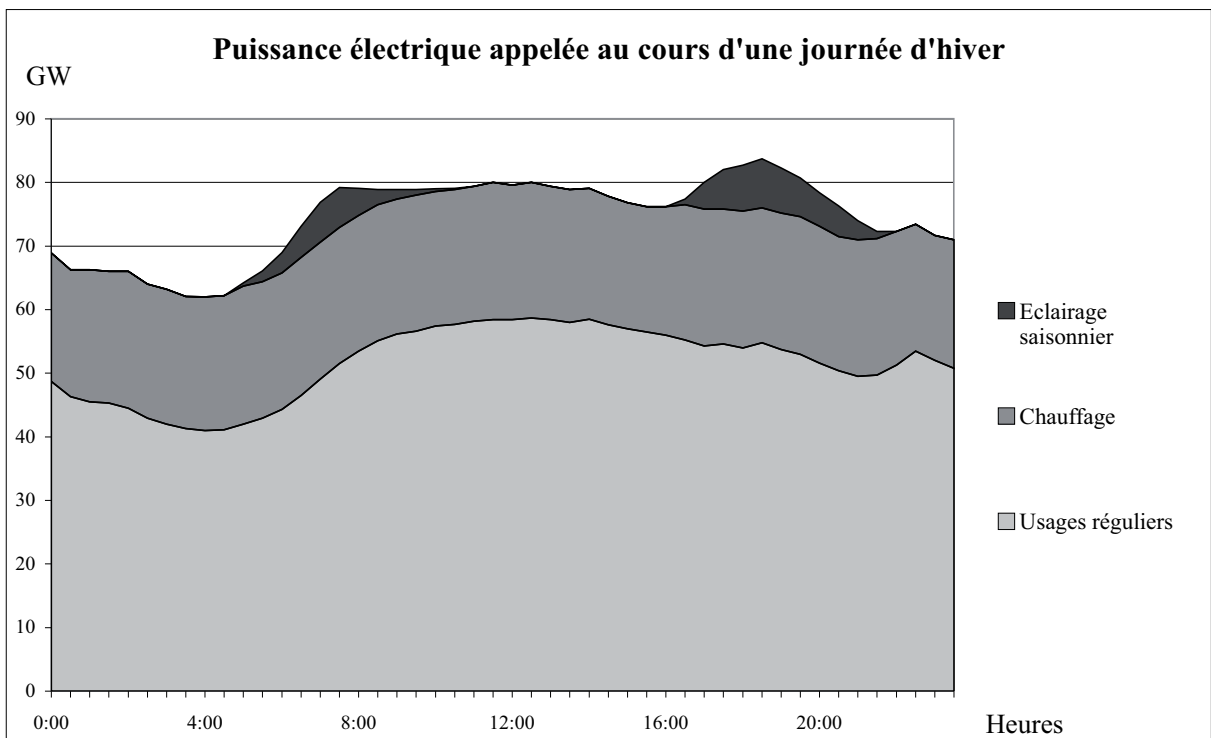
Figure 1 : Puissance hebdomadaire maximale appelée entre juillet 2008 et juillet 2009



Source : Données RTE, analyse association négaWatt

La répartition sur une journée type des usages de l'électricité confirme ce point. Par rapport à des usages réguliers, c'est-à-dire pouvant varier entre jours ouvrés et chômés mais pratiquement constants quelle que soit la saison, RTE identifie en effet deux usages nettement saisonnalisés : les besoins liés au chauffage d'une part, et les besoins supplémentaires d'éclairage d'hiver d'autre part. Le graphique 2 ci-dessous montre à l'évidence que, si l'éclairage d'hiver est responsable de pointes horaires du matin et du début de soirée, elles restent très inférieures en amplitude à l'écart engendré entre été et hiver par le chauffage électrique.

Figure 2 : Répartition type des usages de l'électricité (journée d'hiver de l'année 2009)

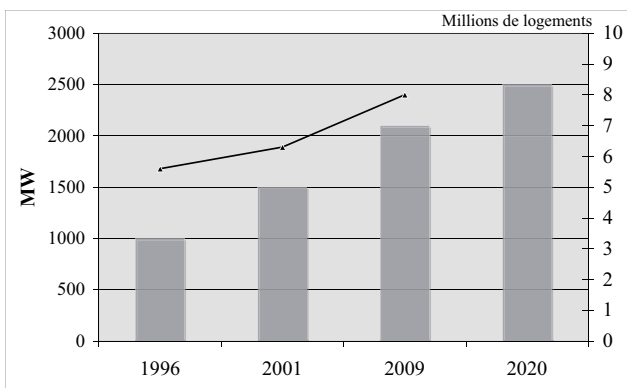


Celui-ci, du fait de l'inertie thermique du parc de logements, constitue une sorte de ruban continu au cours de la journée. Son amplitude, directement liée à la rigueur du climat, est en 2009 de l'ordre de 2 100 MW par degré d'écart du climat extérieur moyen par rapport à la température de confort des logements (par ex 20 degrés). Elle a atteint 34 GW le 7 janvier 2009 période où la température moyenne de la journée est tombée à quelques degrés au dessus de zéro.

Cette situation est très spécifique à la France puisque, comme le signale RTE, « la sensibilité aux températures extérieures en hiver est largement plus forte en France que dans les systèmes voisins : le gradient thermique du système français, qui approche 2 100 MW/°C, représente à lui seul près d'une fois et demie la somme des gradients thermiques de tous les autres systèmes européens ».

Cette sensibilité croît très vite avec le temps comme le montre la figure 3.

Figure 3 : Évolution de la sensibilité au froid de la consommation d'électricité (puissance appelée)



Source : RTE et SOeS - MEEDDM

En 13 ans la sensibilité de la pointe d'électricité française au climat a augmenté d'un facteur 2, de 1 000 MW en 1996 à 2 100 MW par degré en 2009. La figure 3 montre qu'elle est directement corrélée à la croissance du nombre de logements électriques du parc et pourrait atteindre 2 500 MW en 2020.

Cette particularité française a évidemment des conséquences importantes sur le développement indispensable de moyens de production d'électricité qui ne sont mobilisés que quelques semaines à quelques mois par an. L'alternative d'importation d'électricité pendant ces pointes se heurte aussi aux

capacités haute tension de transport d'électricité en provenance des pays voisins de la plaque européenne.

Mais cette spécificité a aussi des conséquences sur le réseau moyenne et basse tension qu'il est indispensable de dimensionner en fonction de la demande locale ou régionale de pointe prévisible. Dans les régions où le chauffage électrique a beaucoup pénétré comme PACA et la Bretagne, ce problème est particulièrement préoccupant. On imagine aisément les conséquences sur les investissements et frais d'entretien du réseau haute, moyenne et surtout basse tension supplémentaires que cette surconsommation passagère entraîne.

C'est d'autant plus choquant que les surcoûts correspondants ne sont pourtant pas supportés par les utilisateurs de chauffage électrique mais par l'ensemble des abonnés comme le montre le tableau suivant :

Tableau 7 : Prix moyen pour 100 kWh d'électricité selon la puissance du compteur en centimes d'euros en 2007.

Compteur 6KVA, tarif double, 3500kWh/an dont 1300 en heures creuses	12,25
Compteur 9kVA, tarif double, 7500kWh/an dont 2500 en heures creuses	11,92
Compteur 12 kVA, tarif double, 13000 kWh/an dont 5000 en heures creuses	11,28

Source : MEEDDM, base de données Pégase

Les utilisateurs d'un chauffage électrique disposent le plus souvent d'un compteur 12kVA ou plus et paient donc leur électricité 10 % moins cher que les petits utilisateurs d'électricité.

