



## Impact du Changement d'heure

ADEME

Direction Exécutive de la Stratégie et de la Recherche

Service Observation Economie et Prospective

SARL au capital de 10 400 €

99 rue de Stalingrad

93100 Montreuil sous bois

tel / fax 01 42 87 23 27

SIRET 480 478 502 00036





## Sommaire

<b>I. Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>I.1. Genèse et cadre réglementaire.....</b>	<b>5</b>
<b>I.2. Rappel sur l'étude précédente .....</b>	<b>5</b>
<b>I.3. Objectifs de l'étude et composition du Comité de Pilotage.....</b>	<b>5</b>
<b>II. Observations .....</b>	<b>7</b>
<b>III. Simulations et Résultats obtenus .....</b>	<b>9</b>
<b>III.1. Mise à jour des résultats 2008 et 2009 pour l'Eclairage .....</b>	<b>9</b>
<b>III.2. Calcul de l'impact de l'heure d'été sur les usages Chauffage et Climatisation ....</b>	<b>14</b>
III.2.a. Création des formes horo-saisonniers par branche.....	14
III.2.b. Validation des modèles : Reconstitution de la courbe de charge nationale 2008 par usage .....	17
III.2.c. Comparaison des formes horo-saisonniers avec ou sans le régime d'heure d'été.....	23
III.2.d. Calcul de l'impact de l'heure d'été sur les consommations de Chauffage et de Climatisation .....	27
<b>III.3. Etude prospective sur l'impact de l'heure d'été.....</b>	<b>43</b>
III.3.a. Secteur Résidentiel .....	43
III.3.b. Secteur Tertiaire.....	51
III.3.c. Impact global.....	57
<b>IV. Etudes réalisées sur l'impact de l'heure d'été.....</b>	<b>60</b>
<b>IV.1. Histoire du changement d'heure .....</b>	<b>60</b>
<b>IV.2. Etudes empiriques ou expérimentales.....</b>	<b>61</b>
IV.2.a. Etude du cas de l'Indiana .....	61
IV.2.b. Etude du cas mexicain .....	62
<b>IV.3. Les études basées sur des simulations .....</b>	<b>63</b>
IV.3.a. Etude de simulation sur la ville d'Osaka au Japon .....	63
IV.3.b. Etude de Rock aux Etats-Unis .....	63
<b>IV.4. Comparaison des différentes études menées.....</b>	<b>64</b>
<b>IV.5. Etude sur l'extension de la période de l'heure d'été.....</b>	<b>65</b>
IV.5.a. Etude du cas de la Californie .....	65
IV.5.b. Etude du cas de l'Australie .....	66
<b>IV.6. Controverses .....</b>	<b>68</b>
IV.6.a. Rapport du Sénat de 1998 .....	68
IV.6.b. Influence du régime d'heure d'été sur les consommations d'énergie.....	69
<b>Annexes.....</b>	<b>70</b>
<b>Annexe 1 : Outil de reconstitution de la demande électrique en éclairage.....</b>	<b>70</b>
<b>Annexe 2 : Méthodologie de reconstitution des parcs d'équipement nationaux et de leurs consommations .....</b>	<b>75</b>
<b>Annexe 3 : Résultats complets des simulations thermiques du secteur Résidentiel .....</b>	<b>79</b>

<b>Annexe 4 : Méthodologie de projection des parcs d'équipements résidentiels et de leurs consommations associées (hors chauffage et ECS) .....</b>	<b>83</b>
<b>Annexe 5 : Hypothèses d'évolution du nombre de logements et de leurs consommations de chauffage et d'ECS .....</b>	<b>88</b>
Hypothèses d'évolution du nombre de logements et des consommations de chauffage .....	88
Hypothèses d'évolution des consommations d'ECS.....	91
<b>Annexe 6 : Hypothèses alimentant les outils de reconstitution de forme horo-saisonnaire des usages Chauffage et Climatisation .....</b>	<b>92</b>
<b>V. Bibliographie .....</b>	<b>95</b>

# I. Introduction

## I.1. Genèse et cadre réglementaire

L'heure d'été a été instituée en France en 1975 suite au choc pétrolier de 1973 avec l'objectif d'effectuer des économies d'énergie en réduisant les besoins d'éclairage. Il s'agit de faire correspondre au mieux les heures d'activités avec les heures d'ensoleillement pour limiter l'utilisation de l'éclairage artificiel.

Depuis, une harmonisation européenne a été mise en œuvre :

- La directive 2000/84/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 janvier 2001, publiée au Journal officiel des communautés européennes n° L31 du 2 février 2001 précise le régime de l'heure d'été applicable à compter de l'année 2002 dans l'Union européenne.
- Les dispositions de cette directive ont été transposées en droit français par arrêté du 3 avril 2001, publié au Journal officiel de la République française du 6 avril 2001.

La Commission européenne a défini le calendrier fixant le début et la fin de la période d'heure d'été jusqu'à 2011 inclus (communications 2001/C 35/07 et 2006/C 61/02) comme indiqué dans le tableau qui suit :

Année	Passage à l'heure d'été	Passage à l'heure d'hiver
2008	30 mars (à 2 heures du matin il sera 3 heures)	26 octobre (à 3 heures du matin il sera 2 heures)
2009	29 mars (à 2 heures du matin il sera 3 heures)	25 octobre (à 3 heures du matin il sera 2 heures)
2010	28 mars (à 2 heures du matin il sera 3 heures)	31 octobre (à 3 heures du matin il sera 2 heures)
2011	27 mars (à 2 heures du matin il sera 3 heures)	30 octobre (à 3 heures du matin il sera 2 heures)

## I.2. Rappel sur l'étude précédente

Energies Demain avait réalisé en 2006 une étude similaire visant à la quantification de l'impact du régime d'heure d'été sur les consommations énergétiques nationales. Cette étude avait conduit à la mise en œuvre d'une méthodologie bottom-up ayant abouti à un outil de reconstitution de la demande électrique en éclairage. Ce dernier, réutilisé et décrit dans la suite de l'étude, avait permis de mettre en lumière les économies d'énergie sur l'usage éclairage provenant du changement d'heure.

En effet le régime d'heure d'été permettait, d'après l'étude, d'économiser en 2005 **470 GWh** de consommation d'électricité pour l'usage éclairage accompagné d'une baisse (supérieure à 1 GW) des appels de charge à la pointe journalière soir de la période d'heure d'été. Un effet sur les usages thermiques avait également été mis en relief au travers de quelques simulations thermiques sur un bâtiment Tertiaire type.

## I.3. Objectifs de l'étude et composition du Comité de Pilotage

En 2006, Energies Demain s'est vu confié une étude d'évaluation des impacts énergétiques du régime d'heure d'été. Cette étude a permis de mettre en évidence les mécanismes fins induisant des économies d'électricité pour l'éclairage des locaux résidentiels et tertiaires, mais

elle a également mis en lumière de probables effets sur les usages chauffage et climatisation jusqu'ici ignorés.

Cette nouvelle étude poursuivra quatre objectifs :

- Une remise à jour des résultats concernant les impacts énergétiques en termes d'émissions de GES du régime « heure d'été »
  - Eclairage
  - Chauffage
  - Climatisation
- Evaluation prospective des impacts
- Benchmark et revue bibliographique d'évaluations menées à l'étranger (autres pays européens, Etats Unis, Canada...)
- Identification des enjeux et controverses liés au régime de changement d'heure

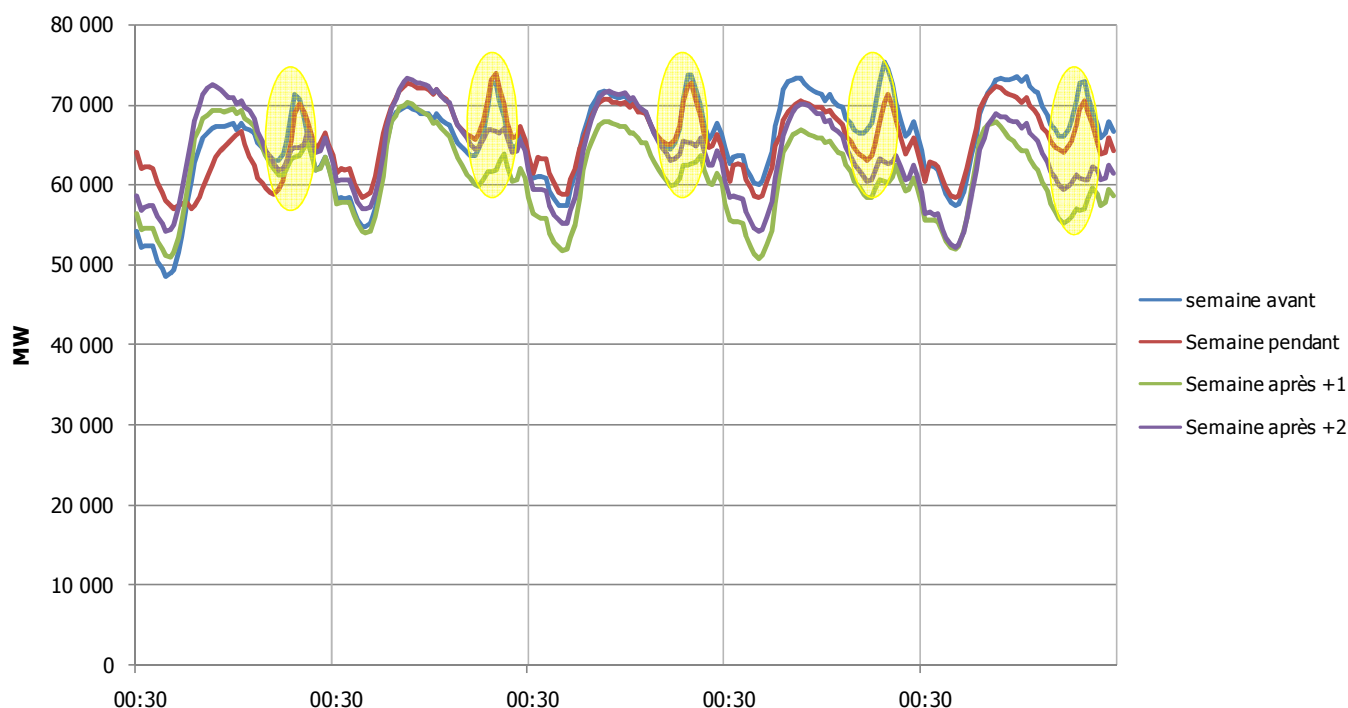
Un comité de pilotage s'est donc organisé pour le suivi et l'orientation de l'étude. Ce dernier était composé des personnes suivantes :

- Jean-Marie Bouchereau et Eric Vidalenc de l'ADEME
- Christophe Crocombette, Jacques Batut et Erice Bourgade de RTE
- Laurent Cadiou et Julien Rude du MEEDDM - Direction générale de l'énergie et du climat
- Damien Joliton, Adissa Lorogo et Jean-Baptiste Biau du bureau d'études Energies Demain

## II. Observations

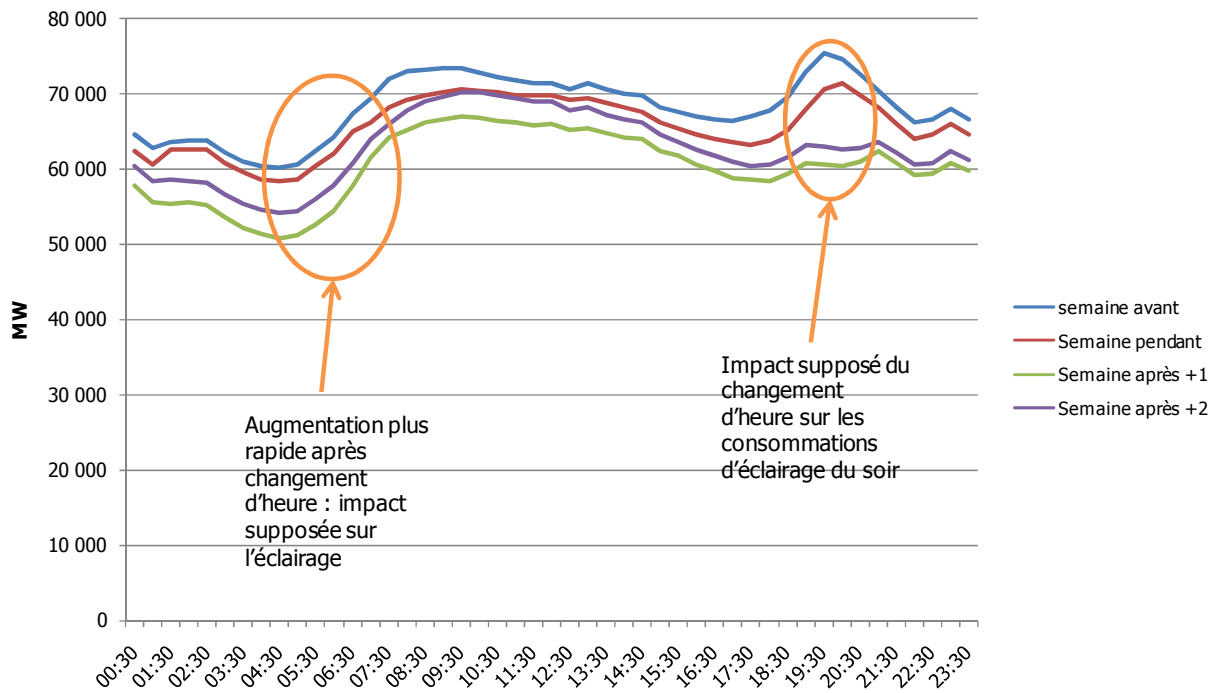
Comme l'avait déjà montré la précédente étude, l'impact du changement d'heure sur les consommations électriques nationales est perceptible mais difficilement quantifiable sur la courbe de charge nationale. En effet comme le montre le graphique suivant, graphique représentant les courbes de charge des semaines entourant le changement d'heure en 2008, le régime d'heure d'été semble provoquer un affaissement de la demande nationale au moment de la pointe du soir :

**Courbe RTE- Changement d'heure hiver-été 2008**



Cependant étant donnée la forte baisse observée au cours de ces 4 semaines, qui plus est à des heures de la journée où le changement d'heure n'a aucune influence (10h – 17h), la majeure partie des modifications semblent imputables à un phénomène indépendant du changement d'heure, l'extinction des moyens de chauffage à une époque coïncidant avec la fin de la période de chauffe. Ces phénomènes sont très nettement visibles sur le graphique suivant, où une baisse générale de la courbe (baisse des consommations de chauffage) est combinée avec des modifications de sa forme au moment du lever et du coucher du soleil :

#### 4 jeudis encadrant le changement d'heure hiver-été 2008



L'impact du changement d'heure sur les consommations d'éclairage avait été démontré au cours de la dernière étude, une augmentation des consommations matinales inférieure à la baisse des consommations du soir induisait alors pour l'année 2005 une économie de l'ordre de 470 GWh. L'objectif de cette étude est ainsi de pouvoir réactualiser les différents gains observés sur l'éclairage pour l'année 2009 et d'observer l'influence sur les consommations de Chauffage et de Climatisation, aux heures de lever et de coucher du soleil, du changement d'heure.



## III. Simulations et Résultats obtenus

### III.1. Mise à jour des résultats 2008 et 2009 pour l'Éclairage

Cette partie vise à la mise à jour du modèle développé au cours de l'étude précédente pour les années 2008 et 2009. Cette actualisation a été nécessaire pour ces deux années pour des raisons différentes. En effet l'actualisation des résultats pour l'année 2009 nous permet de disposer des résultats les plus récents. Les résultats 2008 vont nous permettre quant à eux d'additionner les résultats obtenus sur les différents usages étudiés (Éclairage, Climatisation et Chauffage) et de comparer la reconstitution de la courbe de charge annuelle obtenue avec la dernière courbe de charge nationale annuelle complète.

Ce modèle suit une démarche dite « bottom-up » permettant la reconstitution de la demande (pour plus de détails voir Annexe 1). Pour cela des scénarii d'occupation des différents types de locaux (Chambre, salle de bains, salon, ... pour les abonnés Résidentiel, Petits Pros, Commerces, Santé, ... pour les abonnés Tertiaires) sont décrits et nous permettent d'en déduire un besoin en éclairage total. Ce dernier croisé avec les apports extérieurs (éclairage naturel) et la faculté des occupants à en tirer profit (Taux de vitrage, ...) nous permet d'en déduire une courbe de charge de l'usage éclairage par typologie d'abonnés.

Ainsi les différents déterminants mis à jour pour les années 2008 et 2009 sont les suivants :

- Nombre d'abonnés par typologie Résidentiel
- Surfaces par Branche pour le Tertiaire
- Evolution des puissances moyennes des ampoules par type de locaux
- Ephémérides

Nous obtenons ainsi deux résultats par année de calcul :

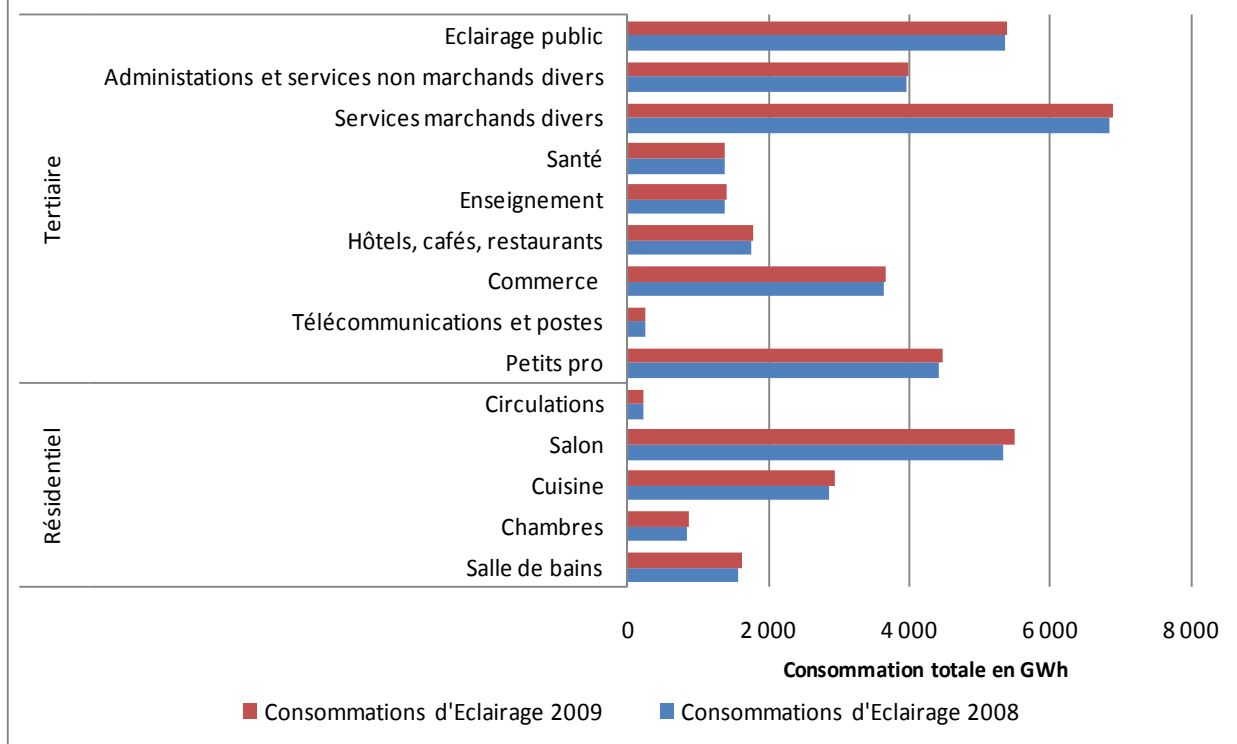
- Les consommations annuelles d'éclairage par branche
- Les profils horo-saisonniers de demande en éclairage par branche

Les résultats en Energie obtenus sont les suivants :

Branche		Consommations Eclairage 2008 (en GWh)	Consommations Eclairage 2009 (en GWh)
Résidentiel	Salle de bains	1 566	1 608
	Chambres	837	859
	Cuisine	2 847	2 924
	Salon	5 343	5 487
	Circulations	209	214
Tertiaire	Petits pro	4 426	4 465
	Télécommunications et postes	230	232
	Commerce	3 635	3 667
	Hôtels, cafés, restaurants	1 758	1 773
	Enseignement	1 380	1 392
	Santé	1 370	1 382
	Services marchands divers	6 834	6 894
	Administrations et services non marchands divers	3 952	3 987
	Eclairage public	5 370	5 383
Total		39 754	40 266

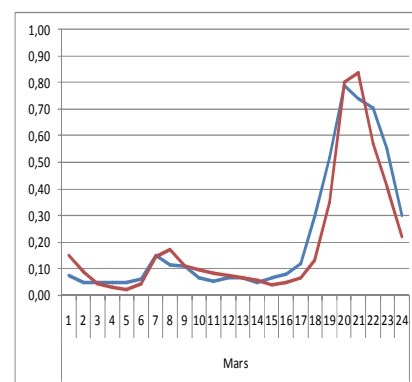
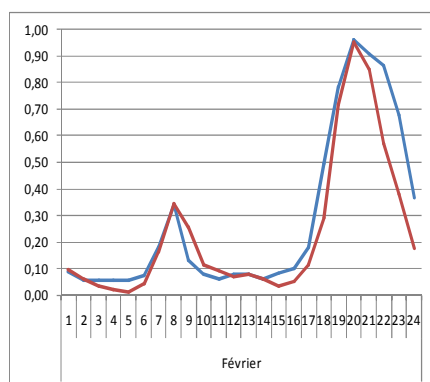
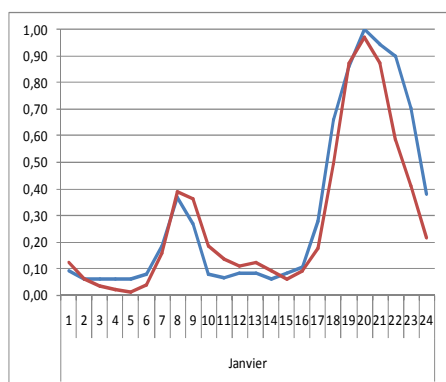


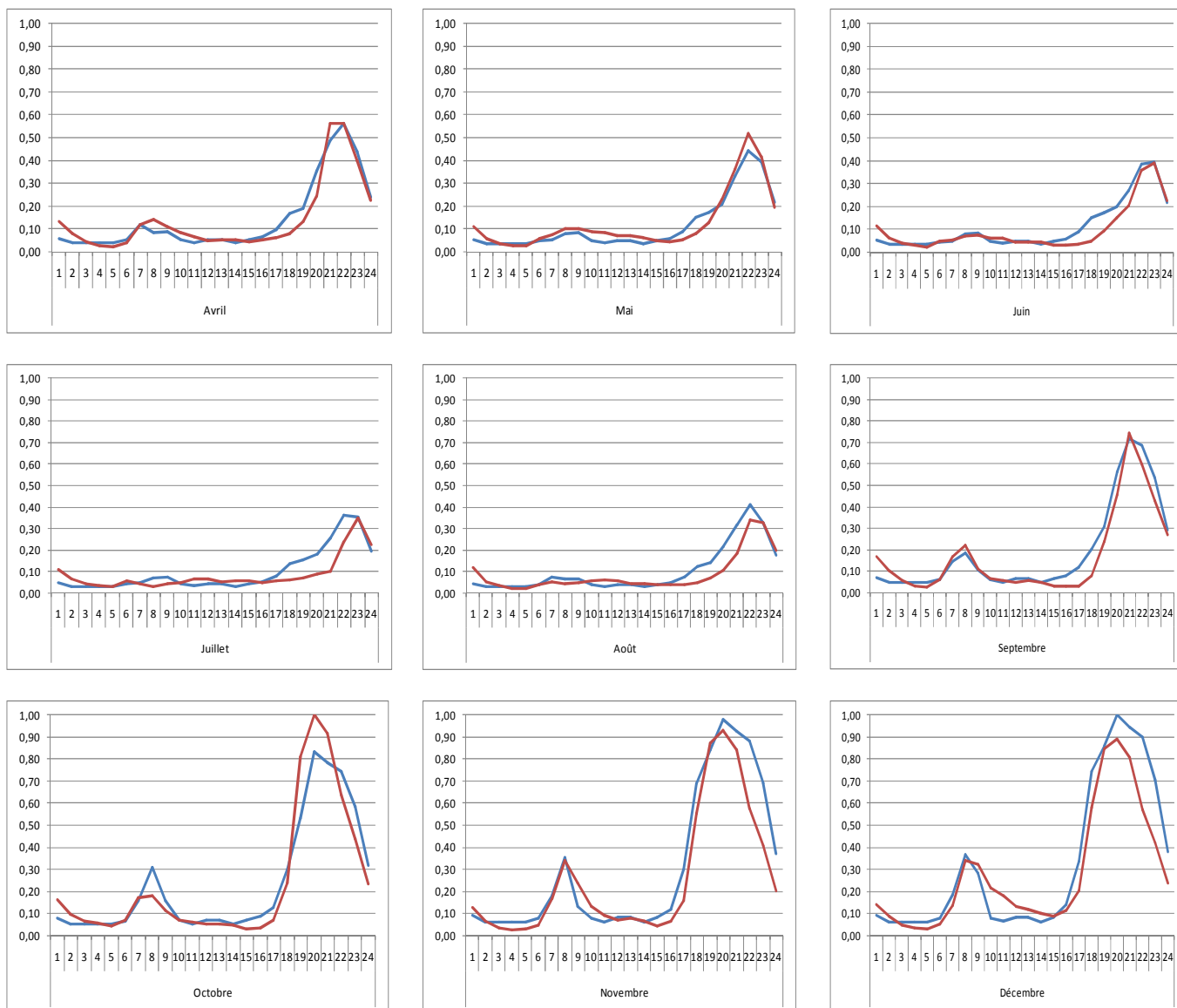
## Consommations d'énergie pour l'éclairage par Secteur/branche en 2008 et 2009



Le modèle nous fournit également des profils horo-saisonniers par branche dont l'objectif est de déformer ces consommations annuelles afin d'en ressortir des appels de charge horaires provenant de l'usage Eclairage.

Ces profils d'appel de charge journaliers du secteur Résidentiel sont représentés en bleu dans les graphiques ci-dessous pour une journée de semaine de l'ensemble des mois de 2009. Ils sont comparés aux résultats d'une campagne de mesure effectuée sur 200 foyers par Enertech en rouge.

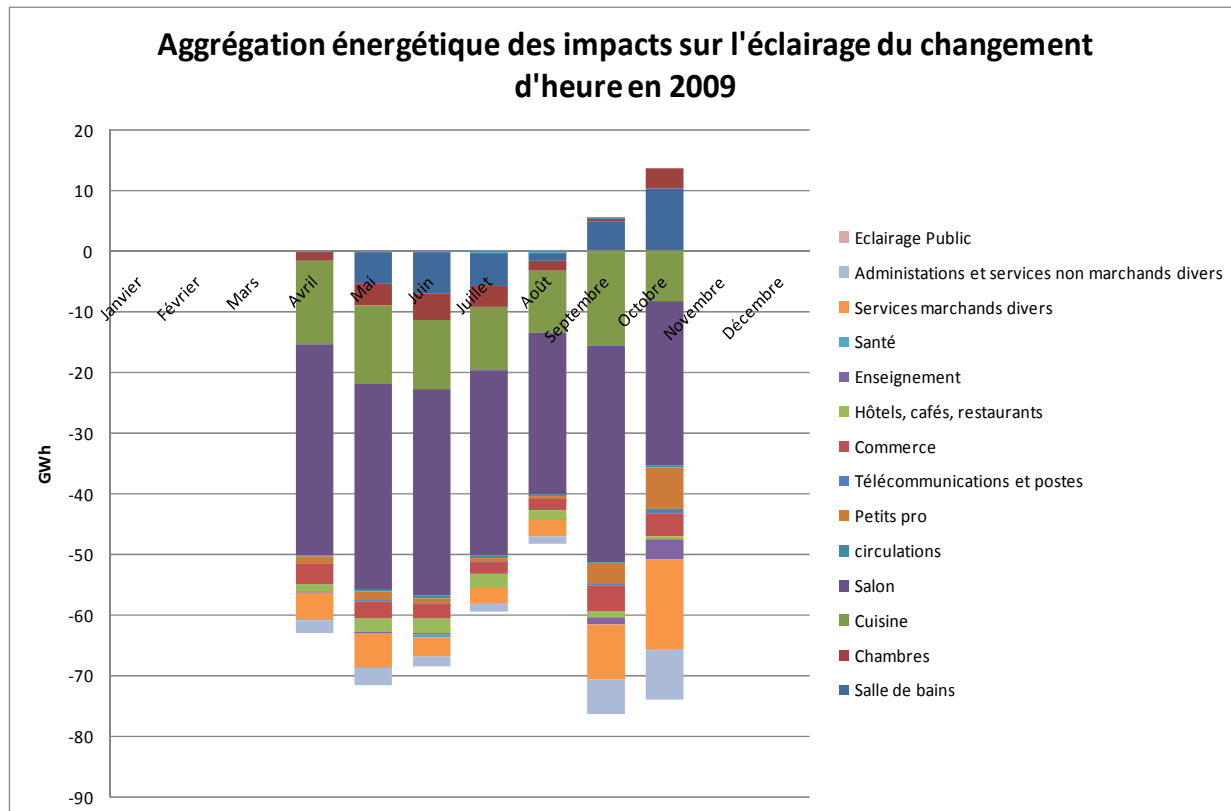
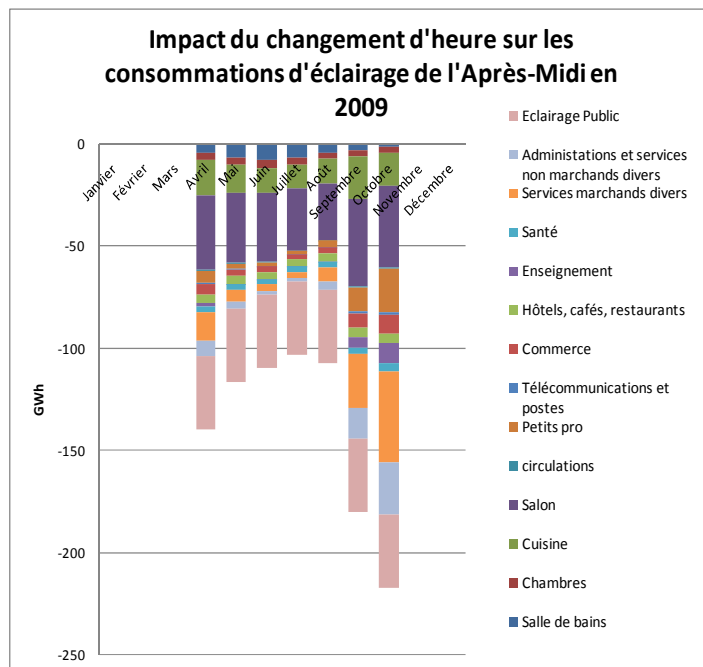
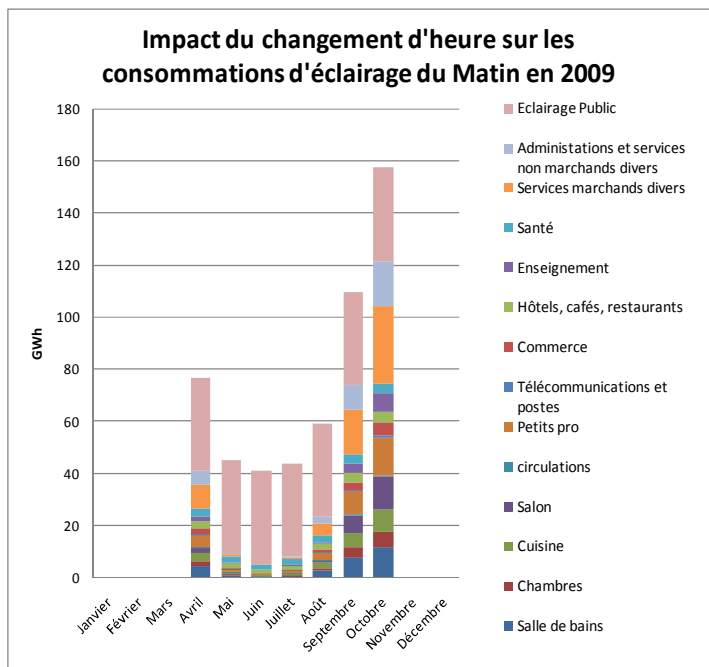




Les profils construits à l'aide du modèle sont donc validés par la campagne de mesure. Afin d'évaluer l'impact de la mise en place du régime d'heure d'été sur les consommations d'éclairage il suffit alors de comparer les consommations obtenus pour les scénarii avec et sans heure d'été (modification des heures de lever et de coucher du soleil durant les mois concernés). Les résultats 2008 et 2009 sont résumés ci-dessous :

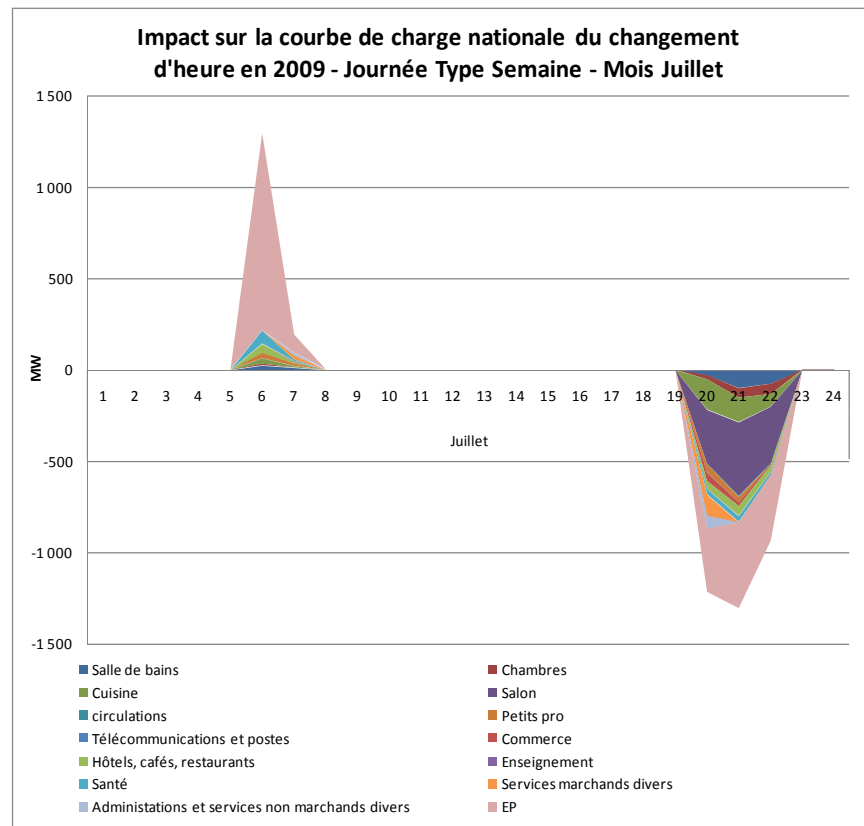
		Gains en GWh		Gain en CO2 avec le contenu moyen saisonnalisé (100g / kWh) en kT de CO2	Gain en CO2 avec le contenu marginal (650g / kWh) en kT de CO2
2008	Résidentiel	-312,95	-31,30	-203,42	
	Tertiaire	-117,78	-11,78	-76,55	
	<b>Total</b>	<b>-430,73</b>	<b>-43,07</b>	<b>-279,97</b>	
2009	Résidentiel	-321,38	-32,14	-208,90	
	Tertiaire	-118,82	-11,88	-77,23	
	<b>Total</b>	<b>-440,19</b>	<b>-44,02</b>	<b>-286,13</b>	

Les graphiques ci-dessous représentent le détail par branche, par période de la journée et par mois des gains et pertes en Energie pour l'année 2009. On observe ainsi que la plupart des gains réalisés durant la soirée avec le changement d'heure est compensée par les pertes matinales dues au lever plus tardif du soleil.