3.3 : Les émissions de gaz à effet de serre associées à cette politique du tout électrique

L'évaluation des réductions potentielles d'émissions n'est évidemment pas simple. En effet par quoi aurait-on remplacé l'électricité, si on n'avait pas favorisé la pénétration dans le neuf de l'électricité ? Si l'on fait l'hypothèse, a priori la plus raisonnable, d'une substitution par du gaz naturel chaque fois que possible et par du fioul ou du gaz liquéfié dans les cas où le réseau de gaz naturel fait défaut, ce sont les émissions évitées par le renoncement au chauffage électrique qu'il faut comparer aux émissions supplémentaires engendrées par le recours aux énergies fossiles. Comme la très grande majorité (plus de 95 %) des installations de chauffage des années 1990-2007 utilisaient l'effet joule dans des convecteurs, les émissions par kWh utile des chaudières à combustibles sont directement comparables à celles du kWh d'électricité, telles qu'analysées au chapitre 3 pour des applications en saison hivernale qu'on rappelle ci-dessous :

Tableau 8 : Fourchette d'émissions de CO₂ du chauffage électrique selon les méthodes

Chauffage	Application	Méthode
180 grammes	Emissions de CO ₂ par kWh	Contenus saisonnalisés par usage
500-600 grammes	Emissions actuelles de CO ₂ /kWh	Contenus marginaux

Sur ces bases, on peut estimer le bilan global de l'opération à travers le tableau 8.

Tableau 9 : Comparaison avec des solutions alternatives des émissions supplémentaires de CO₂ en 2007 engendrées par le chauffage électrique entre 1990 et 2007

1990 -2007	Consommation	Emissions Mt CO ₂
Consommation d'électricité Supplémentaire	9,75 TWh	1,75- 5,85
Besoins de gaz naturel en substitution de l'électricité	10,25 TWh	2,46
Besoins de fioul en substitution de l'électricité	10,75 TWh	3,54

Ce tableau montre que, même sur la base de la méthode des contenus moyens saisonnalisés que défend encore EDF, le gain d'émissions de CO₂ entre 1990 et 2007 induit par la politique du chauffage électrique en France, resterait extrêmement modeste puisqu'il n'atteindrait que 0,71 Mt de CO₂ dans l'hypothèse d'un remplacement par le gaz naturel (moins de 1 % des émissions du secteur) et 1,79 Mt de CO₂ dans l'hypothèse évidemment bien improbable d'une substitution complète par le fioul.

Si l'on utilise la méthode des contenus marginaux qui correspond beaucoup mieux à l'analyse de la question traitée (puisque'il s'agit d'une économie de 2,5 % d'électricité dans le bilan français), le bilan devient fortement négatif quelque soit le combustible de substitution (de 3,4 à 2,3 Mt de CO₂ supplémentaires).

Le bilan de cette politique est donc particulièrement décevant au regard des ambitions affichées tout au long de plus de 30 ans de politique de promotion systématique du chauffage électrique à effet joule.

La poursuite de l'équipement en chauffage électrique par effet joule des logements neufs ou son introduction dans des logements anciens supplémentaires devrait donc être totalement proscrite tant elle est contre performante vis-à-vis de l'ensemble des critères d'un « bon usage de l'électricité ».

Mais la politique poursuivie jusque-là laisse entière la question des logements déjà équipés dont la réhabilitation est très problématique³ puisque l'installation électrique initiale, en éliminant les vecteurs traditionnels de chaleur, (eau ou air pulsé) est source d'une très forte irréversibilité.

UNE AVALANCHE DE BONNES PRATIQUES

Valéry Laramée de Tannenberglagence Terragram

Les collectivités américaines ne sont pas réputées pour être des modèles de sobriété énergétique. Et jusqu'à l'hiver 2008, Juneau ne faisait pas exception à la règle. En hiver, les 31 000 habitants de la capitale de l'État d'Alaska consomment, bon an, mal an, leur millier de MWh/jour. Tout allait bien, dans cette ville coincée entre le mont Juneau et le Pacifique, jusqu'au 16 avril 2008. Ce jour-là, une avalanche emporte la seule ligne de transport d'électricité alimentant la ville. Immédiatement, les groupes électrogènes se mettent en route. Problème : en ce printemps 2008, le prix du gazole atteint des sommets. Alaska Electric Power & Light, l'électricien local, va donc devoir augmenter ses tarifs, le temps de la réparation. Pour ses clients, cela signifie un quintuplement du prix du kWh (de 11c à 50c/kWh). Insupportable, pour une ville dont une habitation sur quatre se chauffe à l'électricité.

Un comité de crise se met rapidement en place. Son objectif : déployer une stratégie de réduction de la consommation d'électricité. Sans attendre ses conclusions, les Alaskans réagissent. Les thermostats des radiateurs électriques sont baissés. Les cheminées tournent à plein rendement. On n'éclaire plus que les pièces occupées. Dans

³ - Bien souvent en effet ils ne disposent même pas de cheminée d'évacuation des fumées qui permettrait de réintroduire des chauffages à partir de chaudières à combustibles (gaz, bois) et l'installation en seconde pose d'un circuit de chauffage à eau est une opération lourde. Reste la possibilité de chauffages à air pulsé.

les supermarchés, on s'arrache les lampes à basse consommation et les prises multiples dotées d'interrupteur. En quelques jours, la population réduit, d'elle-même, de 10 % sa consommation d'électricité.

Initiatives et campagne de publicité

Conseillé par un expert du ministère fédéral de l'Énergie (DOE), le comité de crise lance une campagne en faveur des économies d'électricité. Sous la marque « Juneau, la débranchée », elle délivre dans les journaux et sur toutes les chaînes de radios et de télévision (et en plusieurs langues) des conseils simples pour diminuer la demande de courant : réduire la température des chauffe-eau électriques, débrancher les chargeurs d'appareils nomades après utilisation, éteindre la lumière des pièces inoccupées et du jardin. Bombardant l'économie d'électron au rang de valeur morale et patriotique, le Juneau Economic Development Council (JEDC) encourage les commerçants à plonger dans le noir leur boutique sitôt le rideau de fer baissé. Le JEDC milite également pour que chacun modère sa consommation d'eau. Fondamental, dans une cité où l'adduction et l'assainissement sont les deux plus gros postes de consommation d'électricité. Important pôle touristique régional (500 000 visiteurs par an), Juneau demande aussi aux compagnies de ferries (la ville n'est accessible que par avion et par bateau) d'avertir leurs passagers de la situation énergétique locale.

Une consommation réduite de 40 %

Montée à la hâte, cette économie de la pénurie électrique porte pourtant rapidement ses fruits. Selon une étude réalisée par le Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), l'un des laboratoires du DOE, dès le 7 mai, la ville ne consomme plus que 600 MWh par jour. Soit 40 % de moins que le jour de l'avalanche ! Impressionnant si l'on garde à l'esprit que les années précédentes, Juneau voyait croître sa demande d'électricité de 3 % par an, en moyenne. Avec six semaines d'avance, la ligne endommagée est finalement remise en service, le 1er juin. Bien évidemment, bon nombre de citoyens oublièrent rapidement leurs bonnes résolutions. Et la consommation repartit à la hausse, sans pour autant atteindre les pics d'antan. Durant le printemps 2009, Juneau consomma 10 % de moins que l'année précédente à pareille époque et à climat comparable. Les bonnes pratiques n'ont pas été jetées avec la fin de l'Energy Crunch. Le 13 janvier 2009, une coulée de neige emporte de nouveau un tronçon de la ligne reliant la capitale au barrage de Snettisham. En quelques heures à peine, la consommation diminua de nouveau de 10 %. Preuve que de salvateurs réflexes ont bien été acquis dans la tourmente électrique.

Pour en savoir plus :

Alan Meier
akmeier@lbl.gov

3.4 L'eau chaude sanitaire et la cuisson

L'eau chaude sanitaire représente une consommation de 23,6 TWh en 2007 dont 19 dans le secteur résidentiel et 4,6 environ dans le tertiaire. L'énergie primaire nécessaire à cette consommation d'électricité finale est de 75,5 TWh. L'énergie utile produite, compte tenu des pertes de stockage de l'eau chaude produite en heures creuses de nuit et utilisées en journée (15 à 35 % selon Thierry Salomon⁴, plus de 35 % pour d'autres auteurs comme Olivier Sidler) n'est donc que de l'ordre de 19 TWh. La substitution par du gaz naturel, principalement dans des chauffe-eau instantanés et plus rarement à accumulation, aurait exigé de l'ordre de 23 TWh de gaz naturel.

Le recours à l'électricité pour l'eau chaude sanitaire entraîne donc une surconsommation d'énergie primaire de l'ordre de 52 TWh (+220 %). Du point de vue des émissions de CO₂, le bilan comparatif par rapport à une solution gaz est favorable si les émissions au kWh électrique sont inférieures à celles du kWh gaz (234 grammes de CO₂) tout au long de l'année.