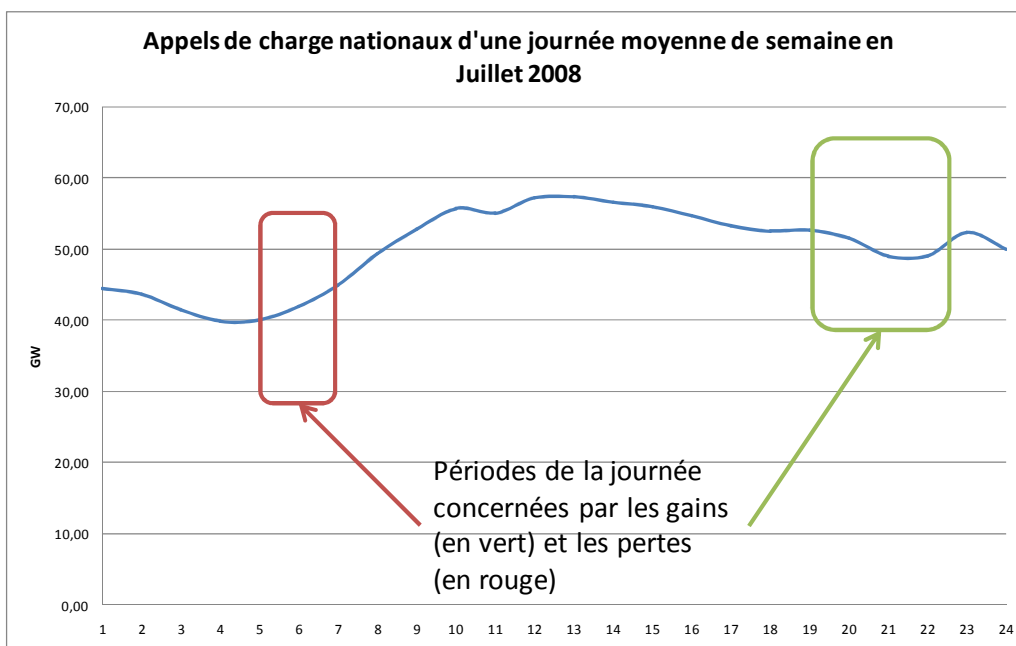


A l'aide des mêmes données il est également possible de représenter l'impact du changement d'heure sur la courbe de charge nationale par journée type. Le tableau et le graphique ci-dessous découlent des résultats obtenus pour l'année 2009 :

	Impact max sur la courbe de charge le Matin (en MW)	Impact max sur la courbe de charge le Soir (en MW)
Janvier	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	2 726	-1 983
Mai	1 288	-1 844
Juin	1 093	-1 393
Juillet	1 295	-1 309
Août	1 683	-1 567
Septembre	2 260	-2 453
Octobre	4 092	-3 584
Novembre	0	0
Décembre	0	0



Le gain d'appel de charge réalisé le soir grâce au changement d'heure est donc du même ordre de grandeur que les pertes réalisées le matin. Cependant l'effet observé en soirée durant plus longtemps, du fait d'un besoin plus long en éclairage, l'impact global en énergie est négatif, mais relativement faible au regard des consommations totales d'éclairage durant la période concernée (environ 2%). Cependant il est à noter que les gains réalisés le soir coïncident avec une période de forte consommation au contraire des pertes matinales, intervenant dans le creux journalier. Le schéma suivant situe les gains sur une journée moyenne de juillet en 2008 :



## III.2. Calcul de l'impact de l'heure d'été sur les usages Chauffage et Climatisation

Cette partie de l'étude vise à simuler l'impact du régime d'heure d'été sur le Chauffage et la Climatisation. Etant donné la spécificité des usages thermiques, la méthodologie utilisée pour l'éclairage n'est pas directement transposable et doit subir quelques modifications. Nous suivons donc la démarche suivante :

- Création et validation de modèles de simulation de formes horo-saisonniers par usage, par branche et par journée type fonction des différents déterminants des besoins et notamment des déterminants climatiques, déterminants modifiés par le passage à l'heure d'été.
- Simulation thermique de l'impact du changement d'heure sur les consommations des usages Climatisation et Chauffage pour les principales typologies de bâtiment en fonction de paramètres changeant : rythme de vie, température de consigne, ...
- Analyse de l'impact du changement d'heure sur les usages Chauffage et Climatisation à partir de la combinaison des modifications observées sur les consommations et sur les formes horo-saisonniers.

### III.2.a. Création des formes horo-saisonniers par branche

A l'image du modèle mis en place pour le modèle éclairage, des utilitaires de construction de formes de courbes horo-saisonniers par typologie d'abonnés a été construit pour les usages Chauffage et Climatisation. Les Branches retenues sont :

- Résidence Principale
- Résidence Secondaire et Logements occasionnels
- Petits professionnels
- Télécommunications et postes
- Commerce
- Hôtels, cafés, restaurants
- Enseignement
- Santé
- Services marchands divers
- Administrations et services non marchands divers

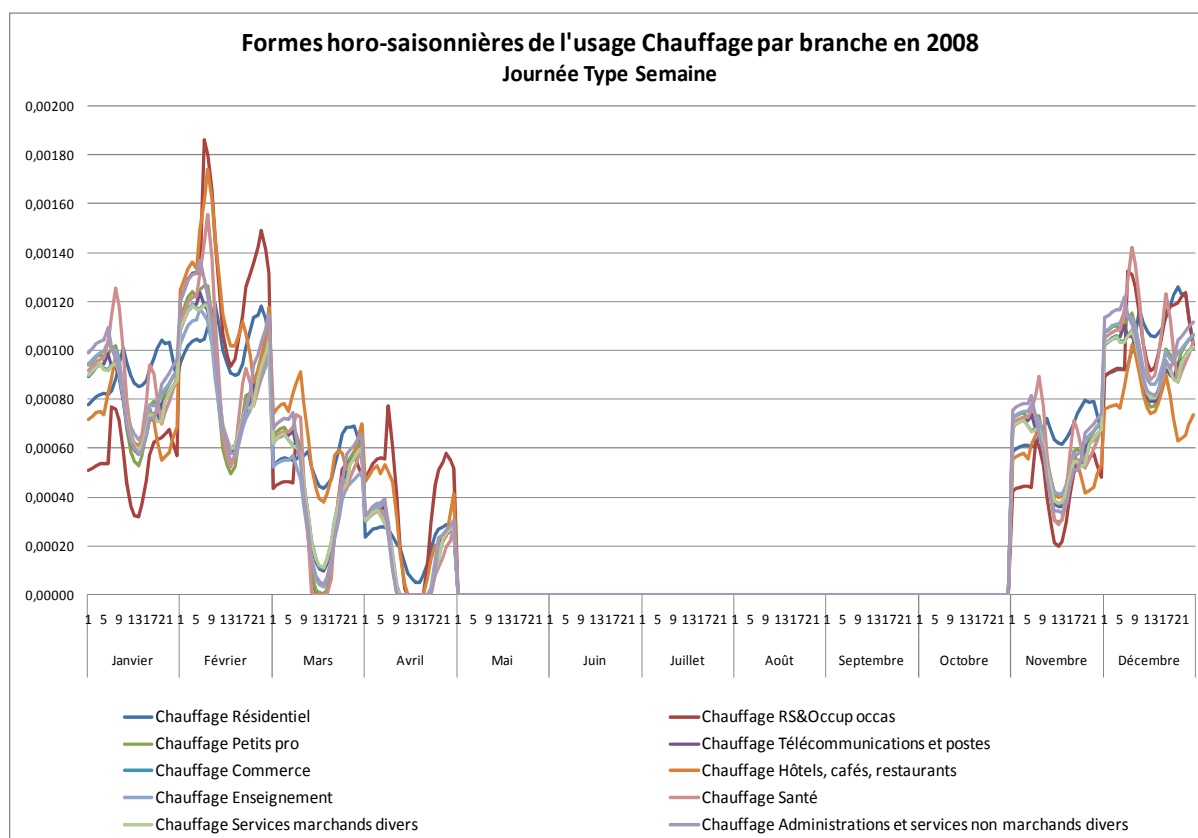
Les différents paramètres suivants sont ensuite définis (pour plus de détails – hors données météorologiques - voire Annexe 6) :

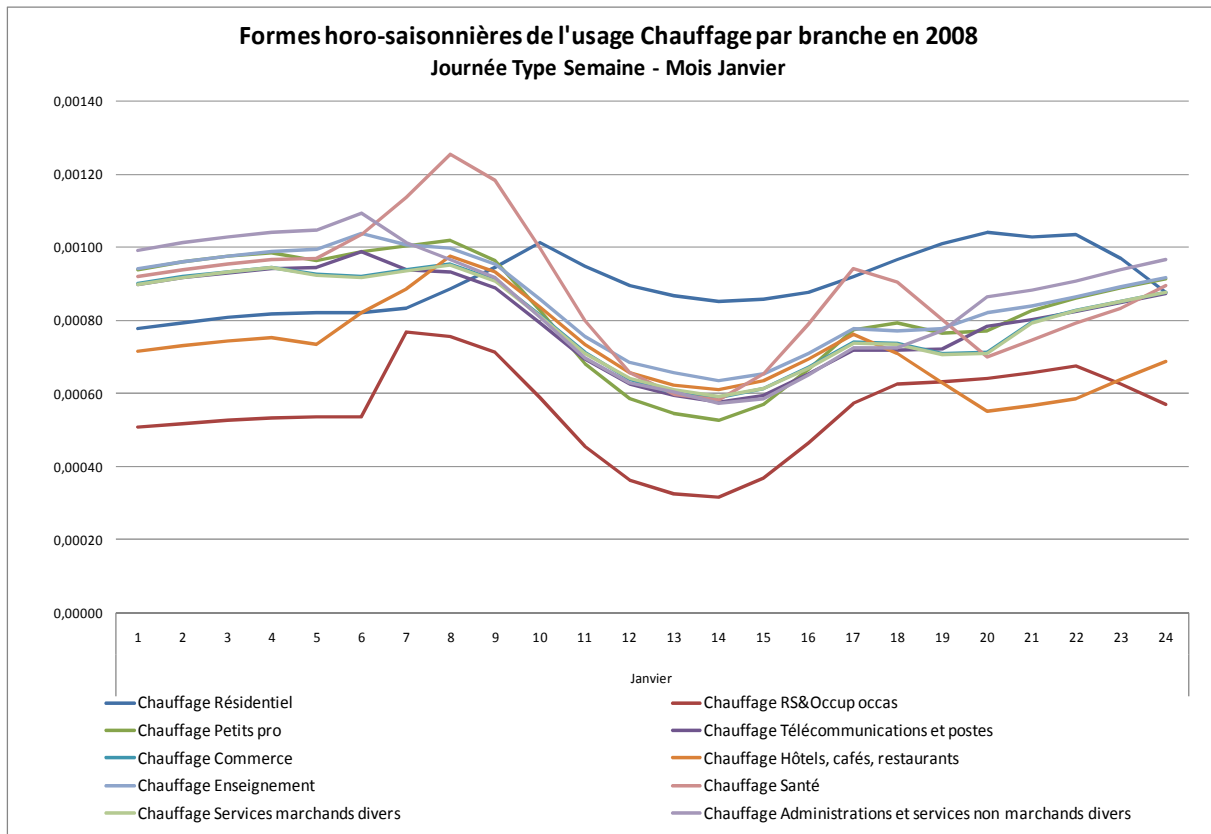
- Rythme de vie et de travail :
  - Présence horaire par journée type et par branche
  - Présence mensuelle par branche
- Consignes horaires par journée type et par branche
- Apports et contraintes extérieurs
  - Températures horaires moyennes par zone climatique et par mois
  - Apports solaires moyens par mois
  - Part de couverture des besoins par les apports solaires
- Part de couverture des besoins par les apports internes
- Inertie des bâtiments au travers d'un lissage des températures

L'ensemble des données sur les rythmes de vie et de travail des français, sur leurs comportements d'utilisation des usages étudiés (consignes horaires), sur les contraintes climatiques et sur la réaction des bâtiments face à celles-ci (inertie du bâti) permettent ainsi de reconstituer, sous la forme horo-saisonnière recherchée, des besoins brutes en Chauffage ou en Climatisation.

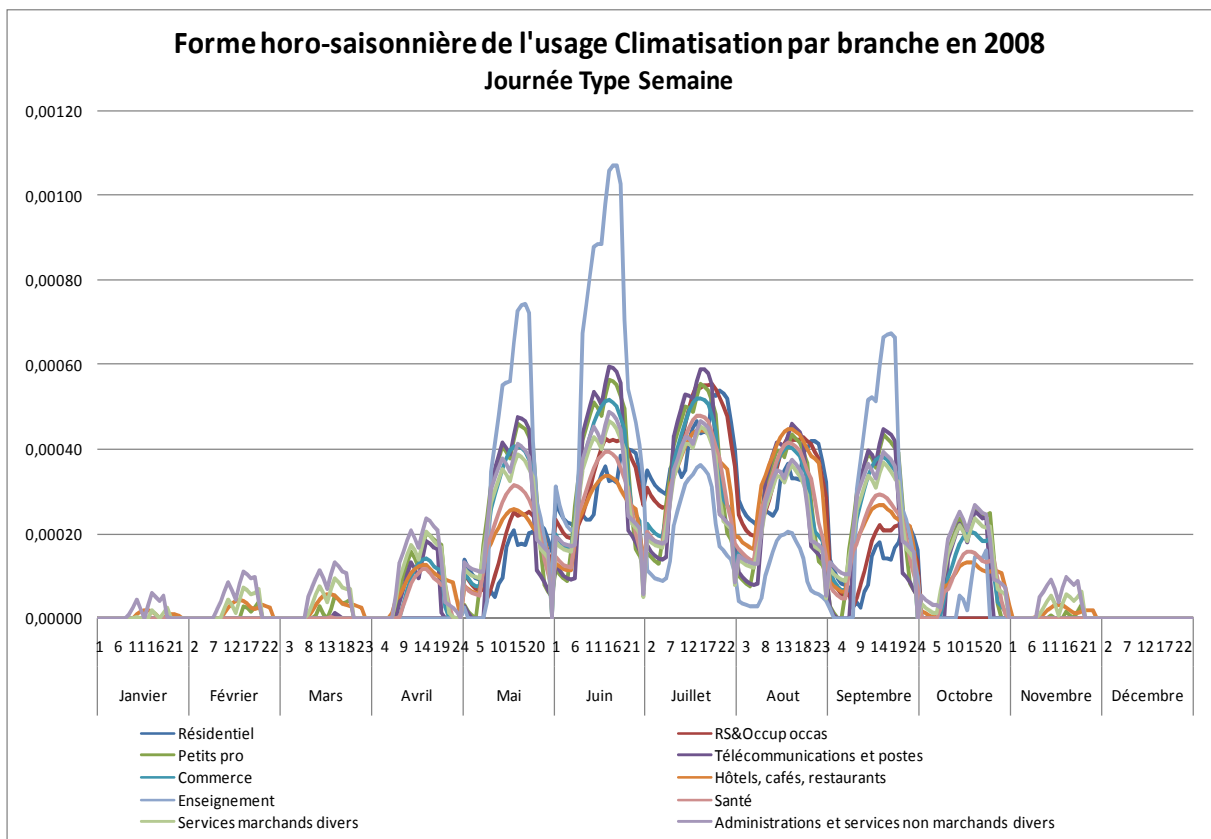
Croisés avec les apports internes et externes, ces résultats conduisent ensuite à une forme horo-saisonnière des besoins nets par typologie d'abonnés qui une fois normalisée correspond à la forme horo-saisonnière par usage souhaitée. Les outils ainsi obtenus permettent donc de construire, par journée type (Semaine, Samedi et Dimanche) les courbes suivantes :

- Forme horo-saisonnière par branche de l'usage Chauffage

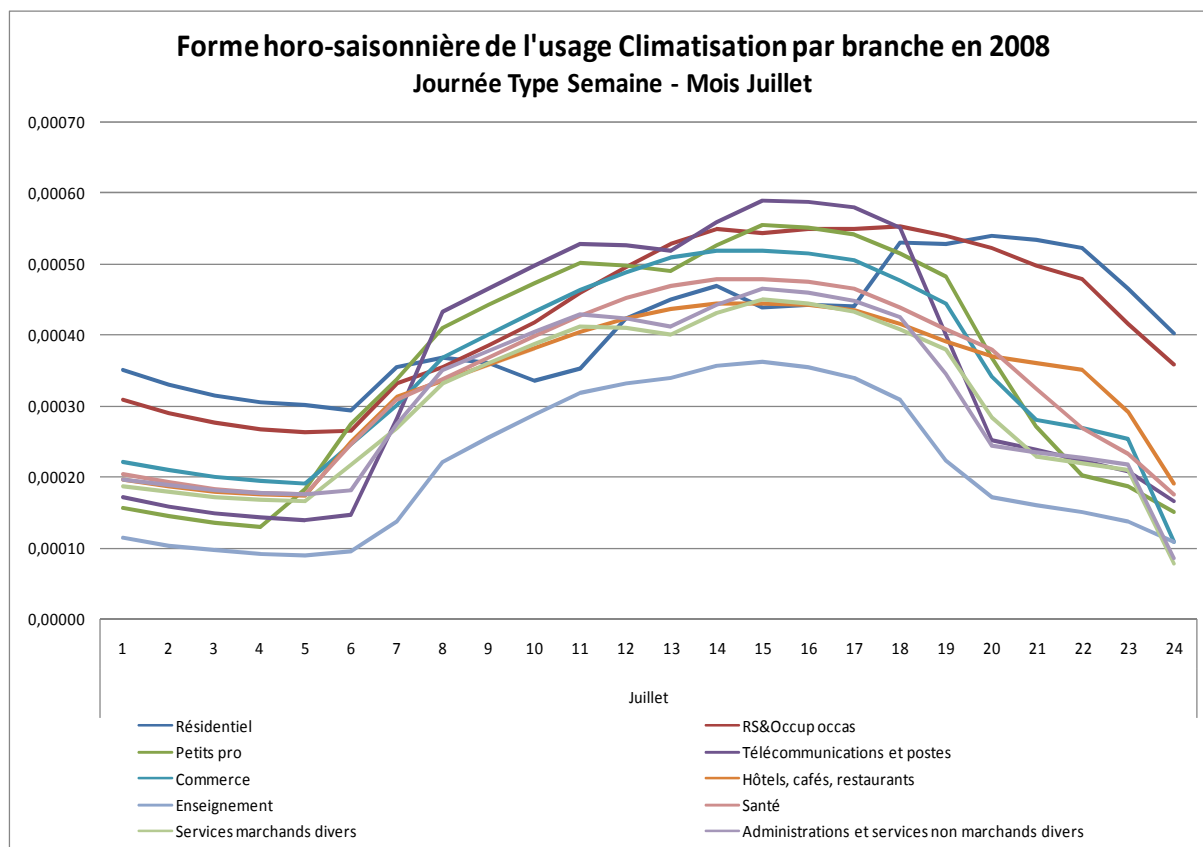




- Forme horo-saisonnière par branche de l'usage Climatisation







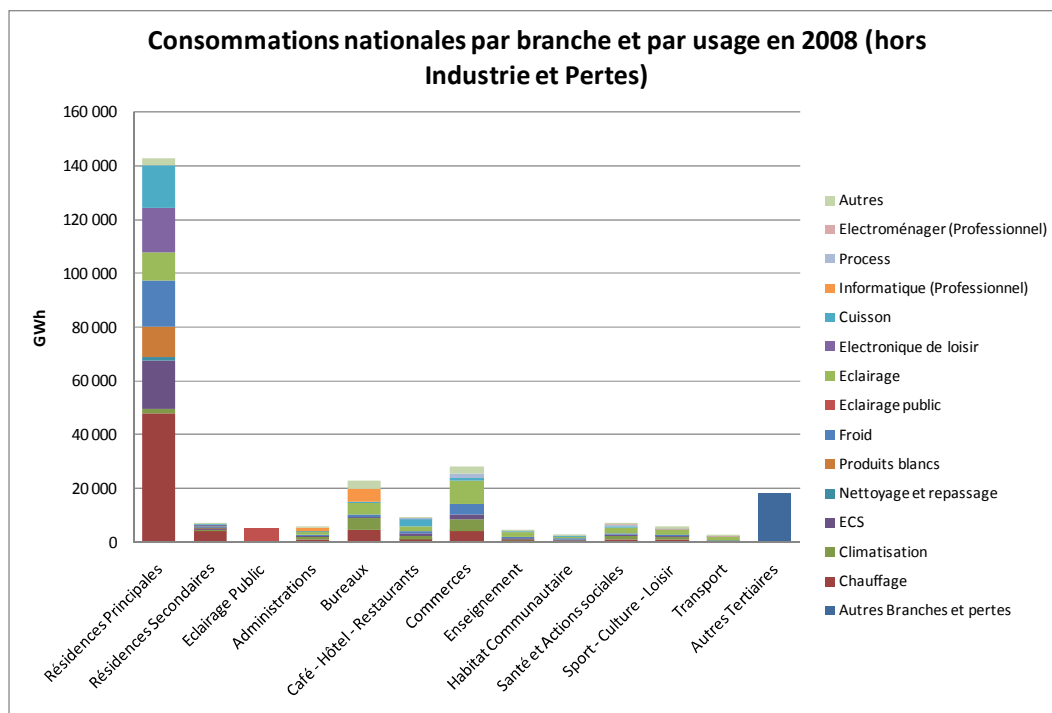
### III.2.b. Validation des modèles : Reconstitution de la courbe de charge nationale 2008 par usage

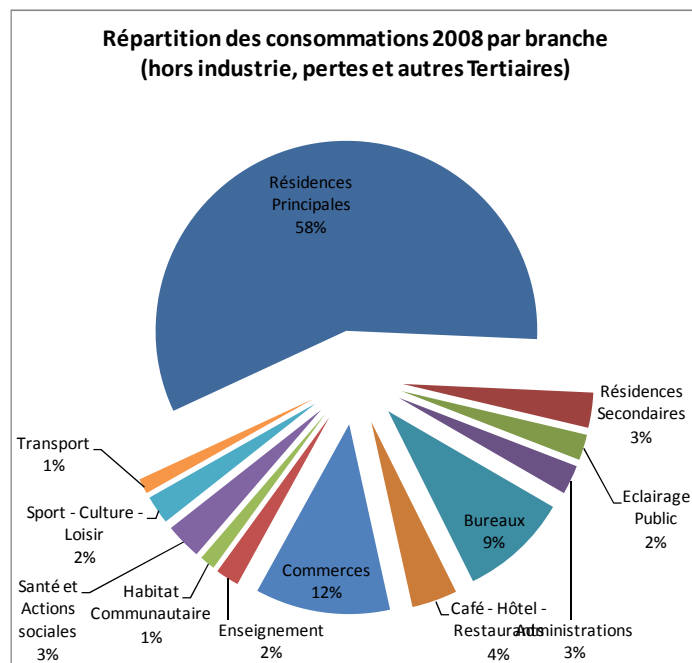
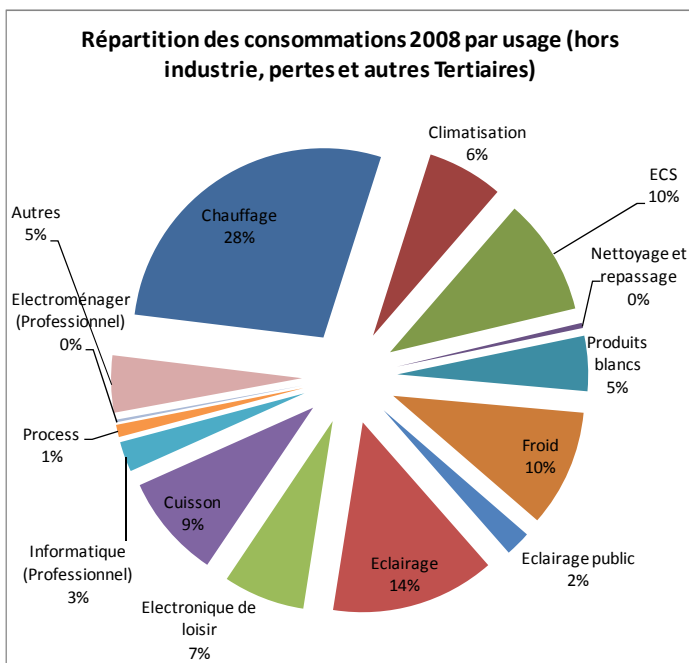
Afin de valider les résultats obtenus avec ces outils et ne disposant pas de campagnes de mesures adaptées comme cela était le cas pour l'Eclairage, une reconstitution de la courbe de charge nationale par usage a été réalisée pour l'année 2008 et a ensuite été comparée avec la courbe de charge nationale réelle fournie par RTE. Cette reconstitution s'appuie sur différents travaux déjà réalisés par Energies Demain et détaillés ci-dessous :

- Reconstitution des consommations électriques nationales du secteur Résidentiel par usage au travers d'une reconstitution des parcs d'équipements résidentiels par âge, par technologie et par usage (Voire Annexe 2)
- Reconstitution des consommations électriques nationales du secteur Tertiaire
- Compilation de formes horo-saisonnières par usage et par typologie d'abonnés provenant de diverses sources :
  - Campagnes de mesures
  - Outils développés par Energies Demain (Eclairage, Climatisation et Chauffage pour cette étude, Industrie, ECS, ...)

Ces travaux mis à jours pour l'année 2008 permettent de calculer les consommations électriques nationales par usage et par branche. En croisant ces dernières avec les formes horo-saisonnières par usage et par branche nous pouvons, à l'image de ce qui a été réalisée pour l'usage Eclairage, obtenir une courbe de charge annuelle par usage et par branche. La compilation de l'ensemble de ces courbes pourra alors être comparée avec la courbe de charge annuelle RTE pour l'année 2008. Les résultats en énergie obtenus pour l'année 2008 sont les suivants :

Consommations 2008 en GWh		Autres Branches et pertes	Chauffage	Climatisation	ECS	Nettoyage et repassage	Produits blancs	Froid	Eclairage public	Eclairage	Electronique de loisir	Cuisson	Informatique (Professionnel)	Process	Electroménager (Professionnel)	Autres	Total
Résidentiel	Résidences Principales		47 883	1 909	17 968	1 129	11 537	16 638		10 542	16 803	15 575				2 675	142 659
	Résidences Secondaires		4 599	389	786	12	84	258		259	275	223				507	7 390
Tertiaire	Eclairage Public								5 370								5 370
	Administrations		1 291	1 183	122			364		1 203		77	1 356	0	0	628	6 224
	Bureaux		4 751	4 366	449			896		4 422		283	5 006	0	0	2 777	22 950
	Café - Hôtel - Restaurants		1 500	1 258	779			867		1 527		3 049	0	129	0	443	9 553
	Commerces		4 568	4 071	1 700			4 159		8 656		825	0	1 738	0	2 558	28 275
	Enseignement		1 027	264	561			373		1 647		702	0	0	160	241	4 975
	Habitat Communautaire		769	188	374			228		657		514	0	334	0	184	3 248
	Santé et Actions sociales		1 165	1 246	750			517		2 144		484	0	397	222	595	7 520
	Sport - Culture - Loisir		1 190	859	1 022			196		1 757		180	0	0	84	716	6 004
	Transport		358	174	138			177		1 571		77	0	0	76	648	3 219
	Autres Tertiaires	18 161															
Industrie et Pertes		226 976															226 976
<b>Total</b>		<b>245 138</b>	<b>69 101</b>	<b>15 908</b>	<b>24 648</b>	<b>1 140</b>	<b>11 621</b>	<b>24 674</b>	<b>5 370</b>	<b>34 384</b>	<b>17 077</b>	<b>21 989</b>	<b>6 362</b>	<b>2 598</b>	<b>541</b>	<b>11 974</b>	<b>492 526</b>

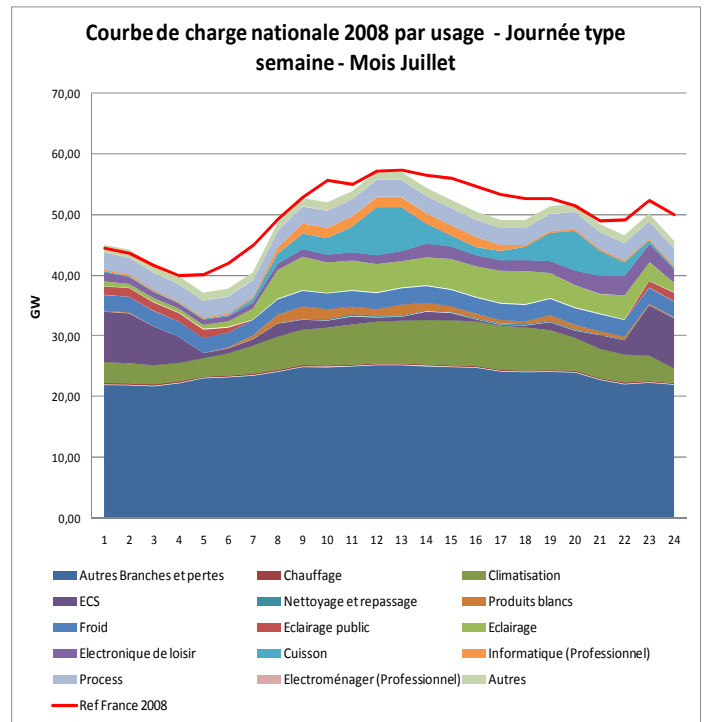
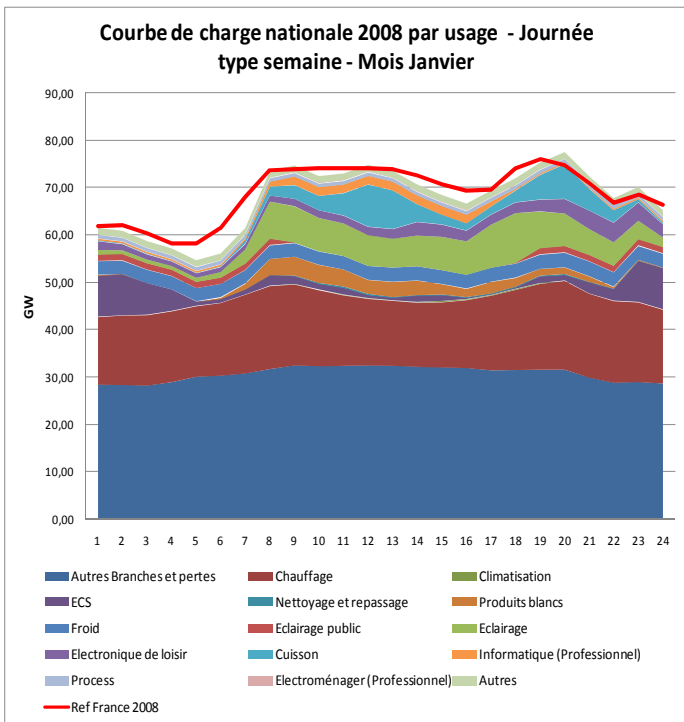
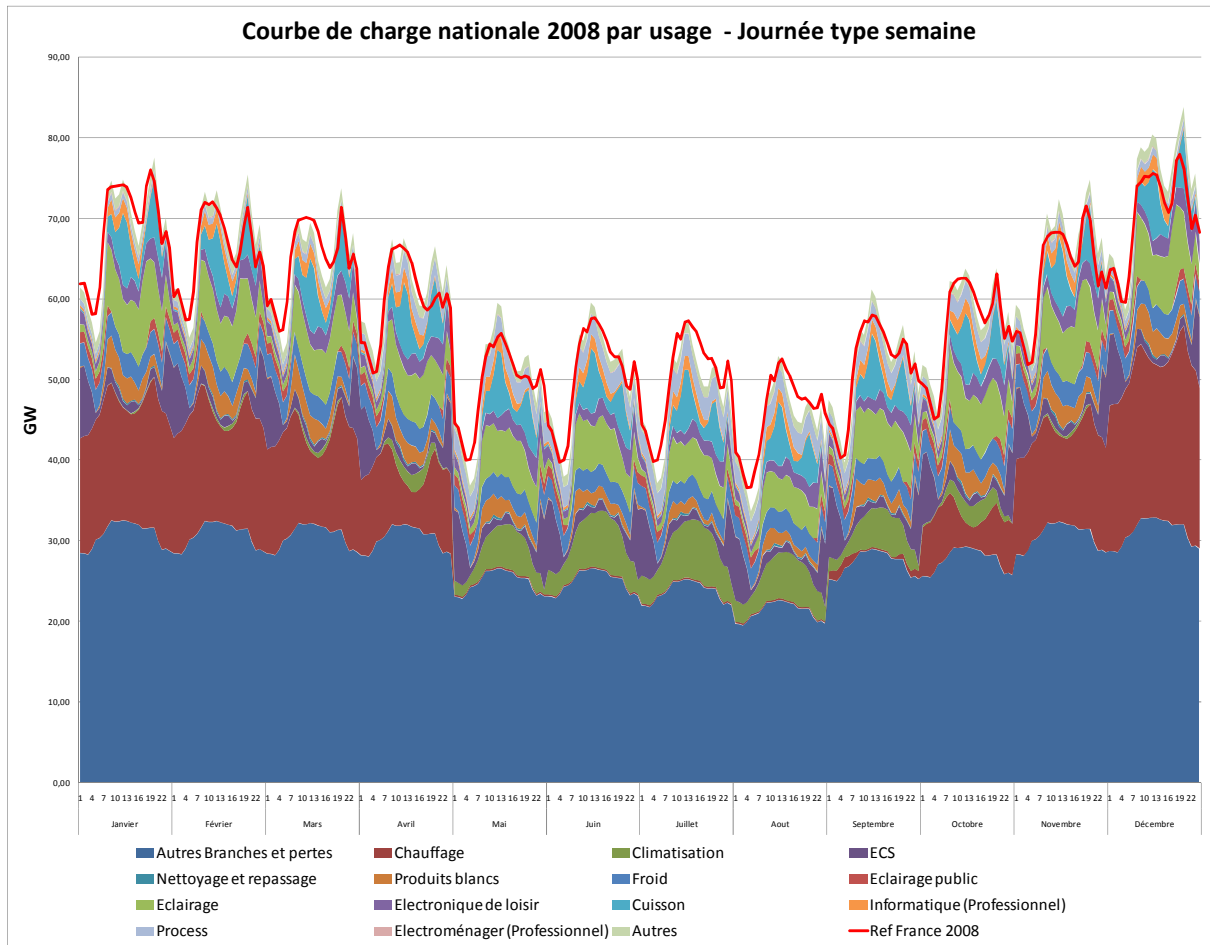




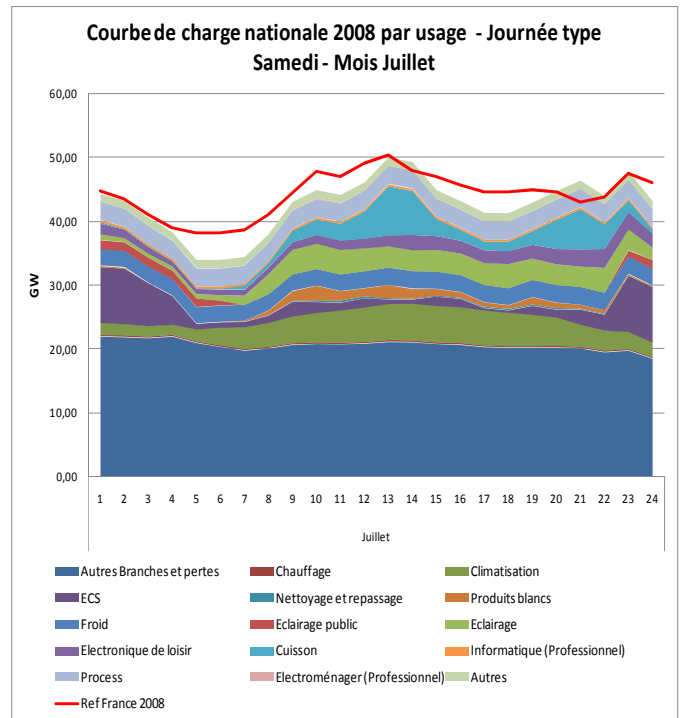
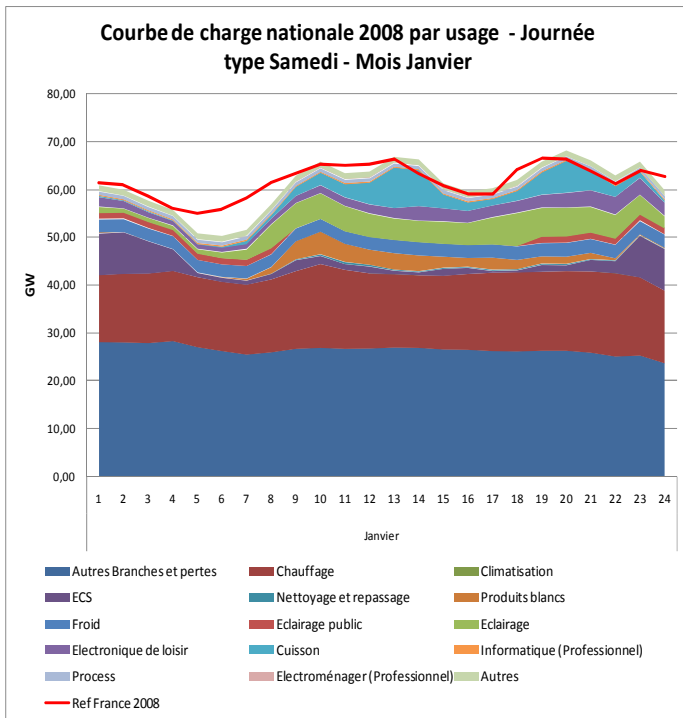
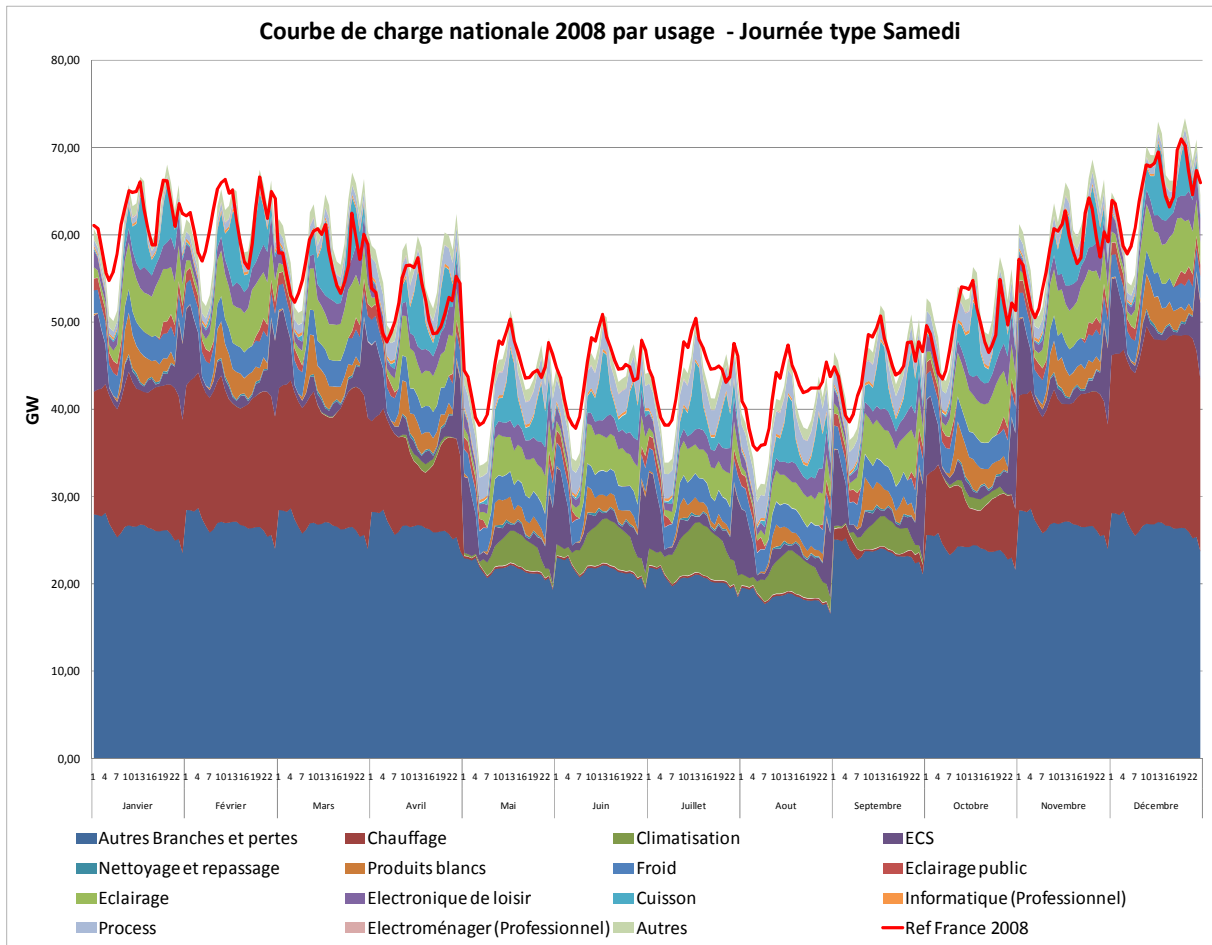
Il est à noter que ces résultats sont calés sur les consommations de l'année 2008 fournies par RTE à l'aide des consommations de la branche Industrie (branche ici appelée Industrie mais regroupant de nombreux secteurs d'activité : Industrie, Agriculture, Sidérurgie, Eurodif, ...) et en prenant des pertes de 7% dont la forme horo-saisonnnière est, de manière simplifiée, proportionnelle aux appels de charge simulés. Ainsi certaines branches nous sont inconnues, que ce soit en termes de répartition des secteurs d'activité ou en termes de répartition par usage des consommations. Ces consommations ont donc été placées dans un usage nommé « Autres Branches et pertes » à ne pas confondre avec l'usage « Autres » représentant des consommations de branches clairement identifiées mais sans lien avec les usages principaux de la branche.

La reconstitution de la courbe de charge nationale 2008 alors obtenue est présentée ci-dessous. La reconstitution est réalisée par journée type (Semaine, Samedi, Dimanche) et est comparée avec la courbe de charge nationale fournie par RTE et moyennée par mois et par journée type.

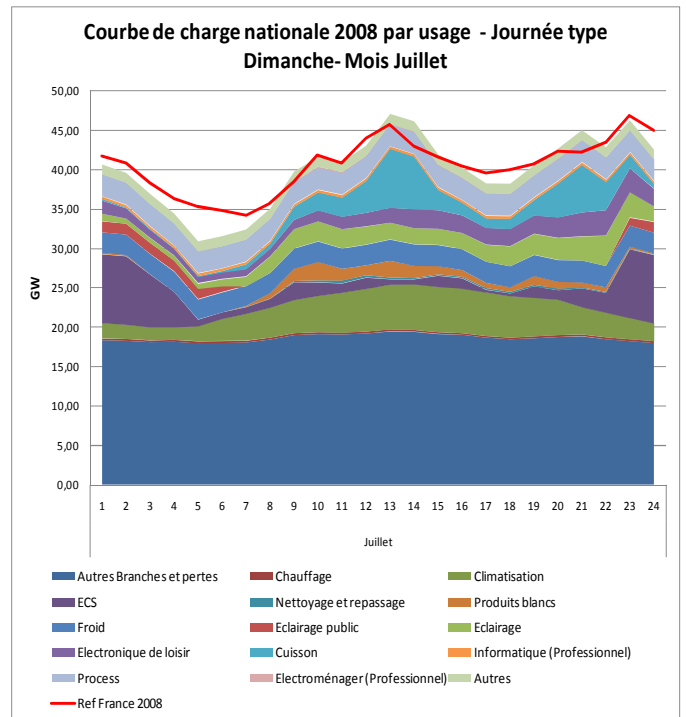
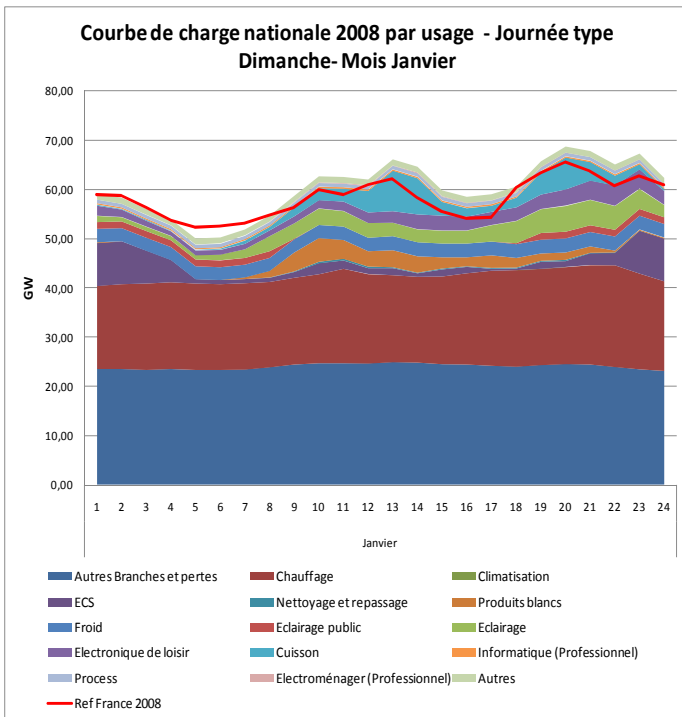
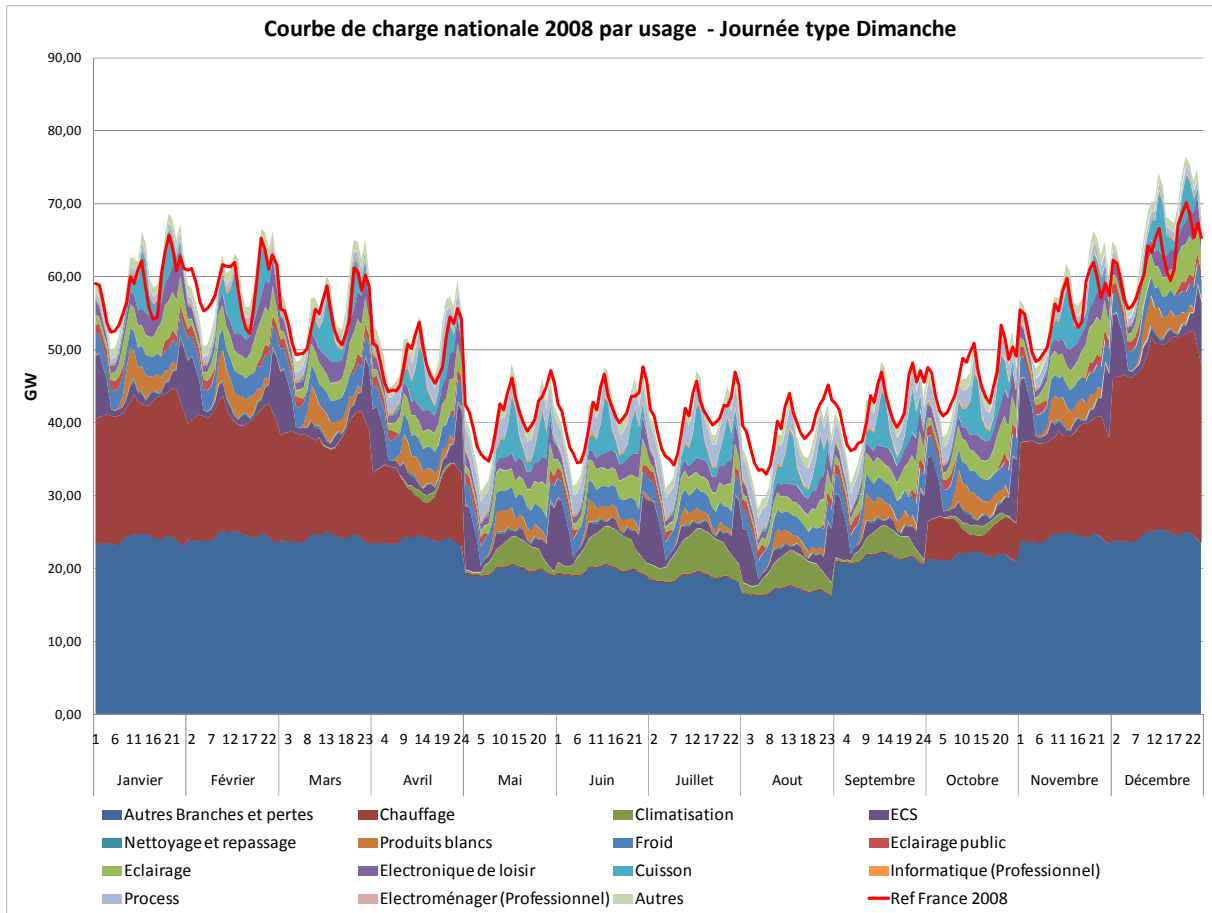
## ► Journée Type Semaine



## ► Journée type Samedi



## ► Journée Type Dimanche



### ► Evaluation de la reconstitution de la courbe de charge horo-saisonnière 2008

La reconstitution de la courbe de charge 2008 présentée ci-dessus présente certains écarts avec la courbe nationale fournie par RTE. Ces différences sont résumées par mois dans les tableaux suivants :

#### Journée Semaine

	Moyenne de la valeur absolue de l'écart à la courbe RTE	Max de la valeur absolue de l'écart à la moyenne	Différence énergie
Janvier	3%	10%	-2%
Février	3%	8%	1%
Mars	3%	9%	-1%
Avril	4%	11%	2%
Mai	4%	12%	0%
Juin	3%	10%	0%
Juillet	4%	10%	-4%
Aout	4%	10%	-3%
Septembre	3%	9%	1%
Octobre	3%	6%	1%
Novembre	4%	7%	3%
Décembre	5%	10%	4%
<b>Total</b>	<b>3,37%</b>	<b>9,39%</b>	<b>0,03%</b>

#### Journée Samedi

	Moyenne de la valeur absolue de l'écart à la courbe RTE	Max de la valeur absolue de l'écart à la moyenne	Différence énergie
Janvier	3%	11%	-1%
Février	4%	12%	-2%
Mars	6%	13%	5%
Avril	7%	18%	7%
Mai	4%	13%	-3%
Juin	4%	10%	-2%
Juillet	5%	11%	-4%
Aout	7%	13%	-6%
Septembre	4%	9%	0%
Octobre	5%	12%	3%
Novembre	5%	11%	5%
Décembre	4%	9%	1%
<b>Total</b>	<b>4,78%</b>	<b>11,97%</b>	<b>0,36%</b>

#### Journée Dimanche

	Moyenne de la valeur absolue de l'écart à la courbe RTE	Max de la valeur absolue de l'écart à la moyenne	Différence énergie
Janvier	4%	10%	3%
Février	4%	9%	0%
Mars	4%	13%	4%
Avril	4%	13%	4%
Mai	4%	15%	-2%
Juin	4%	12%	-1%
Juillet	4%	13%	-1%
Aout	7%	16%	-6%
Septembre	3%	13%	-1%
Octobre	3%	7%	-1%
Novembre	4%	10%	4%
Décembre	7%	15%	7%
<b>Total</b>	<b>4,39%</b>	<b>12,20%</b>	<b>0,87%</b>

On remarque ainsi que la différence de notre simulation avec la courbe de charge RTE est en moyenne inférieure à 5%. Les plus fortes différences avec la courbe réelle se trouvent au cours des mois d'Avril et Mai à 7h du matin après extinction des chauffe-eau électriques. Cette période de la journée (4h – 8h) pose cependant problème tout au long de l'année. En effet deux phénomènes semblent se superposer :

- les différentes activités semblent démarrer plus tard dans nos simulations (aux alentours de 7h) qu'en réalité (aux alentours de 5h)
- Certaines consommations de base semblent négliger dans notre reconstitution, certaines consommations de veille pour la plupart.

De plus les résultats obtenus à l'aide du logiciel CHARTER sont moins bons pour les journées types de Samedi et Dimanche. Effectivement, les plupart des campagnes de mesure utilisées ne distinguent pas les journées de Semaine de celles du Samedi et du Dimanche dans leurs résultats. Ainsi les formes utilisées se rapprochent plus des comportements de semaine que de ceux du week-end (5/7 des mesures effectuées).

Cependant les résultats sont assez proches de la réalité et viennent donc valider les modules de construction des courbes de charge des usages Climatisation et Chauffage. Le choix a été fait de ne pas appliquer à notre modèle de facteur correctif nous permettant d'annuler ces différences observées. En effet la méthodologie bottom-up utilisée n'a pas pour objectif de coller parfaitement à la réalité, la superposition des hypothèses étant trop importante, mais de comprendre les phénomènes en jeu. Une correction des résultats obtenus empêcherait cette analyse pour un gain faible au vu des petites différences observées entre le modèle et la courbe de charge réelle.

### III.2.c. Comparaison des formes horo-saisonnières avec ou sans le régime d'heure d'été

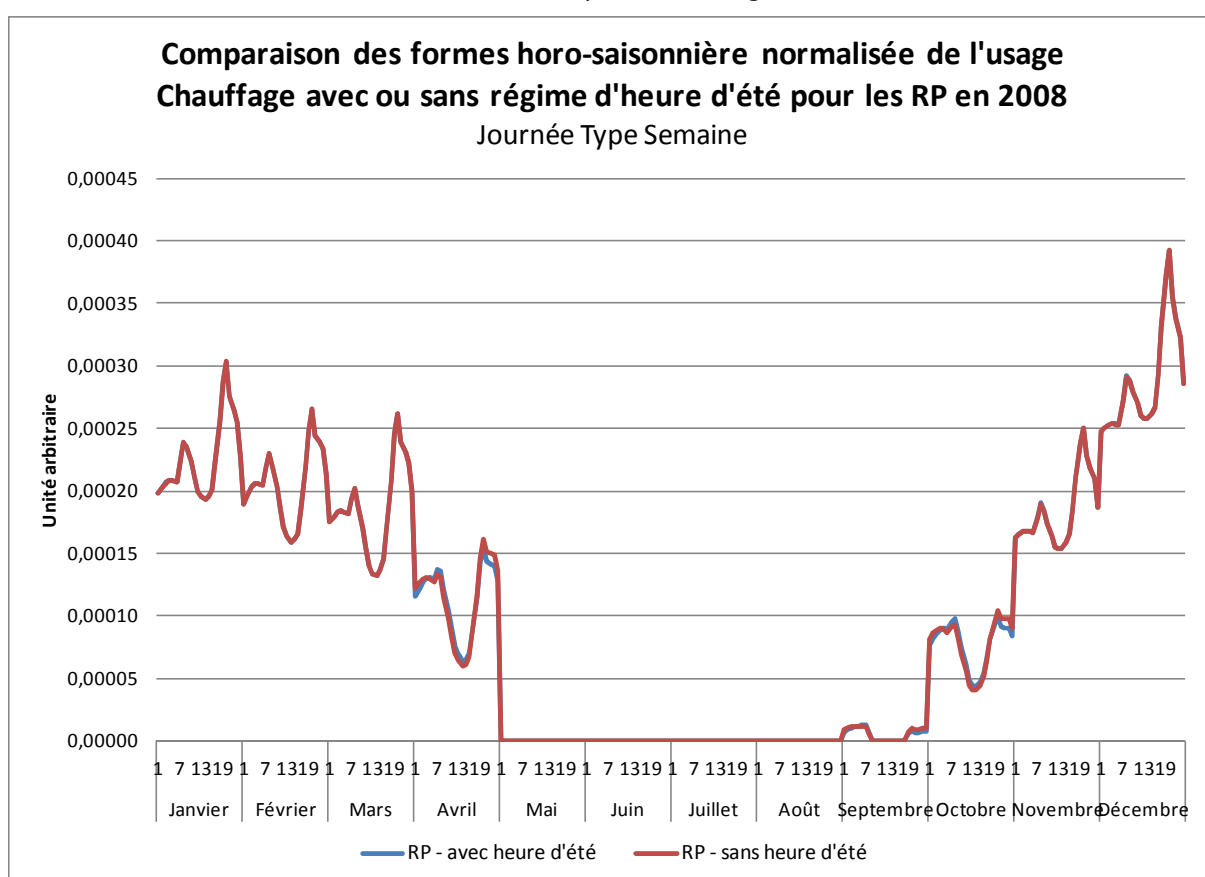
Les modules de construction de formes présentés précédemment vont pouvoir être utilisés afin de comparer les formes horo-saisonnières des usages Chauffage et Climatisation avec ou sans

le régime d'heure d'été. Cette comparaison est effectuée en décalant dans les modules de simulation les différentes contraintes climatiques (températures extérieurs, flux solaire) sur la période concernée. Finalement en croisant ces résultats avec les résultats obtenus sur la comparaison des consommations des différentes typologies de bâtiments avec ou sans heure d'été (voire III.2.d), une estimation de l'impact du changement d'heure sur la courbe de charge nationale sera alors possible.

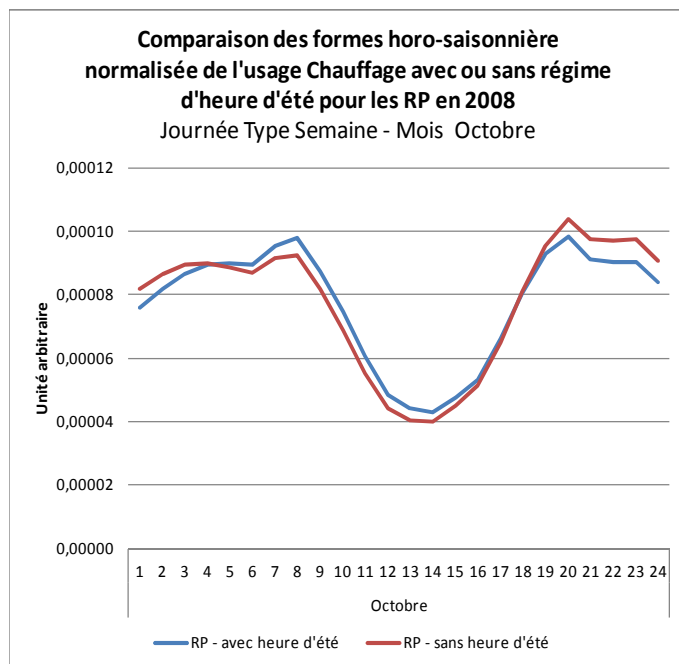
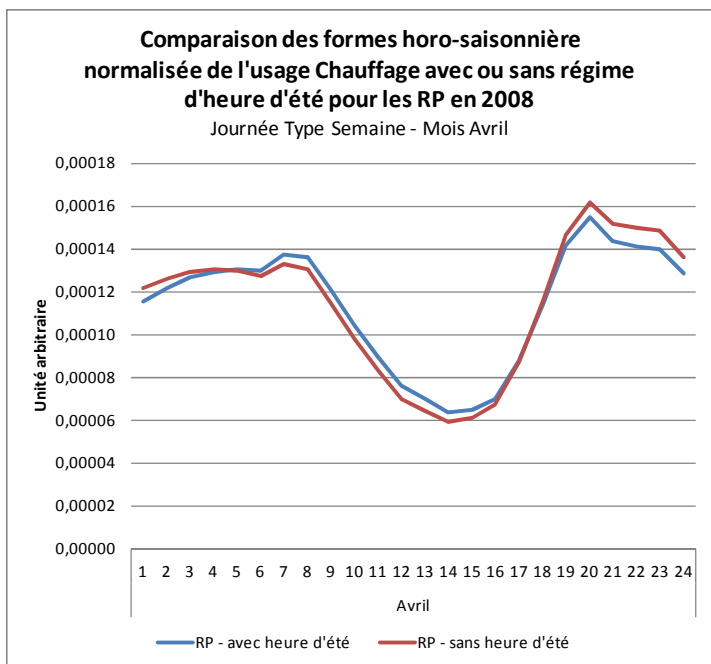
Les modules sont donc alimentés par des données météorologiques obtenus à partir de la combinaison des données météorologiques des villes représentatives des différentes zones climatiques françaises définies dans la réglementation thermique (H1a, H1b, H2a, ...). Ces données sont obtenues suivant deux moyennes pondérées :

- Moyenne pondérée par les consommations de chaque zone fournies par le modèle ENERTER pour le Chauffage
- Moyenne pondérée par le nombre de logements et les surfaces Tertiaires de chaque zone pour la Climatisation

Ainsi ce sont ces paramètres d'entrée par zone climatique qui sont modifiés afin de comparer les formes horo-saisonniers du Chauffage et de la Climatisation avec ou sans le régime d'heure d'été. Les résultats nationaux obtenus pour le Chauffage dans les RP sont les suivants :





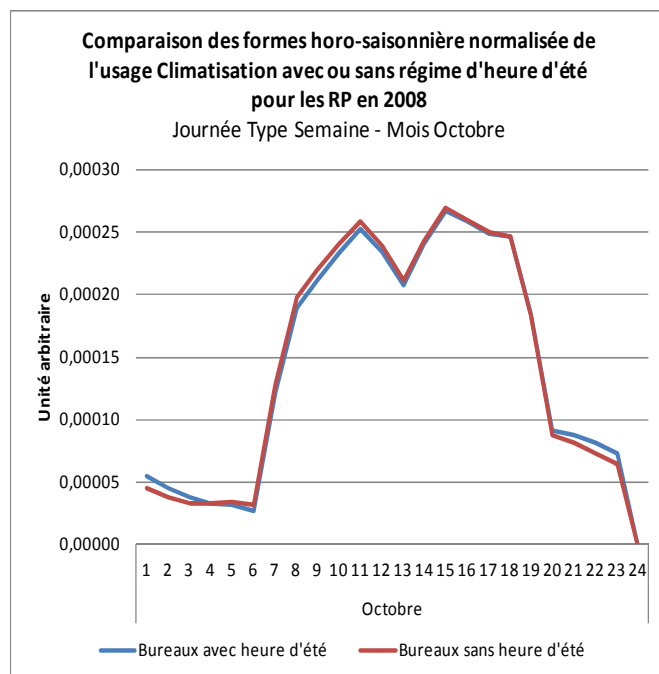
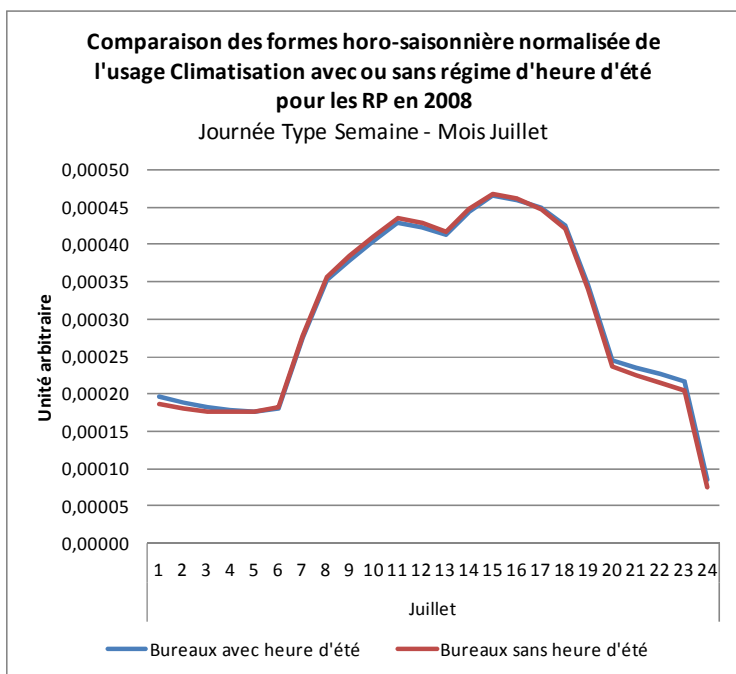
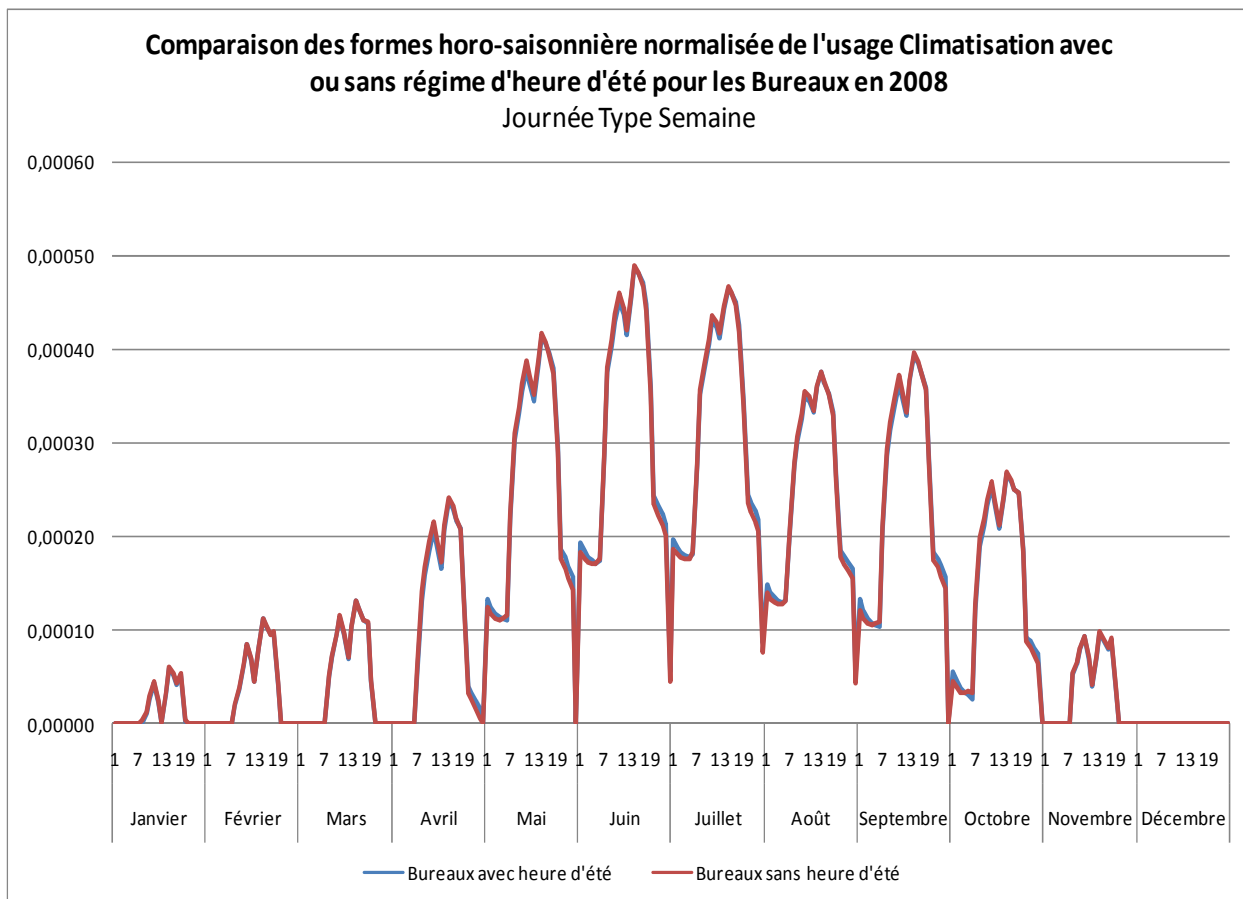


On s'aperçoit donc que logiquement les formes obtenues sont identiques en dehors de la période Avril – Octobre et que de faibles différences apparaissent pour les trois mois combinant heure d'été et période de chauffe (Avril, Septembre et Octobre).

Il est important de ne pas oublier que les formes présentées ici permettent une compréhension des comportements des usagers mais ne donnent aucune indication concernant l'impact sur les consommations. Ainsi les différences observées entre les courbes ne représentent pas des différences de consommation entre les deux régimes, cette phase étant étudiée dans la partie III.2.d.

Ainsi à l'image de l'éclairage on s'aperçoit que le changement d'heure modifie, en décalant d'une heure les températures et les apports solaires, la structure de la demande. En effet la part des consommations matinales (4h – 16h) augmente du fait de contraintes climatiques plus rudes, au détriment de la part des consommations du soir (16h – 4h), période durant laquelle les températures sont moins froides.

De manière analogue, des résultats ont été obtenus avec l'outil dédié à la Climatisation pour les différentes branches répertoriées. Les graphiques ci-dessous illustrent les résultats obtenus pour les Bureaux :



Les remarques concernant la comparaison entre les formes horo-saisonnières des deux régimes horaires pour le Chauffage sont également applicables pour la Climatisation.

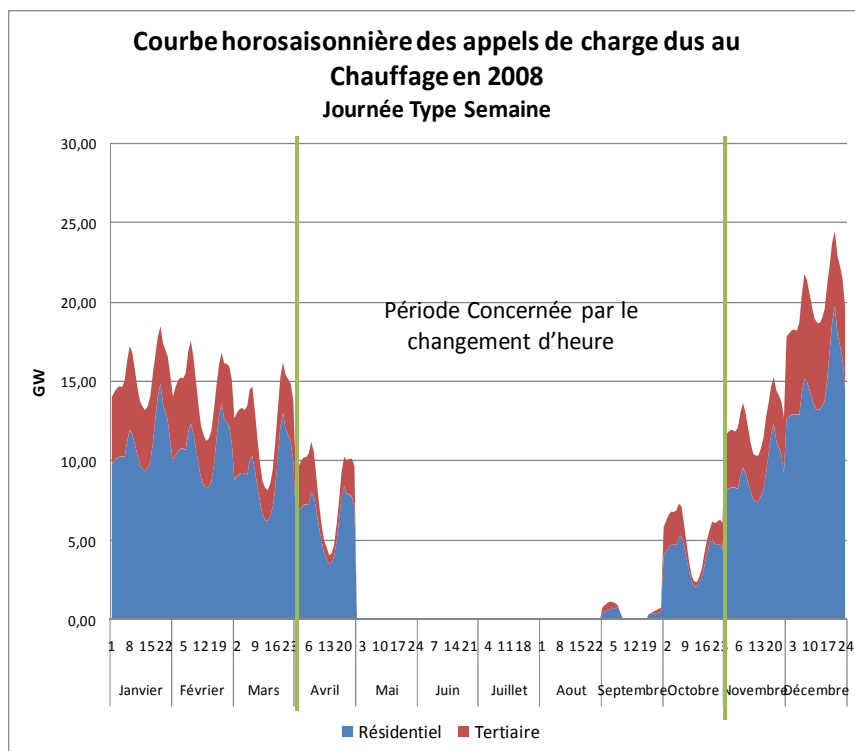
De manière plus générale, on s'aperçoit que l'inertie accompagnant les usages thermiques que sont le Chauffage et la Climatisation combinée à des utilisations très hétérogènes des différents systèmes semble annihiler l'impact supposé sur les comportements de consommation des abonnés.