Les politiques tarifaires existant depuis de nombreuses années ont entraîné la mise en marche de la majorité des chauffe eau électriques dans la tranche de 22 heures à 4 heures du matin, à un moment où les centrales thermiques, sauf en période très froide, sont peu sollicitées. On peut donc estimer, à partir de la méthode des contenus saisonnalisés par usage des émissions totales du parc de chauffe eau électriques (autour de 80 à 100 g/kWh), des émissions de l'ordre de 1,9 à 2,3 Mtonnes de CO₂ (contre 5,3 pour une solution gaz naturel). Par contre, sur la base de l'étude des contenus marginaux, ADEME RTE 2007 (voir page 43, tableau 1) retenait une valeur de 450 à 550 g par kWh pour l'eau chaude sanitaire. Dans ces conditions, l'installation de nouveaux chauffe eau électriques s'avérerait tout à fait contre-performante en termes d'émission de CO₂ même vis-à-vis du gaz naturel ou du fioul.

En ce qui concerne la cuisson et en dehors de l'application micro-ondes qui constitue une application très spécifique de l'électricité (mais qui reste très marginale dans les consommations de cuisson), les autres applications

4 - Thierry Salomon, *La maison des négawatts Terre vivante 2001*.

(plaques de chauffage, fours, etc.) qui représentent environ 10,5 TWh, ne sont pas spécifiques de l'électricité et peuvent faire l'objet de substitution, vers le gaz en particulier. Dans la mesure où ces usages prennent place pour une bonne part pendant les heures de pointe du soir, l'électricité qui les alimente provient en bonne partie de combustibles fossiles, en particulier en saison hivernale. Même si le rendement énergie finale énergie utile s'avère meilleur pour certains usages de cuisson électrique que pour le gaz, l'énergie primaire mise en œuvre et le CO₂ émis sont en moyenne bien supérieurs pour l'application cuisson à ceux d'une cuisson à gaz naturel ou gaz liquéfié. Il n'est donc pas pertinent de persister à encourager ce type de cuisson.

3.5 Récapitulatif et solutions alternatives

Pour le chauffage domestique et tertiaire, comme de façon un peu moins caricaturale pour l'eau chaude sanitaire, la substitution de l'électricité aux combustibles fossiles dans les logements ne s'est traduite au cours des vingt dernières années, ni par des économies d'énergie primaire, ni par des économies significatives de pétrole en France, ni par des économies d'énergies fossiles en Europe et en France, ni par conséquent par des réductions significatives des émissions de CO₂.

Pour l'eau chaude sanitaire, une première mesure s'impose : c'est l'isolation renforcée des cumulus existants qui permet à faibles frais (quelques dizaines d'euros) de réduire les pertes des cumulus de 15 à 50 %. Puis, dans le logement neuf et à l'occasion des opérations de réhabilitation du parc ancien chauffé par convecteurs, l'introduction quasi systématique de chauffe eau solaires.

Pour le parc de logements existants, c'est évidemment tout d'abord la rénovation de l'enveloppe qui s'impose pour limiter les besoins de chauffage, en particulier dans le parc antérieur à 1980 qui est très loin d'atteindre les normes actuelles. Au-delà de ces mesures, le choix d'un chauffage de remplacement qui dépend beaucoup des caractéristiques constructives des bâtiments (présence ou non de conduits de cheminée, possibilité d'installer des circuits d'eau ou d'air pulsé, etc.) risque de se heurter à des difficultés importantes.

La première priorité, celle d'un coup d'arrêt du chauffage électrique à effet joule dans le neuf, est actuellement loin d'être acquise malgré les signaux d'alarme qui se multiplient et la médiatisation récente des effets pervers de la politique du tout électrique sur la pointe⁵. Le puissant lobby électrique met en effet tout son poids pour retarder cette échéance qui paraît pourtant inéluctable.

Dans le logement ancien, il est aujourd'hui encore difficile d'évaluer précisément ce que pourrait apporter un programme d'économie d'électricité de chauffage à effet joule qui devrait porter en priorité sur les logements construits dans les années 70 et début 80 ; c'est là en effet que la réhabilitation thermique des logements se fait le plus sentir, avant même d'envisager une substitution à l'effet joule électrique (inserts à bois, pompes à chaleur, etc.).

La réhabilitation des deux millions de logements les moins bien isolés sur les sept millions de logements chauffés à l'électricité et de 10 % du parc tertiaire en 10 ans, associée à des mesures de substitution, permettrait une économie de l'ordre 5 à 7 TWh.

4. Les économies d'électricité dans ses usages spécifiques.

4.1 Le secteur Résidentiel

L'ordre de grandeur des dépenses d'électricité spécifique des usages domestiques principaux en 2007 figure dans le tableau 9. On a indiqué également dans ce tableau les taux d'équipement de chacun de ces usages (connus avec plus ou moins de précision selon ceux-ci) et la consommation moyenne par ménage engendrée par ces usages. On constate que la somme des consommations de ces usages identifiés représente avec 2 260 kWh, plus de 80 % de la consommation d'électricité spécifique d'un ménage moyen en 2007

5 - Voir par exemple le Monde du 17 décembre 2009.

Tableau 9 : Consommation d'électricité des principaux équipements en 2007

Applications	kWh/an	Taux d'équipement	Consommation moyenne par logement
Réfrigérateur	390	95%	370
Congélateur	430	50%	215
Lave vaisselle	275	53%	146
Lave linge	170	95%	162
Eclairage	370	100%	370
Informatique domestique (un site)	395	50%	198
Télévision , périphériques, audio	545	100%	545
Circulateur de chauffage et alimentation des chaudières	340	40%	136
Veilles	120	100%	120
Divers			538
Consommation moyenne d'un ménage			2800

Source : ICE et Enertech

Parmi ces dépenses, certaines sont en très rapide augmentation : c'est en particulier le cas de celles qui sont liées à l'informatique domestique, à la télévision et à ses périphériques, aux veilles des différents appareils.

Le froid alimentaire

Tous les foyers sont aujourd'hui équipés d'au moins un réfrigérateur et environ 50 % possèdent un congélateur. La durée de vie est d'environ 12 ans, et ce type de matériel est peu utilisé en seconde main. Concernant l'étiquetage Énergie, les ventes sont actuellement réparties comme l'indique le tableau 10.

Tableau 10 : Répartition d'appareils de froid dans le secteur résidentiel

Classement	C et en dessous	B	A	A+ et A++
Réfrigérateur	0%	8%	72%	20%
Congélateur	12%	29%	26%	4%

Source : ICE

Le basculement vers les classes performantes est rapide pour les réfrigérateurs, mais plus modéré pour les congélateurs. En 1999 un seuil minimum de performance en Europe a conduit à l'interdiction de la commercialisation des classes les plus mauvaises.

Alors qu'en 1990, la consommation « standard » annuelle par réfrigérateur était en moyenne de 600 kWh, elle est passée à 388 kWh en 2007 (baisse de 723 à 432 kWh. pour les congélateurs).

A titre d'exemple, une politique de maîtrise de l'électricité consistant à adopter des appareils de classe A + pour chaque appareil permettrait de faire tomber la consommation moyenne d'un réfrigérateur **238 kWh/an** par rapport à 2007. Le surcoût à l'achat serait remboursé par les économies d'électricité accumulées au cours de la vie de l'appareil, même dans l'hypothèse d'une anticipation d'achat de 3 ans des appareils par rapport à leur renouvellement naturel⁶. De même pour les congélateurs dont la consommation moyenne passerait de 432 kWh à 170 kWh, un gain de **262 kWh/an**. La consommation d'un ménage équipé de ces deux appareils de classe A + passerait de 820 kWh/an à 320 kWh/an

Si cette mesure était adoptée en 10 ans pour 50 % des deux types d'appareils on réaliserait une économie de l'ordre de **4,8 TWh/an** par rapport à 2007.

Le lavage

La vaisselle

53 % des ménages français sont équipés d'un lave-vaisselle d'une durée de vie de 12 ans. 90 % des ventes actuelles se font en classe A. La consommation unitaire des machines vendues a décru de façon significative de 420 kWh/an en moyenne en 1990 à 275 en 2007. L'application d'une politique d'adoption d'appareils les plus performants de la classe A permettrait une économie moyenne de consommation électrique du poste « lavage vaisselle » d'un ménage de **30 kWh/an**.