### III.2.d. Calcul de l'impact de l'heure d'été sur les consommations de Chauffage et de Climatisation

#### ► Energie concernée

La courbe de charge des usages Chauffage et Climatisation ayant été reconstituée et validée, il nous est alors possible de déterminer l'énergie concernée par le régime d'Heure d'été pour chacun de ces usages.

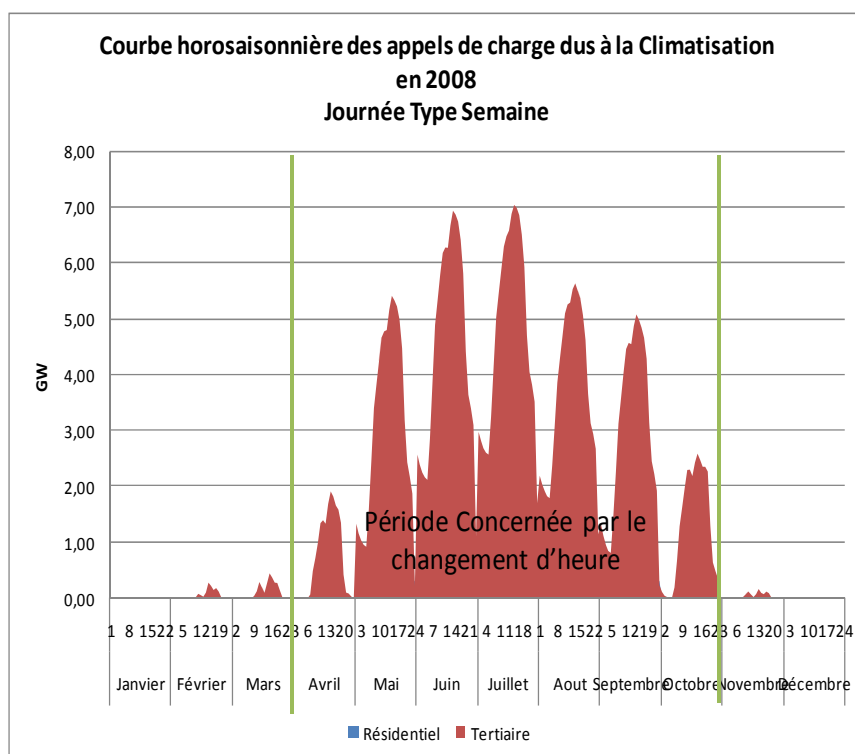
- Chauffage



	Consommations totales Résidentiel (en GWh)	Consommations totales Tertiaire (en GWh)	Consommations totales en GWh
Janvier	8 625	2 946	11 571
Février	8 185	2 720	10 905
Mars	7 148	2 353	9 501
Avril	4 818	1 358	6 176
Mai	0	0	0
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Aout	0	0	0
Septembre	204	87	291
Octobre	2 972	875	3 847
Novembre	7 042	2 390	9 433
Décembre	11 375	3 890	15 265
<b>Total général</b>	<b>50 370</b>	<b>16 619</b>	<b>66 989</b>
	<b>Résidentiel</b>	<b>Tertiaire</b>	<b>Total</b>
<b>Energie concernée par le Changement d'heure en GWh</b>	<b>7 995</b>	<b>2 319</b>	<b>10 314</b>

Les consommations de chauffage concernées par le changement d'heure sont donc relativement faibles (environ 10 000 GWh) au regard des consommations totales de chauffage (67 000 GWh soit environ 15%). La période Avril – Octobre, période impacté par le régime d'heure d'été, comprend uniquement le début et la fin des périodes de chauffe annuelles. Il est à noter que ces résultats ne prennent pas en compte les différents auxiliaires de chauffage. En effet leur consommation est dépendante des temps d'utilisation des systèmes de chauffage qui ne semblent eux pas modifiés par la mise en place du régime d'heure d'été.

## Climatisation



	Consommations totales Résidentiel (en GWh)	Consommations totales Tertiaire (en GWh)	Consommations totales en GWh
Janvier	0	0	0
Février	0	28	28
Mars	0	57	57
Avril	0	416	416
Mai	226	1 989	2 214
Juin	541	2 899	3 440
Juillet	767	3 144	3 911
Août	569	2 425	2 995
Septembre	196	1 878	2 074
Octobre	0	752	752
Novembre	0	21	21
Décembre	0	0	0
<b>Total général</b>	<b>2 298</b>	<b>13 610</b>	<b>15 908</b>
	<b>Résidentiel</b>	<b>Tertiaire</b>	<b>Total</b>
<b>Energie concernée par le Changement d'heure en GWh</b>	<b>2 298</b>	<b>13 504</b>	<b>15 802</b>

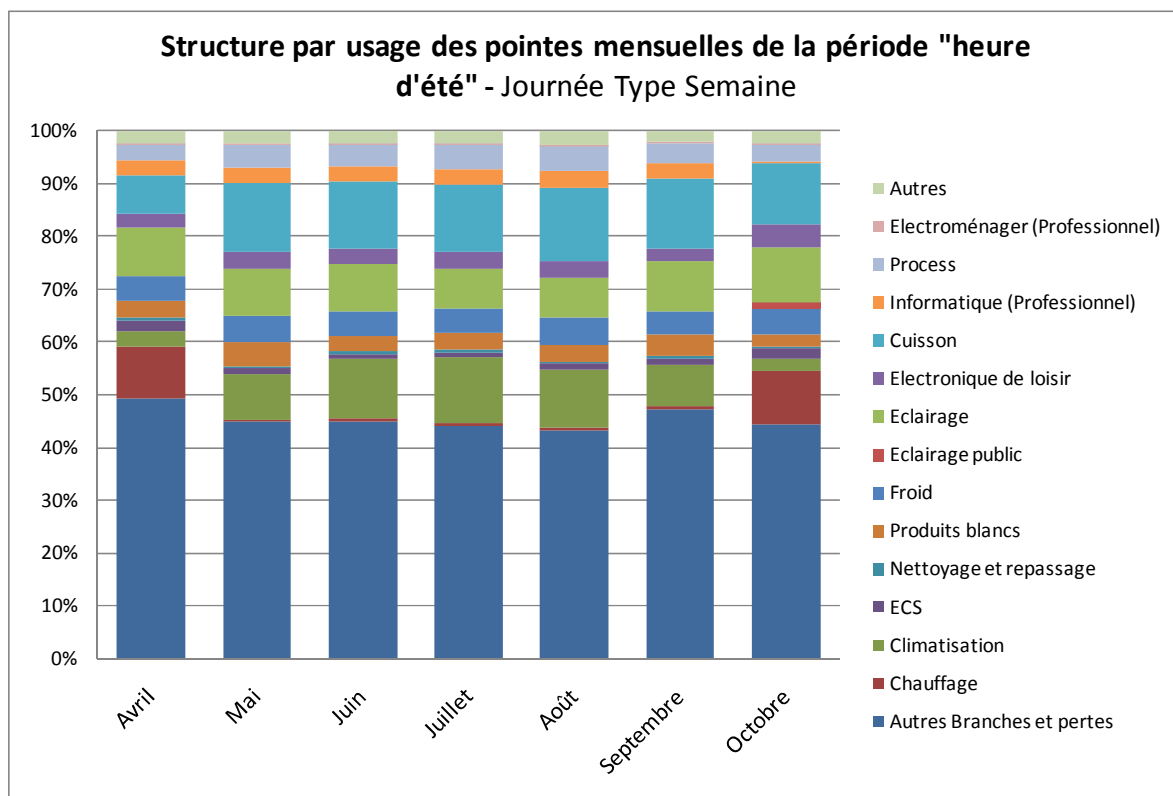
A l'inverse du chauffage, la période du changement d'heure correspond avec la période où la majeure partie des consommations de Climatisation a lieu, et la majeure partie de ces consommations proviennent du secteur Tertiaire (85%). Ainsi 99% des consommations sont concernées par l'heure d'été soit 15 800 GWh sur les 15 900 GWh de consommation annuelle.

Les consommations totales des usages thermiques englobent donc environ 26 000 GWh. La courbe de charge nationale nous fournit les consommations totales françaises sur cette même période : 240 000 GWh, soit 52% des consommations annuelles totales. Ainsi les usages Chauffage et Climatisation regroupent 11% des consommations du régime d'heure d'été.

### ► Influence du Chauffage et de la Climatisation à la pointe au cours de la période « heure d'été »

La reconstitution de la courbe de charge nationale par usage nous permet d'étudier l'influence qu'ont les usages thermiques sur les appels de charge durant les périodes de pointe. Ainsi les différents résultats nous intéressant sont les suivants :

Mois	Heure de la pointe en semaine	Pointe totale en MW	Appel de Chauffage à la pointe en MW	Part du chauffage à la pointe	Appel de Climatisation à la pointe en MW	Part de la Climatisation à la pointe	Appel de Climatisation et de chauffage à la pointe en MW	Part de Chauffage + Climatisation à la pointe
Avril	11h	64,58	6,28	10%	1,83	3%	8,11	13%
Mai	13h	59,10	0,24	0%	5,13	9%	5,37	9%
Juin	13h	59,00	0,23	0%	6,69	11%	6,91	12%
Juillet	13h	57,09	0,22	0%	7,11	12%	7,33	13%
Août	13h	52,21	0,22	0%	5,77	11%	5,99	11%
Septembre	12h	61,22	0,23	0%	4,85	8%	5,08	8%
Octobre	20h	63,80	6,44	10%	1,51	2%	7,95	12%



Les usages Chauffage et Climatisation prennent donc une part loin d'être négligeable des appels de charge à la pointe journalière des mois du régime d'été (entre 8 et 13%). Cette part atteint son minimum durant les mois d'inter-saisons que sont Mai et Septembre, et au cours desquels le Chauffage et la Climatisation sont en période d'extinction ou d'allumage.

Ainsi dans le cas où les simulations montreraient une modification des appels de charge journaliers de ces usages avec la mise en place du changement d'heure, les impacts pourraient, à terme, être visibles sur la courbe de charge (lorsque 'une forte part des bâtiments seront équipés de systèmes de régulation thermique performants)

#### ► Simulations thermiques des impacts du régime d'heure d'été sur le secteur Résidentiel

Comme l'avait montré l'étude précédente, le changement d'heure semble provoquer une baisse dans les consommations provenant du décalage induit entre la hausse des températures et la mise en route des systèmes de chauffage et de climatisation. Cependant, étant donné la faible adaptabilité des comportements des usagers, cet effet n'apparaît que dans le cas de bâtiments possédant des systèmes de gestion thermique avancés. Dans la suite de cette étude, étant donné la faible pénétration actuelle des systèmes de gestion thermique dans les bâtiments français, nous considérerons donc comme nul l'impact du changement d'heure sur les consommations des usages thermiques en 2009.

Ainsi la partie qui suit vise à la mise en place d'une série de simulations thermiques sur différentes typologies de bâtiments résidentiels afin d'observer l'influence réelle du changement d'heure sur les consommations des usages thermiques possédant une gestion thermique performante. Ces simulations seront effectuées en faisant varier les différents déterminants d'entrée du modèle (inertie du bâtiment, part de surfaces vitrées, répartition horaire des consignes de chauffage, ...) pour en faire ressortir une analyse de la tendance des bâtiments et des rythmes de vie à être impacté par régime d'heure d'été.

Un choix de typologies de bâtiments a donc été réalisé. Les bâtiments retenus sont les plus présents sur le parc national français équipé de système de chauffage électrique. Le choix s'est donc appuyé sur la répartition ci-dessous datant de 2005 :

Typologie de maison individuelle	Nombre de maisons au chauffage électrique
maison bourgeoise	27 339
maison de bourg	441 688
maison rurale	247 782
pavillon de banlieue et habitat ouvrier	510 970
pavillon de la reconstruction	70 388
villa éclectique	113 711
pavillon post 68 (68 - 74) (typo associée - "pavillon préfabriqué")	47 058
pavillon post 68 (68 - 74) (typo associée - "pavillon traditionnel")	187 524
pavillon post 68 (75 - 81) (typo associée - "pavillon préfabriqué")	201 579
pavillon post 68 (75 - 81) (typo associée - "pavillon traditionnel")	478 085
pavillon post 68 (82 - 88)	875 380
pavillon post 68 (89 - 99)	535 619
pavillon post 68 (2000 - 2005)	369 075
<b>TOTAL MI</b>	<b>4 106 198</b>

Typologie d'immeuble collectif	Nombre de logements d'Immeuble au chauffage électrique
immeuble de bourg	380 910
immeuble éclectique	103 579
immeuble Haussmannien	156 918
immeuble Haussmannien (typo associée - "Collectif")	44 941
immeuble Haussmannien (typo associée - "Immeuble de logement")	122 218
immeuble type HBM	18 866
immeuble type HBM (typo associée - Immeuble des années 30)	19 895
immeuble pastiche	72 628
immeuble pastiche (typo associée - "Petit collectif")	134 824
immeuble type "barres"	14 515
immeuble type "barres" (typo associée - "Grand Collectif")	153 309
immeuble collectif bourgeois	8 803
habitat intermédiaire (68 - 74)	15 407
habitat intermédiaire (75 - 82)	4 882
immeuble des années 80 (typo associée - "Collectif")	867 031
reste IC ("petit collectif")	158 115
reste IC ("tour")	3 273
reste IC (construction neuve collective > 2000)	211 564
<b>TOTAL IC</b>	<b>2 491 678</b>

Voici des illustrations de certaines des typologies de bâtiments choisies :

### Maisons de bourg



### Pavillon post 68

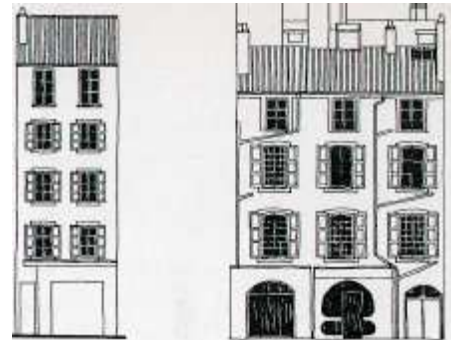




**Pavillon de banlieue et habitat ouvrier**



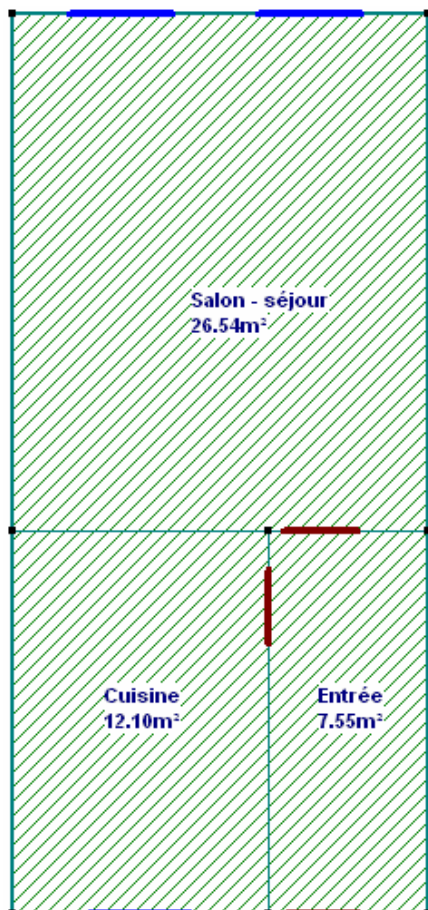
**Immeuble de bourg (avant 1915)**



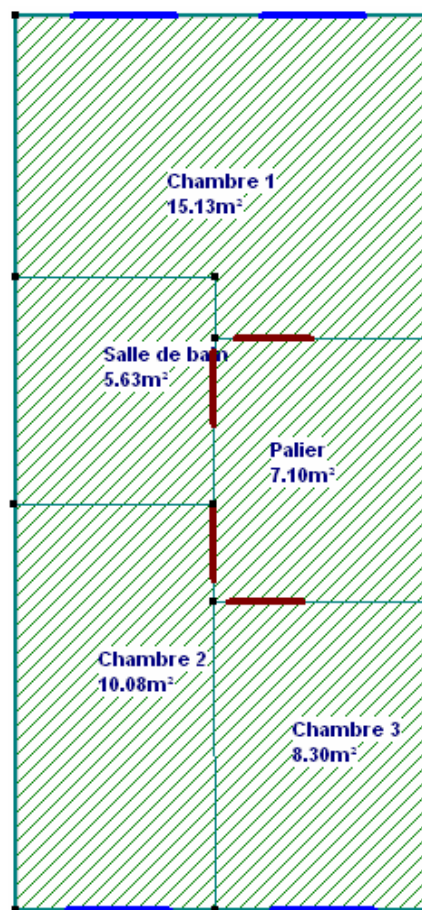


Pour chaque typologie sélectionnée, des simulations thermiques ont donc été effectuées à l'aide du logiciel Comfie sur la base de plans et de surfaces de bâtiments moyens. Voici par exemple le plan réalisé pour une maison de bourg d'environ 90m<sup>2</sup> :

#### Maison de bourg : Rez de Chaussée



#### Maison de bourg : 1<sup>er</sup> étage



De plus des matériaux de constitution sont associés à chacune de ces typologies. Il est à noter que les matériaux font partie des paramètres dont l'influence sur la réaction du bâtiment est testé.

Le logiciel nécessite ensuite pour chaque simulation la définition d'un scénario d'occupation. Ce dernier passe par la description horaire pour chaque jour de la semaine et pour chaque zone thermique du bâtiment des paramètres suivants :

- Température de consigne de chauffage et de climatisation
- Occupation
- Puissance dissipée au sein du bâtiment
- Pourcentage de ventilation
- Pourcentage d'occultation

Ainsi un ensemble de simulations thermiques (chauffage et climatisation) ont été effectuées sur la base de différents scénarii dans le cas de l'application ou non du régime d'heure d'été :

- Consignes de température
  - Consignes moyennes issues de l'utilitaire de reconstitution des formes des appels de charge présenté précédemment
  - Consignes constantes tout au long de la journée



- Consignes constantes avec extinction en journée (entre 7h et 17h)
- Consignes constantes avec baisse de 3°C en journée (entre 7h et 17h)
- Taux d'occupation
  - Occupation moyenne de l'utilitaire de reconstitution des formes des appels de charge présenté précédemment
  - Occupation célibataire – couple actif : présence dans le logement excepté en journée (entre 7h et 17h)
  - Occupation famille avec mère au foyer : présence réduite en journée (entre 7 h et 17h)

Ainsi pour chacune des typologies simulées et pour chaque régime horaire nous obtenons des besoins de chaleur annuels représentés ci-dessous sous forme de besoin surfacique (dans le cas ci-dessous les simulations ont effectuées avec le climat de la ville de Trappes - Yvelines) :

- Chauffage (ville de Trappes)
  - Avec Régime d'heure d'été

Besoin en chaleur (en kWh/m <sup>2</sup> )	Occupation utilitaire				Occupation famille				Occupation Célibataire			
	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const2	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée
<b>Immeuble de bourg</b>	97	112	101	103	97	112	101	102	100	115	102	104
<b>Maison de bourg</b>	163	190	169	171	162	189	168	171	164	192	170	173
<b>pavillon de banlieu</b>	223	250	215	228	223	250	214	227	225	252	216	229
<b>Pavillon de banlieu post 68</b>	127	143	129	132	127	143	128	132	129	145	129	134
<b>Immeuble années 80</b>	45	51	48	48	45	51	48	48	47	53	50	50

- Sans Régime d'heure d'été

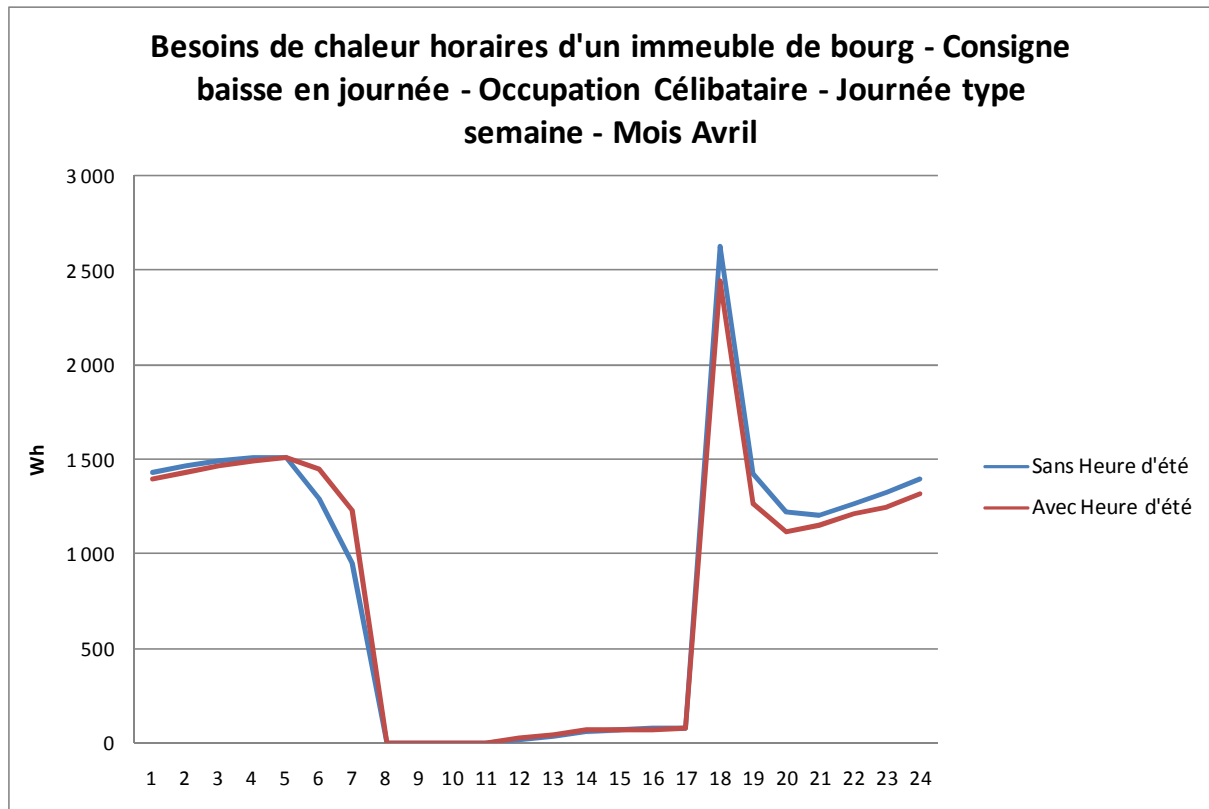
Besoin en chaleur (en kWh/m <sup>2</sup> )	Occupation utilitaire				Occupation famille				Occupation Célibataire			
	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const2	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée
<b>Immeuble de bourg</b>	97	112	101	103	97	112	101	103	100	115	103	105
<b>Maison de bourg</b>	163	190	169	172	162	189	169	171	164	192	170	173
<b>pavillon de banlieu</b>	223	250	216	228	223	250	215	228	225	252	217	230
<b>Pavillon de banlieu post 68</b>	127	143	129	133	127	143	129	133	129	145	130	134
<b>Immeuble années 80</b>	45	52	48	49	45	51	48	48	47	53	50	50

- Différences de consommations ((Avec Régime d'heure d'été – Sans régime d'heure d'été) / Avec Régime d'heure d'été)

	Occupation utilitaire				Occupation famille				Occupation Célibataire			
	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée
<b>Immeuble de bourg</b>	0,05%	-0,01%	-0,27%	-0,26%	0,05%	-0,02%	-0,29%	-0,28%	0,04%	-0,02%	-0,30%	-0,29%
<b>Maison de bourg</b>	0,04%	0,00%	-0,28%	-0,28%	0,04%	0,00%	-0,29%	-0,28%	0,04%	0,00%	-0,29%	-0,28%
<b>pavillon de banlieu</b>	0,09%	0,00%	-0,55%	-0,42%	0,10%	0,01%	-0,55%	-0,41%	0,10%	0,02%	-0,55%	-0,41%
<b>Pavillon de banlieu post 68</b>	0,04%	-0,01%	-0,35%	-0,33%	0,05%	-0,01%	-0,36%	-0,33%	0,05%	-0,01%	-0,36%	-0,33%
<b>Immeuble années 80</b>	0,20%	-0,08%	-0,46%	-0,46%	0,22%	-0,06%	-0,46%	-0,45%	0,24%	-0,03%	-0,44%	-0,44%

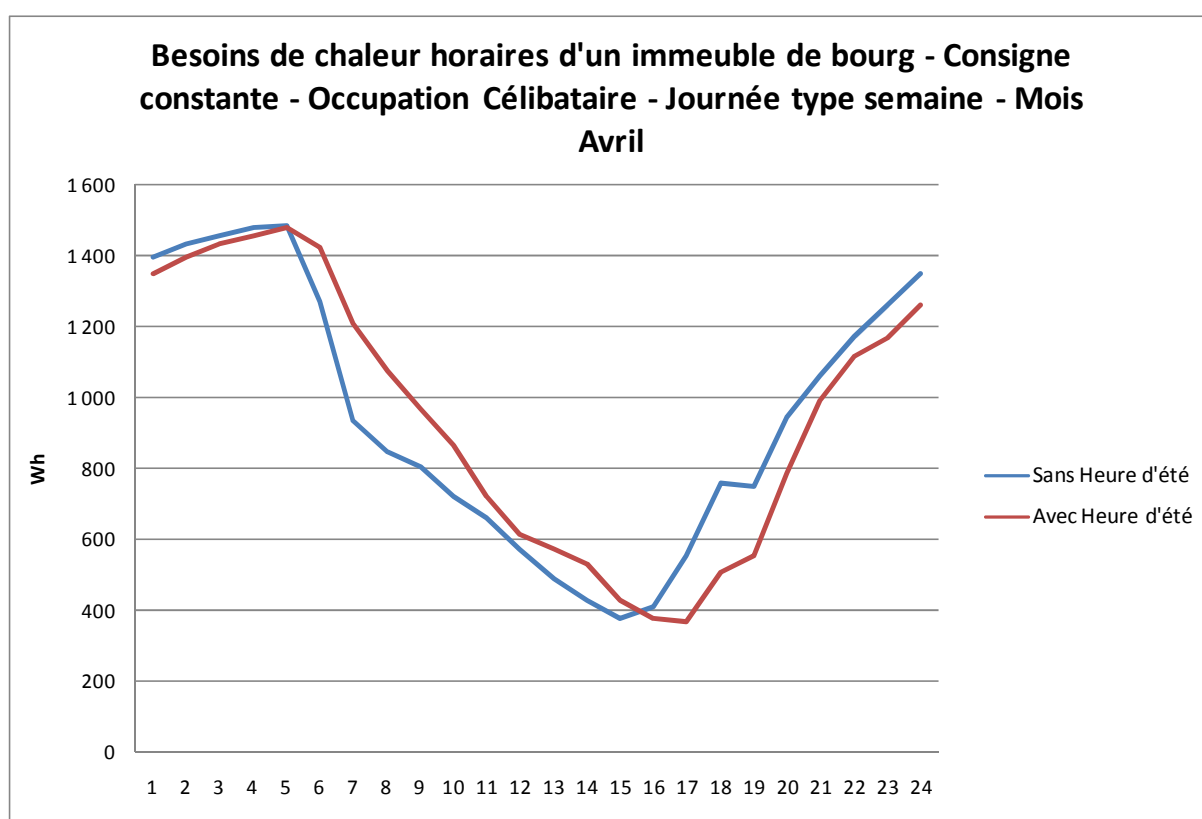
Comme prévu les consommations semblent diminuer avec le régime d'heure d'été dans le cas d'une gestion thermique fine du bâtiment. En effet les simulations effectuées nous montre que dans le cas d'une consigne réelle (et non dans le cas de la consigne moyenne française de l'utilitaire) les consommations annuelles suivant les différents modes d'occupation diminuent ou restent constantes.

Le graphique suivant illustre les différences de besoin de chaleur pour un immeuble de bourg à Trappes au cours d'une journée moyenne de semaine du mois d'Avril avec ou sans application du régime d'heure d'été (Occupation Célibataire – Consigne baisse en journée) :



Ainsi, à l'image de l'éclairage, on s'aperçoit que le décalage des contraintes climatiques provoque une surconsommation le matin et en journée et une sous consommation en soirée et pendant la nuit. La baisse supposée des consignes de température au cours de la journée diminuant l'impact de la période de surconsommation, la diminution des consommations le soir et la nuit au cours de la période d'été est donc prédominante et entraîne une baisse des consommations globales.

On remarque d'ailleurs que, comme le montre le graphique suivant et les résultats présentés précédemment, lorsque la gestion thermique d'un logement se fait sur la base d'une consigne constante au cours de la journée, les périodes de sur et de sous-consommations se compensent, et ce quelque soit le type de logement. Ainsi plus les consignes de température sont adaptées à la présence des occupants dans le logement, plus l'impact du régime d'heure d'été est important (la différence de durée entre les deux périodes étant plus importante). On pourrait alors essayer de déterminer le réglage de consignes permettant l'impact positif le plus important de la mise en place du régime d'heure d'été. Cependant étant donné la faiblesse de cet impact sur les consommations annuelles en chauffage (moins de 1%) au regard de l'influence du réglage des consignes de température d'un logement sur ces mêmes consommations, cette démarche ne semble pas pertinente.



Il semble donc que dans les années à venir, compte tenu d'une pénétration plus que probable de systèmes de chauffage permettant des gestions thermiques performantes des bâtiments résidentiels, une baisse comprise entre 0.25 et 0.6% d'économie de consommations annuelles de chauffage puisse être réalisée sur ces derniers.

- Climatisation (Ville d'Agen)
  - Avec Régime d'heure d'été

Besoin en chaleur (en kWh/m <sup>2</sup> )	Occupation utilitaire				Occupation famille				Occupation Célibataire			
	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util2	Cons Const2	Cons Eteint jour	Cons Baisse jour	Cons Util3	Cons Const3	Cons Eteint jour2	Cons Baisse jour2
<b>Immeuble de bourg</b>	21	24	20	20	21	24	20	20	20	23	19	19
<b>Maison de bourg</b>	10	12	10	10	10	12	10	10	9	11	9	9
<b>pavillon de banlieu</b>	14	17	15	15	14	17	15	15	14	16	14	14
<b>Pavillon de banlieu post 68</b>	19	21	16	17	19	21	17	17	18	20	16	16
<b>Immeuble années 80</b>	21	22	20	20	21	22	20	20	20	21	19	19

- Avec Régime d'heure d'été

Besoin en chaleur (en kWh/m <sup>2</sup> )	Occupation utilitaire				Occupation famille				Occupation Célibataire			
	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util2	Cons Const2	Cons Eteint jour	Cons Baisse jour	Cons Util3	Cons Const 3	Cons Eteint jour2	Cons Baisse jour2
<b>Immeuble de bourg</b>	21	24	19	19	21	24	19	19	20	23	18	18
<b>Maison de bourg</b>	9	12	9	9	9	12	9	9	9	11	9	9
<b>pavillon de banlieu</b>	14	17	14	14	14	17	14	14	14	16	14	14
<b>Pavillon de banlieu post 68</b>	18	21	15	16	18	21	15	16	18	20	15	15
<b>Immeuble années 80</b>	21	22	19	20	21	22	19	20	19	21	18	18

- Différences de consommations ((Avec Régime d'heure d'été – Sans régime d'heure d'été) / Avec Régime d'heure d'été)

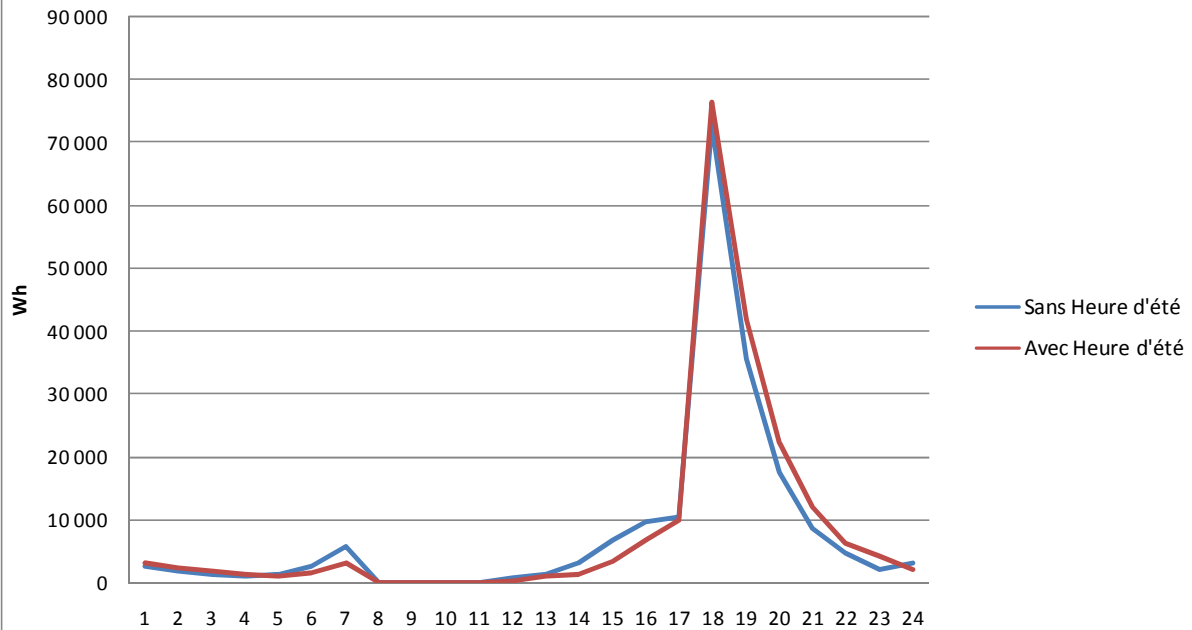
	Occupation utilitaire				Occupation famille				Occupation Célibataire			
	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée	Cons Util	Cons Const3	Cons Eteint journée	Cons Baisse journée
<b>Immeuble de bourg</b>	1,45%	0,09%	4,68%	3,85%	1,54%	0,14%	4,64%	3,88%	1,75%	0,22%	4,83%	4,15%
<b>Maison de bourg</b>	3,02%	0,15%	7,32%	7,24%	3,15%	0,27%	7,28%	7,21%	3,46%	0,48%	7,47%	7,40%
<b>pavillon de banlieu</b>	2,27%	0,01%	5,71%	5,19%	2,39%	0,11%	5,73%	5,23%	2,67%	0,29%	5,88%	5,43%
<b>Pavillon de banlieu post 68</b>	1,79%	0,08%	7,13%	5,63%	1,91%	0,15%	7,10%	5,67%	2,11%	0,24%	7,23%	5,88%
<b>Immeuble années 80</b>	0,97%	0,12%	3,49%	2,58%	1,06%	0,16%	3,49%	2,61%	1,23%	0,22%	3,67%	2,84%

A l'inverse de l'impact simulé sur le chauffage, le changement d'heure semble provoquer une augmentation des consommations électriques dues à l'usage Climatisation. En effet le décalage des contraintes climatique induit par le régime d'heure d'été implique qu'au cours de la période de la journée durant laquelle les Français sont majoritairement présents chez eux (le soir et la nuit : de 18h à 8h), et donc durant laquelle les consommations sont majoritairement concentrées, la température, et donc les besoins en froid, est plus importante avec le régime d'heure d'été que sans.