Si cette politique s'appliquait à 50 % des appareils, avec une anticipation de renouvellement de 3 ans comme dans le cas des réfrigérateurs, l'économie annuelle d'électricité serait de l'ordre de **0,2 TWh** par rapport à 2007 sans surcoût global pour les ménages.

6 - Analyse prospective du bilan énergétique français à l'horizon 2030. ICE Janvier 2009.

Le linge

95 % des foyers français sont équipés d'un lave linge d'une durée de vie d'environ 12 ans. Un foyer effectue en moyenne 240 cycles de lavage par an. Concernant l'étiquetage Énergie, les ventes sont actuellement à 10 % en classe B (ou moins), 90 % en classe A.

Alors qu'en 1990, la consommation « standard » annuelle par appareil était en moyenne de 610 kWh, elle est passée à 170 kWh en 2007.

L'application d'une politique d'adoption des appareils les plus performants de la classe A permettrait une économie moyenne de consommation électrique du poste « lavage linge » d'un ménage de **20 kWh/an**. Le lavage du linge à froid, si il se développe, permettrait des économies bien supérieures, de l'ordre de 100 kWh/an.

En attendant une pénétration massive de cette nouvelle technique, une politique d'adoption des meilleurs appareils de la classe A pour 50 % d'entre eux, avec une anticipation de renouvellement de 3 ans comme dans le cas des réfrigérateurs, apporterait une économie annuelle d'électricité serait de l'ordre de **0,3 TWh** par rapport à 2007 avec un surcoût global pour les ménages inférieur à 5 %.

L'éclairage

La moyenne d'équipement en points d'éclairage d'une habitation est évaluée à 26 lampes par foyer (à ce jour on peut considérer que seules 2,5 de ces lampes sont « basse consommation »). La consommation électrique moyenne d'un foyer pour l'éclairage (compte tenu des puissances de chaque lampe et de leur temps annuel de fonctionnement) est de 370 kWh.

Cette situation évolue rapidement avec l'apparition des mesures de suppression progressive du marché des lampes à incandescence.

Le remplacement systématique des lampes à incandescence par des lampes basse consommation procurerait une chute de consommation électrique de **210 kWh** par habitation⁷.

Cette politique de remplacement systématique sur une période de 8 ans de toutes les lampes à incandescence des résidences principales permettrait une économie annuelle de **5,4 TWh** d'électricité et une économie financière annuelle de 6,7 G€ (260 € par logement) par rapport à 2007.

Éclairage - Une mesure emblématique : la disparition progressive de l'incandescence

La réglementation Ecodesign 244/2009 de mars 2009 a permis deux avancées majeures : l'interdiction progressive des ampoules à incandescence et l'introduction de critères de qualité pour les lampes autorisées à la vente.

L'interdiction de commercialisation porte sur les lampes (c'est à dire l'ensemble ampoule + culot + système émetteur de lumière) incandescentes et halogènes en dessous de la classe C sur l'étiquette énergie, et les LBC en dessous de la classe A. A la date prévue, les distributeurs peuvent continuer à écouler leurs stocks mais ne sont plus autorisés à en constituer.

Selon leur puissance et leur classe énergétique, l'interdiction des lampes est progressive : ≥ 100 W en septembre 2009, ≥ 75 W en 2010, ≥ 60 W en 2011 puis toutes les autres puissances en 2012. Les lampes halogènes pourront être vendues jusqu'en 2016 – alors, seules les classes B seront autorisées (à l'exception de lampes avec des culots particuliers).

Au delà des interdictions des lampes les plus consommatrices d'énergie, la réglementation définit des critères de qualité, imposant progressivement des seuils pour le nombre minimum de cycles d'allumage/extinction avant la fin de vie, la température de couleur, le temps de montée en régime etc., autant d'éléments qui jouent sur la satisfaction des consommateurs (et qui ont suscité de nombreuses désillusions pour les LBC par le passé). Ces informations devront figurer sur les emballages et sur les sites internet des fabricants.

Mais il faut maintenant éduquer les consommateurs : les lampes très performantes sont un condensé de technologies et ne peuvent se choisir aussi simplement que les vieilles lampes à filament en fonction de la seule puissance.

Avec cette mesure Ecodesign, la Commission Européenne table sur une économie de 39 TWh d'électricité dans le secteur domestique d'ici à 2020, pour les pays de l'Europe des 27. L'économie pourrait même atteindre 86 TWh si tous les consommateurs achetaient des lampes classées A. L'enjeu est donc de taille : il s'agit de convaincre les distributeurs de ne pas augmenter les stocks avant que les interdictions entrent en vigueur (comme cela est observé en Autriche par exemple), et les consommateurs de faire l'effort d'aller directement vers les meilleures lampes de classe A et non vers les lampes halogènes moins performantes.

7 - Enertech campagne de mesure Remodèze.

L'informatique domestique.

C'est un domaine où l'équipement des ménages et les consommations d'électricité augmentent à très grande vitesse.

Le parc des écrans à cristaux liquides (LCD) est désormais plus important que celui des écrans cathodiques (CRT), pour lesquels il est prévu la disparition à partir de 2010 dans les offres des fabricants. Il se vend désormais plus d'ordinateurs portables que d'ordinateurs de bureau et avant 2015 le parc « portable » sera majoritaire.

Ces évolutions sont favorables à la diminution globale de consommation énergétique des matériels à la condition expresse que l'augmentation de la taille des écrans qu'on constate ces dernières années ne revienne mettre en cause ces économies.

Le tableau 11 montre l'influence importante de la taille des écrans sur leur consommation.

Tableau 11 : Puissances appelées par les différents types d'écrans en fonction de leur taille (pouces)

Taille	14	15	17	19	20
Ecrans Cathodiques	60	63,5	67,5	82,9	
Ecrans LCD		17,3	29,6	30,2	43

Source : Enertech

D'autre part les campagnes de mesures effectuées montrent que les unités centrales d'ordinateur domestique fonctionnent 7 heures trente par jour dans les foyers français. La plus grosse source d'économie, également la moins coûteuse, consisterait donc simplement à arrêter les machines qui ne sont pas utilisées pendant la plus grande partie du temps.

Si le foyer remplace dès maintenant son ordinateur de bureau par un portable avec LCD et remplace dans 3 ans son portable actuel par des matériels respectant les exigences de la version 4.0 du label EnergyStar, la consommation de son site informatique peut diminuer de plus de 200 kWh/an.

Si 50 % des ménages adoptaient cette stratégie de remplacement en 8 ans et d'extinction des ordinateurs hors des périodes d'usage, l'économie globale d'électricité du poste informatique familial serait de l'ordre de 1,5 TWh par rapport à 2007.

Mais il faut souligner que ces résultats peuvent très aisément être inversés si l'inflation actuellement constatée de la taille des écrans et des puissances des unités centrales (une multiplication par 1,8 entre 2004 et 2007 se poursuit.

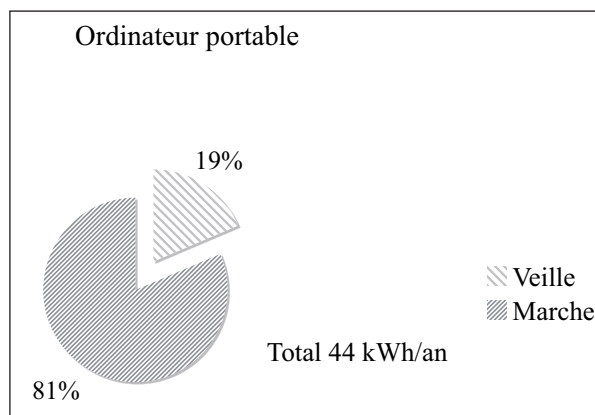


Figure 4 : Consommation annuelle d'un ordinateur portable type

Source : Enertech Campagne de mesure Remodèze

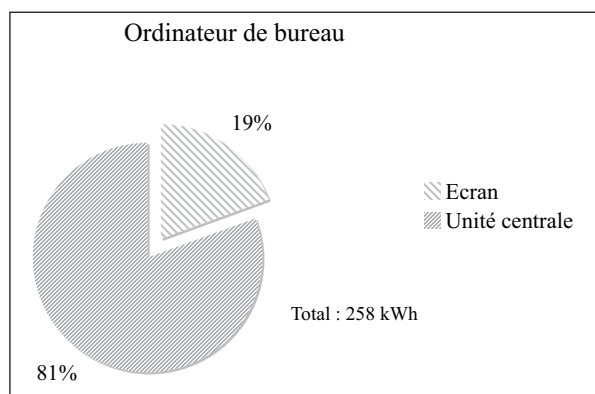


Figure 5 : Consommation annuelle d'un ordinateur de bureau type

Source : Enertech Campagne de mesure Remodèze

A ces consommations il faut ajouter celles des périphériques qui comptent aujourd'hui pour 20 % environ de la consommation globale d'un poste informatique de bureau. (figure 3)