De plus étant donné que la majeure partie des consommations annuelles dues à la climatisation se déroulent durant la période Avril – Octobre, l'impact global du changement d'heure est plus important sur les consommations totales de climatisation que de chauffage (hausse des consommations annuelles de climatisation comprise entre 3 et 8% contre une baisse des consommations totales comprise entre 0,2 et 0,5% pour le chauffage).

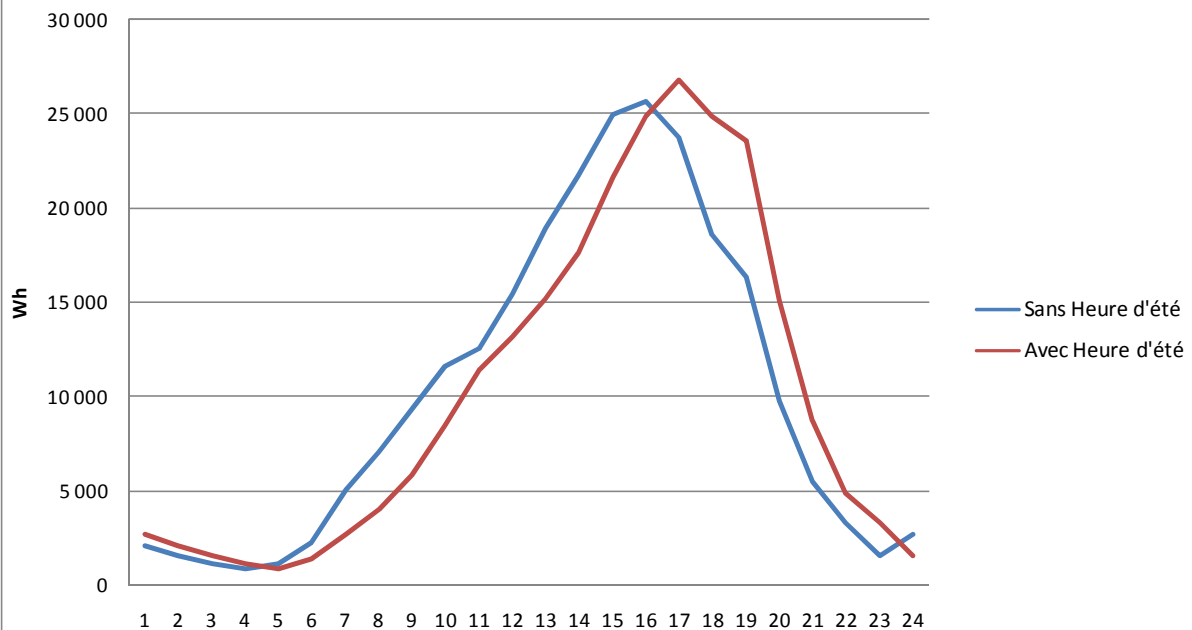
Le graphique suivant illustre les différences de besoin de froid pour un immeuble de bourg à Agen au cours d'une journée moyenne de semaine du mois de Juillet avec ou sans application du régime d'heure d'été (Occupation Célibataire – Consigne baisse en journée) :

**Besoins de froid horaires d'un immeuble de bourg - Consigne  
Baisse en journée - Occupation Célibataire - Journée type  
semaine - Mois Juillet**



On remarque également qu'à l'image du chauffage une consigne de température constante n'engendre que de faibles différences de consommations totales avec un décalage horaire des besoins en froid similaires à ceux simulés avec notre outil de reconstitution de la forme de la courbe de charge :

**Besoins de froid horaires d'un immeuble de bourg - Consigne  
Constante - Occupation Célibataire - Journée type semaine - Mois  
Juillet**



### ► Simulations thermiques des impacts du régime d'heure d'été sur le secteur Tertiaire

A l'image du secteur résidentiel des simulations thermiques portant sur l'influence du changement d'heure sur les consommations de chauffage et de climatisation ont été effectuées à l'aide du logiciel Comfie. Ainsi de manière analogue à ce qui a été réalisé pour le secteur Résidentiel 4 typologies de bâtiments ont été testées : Bureaux – Administrations, Café – Restaurant, Commerce, Hôtel.

Des scénarii d'occupation basés sur les horaires d'ouverture traditionnels de chaque branche ont ensuite été créés et combinés à 4 scénarii de consignes de température différentes :

- Consignes moyennes issues de l'utilitaire de reconstitution des formes des appels de charge présenté précédemment
- Consignes constantes tout au long de la journée
- Consignes constantes avec extinction en pendant la nuit
- Consignes constantes avec baisse de 3°C pendant la nuit

Ces simulations ont été réalisées sur les 6 zones climatiques définies dans Réglementation Thermique.

Dans la suite de cette partie afin de pouvoir montrer la disparité de résultats obtenus en fonction de la zone climatique mais pour ne pas surcharger ce rapport en chiffres inutiles, les résultats obtenus sont présentés sur les zones climatiques d'Agen et Trappes (l'ensemble des résultats sont donnés en Annexe 3). Dans une logique similaire les simulations effectuées sur la branche Hôtel ne sont pas représentées dans ces tableaux de résultats car en considérant des consignes de température constantes (afin d'être adapté à l'ensemble des clients) l'ensemble des simulations montrait un impact quasiment nul du régime d'heure d'été.

- Chauffage
  - Avec régime d'heure d'été

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Baisse la nuit
<b>Bureaux - Trappes</b>	153 787	327 020	145 942	169 977
<b>Bureaux - Agen</b>	107 831	270 830	103 501	118 398
<b>Commerces - Trappes</b>	47 629	71 988	54 290	39 750
<b>Commerces - Agen</b>	35 078	58 245	41 363	31 027
<b>Café - Restaurant - Trappes</b>	49 658	73 857	56 546	42 817
<b>Café - Restaurant - Agen</b>	36 943	59 954	43 020	32 518

- Sans régime d'heure d'été

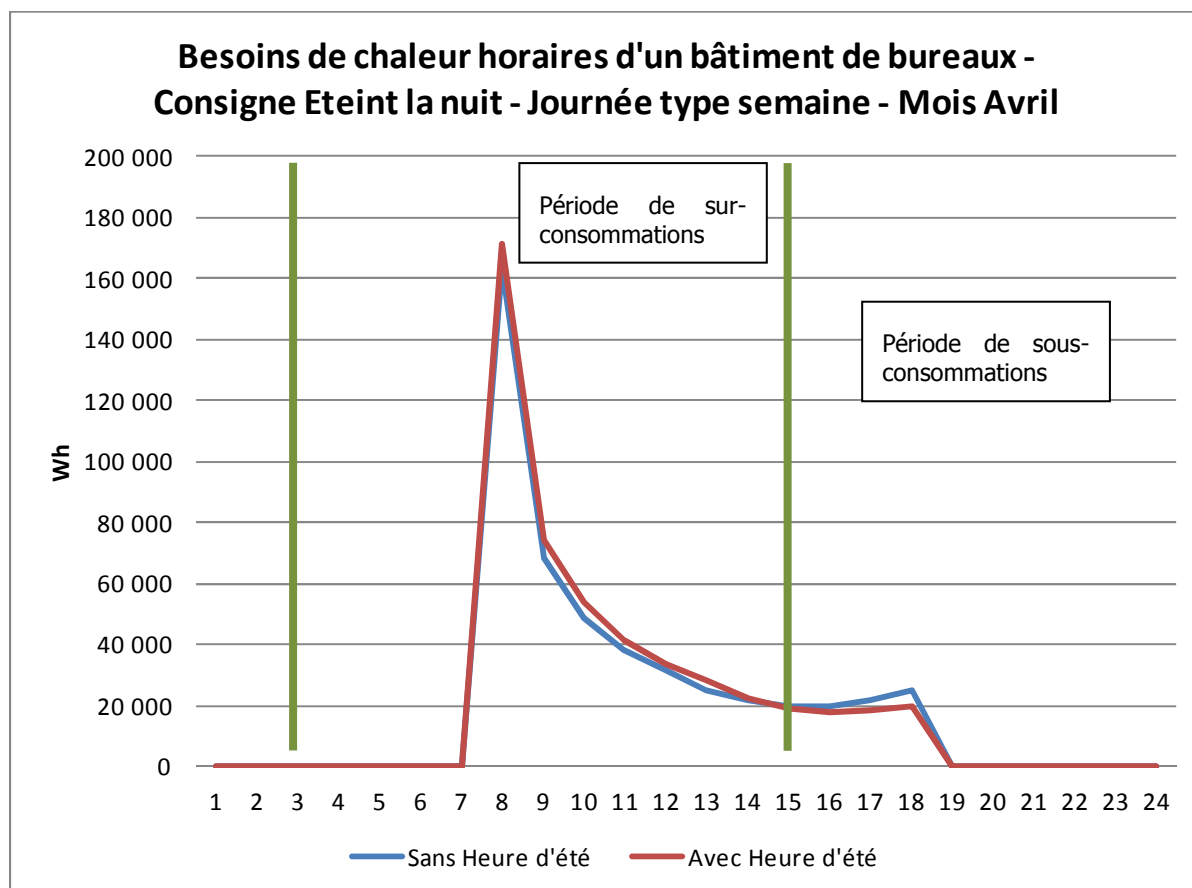
Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Baisse la nuit
<b>Bureaux - Trappes</b>	152 239	327 219	144 939	169 279
<b>Bureaux - Agen</b>	106 299	271 266	102 533	117 671
<b>Commerces - Trappes</b>	47 311	72 018	54 106	39 444
<b>Commerces - Agen</b>	34 674	58 301	41 127	30 584
<b>Café - Restaurant - Trappes</b>	49 307	73 837	56 585	42 901
<b>Café - Restaurant - Agen</b>	36 480	59 939	43 005	32 477

- Différences de consommations ((Avec Régime d'heure d'été – Sans régime d'heure d'été) / Avec Régime d'heure d'été)

	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Baisse la nuit
Bureaux - Trappes	1,01%	-0,06%	0,69%	0,41%
Bureaux - Agen	1,42%	-0,16%	0,94%	0,61%
Commerces - Trappes	0,67%	-0,04%	0,34%	0,77%
Commerces - Agen	1,15%	-0,10%	0,57%	1,43%
Café - Restaurant - Trappes	0,71%	0,03%	-0,07%	-0,20%
Café - Restaurant - Agen	1,26%	0,03%	0,04%	0,13%

Les résultats obtenus sont moins nets que pour le secteur résidentiel. On s'aperçoit ainsi que pour des consignes de température réelles le changement d'heure peut apporter des gains (Commerces et Bureaux) ou des pertes (Café – Restaurant). En effet comme observé pour les logements, les consignes de température restent le facteur déterminant de l'impact du changement d'heure, les heures d'ouverture des différentes branches étant différentes, les impacts peuvent différer selon la zone climatique étudiée. Cependant dans la majorité des cas le changement d'heure semble provoquer une augmentation des consommations de chauffage des bâtiments tertiaire.

L'effet du régime d'heure d'été suit toujours la même logique, des pertes sur les consommations de chauffage en journée (entre 3 h et 15h) et des gains en soirée et la nuit (entre 15h et 3h). Le graphique suivant illustre les différences de besoin de chaleur avec ou sans régime d'heure d'été pour un bâtiment de bureau au mois d'Avril à Trappes (consigne de chauffage éteint la nuit) :





- Climatisation
  - Avec régime d'heure d'été

Besoins en froid (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Baisse la nuit
<b>Bureaux - Trappes</b>	103 836	285 779	42 824	43 884
<b>Bureaux - Agen</b>	132 979	313 127	57 290	59 055
<b>Commerces - Trappes</b>	8 149	28 939	1 667	1 660
<b>Commerces - Agen</b>	11 642	33 045	2 469	2 385
<b>Café - Restaurant - Trappes</b>	7 910	28 691	1 552	1 545
<b>Café - Restaurant - Agen</b>	11 328	32 680	2 646	2 574

- Sans régime d'heure d'été

Besoins en froid (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Baisse la nuit
<b>Bureaux - Trappes</b>	102 540	285 827	43 561	44 548
<b>Bureaux - Agen</b>	131 388	313 405	58 921	60 435
<b>Commerces - Trappes</b>	7 988	28 946	1 753	1 745
<b>Commerces - Agen</b>	11 358	33 089	2 742	2 665
<b>Café - Restaurant - Trappes</b>	7 730	28 684	1 521	1 513
<b>Café - Restaurant - Agen</b>	11 000	32 653	2 620	2 548

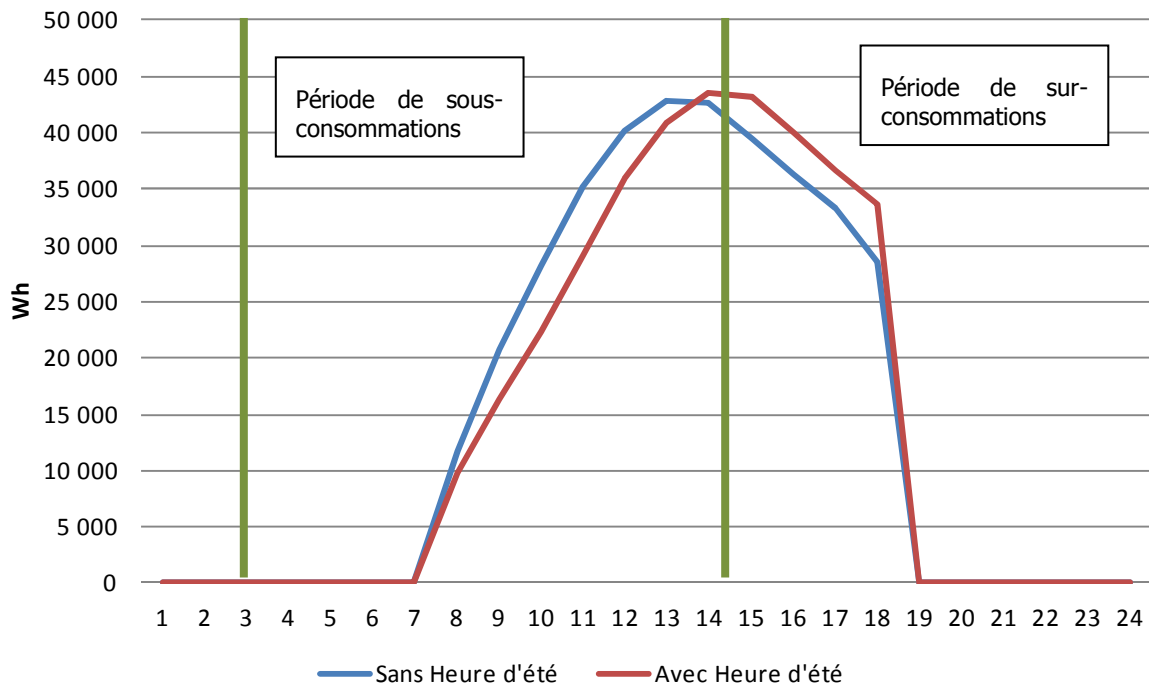
- Différences de consommations ((Avec Régime d'heure d'été – Sans régime d'heure d'été) / Avec Régime d'heure d'été)

	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Baisse la nuit
<b>Bureaux - Trappes</b>	1,25%	-0,02%	-1,72%	-1,51%
<b>Bureaux - Agen</b>	1,20%	-0,09%	-2,85%	-2,34%
<b>Commerces - Trappes</b>	1,98%	-0,02%	-5,13%	-5,16%
<b>Commerces - Agen</b>	2,43%	-0,13%	-11,05%	-11,74%
<b>Café - Restaurant - Trappes</b>	2,28%	0,03%	2,02%	2,04%
<b>Café - Restaurant - Agen</b>	2,89%	0,08%	0,95%	1,00%

Pour la climatisation l'analyse est exactement l'inverse de celle faite sur l'usage chauffage. En effet la majorité des surfaces tertiaires semblent éviter des consommations de climatisation grâce au changement d'heure. On s'aperçoit en outre que pour cet usage il existe de fortes variations de l'impact du régime d'heure d'été en fonction de la zone climatique, l'impact pouvant doubler d'une zone à l'autre.

Le graphique suivant illustre les différences de besoin de froid avec ou sans régime d'heure d'été pour un bâtiment de bureau au mois de Juillet à Trappes (consigne de chauffage éteint la nuit) :

### Besoins de froid horaires d'un bâtiment de bureaux - Consigne Eteint la nuit - Journée type semaine - Mois Juillet



### III.3. Etude prospective sur l'impact de l'heure d'été

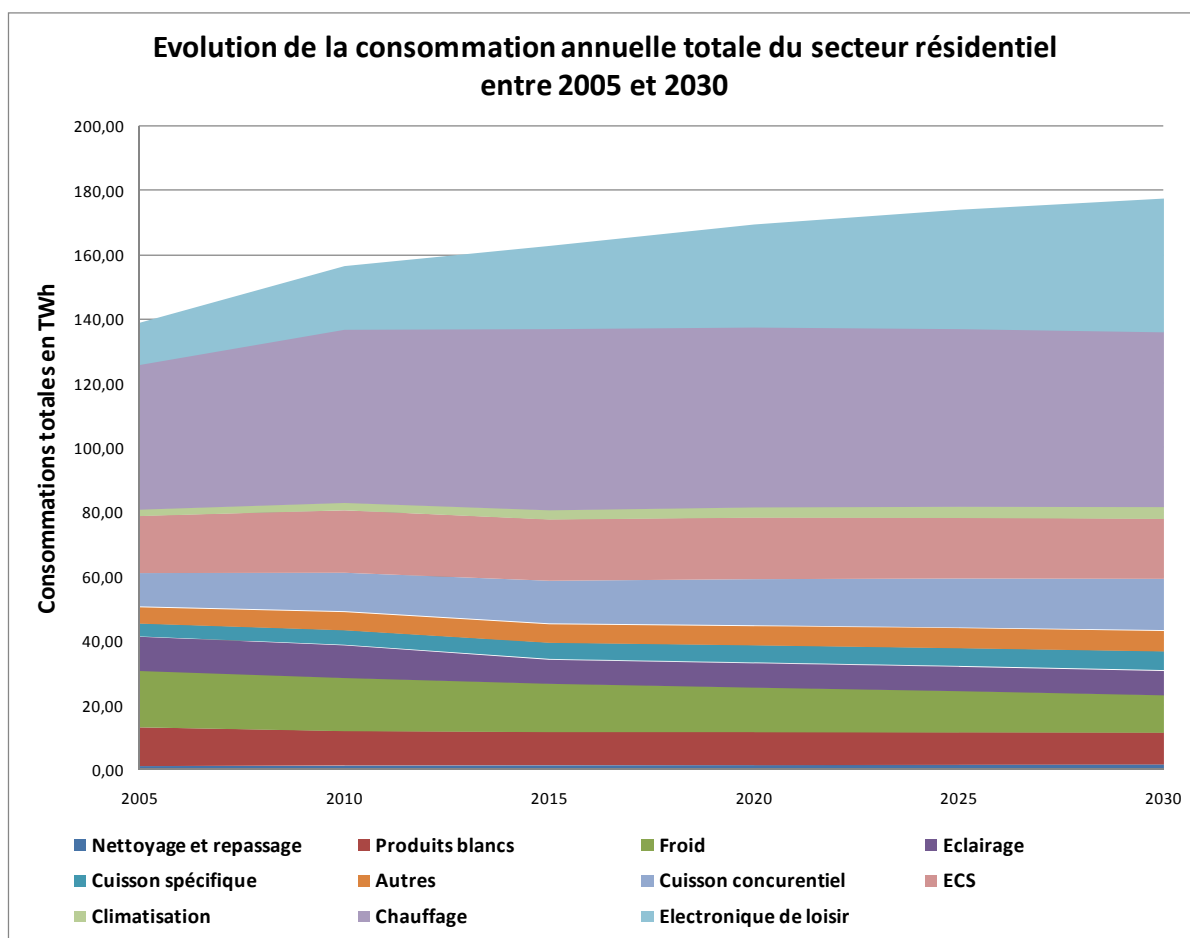
Cette partie de l'étude a pour objectif de déterminer l'ensemble des évolutions prévisibles des déterminants de la demande énergétique (nombre d'abonnés par typologie, taux d'équipement par usage et par typologie d'abonnés, puissance moyenne des équipements par usage et par typologie d'abonnés, consommations unitaires de chauffage par typologie d'abonnés, ...) qui pourraient avoir une influence sur les effets à venir du régime d'heure d'été. Une fois ces différents déterminants projetés, et en fonction d'hypothèses de diffusion de systèmes de gestion thermique fine du bâtiment pour le chauffage et la climatisation, il sera alors possible de déterminer la courbe d'évolution de l'impact du régime d'heure d'été sur les consommations énergétiques et sur la demande électrique des usages chauffage, climatisation et éclairage.

#### III.3.a. Secteur Résidentiel

##### ► Impact sur la demande en électricité

- Prospective des consommations totales par usage

La méthodologie de projection des différents déterminants de la demande électrique (Nombre d'usager par branche, taux d'équipement par usage, puissance moyenne des équipements par usage, temps de fonctionnement annuel par usage) est décrite dans les annexes 4 et 5 du rapport. Nous obtenons après application de cette dernière les résultats en énergie suivants :



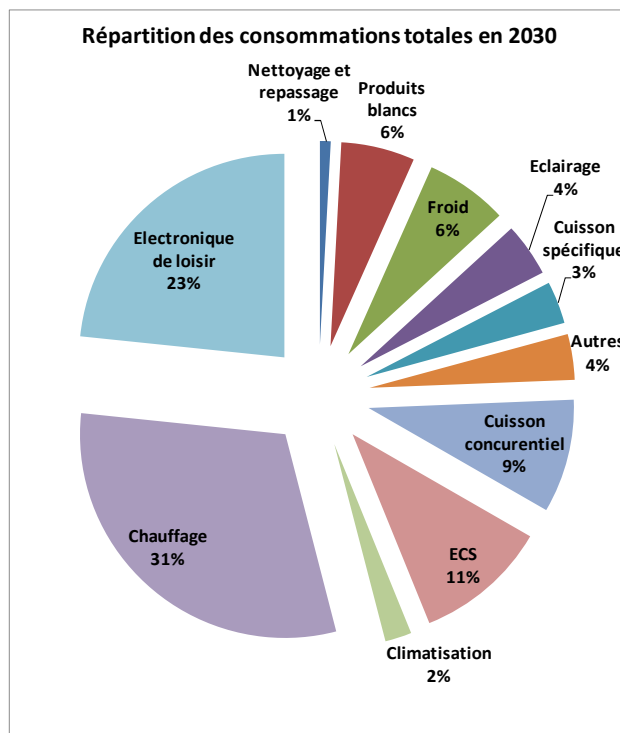
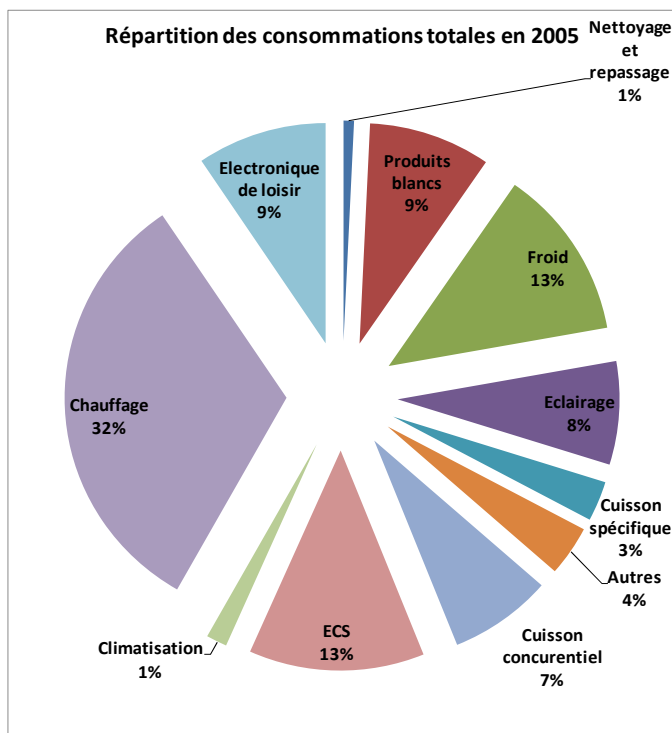
	Consommations totales en TWh					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Nettoyage et repassage	1,06	1,20	1,29	1,38	1,44	1,49
Produits blancs	12,32	11,06	10,66	10,57	10,42	10,28
Froid	17,52	16,39	14,97	13,76	12,76	11,56
Eclairage	10,56	10,11	7,44	7,56	7,50	7,51
Cuisson spécifique	4,07	4,74	5,14	5,42	5,73	5,99
Autres	5,13	5,69	5,90	6,09	6,28	6,46
Cuisson concurrentiel	10,40	11,98	13,27	14,48	15,23	15,97
ECS	17,81	19,39	19,12	19,07	18,95	18,71
Climatisation	2,10	2,43	2,94	3,26	3,51	3,72
Chauffage	45,00	53,95	56,33	56,06	55,31	54,46
Electronique de loisir	13,14	19,74	25,90	31,96	37,03	41,45
<b>Total</b>	<b>139,10</b>	<b>156,67</b>	<b>162,97</b>	<b>169,60</b>	<b>174,15</b>	<b>177,61</b>
<b>Croissance</b>	<b>100%</b>	<b>113%</b>	<b>117%</b>	<b>122%</b>	<b>125%</b>	<b>128%</b>

Une augmentation des consommations totales d'électricité de l'ordre de 28% est donc attendue d'ici à 2030. Cette augmentation forte lors des 10 premières années est freinée au cours du temps avec la pénétration progressive de technologies performantes et des mesures prévues dans le cadre du Grenelle.

Le scénario d'évolution de la demande électrique utilisée ici est un mix des scénarii Référence et MDE Renforcée du Bilan Prévisionnel RTE 2009. Il prend en effet en compte les directives « EuP » sur l'éco-conception, la fin de l'éclairage par incandescence, les objectifs de réhabilitation thermique du Grenelle de l'Environnement, ... Sur les points importants les comparaisons obtenues entre les deux méthodologies sont les suivantes :

- Respectivement 559 et 532 TWh de consommation nationale en 2025 pour les scénarii Référence et MDE du BP09 de RTE contre 555 TWh dans cette étude
- Evolution de la forme journalière de la demande nationale :
  - BP09 RTE : Renforcement de l'amplitude des écarts entre les creux et les pointes de puissance avec rattrapage de la pointe du soir par la pointe du matin
  - Energies Demain : Renforcement de l'amplitude des écarts entre les creux et les pointes de puissance avec augmentation de la différence entre la pointe du soir et la pointe du matin

Ainsi, comme nous le montre les graphiques suivants, la structure des consommations du secteur résidentiel se modifie avec le temps. Une diminution de la part prise par certains usages traditionnels (Produits Blancs, Froid, Eclairage, ECS) laisse donc sa place aux nouveaux usages représentés ici par l'Electronique de Loisir.



Les trois usages impactés par la mise en place du régime d'heure d'été devraient donc subir des évolutions différentes que ce soit en termes de consommation unitaire ou de part des consommations totales : baisse de l'importance de l'éclairage, stabilité de la part des consommations de chauffage et forte hausse des consommations de climatisation.

- Prospective de l'impact du régime d'heure d'été
  - Usage Eclairage

Tout d'abord nous effectuons une mise à jour des résultats obtenus sur l'éclairage pour les différentes années étudiées. Nous obtenons alors les résultats suivants en énergie :

Année	Consommations totales d'éclairage du secteur résidentiel (en GWh)	Impact du changement d'heure sur les consommations d'éclairage du secteur résidentiel (en GWh)
2009	11 092	-321
2015	7 440	-216
2020	7 558	-219
2025	7 500	-217
2030	7 506	-217

La baisse attendue des consommations électriques dues à l'usage éclairage dans le secteur résidentiel provoque donc une baisse importante des gains engendrés par le régime d'heure d'été sur ces mêmes consommations, ces derniers passant de 321GWh en 2009 à 217GWh en 2030.

- Usages Chauffage et Climatisation

Les différentes simulations effectuées dans la partie précédente nous ont permis d'évaluer l'impact du changement d'heure sur les consommations de chauffage et de climatisation des principales typologies de logements du parc français en fonction de différents scénarii d'occupation et de consignes de températures. Ces simulations s'appliquent dans le cas de

bâtiments possédant des systèmes de gestion performants, il convient donc dans un premier temps de définir des hypothèses de pénétration de ces technologies sur le parc de systèmes de chauffage électriques et de climatisation français.

Dans le cadre de la mise en place des simulations prospectives, des dynamiques de renouvellement des systèmes de chauffage du parc de logements datant d'avant 2005 et de création de logements ont été mises en place (voir Annexe 5). Ces dernières permettent d'évaluer le nombre de nouveaux systèmes de chauffage électrique installés chaque année. Combiné à des hypothèses de pénétration de systèmes de chauffage avec une gestion thermique performante dans les ventes nationales, ces installations annuelles nous permettent d'estimer la part de ces systèmes sur le parc français aux différents points de passage étudiés.

	Nombre de logements ancien avec renouvellement de système chauffage intégré électricité ou PAC	Nouveaux logements à l'élec	Part des systèmes élec installés avec gestion thermique performante dans l'ancien	Part des systèmes élec installés avec gestion thermique performante dans le récent	Nombre de nouveaux logements avec gestion performante	Nombre de logements totaux à l'élec	Part des chauffages avec gestion thermique performante
2005			0%	0%		8 747 239	0%
2010	2 538 522	1 324 632	5%	50%	193 158	10 103 237	2%
2015	2 497 821	995 269	30%	100%	1 047 927	11 091 720	11%
2020	2 456 561	828 608	60%	100%	1 604 327	11 884 852	24%
2025	2 414 982	874 772	85%	100%	2 234 777	12 702 674	40%
2030	2 373 286	853 646	95%	100%	2 283 414	13 556 829	54%
					7 363 602		

Ainsi d'après les hypothèses utilisées dans le cadre de cette simulation, 54% du parc de chauffage électrique nationale devrait posséder un de ces systèmes de gestion en 2030.

De même une dynamique de renouvellement et d'achat de nouveaux systèmes de climatisation a été réalisé afin d'estimer, aux différents pas de temps souhaités, la part de ces systèmes de climatisation sur le parc résidentiel total. Les hypothèses sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	Nouveaux systèmes de climatisation (en millions)	Renouvellement de systèmes de climatisation (en millions)	Part des systèmes de climatisation avec gestion thermique performante	Nouveaux logements avec gestion performante (en millions)	Nombre de logements avec gestion performante (en millions)	Part des systèmes avec une gestion thermique performante
2005	0	0	0%			
2010	1,831	1,228	10%	0,31	0,31	6%
2015	3,638	1,965	40%	1,59	1,89	22%
2020	2,086	3,430	65%	1,65	3,54	33%
2025	1,505	4,270	80%	2,62	6,16	51%
2030	1,194	4,875	90%	2,49	8,65	65%

Les résultats obtenus se rapprochent de ceux provenant des simulations effectuées sur le parc de chauffage électrique français avec une part de 65% du parc de climatiseurs avec gestion thermique en 2030.

Il est ressorti au cours des simulations thermiques de l'impact du changement d'heure sur les consommations de chauffage que le facteur déterminant de l'importance des gains réalisés est la consigne de température fixée par le ménage. Ainsi une répartition de ces consignes sur les différents logements concernés a été effectuée en associant à chaque croisement catégorie socio-professionnel de la personne référence su logement – nombre de personnes du logement (données provenant du recensement de la population de l'INSEE) une consigne adaptée définie selon les règles suivantes :

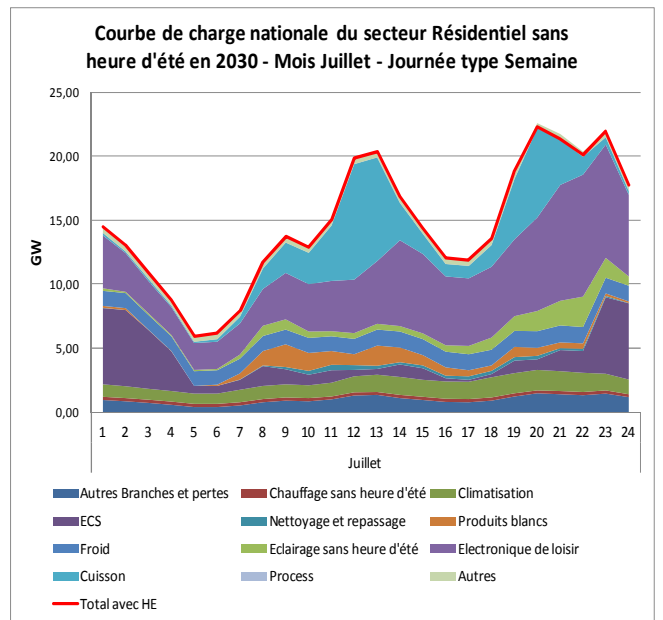
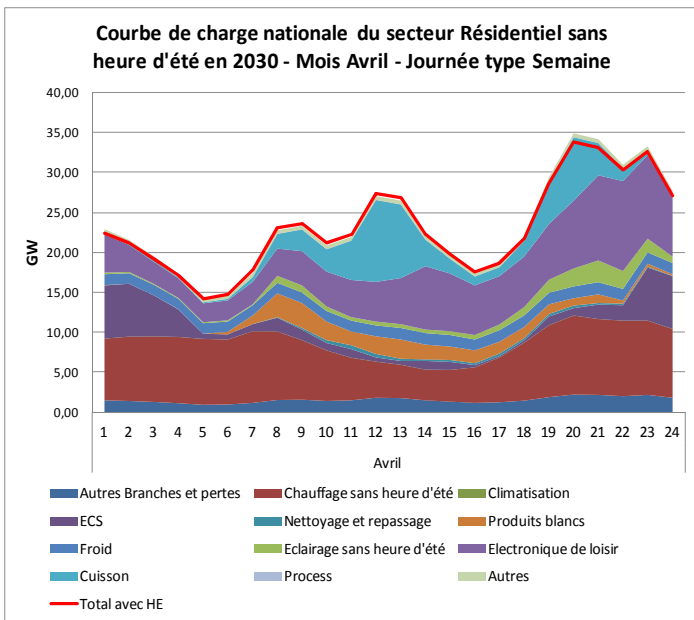
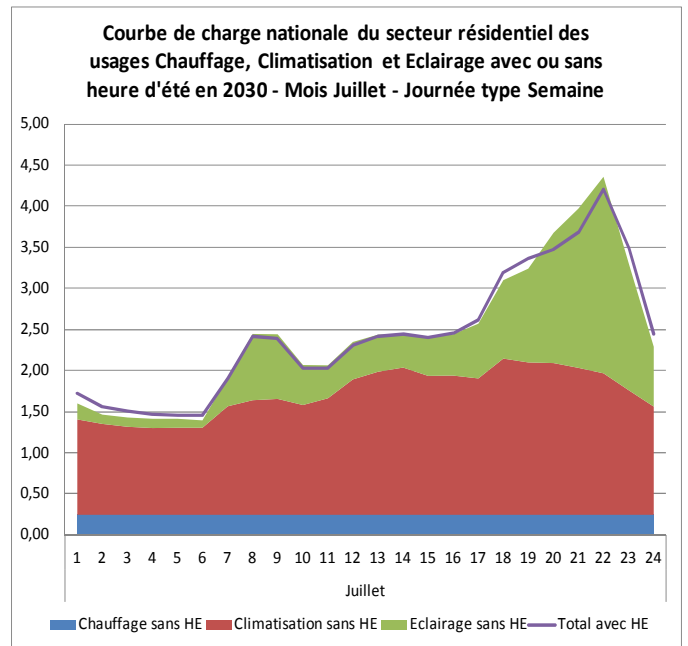
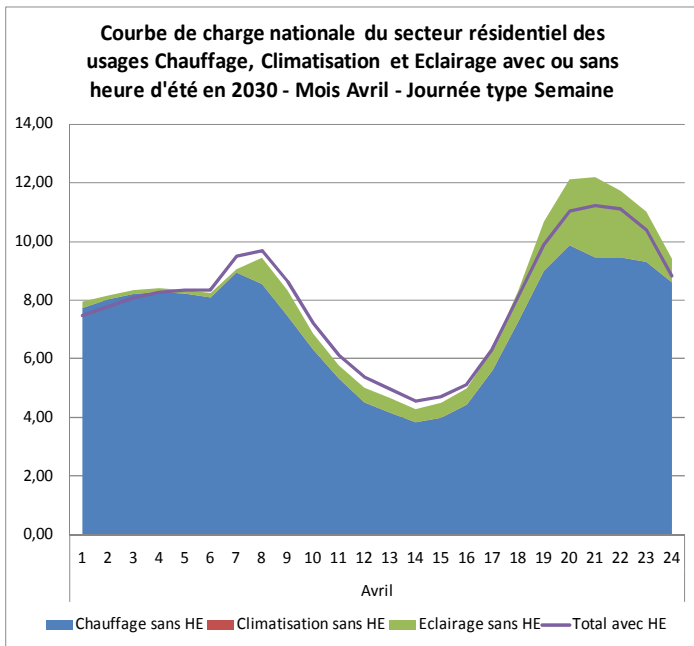
- CSP Inactif divers, chômeurs ou retraités : Consigne constante
- CSP Actif – 1 personne dans le logement : 10% de consignes constantes, 55% de consignes Eteint en journée et 35% de consignes baisse en journée
- CSP Actif – 2 personnes dans le logement : 15% de consignes constantes, 45% de consignes Eteint en journée et 40% de consignes baisse en journée
- CSP Actif – plus de 2 personnes dans le logement : 33% de consignes constantes, 33% de consignes Eteint en journée et 33% de consignes baisse en journée

Ainsi en croisant l'ensemble de ces hypothèses avec l'étude prospective des consommations effectuées précédemment il est possible d'évaluer l'évolution de l'impact du changement d'heure sur les consommations de chauffage et de climatisation du parc de logements français :

Année	Consommations totales de Chauffage (en GWh)	Consommations totales de Climatisation (en GWh)	Impacts sur le chauffage	Impacts sur la climatisation	Impact sur les consommations de chauffage (en GWh)	Impact sur les consommations de climatisation (en GWh)
2005	45 000	2 100	0,00%	0,00%	0,00	0,00
2010	53 949	2 430	-0,01%	0,32%	-4,19	7,78
2015	56 329	2 941	-0,05%	1,13%	-25,61	33,36
2020	56 060	3 257	-0,10%	1,71%	-54,53	55,56
2025	55 311	3 509	-0,16%	2,60%	-89,87	91,20
2030	54 459	3 724	-0,22%	3,32%	-120,18	123,73

A climat considéré constant les gains en énergie obtenus sur le chauffage (120GWh) compensent ainsi, malgré un impact unitaire plus faible, les surconsommations de climatisation (124GWh) engendrées par le régime d'heure d'été. Cependant malgré un impact quasiment nul sur les consommations, le transfert des consommations de l'usage chauffage vers l'usage climatisation devrait malgré tout légèrement modifier la forme de la demande électrique nationale du secteur résidentiel en transférant une partie des consommations de la soirée vers l'après-midi mais à une période de l'année différente (hiver contre été), donc avec des problématiques de pointe différente.

En sommant les impacts du changement d'heure sur les trois usages étudiés on obtient ainsi un gain de 215GWh sur les consommations électriques du secteur résidentiel. Voici ainsi les résultats obtenus sur la courbe de charge du secteur résidentiel pour les trois usages étudiés et pour l'ensemble des consommations des logements français :



Malgré une réelle modification des appels de charge de ces différents usages, on s'aperçoit que les appels de charge globaux du secteur résidentiel ne sont que très peu modifiés par le régime d'heure d'été. On peut tout de même noter qu'en 2030 le changement d'heure éviterait un appel de charge d'environ 1GW à la pointe été nationale.



### ► Impact sur les consommations énergétiques totales et sur les émissions de Gaz à effet de serre

Afin de déterminer l'impact du régime d'heure d'été sur les consommations énergétiques totales du secteur résidentiel il nous reste à évaluer l'impact de ce dernier sur les consommations de chauffage pour les autres énergies que l'électricité. Une évolution prospective de la répartition des énergies de chauffage des résidences principales et secondaires françaises et de leurs consommations unitaires a ainsi été réalisée.

La répartition des parts de marché énergétique pour l'usage chauffage a été basée sur le jeu d'hypothèses suivant :

- Seuls les modes de chauffage collectifs et individuels à l'électricité, au gaz et au bois et le chauffage urbain seront encore présents sur le territoire français en 2030
- Evolution des logements chauffés à l'électricité détaillée en Annexe 5
- 7,3 Millions de logements au chauffage au bois en 2012, 9 Millions en 2020 (PPI Chaleur 2009) et croissance annuelle 2020 – 2030 identique à la croissance annuelle 2012 – 2020
- 2 Millions de logements au chauffage urbain en 2030

L'évolution des consommations unitaires par énergie de chauffage répond quant à elle aux exigences suivantes :

- Dynamique de renouvellement des systèmes de chauffage et des réhabilitations de logements semblable à celle utilisée pour le chauffage électrique et détaillée dans l'Annexe 5
- Evolution de 10% de l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage au bois et au gaz du fait de l'amélioration des appareils et des combustibles utilisés

En appliquant les mêmes hypothèses de distribution de consignes de température au sein des logements concernés nous obtenons les résultats en énergies suivants en 2030 :

		Nombre de ménages 2030	Consommations unitaires 2030 avec HE (en GWh)	Consommations totales 2030 avec HE (en GWh)	Consommations totales 2030 sans HE (en GWh)	Impact du régime d'heure d'été (en GWh)
RP	Chauffage électrique	10 660 501	4 583	48 859	48 751	-108
	Chauffage au bois	11 125 000	32 102	357 131	356 339	-792
	Chauffage urbain	2 000 000	12 207	24 415	24 361	-54
	Chauffage à gaz	7 793 499	13 248	103 247	103 017	-229
RS	Chauffage électrique	2 822 906	1 984	5 600	5 587	-12
	Chauffage au bois	1 920 757	12 822	24 628	24 573	-55
	Chauffage urbain	345 305	1 815	627	625	-1
	Chauffage à gaz	1 345 566	2 563	3 449	3 441	-8

En combinant ces résultats et les résultats obtenus sur les usages éclairage et climatisation avec les facteurs d'émissions correspondants (contenu CO2 moyen saisonnalisé pour les usages électriques et facteurs d'émissions sans cycle amont issus du Bilan Carbone pour les autres énergies) nous obtenons les résultats suivants en termes d'émissions de Gaz à Effet de Serre :

Usage	Gains en énergie 2030 (en GWh)	Facteur d'émissions (en g de CO2/kWh)	Impact du régime d'heure d'été (en t de CO2)	
Eclairage	-217	100	-21 749	
Climatisation	124	40	4 949	
Chauffage	Electrique	-121	180	-21 750
	Bois	-455	0	0
	Chauffage urbain	-56	101	-5 605
	Chauffage à gaz	-237	205	-48 531
<b>Impact global du régime d'HE sur les émissions de GES du secteur résidentiel (en t de CO2)</b>			<b>-92 685</b>	

La mise en place du régime d'heure d'été devrait donc avoir un impact grandissant sur les émissions de GES du secteur résidentiel (passant d'une économie de 32kt en 2009 à 100kt en 2030) avec la pénétration sur le parc français de systèmes de chauffage et de climatisation avec gestion thermique. En effet la baisse des gains observés pour l'usage Eclairage (22 kt de CO2 économisée en 2030 contre 32kt en 2009) et les pertes observées sur l'usage climatisation (environ 5kt de CO2) sont relativement faibles au regard des gains observés sur le chauffage (83kt).

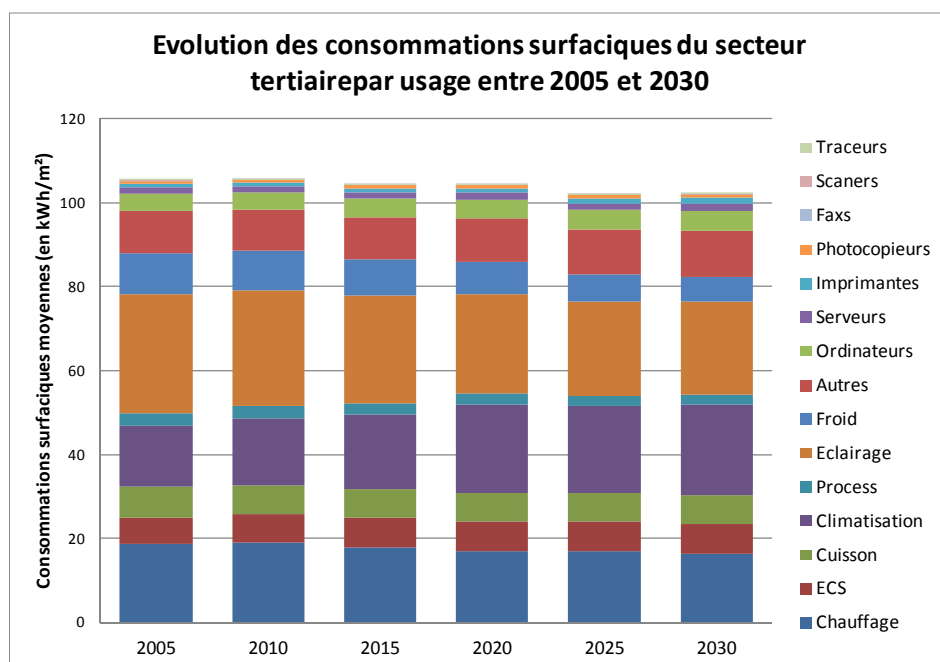
Il est à noter que les facteurs d'émissions par usage du kWh électrique utilisés ici devraient être fortement modifiés au cours de la période étudiée étant donné les évolutions attendues sur la courbe de la demande électrique nationale (développement de nouveaux usages, pénétration de technologies performantes sur les usages classiques, mesures sur les consommations de chauffage, ...) et sur le mix énergétique du parc de production électrique national.

### III.3.b. Secteur Tertiaire

#### ► Impact sur la demande en électricité

- Prospective des consommations totales par usage

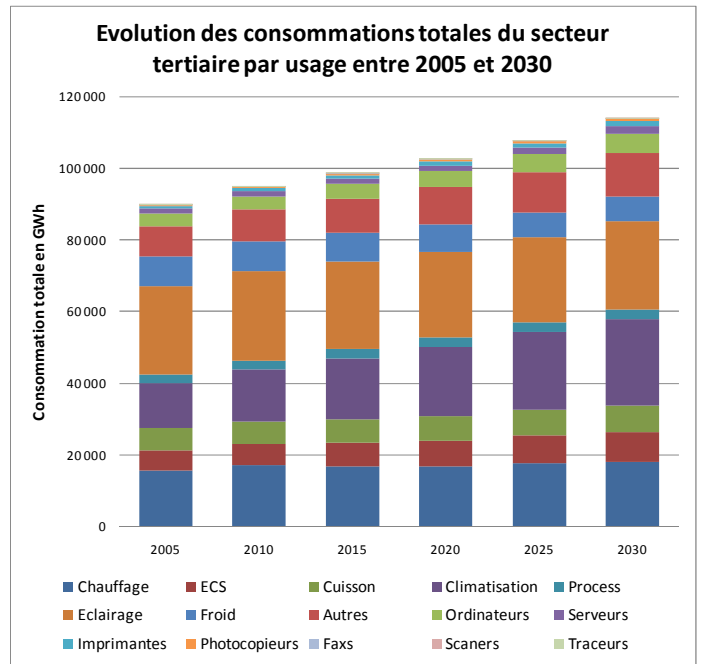
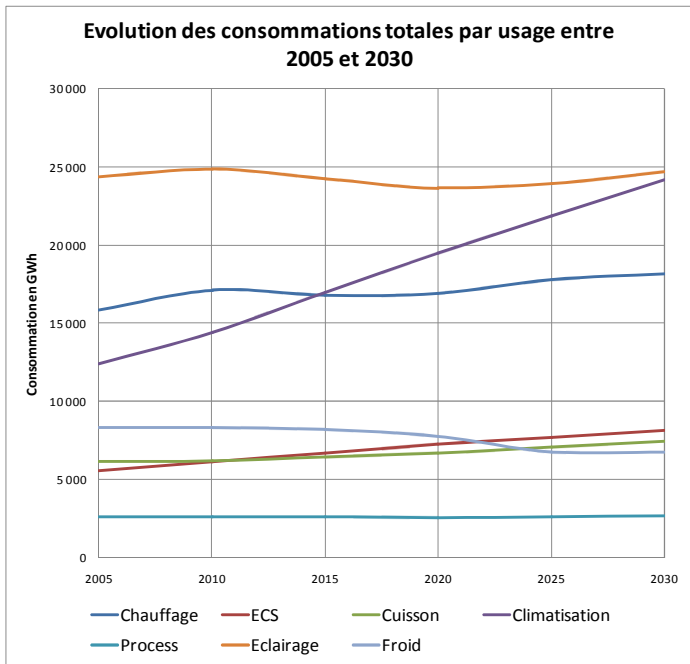
La mise en place d'hypothèses de projection des différents déterminants de la consommation électrique nationale du secteur tertiaire nous permet d'obtenir les résultats suivants sur les consommations unitaires par usage :



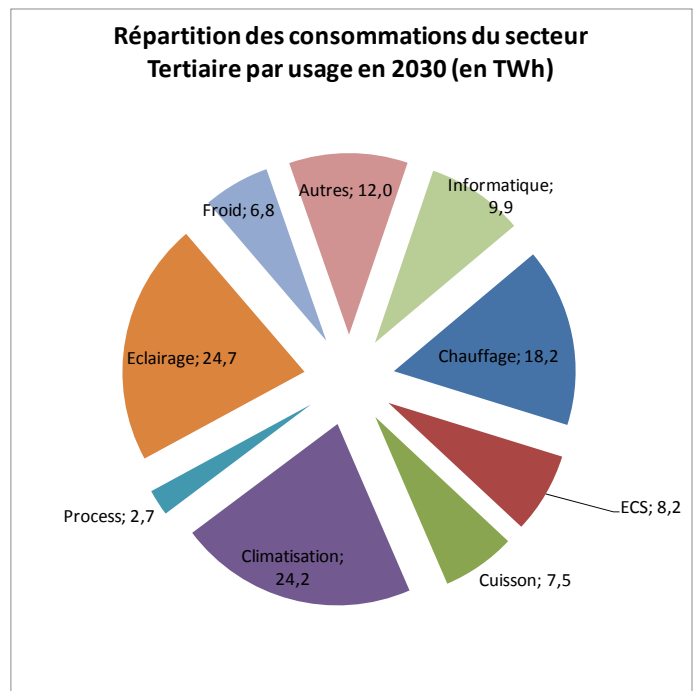
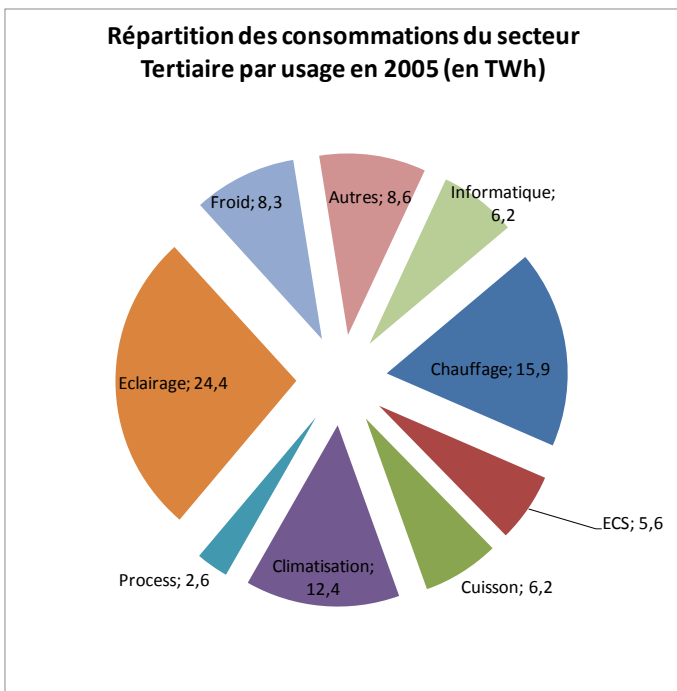
A l'image de ce qu'on observe sur l'évolution du secteur Résidentiel, les consommations unitaires (ici en kWh/m<sup>2</sup>) ne semblent pas devoir diminuer dans les prochaines années. Cette stagnation provient de la compensation de deux effets inverses :

- Une baisse des consommations unitaires de certains usages du fait de la pénétration de technologies performantes (Froid, Eclairage, ...) et des mesures du Grenelle (principalement le Chauffage)
- Une augmentation attendue des parts de marché de l'électricité sur les usages Chauffage et ECS et une augmentation des parts de surfaces climatisées

Ainsi en combinant avec l'évolution des différentes surfaces on obtient une forte augmentation des consommations totales des branches identifiées dans le secteur Tertiaire, consommations passant de 90 TWh en 2005 à 114 TWh en 2030.



Les graphiques ci-dessous illustrent les modifications de structure par usage des consommations du secteur Tertiaire entre 2005 et 2030. La climatisation et les usages informatiques prennent ainsi de l'importance au contraire de l'Eclairage, du Chauffage et du Froid dont la part diminue.



- Prospective de l'impact du régime d'heure d'été
  - Usage Eclairage

Comme pour le secteur résidentiel nous effectuons une mise à jour des résultats obtenus sur l'éclairage en 2030 pour le secteur Tertiaire :

Année	Consommations totales d'éclairage du secteur Tertiaire (en GWh)	Impact du changement d'heure sur les consommations d'éclairage du secteur Tertiaire (en GWh)
2009	29 174	-119
2015	29 344	-121
2020	28 613	-118
2025	28 747	-120
2030	29 354	-123

Contrairement au secteur résidentiel l'impact du changement d'heure semble devoir rester à peu près constant au cours des 20 prochaines années (autour de 120GWh). En effet, la baisse plus faible des consommations unitaires est compensée par la forte hausse des surfaces des différentes branches.

- Usages Chauffage et Climatisation

Un scénario de pénétration de technologies de chauffage et de climatisation performante a également été mis en place. Les hypothèses posées et les résultats obtenus sur l'usage chauffage sont détaillés dans le tableau suivant :

	Surfaces totales datant d'avant 2005 au chauffage électrique	Surfaces nouvellement chauffées à l'électricité les 5 dernières années	Part des systèmes de chauffage installés avec gestion thermique performante dans l'ancien	Part des systèmes de chauffage installés avec gestion thermique performante dans le neuf	Surfaces avec installation de gestion thermique performante (en m <sup>2</sup> )	Part des chauffages avec gestion thermique performante
2005	198 771 500		0%	0%	0	0%
2010	194 773 532	27 669 987	5%	75%	21 434 197	10%
2015	190 932 538	29 683 284	30%	100%	33 242 749	22%
2020	187 242 256	32 397 450	70%	100%	38 893 151	34%
2025	183 696 680	34 950 539	90%	100%	40 628 514	44%
2030	180 290 048	37 775 815	95%	100%	40 840 896	51%
					<b>175 039 506</b>	

De même voici les hypothèses utilisées et les résultats obtenus sur la Climatisation :

	Surfaces climatisées totales datant d'avant 2005	Surfaces nouvellement climatisées les 5 dernières années	Part des systèmes de Climatisation installés avec gestion thermique performante dans l'ancien	Part des systèmes de Climatisation installés avec gestion thermique performante dans le neuf	Surfaces avec installation de gestion thermique performante (en m <sup>2</sup> )	Part des climatisations avec gestion thermique performante
<b>2005</b>	189 351 824		0%	0%	0	0%
<b>2010</b>	185 543 317	45 351 347	15%	75%	36 796 660	16%
<b>2015</b>	181 884 345	44 365 479	50%	100%	51 619 863	33%
<b>2020</b>	178 368 944	43 847 271	75%	100%	50 593 702	45%
<b>2025</b>	174 991 391	41 862 203	95%	100%	45 280 414	53%
<b>2030</b>	171 746 198	41 857 875	100%	100%	40 603 431	58%
					<b>224 894 070</b>	

On s'attend donc à des pénétrations identiques de matériels performants pour les usages Chauffage et Climatisation avec une part de parc atteint de l'ordre de 55% en 2030.

Il nous reste à associer à ces logements impactés par le régime d'heure d'été des scénarii d'utilisation des locaux par branche d'activité. Comme nous l'avons évoqué précédemment, les hôtels sont considérés comme non impactés par le régime d'heure d'été, voici donc les hypothèses affectées aux autres branches impactées :

- Bureaux, Administrations et Enseignement :
  - 20% consigne constante
  - 40% consigne éteint la nuit
  - 40% consigne baisse la nuit
- Commerces :
  - 10% consigne constante
  - 45% consigne éteint la nuit
  - 45% consigne baisse la nuit
- Café - Restaurants :
  - 20% consigne constante
  - 40% consigne éteint la nuit
  - 40% consigne baisse la nuit

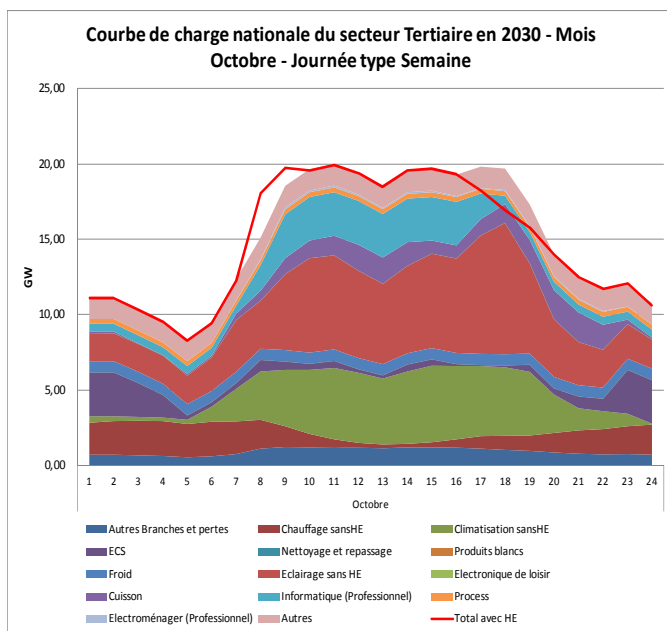
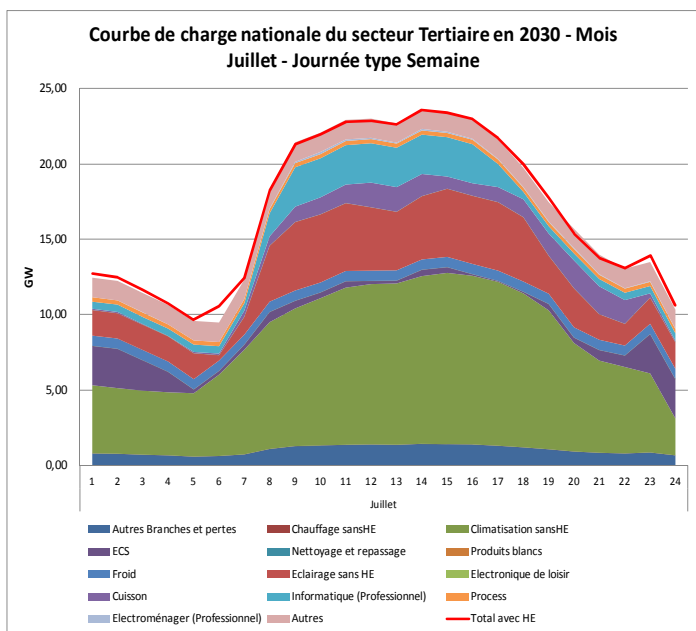
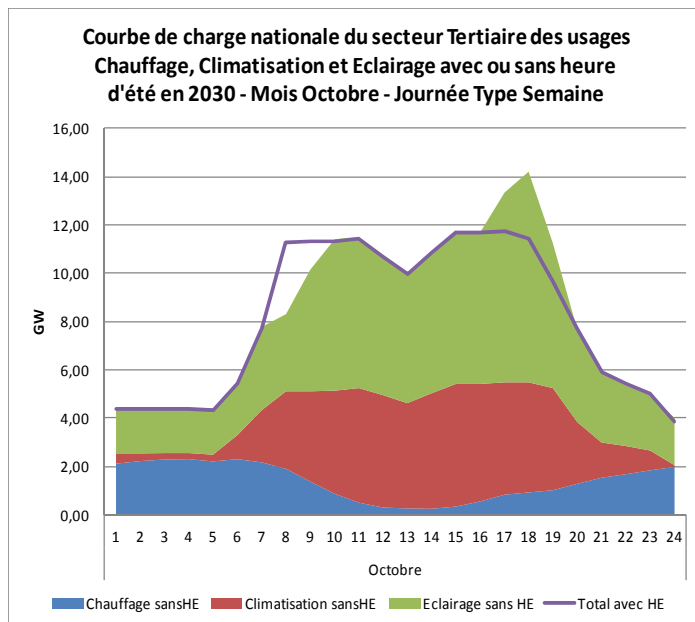
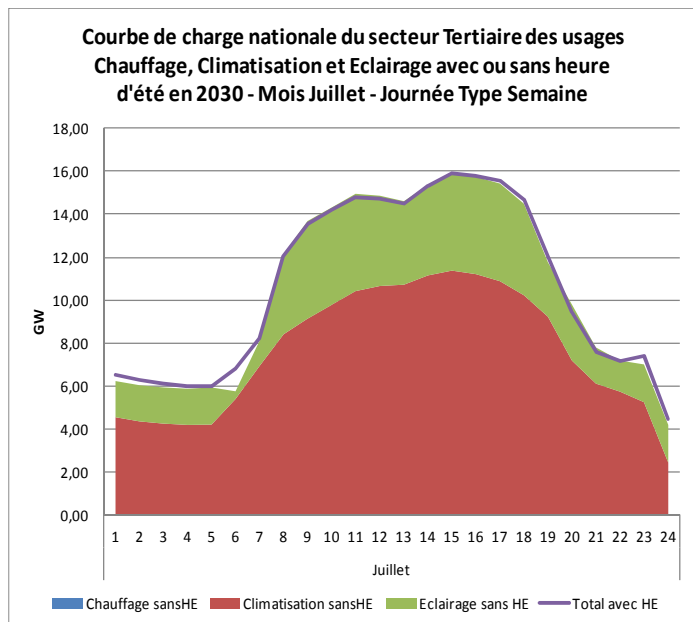
Nous obtenons alors les résultats suivants en termes d'impact du changement d'heure sur les consommations électriques nationales :

	Consommations électriques totales des branches ciblées dues au chauffage (en GWh)	Impact du régime d'HE sur les consommations de chauffage (en GWh)	Consommations électriques totales des branches ciblées dues au Climatisation (en GWh)	Impact du régime d'HE sur les consommations de Climatisation (en GWh)
<b>2015</b>	12 853	14	13 633	-66
<b>2020</b>	12 928	22	15 754	-104
<b>2025</b>	13 584	30	17 751	-138
<b>2030</b>	13 874	<b>36</b>	19 709	<b>-169</b>

Ainsi nous obtenons un impact globalement positif du régime d'heure d'été sur les consommations électriques du secteur Tertiaire (gains d'environ 130 GWh). A l'inverse du

secteur résidentiel, les gains obtenus sur la climatisation dépassent largement les surconsommations de chauffage observées.

L'impact global du Changement d'heure en 2030 sur les consommations électriques du secteur Tertiaire serait donc de -250GWh de consommation annuelle. Cet impact serait le suivant sur les appels de charge nationaux :



Le régime d'heure d'été devrait donc provoquer en 2030 une légère modification de la courbe de charge du secteur Tertiaire, avec une baisse des appels de charge matinaux équivalente à l'augmentation des appels de charge en soirée (comprise entre 1 et 2,8 GW en fonction des mois de la période).

► **Impact sur les consommations énergétiques totales et sur les émissions de Gaz à effet de serre**

De manière analogue au secteur résidentiel nous évaluons l'impact du régime d'heure d'été sur les consommations dues au chauffage pour les énergies différentes de l'électricité. Pour cela nous nous appuyons sur les hypothèses de diffusion de matériels présentées précédemment et sur les hypothèses de répartition de part de marché énergétique de l'usage chauffage suivantes :

- Evolution présentée précédemment des surfaces chauffées à l'électricité
- 15% de surfaces au Chauffage Urbain en 2030 (8% en 2005)
- 15% des surfaces chauffés au bois
- Le reste des surfaces est chauffé au gaz

L'évolution des consommations unitaires est similaire à celle développée dans le cas des surfaces chauffées à l'électricité. Nous obtenons donc les impacts suivants du régime d'heure d'été sur les consommations de chauffage :

	Consommations totales 2030 (en GWh)	Impact du régime d'heure d'été (en GWh)
<b>Chauffage électrique</b>	13 874	36
<b>Chauffage au gaz</b>	34 213	88
<b>Chauffage urbain</b>	16 341	42
<b>Chauffage au bois</b>	13 581	35

En associant l'ensemble des impacts calculés du régime d'heure d'été en 2030 aux facteurs d'émissions correspondants (contenu CO2 moyen saisonnalisé pour les usages électriques et facteurs d'émissions sans cycle amont issus du Bilan Carbone pour les autres énergies) nous obtenons les résultats suivants en termes d'émissions de Gaz à Effet de Serre :

Usage	Gains en énergie 2030 (en GWh)	Facteur d'émissions (en g de CO2/kWh)	Impact du régime d'heure d'été (en t de CO2)
<b>Eclairage</b>	-123	100	-12 300
<b>Climatisation</b>	-169	40	-6 760
<b>Chauffage</b>	<b>Electricité</b>	36	6 412
	<b>Gaz</b>	88	18 007
	<b>Chauffage urbain</b>	42	4 238
	<b>Bois</b>	35	0
<b>Impact global du régime d'HE sur les émissions de GES du secteur Tertiaire (en t de CO2)</b>			<b>9 597</b>

Ainsi les résultats simulés en 2030 sont très différents de ceux observés en 2005. La prise en compte de l'impact sur le chauffage et de la climatisation amène en effet un impact global négatif du changement d'heure sur les émissions de Gaz à Effet de Serre avec environ 10 kt de CO2 émis en plus.



### III.3.c. Impact global

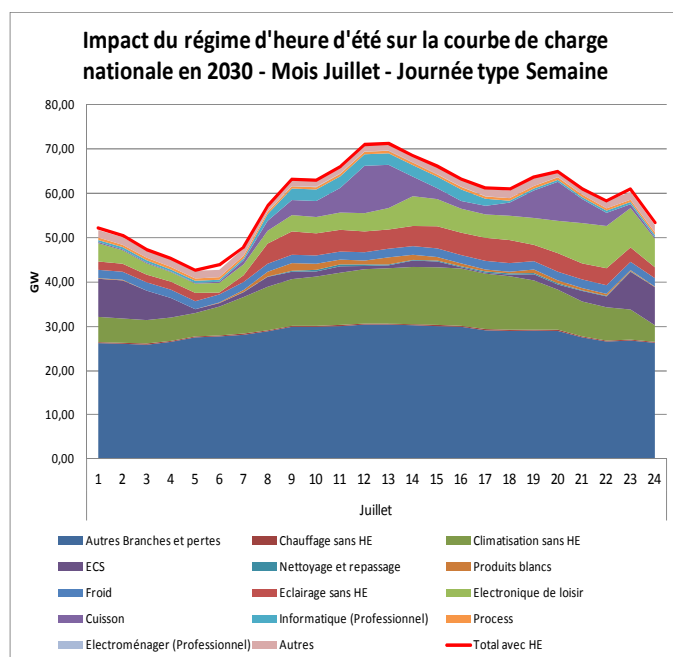
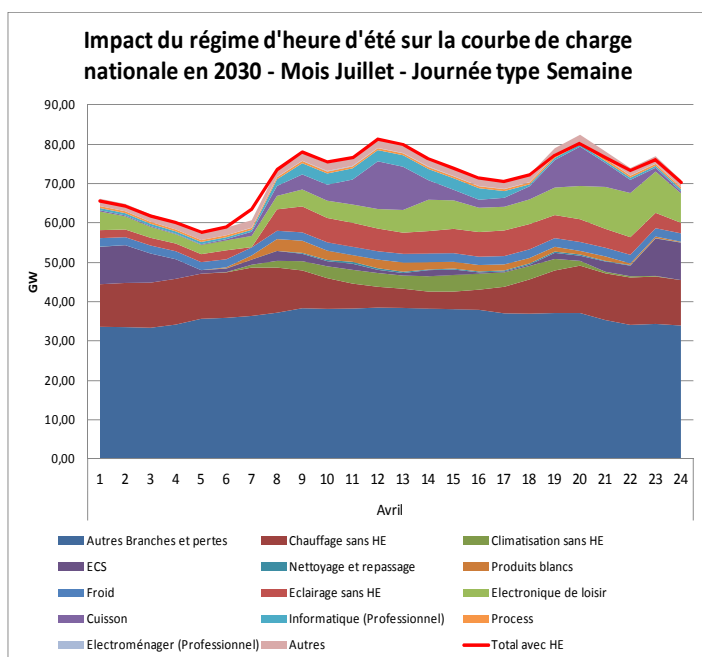
#### ► Impact sur la demande en électricité

En sommant l'ensemble des résultats obtenus sur les secteurs résidentiels et Tertiaires nous obtenons les résultats suivants en énergie :

	Consommations totales 2030 (en GWh)	Impact du régime d'heure d'été en 2030 (en GWh)	Part de gains
<b>Chauffage</b>	68 333	-85	-0,12%
<b>Climatisation</b>	23 433	-45	-0,19%
<b>Eclairage</b>	36 860	-340	-0,92%
<b>Total</b>	<b>128 626</b>	<b>-470</b>	<b>-0,37%</b>

Pour l'ensemble des usages concernés, l'impact du changement d'heure devrait donc provoquer globalement (secteurs résidentiels et tertiaires confondus) une baisse des consommations électriques nationales, avec une baisse totale (tous usages confondus) de l'ordre de 470 GWh.

Ces gains, relativement faible au regard des consommations électriques nationales attendues en 2030 (575 TWh dans cette simulation), devraient avoir peu sur la courbe de charge nationale comme le montre les graphiques suivants :



Ainsi globalement l'impact du changement d'heure sur la courbe de charge nationale restera le même en 2030 que celui observé au jour d'aujourd'hui (sous réserve des principales hypothèses développées précédemment : consommations annuelles par usage et par branche, répartition des consignes de température par branche, ...) : sur-consommation le matin (2,6GW d'appel de puissance supplémentaire) et sous-consommation en soirée (baisse de 2,1GW des appels de puissances), les appels de charge en journée n'étant que très peu modifié.