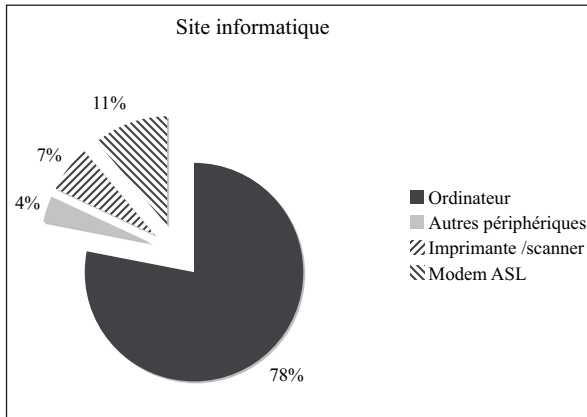


Figure 6 : Répartition de la consommation annuelle par type de périphérie d'un ordinateur fixe de bureau

Source : Enertech Campagne de mesure Remodèce

Le poste audio visuel

On assiste depuis une dizaine d'années à une véritable explosion des consommations du poste audio visuel familial comme le montre le graphique ci dessous⁸ qui recense les résultats de trois campagnes de mesures en situation réelle portant sur une centaine de logements.

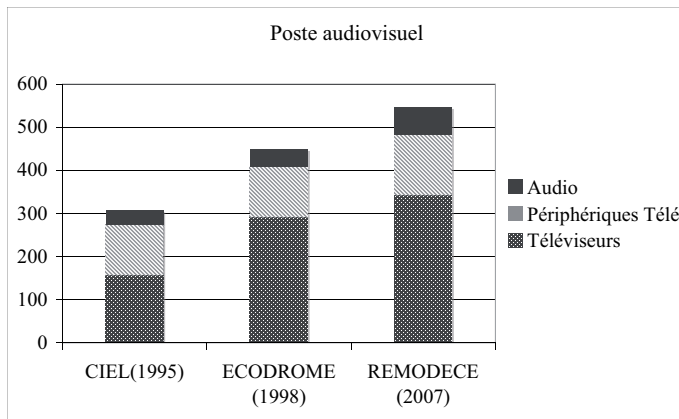


Figure 7 : Évolution de la consommation annuelle du poste audio- visuel

Source : Enertech

En douze ans, les consommations de ce poste ont augmenté de près de 80 %. C'est le téléviseur qui se taille la part du lion dans cette explosion (un facteur 2,2 dans la période) avec une augmentation de 15 % de la durée d'utilisation mais surtout une augmentation considérable de la taille des écrans avec la technologie LCD et de la technologie plasma très consommatrice d'énergie.

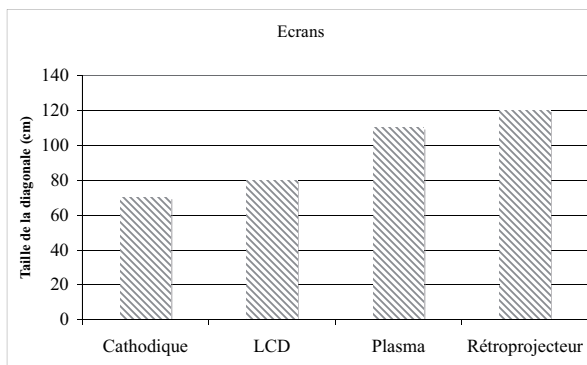


Figure 8 : Répartition de la taille moyenne des télévisions principales en fonction de leurs technologies

Source : Enertech

En ce qui concerne les périphériques on constate la répartition indicative suivante des consommations annuelles moyennes :

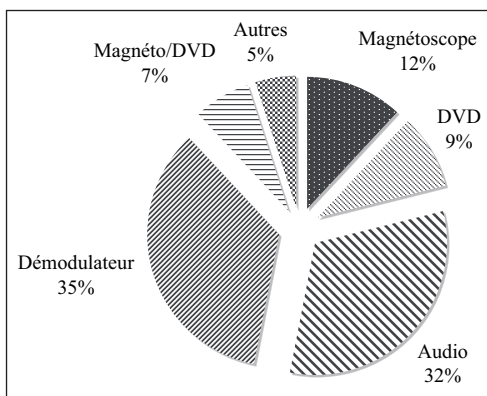


Figure 9 : Consommations annuelles d'électricité des périphériques audio visuels

Source : Enertech

Les objectifs d'un programme d'économie d'électricité dans ce domaine supposent donc d'abord une action de modération sur le nombre, la taille et la durée d'usage des outils audio visuels, sans laquelle le dérapage des consommations est inéluctable. En effet, se laisser porter par la tendance « marché » des produits audiovisuels conduirait le foyer moyen à remplacer son équipement actuel au cours des années à venir de façon à disposer en 2020 de 2 télévisions à écran plat (diagonale de 75 cm, l'une de 350 W, l'autre de 300 W) fonctionnant chacune 5 heures par jour.

8 - Connaissance et maîtrise des usages spécifiques de l'électricité dans le résidentiel, Olivier Sidler, Notes techniques www.enertech.fr/docs/mde01.pdf

Dans un tel scénario, les consommations annuelles « audiovisuelles » progresseraient constamment pour atteindre finalement 1 210 kWh vers 2020.

Pour maîtriser la consommation d'électricité, on peut raisonnablement proposer de rester sur le rythme actuel de renouvellement décennal (alors qu'il semblerait tendre vers 7 ou 8 ans), et lors du renouvellement, choisir un équipement ayant une puissance de l'ordre de 200 W (soit un classement probable A ou B si une étiquette Énergie est prochainement mise en vigueur), enfin, ne pas augmenter le nombre de téléviseurs dans son foyer.

Sur ces bases, la consommation des téléviseurs d'un foyer pourrait s'établir autour de 300 kWh/an alors que la consommation « tendancielle » pourrait atteindre près de 800 kWh en moyenne en 2020. L'enjeu d'une telle politique s'appliquant à 50 % des ménages serait source de 6 TWh d'économie d'électricité par rapport au scénario tendanciel et de 2,2 TWh par rapport à 2005. On voit bien que la modération des besoins est le paramètre premier, sans lequel les efforts techniques resteront très inefficaces.

Les veilles et boîtiers numériques

Les veilles permettent un redémarrage quasi instantané des appareils, une disponibilité sur le réseau d'échange d'informations avec lequel il sont en interaction, une activation à distance, voire l'activation en continu des fonctions secondaires telles que l'affichage de l'heure : les veilles sont un concept qui se diffuse très rapidement sur tous les types d'appareils dans les bureaux et les foyers.

Parmi les boîtiers numériques les « Simple Set Top Boxes », des décodeurs pour télévision permettant de passer d'un signal digital à l'analogique. La vente de ces boîtiers simples devrait continuer à croître fortement jusqu'en 2014. Et à horizon 2020, les anciens téléviseurs étant remplacés par de nouveaux postes adaptés à la radiodiffusion numérique, ces boîtiers simples auront eux aussi disparu.

Mais cette fonction de traitement, de transfert d'informations numériques, de dialogue entre équipements s'est étendue à bien d'autres usages. S'y ajoute également une capacité d'interactivité pour le consommateur. Il s'agit alors d'une « Complex Set Top Box (CSTB) ». Par des liaisons terrestre, câble, satellite ou internet il se trouve au carrefour d'un trafic d'informations en relation avec la télévision et son écran, avec un ordinateur, avec un modem externe, avec une unité externe de stockage de données, avec un fournisseur de services, avec un module de contrôle d'accès, La CSTB rassemble un plus ou moins grand nombre de fonctionnalités (par exemple lecteur interne de disque dur, interface de communication, modem ADSL, récepteur de signal à distance), chacune contribuant à un appel de puissance allant de 0,2 W à 3 ou 4 W.