► **Impact sur les consommations énergétiques totales et sur les émissions de Gaz à effet de serre**

En additionnant l'ensemble des impacts en énergie nous obtenons les résultats suivants en termes de consommations et d'émissions de CO2 en 2030 :

Usage		Gains en énergie 2030 (en GWh)	Facteur d'émissions (en g de CO2/kWh)	Impact du régime d'heure d'été (en t de CO2)
Eclairage		-340	100	-34 049
Climatisation		-45	40	-1 811
Chauffage	Electricité	-85	180	-15 338
	Gaz	-149	205	-30 523
	Chauffage urbain	-14	101	-1 374
	Bois	-421	0	0
<b>Impact global du régime d'HE sur les émissions de GES du secteur résidentiel (en t de CO2)</b>				<b>-83 095</b>

Les effets du changement d'heure sur le secteur résidentiel prennent donc le pas sur les effets obtenus sur le secteur tertiaire, laissant entrevoir une faible économie d'environ 90kt d'émissions de CO2 en 2030 sur l'ensemble du territoire français.

Il est à noter que l'ensemble des simulations thermiques réalisées a montré une forte sensibilité aux consignes de température d'entrée du modèle. En effet l'importance des périodes de sur et de sous-consommation dépendant de ces dernières, des décalages d'une heure ou des modifications de la consigne de quelques degrés sur une plage horaire peuvent provoquer des modifications importantes de l'impact de l'application du régime d'heure d'été. Ainsi les résultats présentés ici sur ces usages doivent permettre de comprendre les phénomènes en jeu mais leur fiabilité reste très dépendante de l'évolution future des rythmes de vie et de l'utilisation qui sera faite des systèmes de gestion thermique du bâtiment.

Afin d'estimer la sensibilité du modèle aux différentes hypothèses d'entrée différents scénarii ont été créés à partir du scénario de référence :

- Sensibilité à l'évolution globale de la demande en énergie :
  - Diffusion majeure de la climatisation dans le secteur Tertiaire, effet rebond après la pénétration de technologies performantes d'éclairage, baisse de l'impact des mesures mises en place sur le chauffage résidentiel (moins de réhabilitation effectivement réalisée d'ici à 2030 et pas toujours de respect de la RT 2012) :  
**-101 kt CO2**
  - Diffusion majeure de la climatisation dans le secteur Résidentiel et baisse plus importante que prévue des consommations Résidentiel et Tertiaire d'Eclairage :  
**-73 kt CO2**
- Sensibilité à la pénétration de technologies de gestions thermiques performantes :
  - Baisse de la diffusion de systèmes de gestion thermique dans le secteur résidentiel  
**-47 kt CO2**
  - Augmentation de systèmes de gestion thermique dans les secteurs Résidentiel et Tertiaire :  
**-107 kt CO2**
- Sensibilité aux rythmes de vie :  
 Cette sensibilité est la plus lourde à évaluer. En effet il aurait normalement fallu faire l'ensemble des simulations effectuées précédemment pour chacun des scenarii étudiés. Cette méthodologie étant trop lourde, les évaluations ci-dessous se sont appuyées

uniquement sur les différences d'impact simulés sur certaines branches et consignes lors d'un changement de rythme de vie (et donc de consignes de température).

- Baisse du temps de travail journalier moyen en France

**-108 kt CO2**

- Augmentation du temps de travail journalier moyen en France

**-50 kt CO2**

Bien entendu la combinaison de ces incertitudes entre elles pourraient conduire dans certains cas à des scénarii dont les effets sont bien plus éloignés des résultats de référence que ce que nous donnent les fourchettes précédentes. Ainsi dans certaines évolutions possibles l'impact de l'heure d'été pourrait être globalement négatif que ce soit en termes de consommations énergétiques ou d'émissions de CO2.

## IV. Etudes réalisées sur l'impact de l'heure d'été

### IV.1. Histoire du changement d'heure

Benjamin Franklin fut le premier en 1784 à émettre l'idée d'un changement d'heure afin que les ménages puissent profiter de la lumière du jour et économiser les bougies.

L'Allemagne est le 1er état à mettre en place le changement d'heure au cours de la première guerre mondiale afin d'économiser le charbon servant à l'éclairage. De nombreux pays européens suivront cet exemple après la guerre.

En France, l'heure d'été a été instituée en 1917 avant d'être abandonnée en 1945. C'est la crise pétrolière de 1973 qui remet l'heure d'été au goût du jour. De nombreux pays l'adoptent alors par la suite. L'objectif du changement d'heure était à l'époque d'économiser l'électricité due à l'éclairage grâce à une heure supplémentaire de lumière du soleil le soir. Aujourd'hui, 81 pays pratiquent le changement d'heure.

La part croissante des autres applications de l'électricité dans la vie quotidienne (chauffage, climatisation, électronique de loisirs) amène à se poser la question du réel impact du changement d'heure sur la consommation d'énergie.

Malgré une large adoption de l'heure d'été par la grande majorité des pays développés, peu d'études évaluant l'impact du changement d'heure sur la consommation d'électricité ont été réalisées. Si la réduction de l'éclairage est souvent vérifiée, l'influence sur les usages thermiques n'est que très rarement prise en compte. L'impact du mode vie est difficilement mesurable.

Le tableau<sup>1</sup> suivant présente les différentes études traitant strictement de l'impact du régime de l'heure d'été sur la consommation électrique :

Auteur	Pays- Région	Méthode	Résultats
Bouillon - 1983	Allemagne	Simulation sur le bâti	Réduction de la consommation de 3,9 %.
Rock - 1997	Etats – Unis	Simulation sur le bâti	Augmentation de 0,24 %
Ramos & Diaz - 1999	Mexique	Empirique	Réduction de la consommation de 0,83 %
Reincke & Van den Broek – 1999	Union Européenne à 15	Simulation	Réduction de la consommation entre 0 % et 0,5 %
Fisher - 2000	Allemagne	Simulation	Sans effet
Small - 2001	Nouvelle – Zélande	Simulation	Sans effet sur la consommation d'éclairage
Kellogg & Wolff – 2007	Australie	Empirique	Augmentation de la consommation
Fong - 2007	Japon	Simulation	Réduction de la consommation due à l'éclairage.
Shimodo - 2007	Japon - Osaka	Simulation	Augmentation de la consommation d'électricité de 0,13 %
Kotchen & Grant - 2008	Etats-Unis, Indiana	Analyse empirique et simulation	Augmentation de la consommation de 1 %

<sup>1</sup> « Daylight Saving, Electricity Demand and Emissions; Exploratory Studies from Great Britain », Yu Foong Chang

Dans la suite de ce rapport, nous étudierons plus en détail les 4 études suivantes :

- Etudes empiriques ou expérimentales
  - Etude réalisée en 2008 dans l'Etat de l'Indiana
  - Etude réalisée au Mexique par Ramos et Diaz
- Etudes basées sur des simulations
  - Simulation de Rock aux Etats - Unis
  - Les études de Fong et de Shimoda au Japon

## IV.2. Etudes empiriques ou expérimentales

---

### IV.2.a. Etude du cas de l'Indiana<sup>2</sup>

#### ► Contexte de l'étude

Jusqu'en 2006, seule une quinzaine des comtés de l'Indiana pratiquaient le changement d'heure. L'ensemble des communes de l'Etat a adopté le changement d'heure depuis 2006.

L'impact de l'heure d'été sur la consommation électrique a donc pu être vérifié de manière quasi-expérimentale.

#### ► Méthodologie employée

Les factures électriques mensuelles des ménages entre 2004 et 2006 ont tout d'abord été récupérées auprès du fournisseur d'énergie. La méthodologie repose ensuite sur une comparaison de la consommation électrique quotidienne moyenne d'un ménage avant et après 2006. Les comtés ayant mis en place le changement d'heure avant 2006 servent d'échantillon-témoin, les comtés pratiquant l'heure d'été depuis 2006 de groupe test.

L'évolution de la consommation annuelle entre 2004-2005 et 2006 dans les comtés venant d'adopter l'heure d'été a été comparée à celle des ménages de l'échantillon témoin. Il s'avère que l'augmentation de la consommation électrique moyenne journalière est plus importante de 1,9 % dans le groupe test.

La même comparaison a été réalisée mais pour les mois en dehors de la période de l'heure d'été (novembre à mars). Dans ce cas, l'augmentation de la consommation dans le groupe test est inférieure de 0,91 % par rapport à celle du groupe témoin.

Pour estimer l'impact de l'heure d'été, une régression linéaire<sup>3</sup> permettant de faire abstraction de la température entre les deux groupes a été appliquée. Les résultats alors obtenus sur l'augmentation de la consommation moyenne quotidienne due à l'heure d'été sont compris entre 0,8 % et 1,03 % pendant le régime d'heure d'été.

---

<sup>2</sup> "Does daylight light saving time saving energy? Evidence from a natural experiment in Indiana" Kotchen & Grant 2008

<sup>3</sup> "Difference in difference": méthodologie économétrique permettant de mesurer l'effet d'un événement pendant une certaine période. Elle consiste à déterminer l'effet d'un événement sur un groupe en comparant la situation avant et après l'événement et avec un groupe ne subissant pas de changement.

## ► Résultats

Pour tenter d'expliquer l'origine de cette hausse de consommation, des simulations ont été réalisées. Une maison type standard de la région de l'Indiana a été modélisée et le comportement des usages thermiques (chauffage et climatisation) et de l'éclairage simulé suivant les conditions météorologiques et l'heure du jour. Les températures de consigne quand la maison est occupée sont de 24,4°C pour la climatisation et de 20°C pour le chauffage.

Les résultats de la simulation pour une maison individuelle sont donnés dans le tableau suivant :

Mois	Effet de l'heure d'été sur la consommation quotidienne	Effet de l'heure sur la consommation due à l'éclairage	Effet de l'heure d'été sur la consommation due à la climatisation	Effet de l'heure d'été sur la consommation due au chauffage
<b>Avril</b>	0,73 %	-4,1 %	6,8 %	2,2 %
<b>Mai</b>	1,69 %	-6 %	10,5 %	4,4 %
<b>Juin</b>	0,03 %	-7,5 %	6,8 %	0,4 %
<b>Juillet</b>	-0,05 %	-7,5 %	6,7 %	0,0 %
<b>Août</b>	0,60 %	-5,7 %	9,7 %	0,0 %
<b>Septembre</b>	2,31 %	1,9 %	11,7 %	2,6 %
<b>Octobre</b>	2,39 %	2,4 %	10,4 %	1,8 %
<b>Total</b>	<b>0,98 %</b>	<b>-4,5 %</b>	<b>9,1 %</b>	<b>1,7 %</b>

L'heure d'été aurait pour conséquence d'augmenter la consommation d'électricité de 1 %. Si la réduction de la consommation d'électricité due à l'éclairage est bien vérifiée, elle ne suffit pas à compenser la hausse de consommation due au chauffage lors matinées froides d'avril et à la climatisation en soirée pendant les périodes les plus chaudes.

### IV.2.b. Etude du cas mexicain<sup>4</sup>

Le changement d'heure a été mis en place en 1996 au Mexique. A l'époque, la répartition de la consommation d'électricité par usage dans le secteur résidentiel était la suivante :

- Eclairage : 43 % ;
- Réfrigération : 22 % ;
- Climatisation : 20 % ;
- Audiovisuel : 12 % ;
- Autres : 3 %.

Ainsi l'éclairage et la climatisation, deux usages impactés par le régime d'heure d'été, représentent à eux deux 63% de la consommation électrique résidentielle. Une influence réelle du changement d'heure sera donc remarquable.

La première étape de l'étude consiste en la vérification de la réduction de la consommation due à l'éclairage. Pour cela, la courbe de charge d'un quartier résidentiel où les habitants ne possèdent pas de système de climatisation a été observée avant et après la mise en place de

<sup>4</sup> " Energy saving due to the implementation of the daylight saving time", G.Ramos, R.Covarrubias

l'heure d'été. On observe bien une légère augmentation de l'appel de puissance le matin, mais elle est largement compensée par une baisse de la consommation en soirée.

Pour mesurer l'impact du changement d'heure dans différentes régions du Mexique, un échantillonnage de la population a été réalisé. 560 bâtiments résidentiels, 28 commerces et 14 industries représentatifs ont été sélectionnés. La puissance appelée pour chacun des bâtiments analysés a été relevée toutes les 15 minutes. La température, le niveau de luminosité ont également été mesurés tous les quart d'heure.

Après un traitement des données de puissance permettant de faire abstraction des effets de température (analyse de la variance<sup>5</sup>) et du niveau de vie des usagers, la courbe de charge de mars 1996 et celle du mois d'avril 1996 ont été comparées.

La réduction de la consommation observée est de 0,83 %, et provient quasi-exclusivement du secteur résidentiel. Aucune modification de la consommation n'a été relevée pour les bâtiments tertiaires et industriels analysés.

A notre connaissance, aucune mise à jour de ces résultats n'a été réalisée.

## IV.3. Les études basées sur des simulations

---

### IV.3.a. Etude de simulation sur la ville d'Osaka au Japon<sup>6</sup>

La question de la mise en place de l'heure d'été au Japon est débattue régulièrement depuis de nombreuses années. En 2003, une équipe de chercheurs a mis au point un logiciel de simulation du bâti résidentiel permettant de tester l'impact de différentes politiques énergétiques, dont l'heure d'été, à l'échelle d'une ville.

Le logiciel simule l'utilisation de l'énergie pour différents usages (chauffage, climatisation, eau chaude, électronique de loisirs...) pour une vingtaine de typologies du bâti. Le modèle a été testé sur la ville d'Osaka pour validation.

La simulation de l'impact de l'heure d'été sur la consommation de la ville montre alors que l'heure d'été a tendance à augmenter la consommation électrique du fait d'une utilisation plus importante de la climatisation le soir (augmentation de la consommation due à la climatisation est de 0,15 %).

### IV.3.b. Etude de Rock aux Etats-Unis<sup>7</sup>

En 1997, un chercheur modélisa une maison type et simula sa consommation électrique dans 224 lieux aux Etats - Unis afin de mesurer l'impact de l'heure d'été sur les usages thermiques et l'éclairage selon le climat. La maison modélisée est une résidence existante dont la consommation annuelle simulée a été comparée à la consommation réelle. Les données sur l'isolation, le nombre et les habitudes des occupants ont été intégrées à la simulation.

Le chauffage et l'eau chaude sanitaire fonctionnent au gaz naturel. Les usages à première vue influencés par le changement d'heure sont l'éclairage, le chauffage et la climatisation. Une variation de la consommation d'électricité sera donc expliquée par un changement dans l'utilisation de la climatisation et de l'éclairage, alors que la consommation de gaz aura pour principale source le chauffage.

Les résultats moyens obtenus pour les 224 sites étudiés sont les suivants :

- Une augmentation de la consommation de gaz de 0,051 % ;
- Une augmentation de la consommation d'électricité de 0,224 %.

L'heure d'été provoquerait donc une augmentation de la consommation d'énergie résidentielle de 0,275 %.

---

<sup>5</sup> Analyse de la variance (ANOVA): méthode statistique permettant de déterminer l'influence d'une variable indépendante (ici la température) à une variable dépendante (puissance appelée).

<sup>6</sup> "Evaluation of city-scale impact of residential energy conservation measures using the detailed end-use simulation model", Yoshiyuki Shimoda 2007

<sup>7</sup> "Impact of daylight saving time on residential energy consumption and cost", Brian A Rock 1997

## IV.4. Comparaison des différentes études menées

Etudes	Typologie d'abonné	Mesure	Type de simulation	Nombre de bâtiments analysés	Effets thermiques étudiés	Résultats sur la consommation			
						Eclairage	Chauffage	Climatisation	Total
Indiana (2008)	Résidentiel	Etude des factures mensuelles des abonnés	Simulation du comportement des usages thermiques	1	Chauffage Climatisation	- 4,5 %	1,7 %	9,1 %	Hausse de la consommation de 0,98 %
Japon (2007)	Résidentiel	non	Simulation du comportement de différentes typologies de bâtiments	20 typologies de résidences	Climatisation	- 0,02 %		0,15 %	Hausse de la consommation de 0,13 %.
Rock (1997)	Résidentiel	non	Simulation sur un type de bâti dans 224 lieux des Etats-Unis	1	Chauffage Climatisation		0,051 %	0,224 %	Hausse de la consommation de 0,275 %
Mexique (1998)	Résidentiel Tertiaire Industrie	Etude des factures mensuelles des abonnés	Aucune	560 bâtiments résidentiels 28 bâtiments tertiaires 14 industries					0,83 %
Energies Demain (2009)	Résidentiel Tertiaire	non	Simulation de l'impact sur différentes typologies de bâti résidentiel et tertiaire	Ensemble du parc résidentiel et tertiaire français	Chauffage Climatisation	- 0,92 %	- 0,12 %	-0,19%	Baisse de la consommation

En général les simulations étudiant uniquement l'influence de l'heure d'été sur l'éclairage aboutissent sur un impact positif du changement d'heure sur la consommation d'énergie. En revanche, les résultats des études simulant les effets thermiques démontrent au contraire que l'heure d'été pourrait être responsable d'une hausse de la consommation.

Les études réalisées sur le sujet sont cependant rares et ne traitent que l'impact de l'heure d'été sur le secteur résidentiel, le nombre de typologie de bâtiment simulé étant en plus relativement restreint. De plus si les outils de simulation utilisés pour les différentes études sont similaires, nous avons assez peu de renseignement sur la qualité de l'isolation thermique du logement simulé, de l'introduction ou pas d'une température de consigne, ... qui nous aurait permis d'analyser les différences observées avec notre étude.

Etant donné la disparité de résultats observés et donc la faible valeur qui peut être attribuée à chacun d'entre eux, il serait peu logique de s'intéresser uniquement, dans le cadre de notre étude, à des résultats chiffrés. Ainsi une étude portant sur l'influence du changement d'heure sur les consommations nationales basée sur une méthodologie bottom-up par usage comme utilisée précédemment permet, au-delà d'obtenir des données chiffrés sur l'impact du changement d'heure, de comprendre les mécanismes intervenant dans ce processus.



## IV.5. Etude sur l'extension de la période de l'heure d'été

### IV.5.a. Etude du cas de la Californie

#### ► Rappel du contexte

Une étude sur l'impact d'un allongement d'un mois de la période du changement d'heure en Californie a été réalisée en 2000<sup>8</sup>.

#### ► Méthodologie employée

La méthodologie se base sur une simulation de la courbe de charge en fonction principalement des conditions météorologiques, le comportement horaire des individus (lever à 7 h du matin, départ du lieu de travail vers 17 h...).

Trois scénarios sont comparés à la situation de l'année 2 000 :

- Simulation d'une courbe de charge sans heure d'été ;
- Simulation de la courbe de charge avec une heure d'été toute l'année - avance d'une heure (GMT-4);
- Simulation de la courbe de charge si on avance d'une heure supplémentaire pendant la période standard de l'heure d'été - avance d'une heure (GMT -4) en dehors de la période de l'heure d'été, avance de 2 heures (GMT - 3) pendant la période de l'heure d'été.

Les différentes simulations ont été comparées à la courbe de charge réelle de la région.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Scénarios	Effet sur la pointe	Effet sur la consommation globale
<b>Sans heure d'été</b>	. Augmentation du pic de 100 MW pendant les mois de juin à août . Augmentation du pic de 250 MW en mai et septembre	Consommation journalière globale inchangée.
<b>Heure d'été permanente</b>	Diminution du pic de pointe de 3 %	Réduction de la consommation globale de 0,5 %
<b>Avance de 2 h</b>	Réduction du pic de consommation journalier de 0,5%	Réduction de la consommation de 0,2%

<sup>8</sup> "Effects of the day light saving time on California Electricity use" Kandel & Metz

## IV.5.b. Etude du cas de l'Australie

### ► Contexte de l'étude

A l'occasion des jeux olympiques de Sydney en 2000, l'heure d'été a été allongée de 2 mois afin de permettre la prolongation des activités sportives en soirée.

Des chercheurs ont donc étudiés l'impact de l'extension de l'heure sur la consommation d'énergie. Cette étude a pour principal objectif de valider les travaux effectués en Californie et décrits ci-dessus.

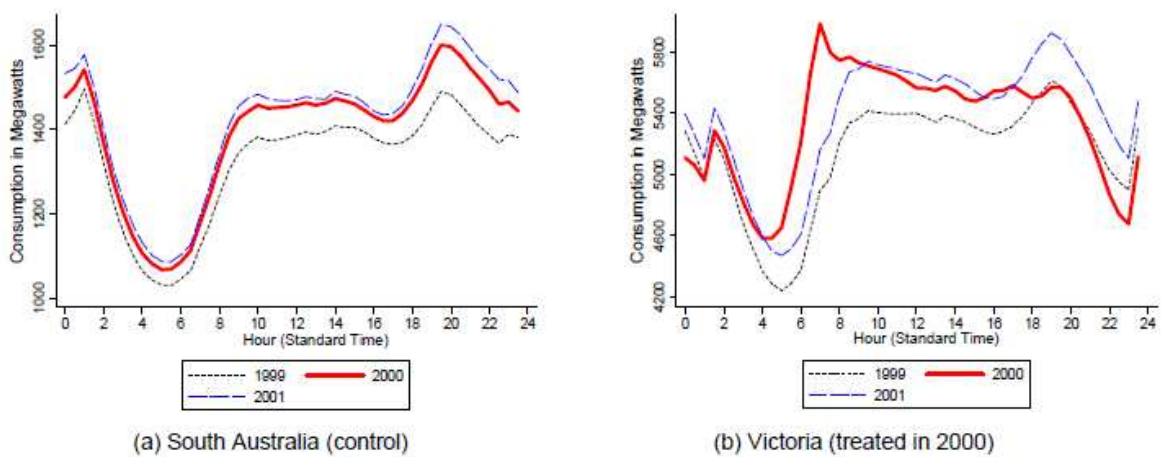
### ► Etude empirique

Trois états du sud de l'Australie pratiquent l'heure d'été : Australie méridionale, Victoria et la Nouvelle Galles du sud, état où est localisé Sydney. Les états de Victoria et de la Nouvelle Galles du sud ont procédé à l'allongement de l'heure d'été alors que l'Australie méridionale a conservé la période d'heure d'été standard.

De par sa situation, l'Australie méridionale sert de groupe témoin, les deux autres états de groupe test.

Les courbes de charges de 1999 à 2001 des états de Victoria et d'Australie méridionale ont été comparées. Celle de la Nouvelle-Galles du Sud n'a pas été traitée pour éviter le biais lié aux activités des jeux olympiques.

Figure 3: "September and October" average half hourly electricity demand in South Australia (control) and Victoria (treated in 2000)<sup>8</sup>



On constate que la forme de la courbe de charge de l'état de l'Australie méridionale reste la même sur les trois années, tandis que celle de l'état de Victoria est modifiée en 2001.

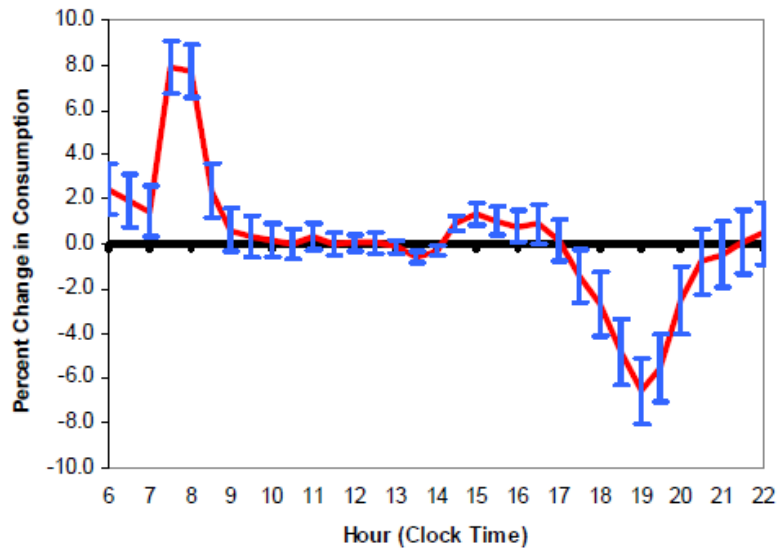
Si l'allongement de l'heure d'été provoque une réduction de l'appel de puissance le soir, le pic du matin est très élevé et supérieur au pic du soir de 2001.

### ► Traitement des données

Pour estimer l'impact de l'extension de l'heure d'été, une régression linéaire<sup>9</sup> a été appliquée aux données d'appel de puissance de l'état de Victoria. Les résultats sont donnés par la figure suivante :

<sup>9</sup> Voir note 3

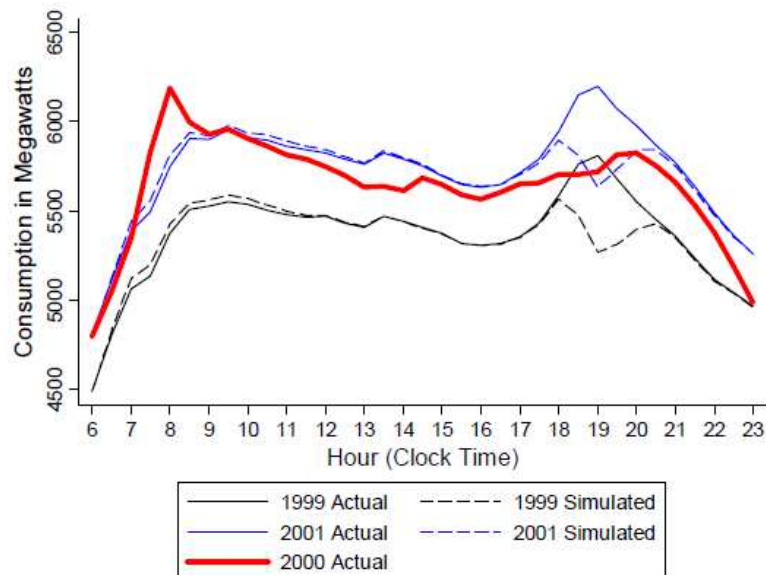
**Figure 6: Half hourly treatment effects of extending DST on electricity use**



L'augmentation de la consommation d'électricité due à l'extension de l'heure d'été est de 0,34 %.

L'étude ayant pour objectif de valider les résultats de l'étude menée en Californie sur l'extension de l'heure d'été, le modèle utilisé pour simuler les courbes de charge en Californie a été appliqué à l'Australie.

**Figure 10: Actual and simulated electricity consumption in VIC over "September" in various years. DST is in effect only during 2000.**



Average electricity consumption in VIC by half-hour in "September" in various years. Solid lines represent observed consumption, and dashed lines represent simulations of what consumption would have been if DST were observed.

Il s'avère que le modèle surestime la réduction de consommation le soir et ne prédit pas l'augmentation de la consommation le matin.

L'étude réalisée en Australie contredit ainsi l'hypothèse californienne selon laquelle l'extension de la période du changement d'heure entraînerait des économies d'énergie. Les résultats de l'étude démontre très clairement qu'une extension de la période de l'heure d'été de 2 mois favorise une augmentation de la consommation d'électricité.

## IV.6. Controverses

### IV.6.a. Rapport du Sénat de 1998

Les controverses autour de l'heure d'été sont nombreuses, et des différents groupes de pression se manifestent chaque année afin que la mesure soit abrogée.

Hormis le doute porté sur les économies d'énergie que l'heure d'été engendrerait, les associations contre l'heure d'été (association contre l'heure d'été double<sup>10</sup> (ACHED), groupement d'agriculteurs...) affirment également qu'elle aurait des effets néfastes sur la santé, l'environnement...

Le tableau suivant décrit les différentes nuisances attribuées à l'heure d'été par l'ACHED et le rapport du Sénat de 1996 :

Rajouter une colonne avec les territoires concernés

Catégories	Chiffres	Sources	Pays
<b>Agriculture</b>			
Rythme animal modifié	Aucun chiffre trouvé	Groupe d'éleveurs et d'agriculteurs	France
1 heure de travail de plus dans l'obscurité			France
Humidité des sols le matin retarde le début des travaux agricoles.			France
<b>Santé</b>			
Augmentation du nombre d'infarctus pendant la période de changement d'heure	Hausse de 5 % du nombre d'infarctus en Suède dans la semaine suivant le changement d'heure	Institut Karolinska de Stockholm <sup>11</sup>	Suède
Augmentation du nombre de suicide	Hausse du nombre de suicides de 37 % depuis 1976	ACHED	France
Troubles du sommeil	? Aucun chiffre trouvé		
Fatigue	? Aucun chiffre trouvé		
<b>Circulation routière</b>			
Augmentation du nombre d'accidents de la route	7 % à 8 % des accidents de la route dus au changement d'heure Mais une étude anglaise (ROSPA) affirme au contraire que le changement d'heure réduit le nombre d'accidents	Coren (Etats – Unis) ROSPA <sup>12</sup> (Royaume – Uni)	Etats – Unis Royaume – Uni
<b>Environnement-Energie</b>			
Augmentation de la pollution à l'ozone	Hausse de 10 % du taux d'ozone dans l'atmosphère	Agence de la qualité de l'air 1986	France

<sup>10</sup> Association contre l'heure d'été double (ACHED) : association militant pour le retrait de l'heure d'été et l'adoption d'une l'heure légale adaptée au fuseau horaire dans lequel se situe la France (GMT0)

<sup>11</sup> Centre de recherche suédois décernant les prix Nobel en médecine et physiologie.

<sup>12</sup> ROSPA : Royal Society for the prevention of accident : organisme chargé de la sécurité routière au Royaume – Uni.

Augmentation des émissions de CO2 due à une utilisation accrue de la climatisation dans les voitures	Aucun chiffre trouvé	ACHED	France
Economies d'énergie pas suffisante pour justifier le maintien d'une telle mesure.		ACHED	France

Les gênes ressenties par la population à cause du changement sont difficiles à quantifier : peu d'études ont été réalisées à ce sujet, et quand elles existent, elles donnent souvent des résultats contradictoires. La méthodologie employée pour déterminer les effets néfastes du changement d'heure est parfois discutable.

L'heure d'été a généré, en 2009, 440 GWh d'économie d'électricité soit la consommation d'électricité de la ville du Havre (hors eau chaude et chauffage). Avoir des chiffres sur la surconsommation que l'heure d'été occasionnerait sur la climatisation automobile et l'augmentation (ou la réduction) de la circulation qu'engendrerait une heure de jour en plus permettrait de faire un bilan globale de l'impact de l'heure d'été sur la consommation d'énergie.

#### **IV.6.b. Influence du régime d'heure d'été sur les consommations d'énergie**

Les différentes études effectuées sur l'impact du régime d'heure d'été sur les consommations d'énergie se contredisent donc les unes les autres. Les effets sur l'éclairage semblent assez largement partagés, mais les effets sur les usages thermiques varient fortement en fonction des régions et des méthodologies d'étude. De plus la plupart des études semblent tendre vers un consensus sur le fait que le régime d'heure d'été provoquerait une hausse de la consommation totale de l'ordre de 0,1 à 1%.

Cependant ces divergences semblent logiques. En effet, étant donné la finesse des mécanismes en jeu, nous avons pu nous rendre compte au cours des simulations effectuées pour cette étude de la forte variabilité de l'importance et du signe de l'impact du changement d'heure en fonction des consignes (de température ou d'éclairage) et des conditions météorologiques. Ainsi les différentes études menées bien que traitant du même sujet possèdent, outre les méthodologies utilisées, des différences importantes sur les paramètres territoriaux sensibles :

- Différences importantes de contraintes climatiques entre les différentes études (Japon, Etats-Unis, France, ...)
- Différences de rythme de vie influençant principalement les consignes données aux différents usages
- Différences culturels et de niveaux de vie. Cet aspect influence principalement l'importance de chaque usage dans les consommations totales (différences de taux d'équipement en Climatiseur entre la France et la Californie par exemple). L'impact du changement d'heure étant différent selon les usages et les branches d'activité (surconsommation de climatisation et baisse des consommations de chauffage des logements dans les conditions de cette étude par exemple), la part de ces usages dans les consommations territoriales totales sont déterminants dans le type d'impact attendue (augmentation ou baisse des consommations globales).

Il semble donc difficile de donner un avis définitif sur l'impact énergétique de la mise en place du régime d'heure d'été. Ce dernier semble entraîner dans le cadre de notre étude, c'est-à-dire dans les conditions spécifiques de la France et avec les différentes hypothèses prises et détaillées précédemment, une baisse globale des consommations électriques et des émissions de GES aujourd'hui et en 2030. Mais même avec une méthodologie et des hypothèses semblables il est difficile de dire si nous aurions trouvé des résultats similaires sur d'autres territoires et dans des contextes d'équipement et de modes de vie différents.

# Annexes

## Annexe 1 : Outil de reconstitution de la demande électrique en éclairage

---

La méthode choisie décompose le besoin d'éclairage artificiel en plusieurs composantes :

### ► Le besoin de lumière

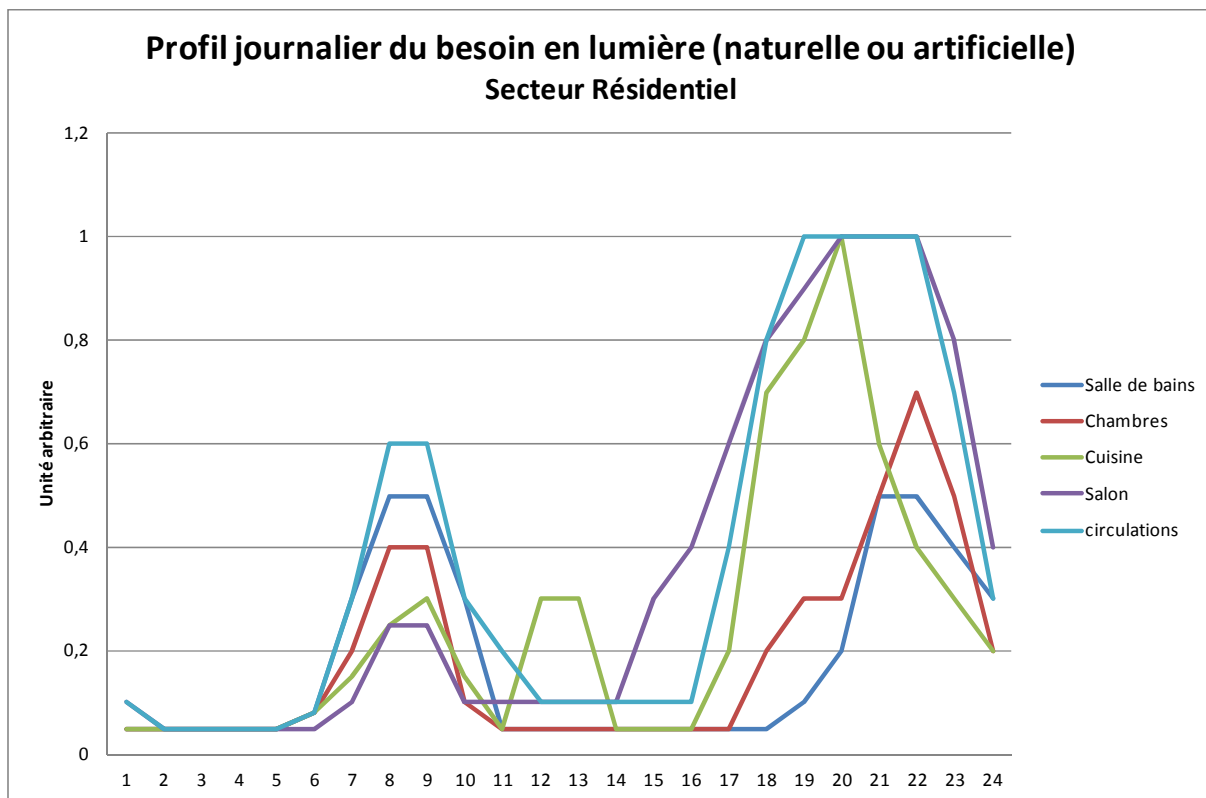
On considère ici un besoin de lumière, que celle-ci soit naturelle ou artificielle, en fonction de l'heure de la journée. Nous effectuons ce travail de définition pour les lieux suivants :

- Résidentiel :
  - Salle de bain
  - Chambre
  - Salle / Salon
  - Cuisine
  - Circulations
- Télécommunications et postes
- Commerce
- Hôtels, cafés, restaurants
- Enseignement
- Santé
- Services marchands divers
- Administrations et services non marchands divers
- Petits professionnels
- Eclairage public

Pour effectuer cet exercice, nous nous basons sur les heures de présence des personnels dans les lieux de travail ainsi que sur les rythmes de vie traditionnels des français.