A titre d'exemple, le tableau 12 indique les puissances de veille d'un ensemble audiovisuel complet.

Tableau 12 : Les consommations de veille de l'audio visuel

Appareils	Veille (W)	KWh annuels
Télévision		
<i>Plasma</i>	1,6	10,5
<i>LCD</i>	1,8	12,5
<i>CRT</i>	3,1	24
Magnétoscope	5	38,8
Lecteur enregistreur DVD	3,8	32
Home cinéma	2,7	20,8
Démodulateur antenne	6,4	42,2
Chaîne HI FI	4,7	37,4

Source : Enertech, campagne de mesure Rémodece

Ces quelques chiffres montrent l'importance du phénomène. La consommation annuelle de l'ensemble des veilles et boîtiers est en moyenne de 119 kWh/an mais on a déjà mesuré des consommations supérieures à 640 kWh/an. Diverses mesures permettent de réduire sensiblement les consommations de ces différents appareils : la mise en place de prises comportant des interrupteurs, l'optimisation des modes veilles des boîtiers numériques, etc.

Circulateurs de chauffage et alimentation électrique des chaudières à combustible

La fonction d'un circulateur (ou pompe) est d'assurer le transfert de l'eau chaude produite par la chaudière vers les émetteurs de chaleur (par ex radiateurs, planchers chauffants).

Sur les circuits de chauffage domestique, le circulateur est intégré à la chaudière (par ex sur une chaudière murale gaz) ou séparé de la chaudière (placé généralement sur le tuyau de retour d'eau chaude).

La consommation moyenne de ces circulateurs est de l'ordre de 300 kWh/an pour les chaudières gaz murales, de 385 pour les chaudières fioul et de 365 pour les chaudières gaz au sol.

Une politique d'économie d'électricité devrait se fonder sur deux principes :

- Anticiper dès maintenant le remplacement du circulateur (quand il est « séparé » sur l'installation de chauffage) en faisant le choix d'un circulateur à vitesse variable avec moteur à aimants permanents, qui correspondrait aux classes A* et A** en cours de définition, à condition que la régulation terminale soit à débit variable (comme avec les robinets thermostatiques).
- Exiger de la part de l'installateur, lors de la pose ou à l'occasion de la visite annuelle d'entretien, l'asservissement du circulateur au thermostat d'ambiance. Un asservissement au thermostat d'ambiance est pratiquement toujours possible et prend deux minutes (si le logement n'est pas équipé de thermostat, c'est l'occasion d'en poser un) : simple et rapide câblage et ajustement des connexions. Ainsi asservi, dès que le brûleur s'arrête, le circulateur s'arrête : au lieu de fonctionner 2500 à 5000 heures par an, il tournera moins de 1000 heures.

Ces mesures permettent de faire baisser la consommation annuelle à moins de 80 kWh.

En supposant que cette mesure soit appliquée à toutes les chaudières murales dont le circulateur n'est pas asservi (soit 3,75 millions) et à tous les appareils à circulateur séparé ayant déjà fonctionné au moins 4 ans, l'économie d'électricité atteindrait environ 1,9 TWh/an par rapport à la consommation de 2007.

Familles à énergie positive

Valéry Laramée de Tannenberg/Agence Terragram

Ils ont « fait » Kyoto à la maison

Kyoto... dans l'esprit du grand public, c'est un peu loin. Un protocole, signé il y a douze ans, qui oblige une quarantaine d'États à maîtriser leurs émissions de gaz à effet de serre. Pour les Hauts Savoyards, Kyoto, c'est du concret ! Entre les mois de novembre 2008 et avril 2009, 200 familles (soit 650 personnes) ont tenté de respecter, chez eux, l'objectif assigné à l'Union européenne par le fameux accord : réduire de 8 % leur consommation d'énergie. Ambitieux, ce concours des « Familles à énergie positive » n'est pas tout à fait une première. L'initiative est partie de Belgique. Il y a deux ans, l'association Bond Beter Leefmilieu (BBL) organise une compétition européenne inédite. Dans chaque pays, des organisations recrutent des familles dans le seul but de leur faire réaliser le maximum d'économie d'énergie. Les kWh économisés sont mesurés avec précision. Les résultats sont ensuite compilés par pays et les vainqueurs désignés une fois par an. Ce projet a plu. D'abord à l'Europe qui a débloqué, pour le soutenir, 1,2 M€, puisés dans le programme Energy Intelligent Europe. Ensuite, au tissu associatif européen. Déjà dix pays participent au concours. Enfin, aux Hauts Savoyards qui, pour leur première participation, se sont classés seconds au palmarès européen. Pas mal pour un début.

200 familles dans 19 communes

Concrètement, comment ça s'est passé ? Gérant l'Espace Info Énergie de la Haute-Savoie, l'association Prioriterre a commencé par porter la bonne parole énergétique auprès des communes. Bonne pioche ! En quelques semaines, 19 mairies donnent leur accord. « Ensuite, explique Bruno Giazzi, le chargé de communication de l'association, nous avons dû convaincre des familles de participer au concours et trouver des parrains. » Dans le dispositif, ce parrain a une mission essentielle. Formé par les experts de Prioriterre, ce bénévole doit expliquer aux familles les gestes qui sauvent les électrons. Également volontaires, les familles doivent connaître leur consommation d'énergie durant la période hivernale pour pouvoir participer. Chaque semaine, elles doivent aussi relever leur consommation et la transmettre à Prioriterre qui centralise toutes les données. « Pour que les résultats ne soient pas biaisés par l'altitude ou le type d'installation de chauffage, nous avons utilisé un logiciel spécialement créé pour l'occasion qui permet d'évaluer l'évolution des consommations », rappelle Bruno Giazzi.

Régulièrement, le parrain visite ses ouailles pour évaluer leurs performances. Pour ce faire, il utilise, notamment, un économètre, petit appareil mesurant la consommation instantanée. « Cela a été très utile pour prouver, par exemple, qu'un chargeur de téléphone mobile consomme du courant tant qu'il est branché », rappelle Bruno Giazzi. Utile aussi pour expliquer certaines dérives de consommation. « En participant au concours, certaines familles ont détecté les dysfonctionnements de leur pompe à chaleur », explique l'associatif.

Mieux que Kyoto

Au final, quels résultats peut-on tirer du concours ? Tout d'abord, qu'il n'y a pas besoin d'être un militant écolo pour réaliser de substantielles économies d'électricité. En six mois de compétition, les 200 foyers ont réduit, collectivement, leur demande de 500 000 kWh par rapport à leur précédente consommation. Soit une économie

collective de 12,18 % par rapport à l'hiver précédent. Dans trois communes, les participants ont réduit de plus de 20 % leur consommation. Financièrement, les familles s'y retrouvent aussi. Les plus motivés des Hauts Savoyards ont diminué le montant de leur facture annuelle de 280 euros. Pour les autres, le gain annuel tourne autour de 40 euros. Opération ponctuelle, les « Familles à énergie positive » laissent pourtant des traces. « Dans l'ensemble, les participants retiennent les gestes simples, comme le dégivrage du réfrigérateur ou le réglage du thermostat du chauffe-eau. En revanche, les opérations plus complexes s'oublient assez vite », regrette Bruno Giazzi. Raison pour laquelle Prioriterre aimerait relancer l'opération l'an prochain. Mais, pour ce faire, l'association doit trouver des parrains. L'an passé, elle avait dû trouver 120 000 euros pour financer son projet. Avis aux mécènes énergétiques.

Pour en savoir plus :

Bruno Giazzi
bruno.giazzi@prioriterre.org

Le potentiel d'économie d'électricité spécifique dans le Résidentiel

Globalement les économies réalisables à l'horizon 2020 dans de très bonnes conditions économiques pour la plupart des usages sont considérables comme le montre le tableau 13.

Tableau 13 : Comparaison par poste des consommations d'électricité par usage en 2007 et en 2020 pour une action soutenue de maîtrise de l'électricité.

	2007	2020	Economie
Applications	kWh/an	kWh/an	%
Réfrigérateur	390	150	62%
Congélateur	430	170	60%
Lave vaisselle	275	245	11%
Lave linge	170	150	12%
Eclairage	370	160	57%
Site informatique domestique	395	180	54%
Télévision , périphériques, audio	545	300	45%
Circulateur de chauffage et alimentation des chaudières	340	80	76%
Veilles	120	40	66%
Divers	538	486	10%

Appliquée à l'ensemble des foyers avant 2020, cette politique permettrait une économie annuelle d'électricité de l'ordre de 30 TWh/an par rapport à 2007. Pour des hypothèses plus modestes et différenciées de pénétration des mesures selon les usages indiquées ci-dessous, elles atteindraient dès 2020 plus de **20 TWh** (27 %) de la consommation d'électricité spécifique du secteur (tableau 14).

Tableau 14 : Économies d'électricité réalisées en 2020 par rapport à 2007 d'une politique sélective de pénétration de mesures d'économie d'électricité selon les usages.

TWh/an	Taux de pénétration en 2020 en %	Millions logements concernés	Ecart nominal 2020-2007 en kWh	Ecart 2020-2007 TWh
Réfrigérateur +	50%	13	-240	--3,1
Congélateur	50%	6,5	-260	1,7
Lave vaisselle	50%	6,6	-30	-0,2
Lave linge	50%	12,5	-20	-0,25
Eclairage	100%	26	-210	-5,5
Informatique domestique	50%	6,5	-215	-1,4
Télévision, périphériques, audio	50%	13	-245	-3,2
Circulateur et alimentation chauffage	60%	6	-260	-1,6
Veilles	100%	26	-80	-2
Divers	100%	26	-54	-1,4
Total				-20,35

Les plus gros postes d'économie par rapport à 2007 concernent l'éclairage et la réfrigération. Si la mesure concernant les réfrigérateurs s'étendait à l'ensemble des ménages d'ici 2020, ce qui est parfaitement concevable puisque la mise en place de réfrigérateurs de classe A+ s'accompagne d'une économie de l'ordre de 150 € par ménage sur la durée de vie des appareils⁹, les deux mesures déjà citées permettraient à elles seules une économie de 15,1 TWh, *dont 7 TWh environ en période de pointe journalière*.

Pour certains usages comme l'éclairage (et dans une moindre mesure pour la réfrigération) les mesures techniques et réglementaires déjà adoptées ou prévues permettront d'atteindre une part de l'objectif fixé. Ce n'est le cas, ni pour le poste audiovisuel, ni pour le poste informatique, qui peuvent continuer à voir leur consommation dérapier très fortement si aucune mesure de modération n'est prise.

4.2 Le secteur Tertiaire

Avec près de 85 TWh, l'électricité dite spécifique représente la part principale de la consommation d'électricité du tertiaire. Ce sont les équipements de bureau (25 TWh) et l'éclairage public (25 TWh) qui en sont les premiers responsables, suivis de la climatisation (11 TWh) en très rapide croissance depuis une dizaine d'années et du froid (environ 8 TWh). Le solde se répartit dans des usages diffus (ascenseurs, lavage, etc.) et des usages spécifiques à l'artisanat.

On ne dispose pas d'une décomposition précise par usage dans le secteur tertiaire. Il est donc difficile d'identifier les enjeux de politiques d'économie d'électricité par usage. Les quelques exemples de campagnes de mesures et de réhabilitation sur des bâtiments existants (voir article de Olivier Sidler) montrent cependant à l'évidence que les gisements d'économie d'électricité à faible coût, voire à coût négatif, sont très importants.

Par analogie avec le secteur résidentiel on peut considérer que le gisement accessible à l'horizon 2020 pour l'éclairage est de l'ordre d'au moins 11 TWh et pour le froid de l'ordre de 4 TWh. Le CEREN, quant à lui, estime le potentiel d'économie d'électricité dans la climatisation à 4,7 TWh à l'horizon 2020¹⁰.

Ce potentiel de réduction des consommations électriques de la climatisation très important (amélioration du bâti et des performances des climatiseurs) risque cependant d'être très insuffisant pour contrôler la croissance de la consommation globale d'électricité de cet usage si des mesures de rénovation thermiques importantes ne sont pas entreprises sur les bâtiments anciens et des mesures d'économie d'électricité spécifique dans les bâtiments neufs (voir article d'Olivier Sidler, page 89).

⁹ - Analyse prospective du bilan énergétique français à l'horizon 2030. ICE Janvier 2009.

¹⁰ - La lettre du CEREN, n°13, novembre 2007.

Tableau 15 : Ordres de grandeurs des économies d'électricité réalisables en 2020 par rapport à 2007, d'une politique de pénétration de mesures d'économie d'électricité selon les usages dans le tertiaire.

TWh/an	2007	2020	Ecart 2020-2007 TWh
Eclairage	25,7	14,5	11,2
Froid	8	4	-4
Climatisation	11	6,5	-4,5
Bureautique, ventilation, pompes, etc	25	17	-8
Divers, artisanat	15,3	13	-2,3
Total	85	55,5	-29,5

Les économies d'électricité réalisables dans le tertiaire en 2020 à bon marché sont donc de l'ordre de 34 % par rapport à aujourd'hui. Une part importante de cette économie est imputable à la pénétration des mesures d'efficacité de l'éclairage et du froid. Mais ces économies ne peuvent être atteintes qu'avec des politiques volontaristes de modération de la climatisation et une gestion beaucoup plus serrée des consommations de la bureautique, comme le montre très clairement l'article qui suit celui-ci.

En effet, dans un scénario « laisser faire », une très grande part des gains réalisés sur l'éclairage et le froid de conservation serait perdue par l'augmentation des consommations de la climatisation et de la bureautique, malgré les progrès d'efficacité unitaire qu'on peut y envisager.

Le Sigeif exploite le cinquième combustible

Valéry Laramée de Tannenberg/agence Terragram

Dans les couloirs du Syndicat intercommunal pour le gaz et l'électricité d'Ile-de-France (Sigeif), on appelle ça le « cinquième combustible ». Une jolie expression pour désigner la sobriété et l'efficacité énergétique. Et depuis plusieurs années, le syndicat francilien exploite ce cinquième combustible, au bénéfice de ses communes adhérentes. « *La sobriété énergétique, ce n'est pas quelque chose d'insignifiant, rappelle Philippe Tessier. Nous avons les moyens d'agir, notamment sur les postes les plus importants que sont les bâtiments des collectivités qui représentent 75 % de l'énergie consommée par les communes.* » Le syndicat propose aux collectivités une large palette de services : de la visite préalable énergie au bilan carbone en passant par l'aide à l'optimisation tarifaire ou le diagnostic thermique. Efficace, cette gamme de prestations se révèle efficace. Ce qui a d'ailleurs conduit l'Observatoire national de l'innovation publique à lui décerner son prix Territoria, en 2006.

Agir sur les comportements

L'une des actions les plus spectaculaires réalisées par le plus gros syndicat d'énergie français n'a pourtant rien de très technique. Il s'agit, en effet, des actions de sensibilisation à la maîtrise de l'énergie des personnels communaux. « *L'idée, c'est de montrer qu'il est possible de réduire sensiblement la consommation en agissant sur les comportements quotidiens des gens* », souligne le responsable du service énergie et environnement du Sigeif. Se déroulant généralement dans l'hôtel de ville de la commune volontaire, la démarche se déroule en trois étapes.

Dans un premier temps, un compteur d'énergie, posé sur le compteur électrique du site, relève en continu le profil de consommation du site. Ensuite, les agents du Sigeif portent la bonne parole énergétique aux agents communaux. Aux conférences, dans lesquelles sont exposés certains principes et les gestes qui sauvent... les électrons, succèdent quelques travaux pratiques. En utilisant un wattmètre, les formateurs du syndicat montrent, chiffres à l'appui, les différences de consommation de chaque type de comportements. « *Les agents peuvent ainsi constater par eux-mêmes l'impact de gestes simples sur la consommation et réviser leur jugement par rapport à des idées reçues.* » En complément de la phase de sensibilisation proprement dite, un écran est installé dans l'hôtel de ville, qui affiche, en temps réels, les consommations. Il indique aussi si l'objectif de diminution de consommation, fixé au préalable, est atteint ou non.

La communication des gains énergétiques aux personnels n'est pas l'étape la moins importante. Elle permet à chaque participant de s'approprier une partie de ces bénéfices énergétiques. La restitution des résultats est fournie aux services techniques sous forme d'affiche. En supposant que les nouvelles habitudes soient conservées, le Sigeif évalue les économies réalisables sur un an. Ces économies sont, ensuite, convertis en kg de CO₂ évité et en euro économisé, puis ramenées à l'échelle de l'individu en euro/agent, kWh/agent et en kg CO₂/agent.

Ramener les résultats au niveau individuel

A Rueil-Malmaison, par exemple, une fiche transmise à chaque agent communal explique que si tous les efforts réalisés jusqu'alors sont poursuivis, la ville pourra économiser 40 000 kWh/an, et éviter l'émission de 5 tonnes

de CO₂. « *Un agent citoyen et responsable peut donc influencer à son échelle sur des économies annuelles de l'ordre de 13 euros et 14 kg de CO₂ en participant à la lutte contre le changement climatique* », indique la note.

L'expérience a d'abord été menée dans les villes de Mitry-Mory (77), Chelles (77), Rueil-Malmaison (92) et Châtenay-Malabry (92). Partout, les résultats ont été positifs. « *En moyenne, nous obtenons une baisse des consommations d'électricité de l'ordre de 10 % à 15 %* », précise Philippe Tessier. Raison pour laquelle une quinzaine d'autres villes franciliennes ont, depuis, rejoint les trois pionnières. Et ce n'est qu'un début.

Pour en savoir plus :

Philippe Tessier
philippe.tessier@sigeif.fr

5. Perspectives et enjeux pour le résidentiel tertiaire

À l'issue de cette analyse par usage de l'électricité dans les secteurs habitat et tertiaire, on peut résumer les principaux résultats de l'analyse sous la forme du tableau suivant :

Tableau 16 : des économies d'électricité réalisables en 2020 par rapport à 2007 d'une politique de pénétration de mesures d'économie d'électricité selon l'ensemble des usages dans le résidentiel tertiaire.

TWh/an	2007	2020	Ecart 2020-2007
Chauffage des bâtiments	62	55	-7
Eau chaude	23	20	-3
Eclairage	39	22,3	-16,7
Cuisson et petits process	17	15	-2
Froid	24	15,2	-8,8
Climatisation	12	7	-5
Bureautique, Audiovisuel ventilation, pompes, etc.	55	42,4	-12,6
Divers	34	26,7	-7,3
Total	266	203,6	- 62,4

Le tableau fait apparaître des économies accessibles à bon marché à hauteur de 24 % à l'horizon 2020. L'éclairage, la bureautique, l'audiovisuel et le froid de conservation des aliments représentent à eux seuls 60 % des économies possibles à cet horizon. Mais ces gains importants peuvent être très vite remis en cause, d'une part par le développement inconsidéré de la bureautique et de l'audiovisuel, qui ne font l'objet d'aucune norme aujourd'hui, et, bien entendu, par une absence renouvelée de volonté politique affirmée de restriction majeure des usages thermiques non performants de l'électricité. En effet au rythme actuel de pénétration dans le neuf du chauffage électrique, ce sont 10 TWh supplémentaires qui pourraient être consommés en 2020 dans ce secteur.

En conclusion il apparaît que « **200 TWh en 2020** » est un objectif parfaitement accessible dans le résidentiel tertiaire, porteur d'économies financières pour les ménages, d'économies de puissance de pointe de plus de 10 GW pour les fournisseurs d'électricité et d'économies de CO₂ importantes (15 à 20 Mt CO₂).

GROS PLAN

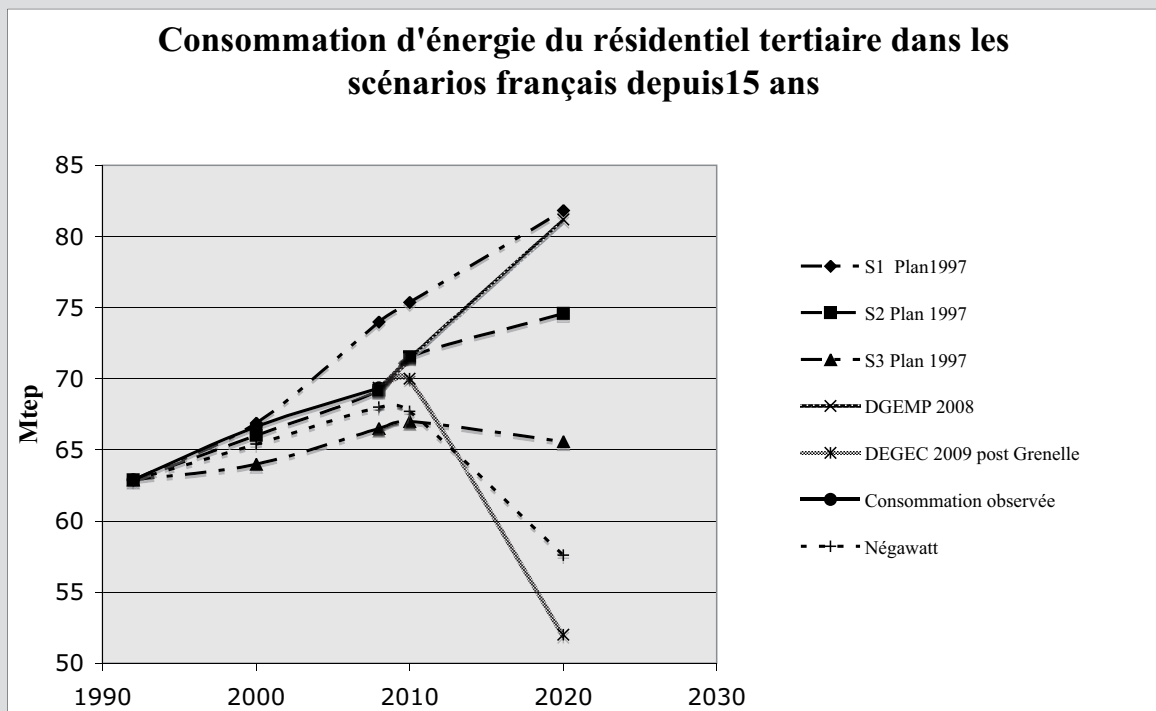
Le Grenelle de l'environnement : une rupture pour les consommations d'énergie et d'électricité dans le résidentiel tertiaire par rapport aux scénarios de ces 15 dernières années.

La consommation d'énergie

La consommation d'énergie du résidentiel tertiaire observée de 1990 à 2008 a suivi de près celle prévue dans le scénario S2 du Plan, intermédiaire entre les scénarios S1 « marché » et le scénario S3 « environnement ». En 2008 cependant, le scénario prévisionnel de la DGEMP projetait une nette accélération de cette consommation pour rejoindre celle du scénario marché en 2020.

Le scénario Post Grenelle de la DEGEC constitue donc une rupture considérable, littéralement à 90° des tendances prévues par la DGEMP un an plus tôt. La décroissance de la consommation en 2020 atteint 30 Mtep par rapport au scénario DGEMP (-37 % en 12 ans) et 14 Mtep par rapport au scénario S3 (-21 %) avec une pente de chute spectaculaire, même par rapport à ce scénario. Ce scénario officiel se montre sur ce secteur plus volontariste encore que le scénario négaWatt, qui avait dès sa première version en 2003 souligné l'extrême importance d'une rupture de la tendance par la combinaison de normes beaucoup plus strictes sur les constructions neuves et d'un considérable en rénovation thermique du parc existant.

Figure 1



La consommation d'électricité

On observe un phénomène analogue pour la consommation d'électricité du secteur résidentiel tertiaire.

La consommation d'électricité du secteur a augmenté fortement au cours de la période 1990-2008, à un rythme légèrement supérieur à celui envisagé dans le scénario le plus consommateur de l'exercice 2010-2020 du Plan. La DGEMP anticipait en 2008 une poursuite de cette tendance, liée notamment au développement du chauffage électrique, pour atteindre 374 TWh en 2020 contre 314 TWh pour le scénario S1. Le scénario post Grenelle constitue donc bien une rupture importante. La pente de décroissance est analogue à celle projetée dans le scénario S3 environnement de 2010 à 2020. Mais la forte croissance qui a précédé ne permet d'atteindre en 2020 qu'une valeur légèrement inférieure à celle prévue dans S2 (-13 TWh) mais encore bien supérieure à celle projetée pour S3 (+30 TWh).

Le scénario négawatt, qui appelle notamment à une rupture très volontariste sur le chauffage électrique, montre sur la consommation d'électricité du secteur résidentiel-tertiaire une inflexion plus marquée.

Figure 2