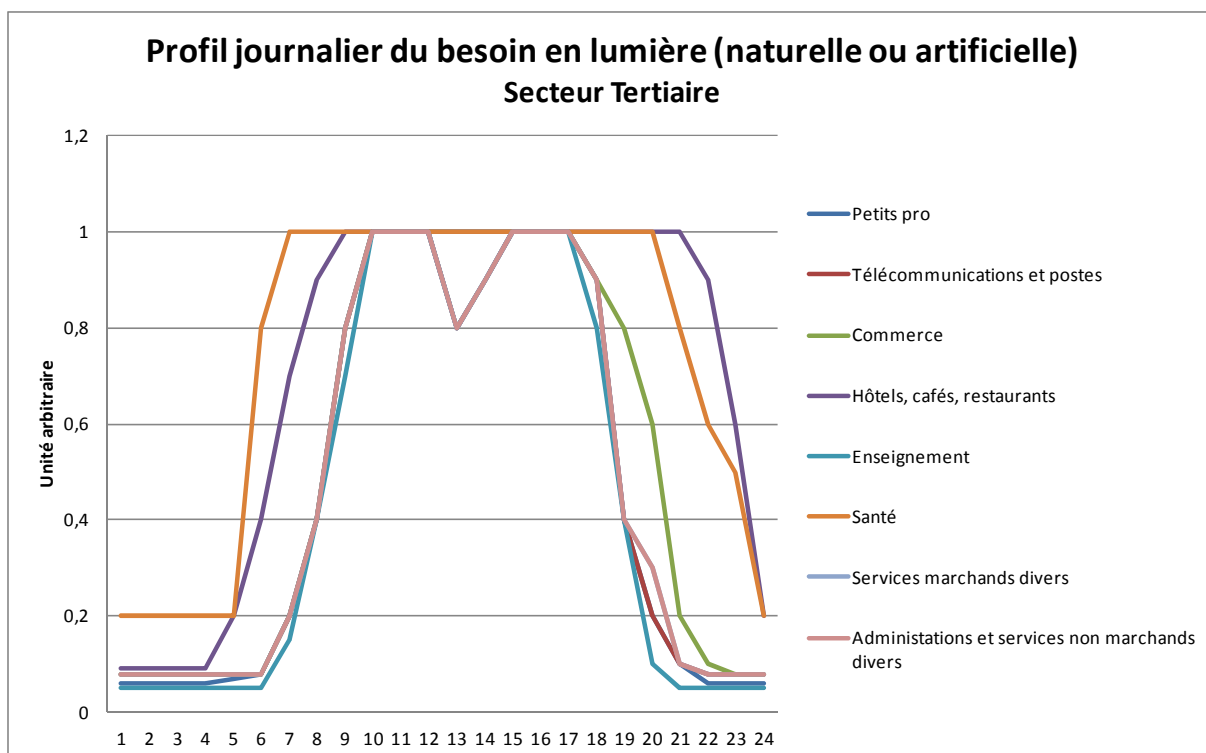
Notons que ces paramètres sont entrés de manière différente entre les journées moyennes de semaine. Ces nuances sont particulièrement importantes pour certains secteurs d'activité qui restent en fonctionnement le week end.

L'exemple qui suit illustre les profils entrés pour le secteur résidentiel.



De la même façon, nous pouvons tracer les profils identifiés pour le secteur tertiaire. Pour ce dernier, les besoins sont majoritairement diurnes. Par ailleurs, on observe quelques cas particulier :

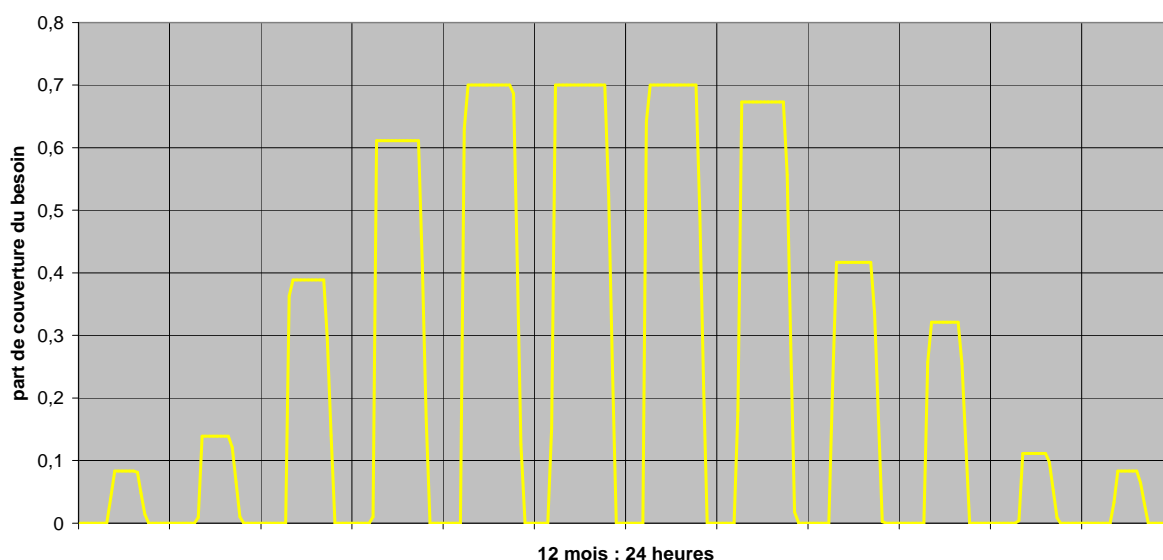
- Le secteur de la santé qui maintient une base nocturne
- Le secteur de l'hôtellerie qui se prolonge tard le soir
- Le secteur de l'enseignement plus « serré » dans la journée
- L'ensemble des secteurs de bureaux et commerces.



### ► Potentiel d'éclairage naturel

Nous nous plaçons dans le cas où les occupants des différents lieux tireraient le maximum de profit de l'éclairage naturel. Une simulation effectuée pour une pièce simplifiée permet de déterminer le profil, en fonction des mois et des heures de la journée, de l'apport de lumière naturelle valorisable. Figurent à la fois dans ce paramètre les heures de coucher et de lever du soleil, la puissance d'éclairement du soleil en fonction des mois, la course du soleil. C'est ce paramètre qui est recalculé lorsque l'on veut simuler la modification du régime d'heure d'été.

#### Part maximum de couverture du besoin de lumière

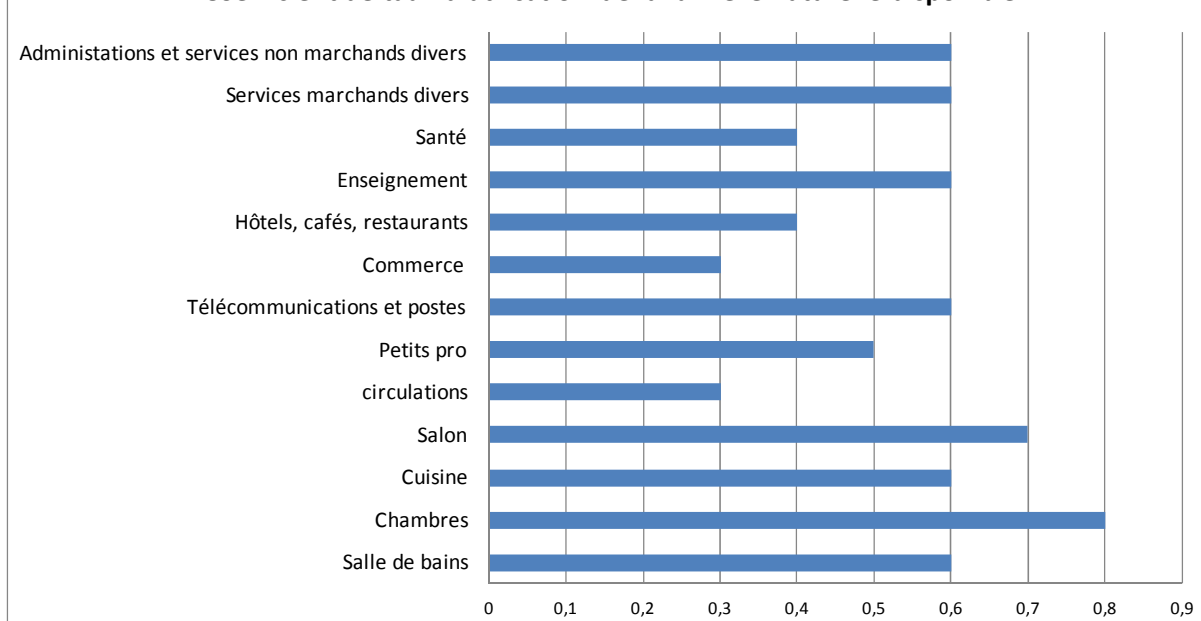


On observe sur le graphique précédent deux effets conjoints : la variation de la part du besoin pouvant être couverte par les apports gratuits (maximum atteint chaque mois) ainsi que la variation de la durée journalière où l'éclairage naturel est valorisable (largeur du pic).

### ► Ratio de valorisation de l'éclairage naturel

Ce paramètre permet de prendre en compte le fait que l'éclairage naturel sera plus valorisé dans une habitation que dans un commerce, par exemple.

#### Coefficient de taux d'utilisation de la lumière naturelle disponible



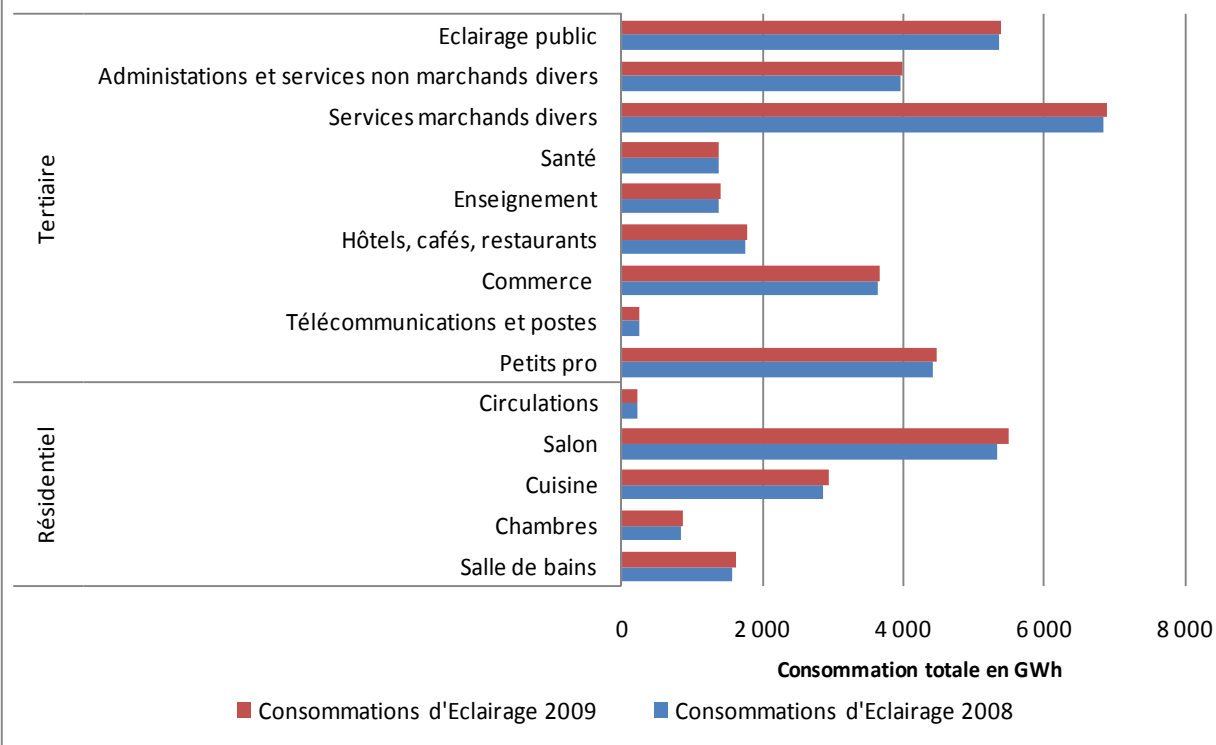


### ► Calcul de la consommation

La multiplication de ces différents paramètres permet de reconstituer les profils d'utilisation horo-saisonniers de la lumière artificielle par branche. Afin d'aboutir à la courbe de charge électrique par branche concernant l'usage éclairage, il est nécessaire de disposer de la consommation d'éclairage dans les différentes branches.

Branche		Consommations Eclairage 2008 (en GWh)	Consommations Eclairage 2009 (en GWh)
Résidentiel	Salle de bains	1 566	1 608
	Chambres	837	859
	Cuisine	2 847	2 924
	Salon	5 343	5 487
	Circulations	209	214
Tertiaire	Petits pro	4 426	4 465
	Télécommunications et postes	230	232
	Commerce	3 635	3 667
	Hôtels, cafés, restaurants	1 758	1 773
	Enseignement	1 380	1 392
	Santé	1 370	1 382
	Services marchands divers	6 834	6 894
	Administrations et services non marchands divers	3 952	3 987
	Eclairage public	5 370	5 383
	<b>Total</b>	<b>39 754</b>	<b>40 266</b>

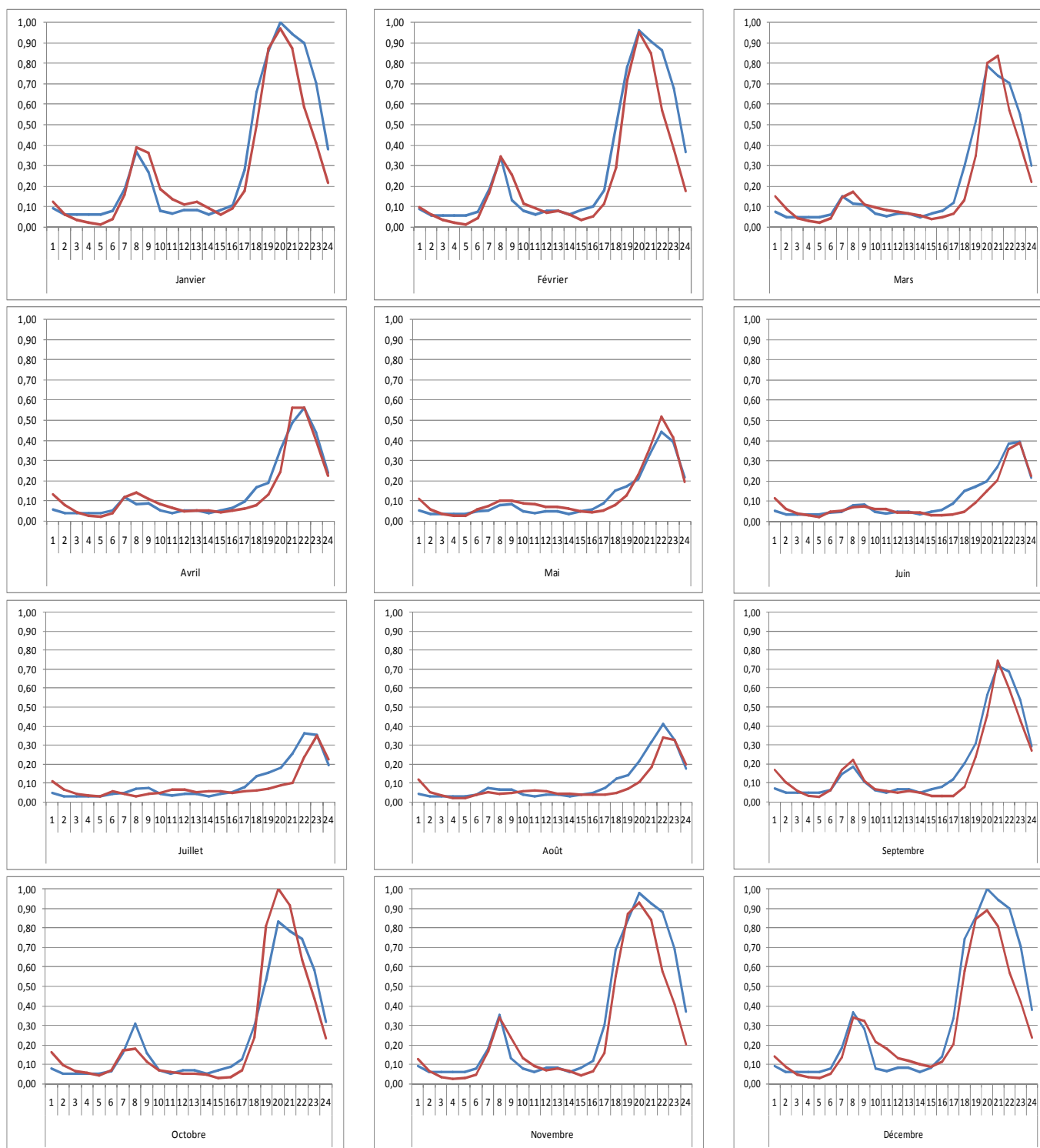
### Consommations d'énergie pour l'éclairage par Secteur/branche en 2008 et 2009



Cette énergie annuelle est alors déformée selon les profils horo saisonniers décrits dans la partie qui précède. Cette simulation est, bien entendu, effectuée pour le régime de changement d'heure établi actuellement puisque c'est celui-ci qui conditionne les consommations observées ou reconstituées.

Dans le tableau ci-dessous apparaissent les résultats de la méthodologie décrite plus haut concernant les profils moyens mensuels de consommation d'électricité dans le secteur résidentiel.

Les résultats de la simulation sont représentés en mauve alors que les résultats de mesures effectuées par une étude du cabinet ENERTECH auprès d'un échantillon de 200 foyers le sont en bleu. Les courbes sont normées (maximum annuel égal à 1) :



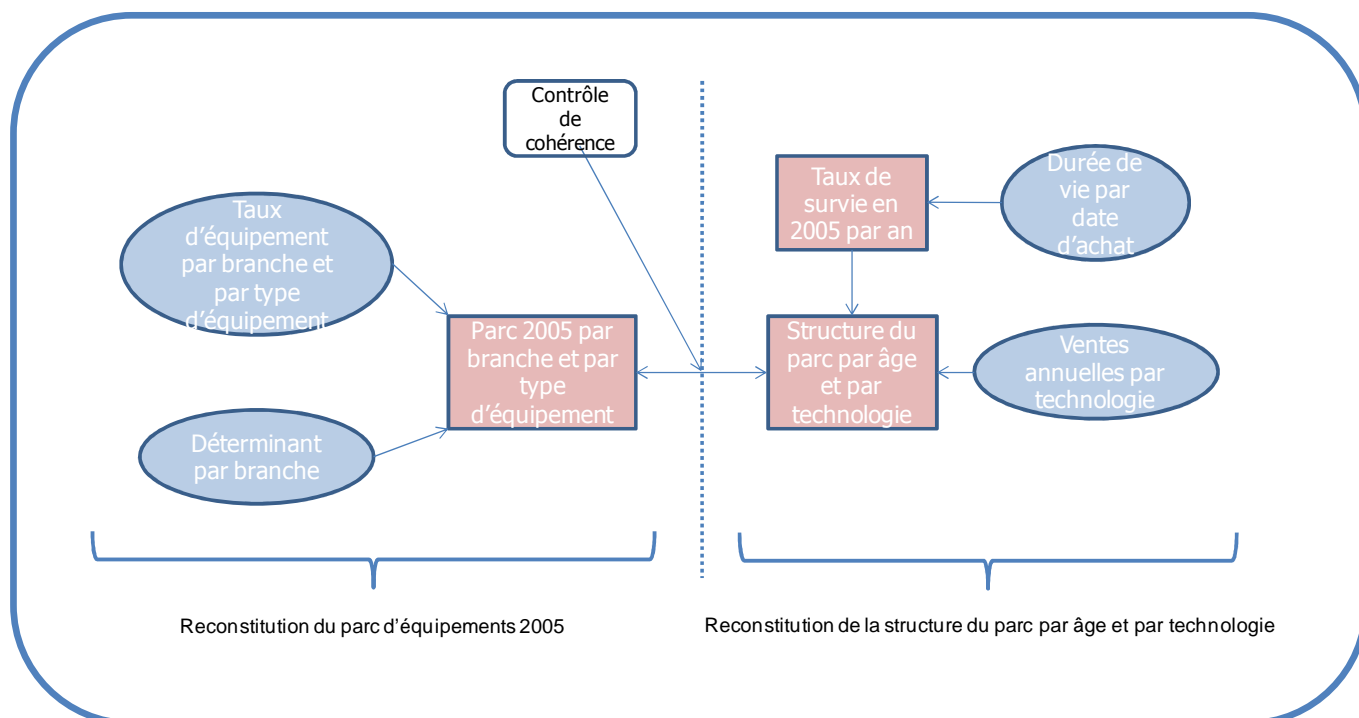
## Annexe 2 : Méthodologie de reconstitution des parcs d'équipement nationaux et de leurs consommations

### ► Reconstitution de la structure par âge des parcs d'équipements électriques nationaux

L'objectif de cette partie est de détailler la méthodologie utilisée dans la reconstitution des parcs d'équipements électriques résidentiels en 2008 (une méthodologie similaire non détaillée dans ce rapport a été utilisée pour les typologies d'abonnés professionnels). La méthodologie peut se séparer en deux phases distinctes dont le recouplement nous permet un contrôle de cohérence pour chaque usage (voire schéma ci-dessous) :

- Une phase de reconstitution du parc d'équipements 2008 par type de logements (RP, RS)
- Une phase de reconstitution de la structure du parc d'équipements 2008 par âge et par technologie

### Méthodologie de reconstitution des parcs d'équipements 2005 d'appareils électriques résidentiels



### ► Reconstitution du parc d'équipements résidentiel

Cette phase a permis de reconstituer en volume (millions d'appareils) et par branche (RP/RS) les parcs d'équipements. Pour cela une recherche des taux d'équipements par usage a été réalisée et traduite en millions d'équipements par croisement avec le nombre de résidences principales et de résidences secondaires en 2008.

A travers une remontée d'informations historiques des taux d'équipements cette phase va nous permettre également, en se basant sur les évolutions passées, de pouvoir projeter à un horizon plus ou moins lointain les différents déterminants.

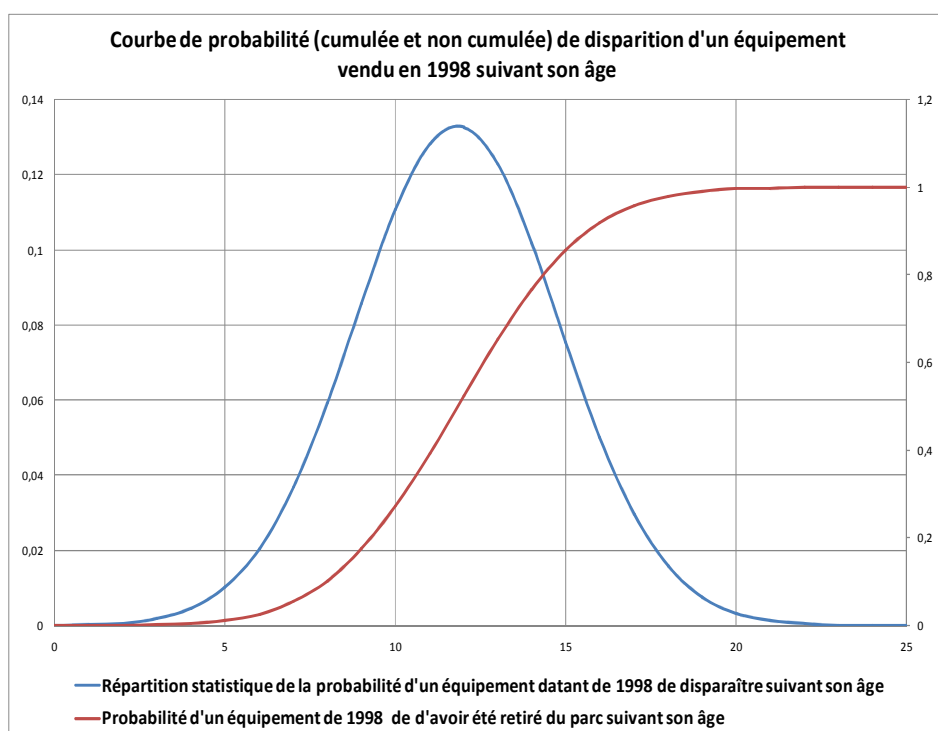
### ► Reconstitution de la structure par âge du parc d'équipements

Afin de mettre en place cette phase plusieurs types de données, pour chaque équipement, ont été recherchés dans la littérature :

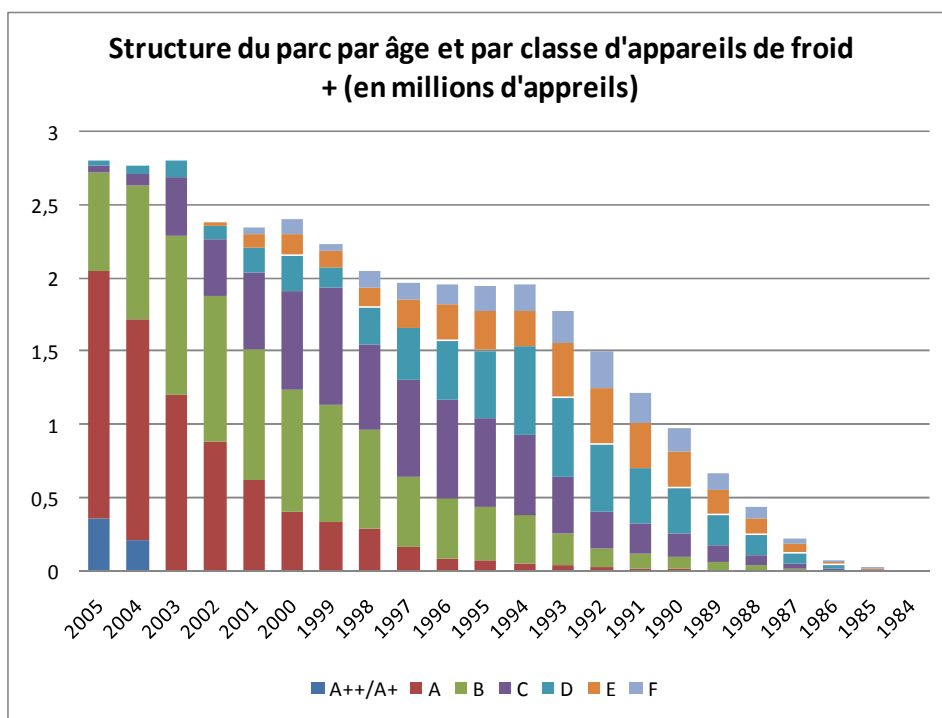
- Historique des ventes par technologie (ou étiquette énergie pour les produits concernés)
- Durée de vie par type d'appareils
- Puissance moyenne des appareils par technologie (ou étiquette énergie pour les produits concernés)

Cette remontée d'informations (les sources sont très diverses : ADEME, Campagnes de mesure, syndicats de professionnels, ...) a permis dans un premier temps de calculer une durée de vie et une puissance des appareils par année de vente.

Ensuite, à chaque appareil vendu dans les années recensées a été affecté une courbe de survie de type loi normale, centrée sur la durée de vie de l'appareil et d'écart-type fluctuant entre 10 et 40% de la durée de vie en fonction de la sensibilité de l'usage au renouvellement technologique (plus l'écart type est petit plus la sensibilité au renouvellement technologique est faible). Voici une représentation graphique de la courbe de probabilité de disparition d'un équipement de 98 :



Cette étape nous permet ainsi de pouvoir reconstituer un parc d'équipement par année et par technologie (ou par étiquette énergie pour les appareils concernés). Voici par exemple la reconstitution du parc 2005 de réfrigérateurs et de combinés par âge et par étiquette énergie :



Afin de s'assurer de la véracité des résultats obtenus à ce stade de la méthode, une comparaison est réalisée entre la taille des parcs obtenus dans les phases 1 (parc résidentiel) et 2 (parc national). Dans la plupart des cas, sans ajustement nécessaire, les deux chiffres concordent : soit les résultats sont identiques, soit le parc d'équipements résidentiels est légèrement inférieur au parc total (dans le cas des appareils également présents chez les professionnels comme les réfrigérateurs). Dans les autres cas, la durée de vie utilisée dans la phase 2 est alors ajustée afin que les résultats obtenus concordent avec ceux de la phase 1.

### ► Reconstitution des consommations nationales par usage et par typologie d'abonnés

La structure par âge du parc obtenue précédemment nous permet de pouvoir calculer une puissance moyenne par équipement du parc. En croisant ensuite cette information avec un temps de fonctionnement annuel moyen (données provenant généralement de sources différentes d'Energies Demain : INSEE, Enertech, ...) on obtient une estimation de la consommation unitaire moyenne par équipement et de la consommation annuelle moyenne par logement en 2005.

Cette méthodologie a été appliquée à une soixantaine d'usages. Une reconstitution des consommations du secteur résidentiel par usage a donc par la suite été possible en associant aux parcs résidentiels calculés en phase 1 de la reconstitution du parc la description des appareils obtenue en phase 2. Les résultats obtenus sont les suivants :

Les données d'entrée CHARTER issues de cette méthodologie pour l'année 2008 et pour les abonnés résidentiels sont les suivantes :

Usage	Appareils	Taux d'équipement 2008 (RP)	Taux d'équipement 2008 (RS)	Puissance Moyenne 2008 (en W)	Temps d'utilisation 2008 (RP)	Temps d'utilisation 2008 (RS)	Consommation totale 2008 (en TWh)	Consommation unitaire RP 2008	Consommation totale RP (en TWh)	Consommation totale RS (en TWh)	Consommation totale (en TWh)
Nettoyage et repassage	Aspirateur	96%	32%	1 250	17	2	0,551	20,7	0,546	0,004	1,140
	Fers à repasser	67%	34%	300	52	6	0,279	10,5	0,276	0,003	
	Centrales vapeur										
Produits blancs	Lave-Linge	96%	32%	894	231	28	5,257	197,8	5,215	0,043	11,621
	Lave-vaisselle	53%	18%	1 013	210	25	3,003	113,0	2,979	0,024	
	Sèche-linge	33%	7%	2 296	170	20	3,360	126,8	3,344	0,016	
Froid	Réfrigérateur et combinés	114%	101%	38	8 760	1056	10,199	378,6	9,982	0,217	16,896
	Congélateurs	63%	16%	46	8 760	1056	6,697	252,5	6,656	0,041	
Eclairage	Eclairage	2492%	2492%	42	379	46	10,801	399,9	10,542	0,259	10,801
Electronique de loisir	Télévision	154%	98%	113	1 445	251	6,770	251,1	6,619	0,150	17,077
	Lecteurs DVD	93,39%	12%	210	104	13	0,540	20,4	0,538	0,002	
	Magnétoscopes	59%	0%	385	104	0	0,627	23,8	0,627	0,000	
	Ordinateurs fixes, secondaires et portables	85%	0%	110	1 587	0	3,923	148,8	3,923	0,000	
	Décodeurs, TNT, Satellite et TV ADSL	92%	0%	15	4 885	0	1,809	68,6	1,809	0,000	
	Imprimantes	53%	0%	414	17	0	0,099	3,8	0,099	0,000	
	Scaners	39%	0%	3 720	10	0	0,394	14,9	0,394	0,000	
	Box et modem	47%	0%	6	7 876	0	0,593	22,5	0,593	0,000	
	Téléphones fixes	120%	86%	542	47	47	0,919	30,4	0,802	0,117	
	Téléphones portables	208%	208%	5	349	43	0,098	3,6	0,096	0,002	
	Lecteurs MP3	46%	46%	5	623	77	0,039	1,4	0,038	0,001	
	Chaîne-Hifi	82%	5%	62	791	95	1,055	40,0	1,053	0,002	
	Consoles de jeux	52%	11%	51	300	36	0,212	8,0	0,211	0,001	
	Cuisson spécifique	Grille Pain	74%	37%	750	12	1	0,179	6,7	0,177	
Bouilloire électrique		44%	15%	1 335	30	4	0,471	17,7	0,467	0,004	
Cafetière filtres		66%	66%	950	36	4	0,614	22,7	0,600	0,015	
Expresso		27%	9%	1 567	30	4	0,335	12,6	0,333	0,003	
Micro-ondes		86%	29%	1 370	52	6	1,630	61,3	1,617	0,013	
Mini-four		33%	8%	898	104	13	0,820	30,9	0,815	0,005	
Friteuse		39%	13%	1 542	13	2	0,209	7,9	0,207	0,002	
Hottes		58%	29%	110	121	15	0,206	7,7	0,204	0,003	
Autres	Sèche-cheveux	75%	37%	1 000	10	1	0,199	7,5	0,197	0,002	5,295
	Rasoirs	29%	14%	10	30	4	0,002	0,1	0,002	0,000	
	Auxiliaires de Chauffage	67%	50%	50	2 400	289	2,113	78,7	2,074	0,039	
	Autres (Inconnu)							2,980	93,9	2,476	
Climatisation (en TWh)							2,298	72,4	1,909	0,389	2,298
Cuisson concurrentielle	Cuisinières	25%	12%	1 085	400	48	2,875	107,7	2,840	0,035	11,332
	Fours	46%	12%	1 350	206	25	3,407	128,5	3,387	0,021	
	Tables	53%	53%	1 362	261	31	5,050	187,0	4,929	0,121	
ECS (en TWh)							18,754	681,6	17,968	0,786	18,754
Chauffage (en TWh)							50,370	1 737,7	45,809	4,561	50,370
Consommation résidentiel élec total (en TWh)								5 412	143	7	150

## Annexe 3 : Résultats complets des simulations thermiques du secteur Résidentiel

### ► Consommations de Chauffage

- Avec Heure d'été

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Ba
Bureaux - Trappes	153 787	327 020	145 942	
Bureaux - Agen	107 831	270 830	103 501	
Bureaux - Nice	51 289	194 324	46 964	
Bureaux - Macon	150 795	317 922	142 877	
Bureaux - Rennes	97 020	259 521	93 114	
Bureaux - Carpentras	78 313	230 076	73 293	
Commerces - Trappes	47 629	71 988	54 290	
Commerces - Agen	35 078	58 245	41 363	
Commerces - Nice	15 885	42 777	17 471	
Commerces - Macon	38 740	60 795	44 494	
Commerces - Rennes	30 048	57 129	34 638	
Commerces - Carpentras	24 254	50 647	27 265	
Café - Restaurant - Trappes	49 658	73 857	56 546	
Café - Restaurant - Agen	36 943	59 954	43 020	
Café - Restaurant - Nice	16 561	43 888	18 197	
Café - Restaurant - Macon	40 496	62 428	46 327	
Café - Restaurant - Rennes	31 328	58 612	36 077	
Café - Restaurant - Carpentras	25 287	51 962	28 398	

- Sans heure d'été

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Ba
Bureaux - Trappes	152 239	327 219	144 939	
Bureaux - Agen	106 299	271 266	102 533	
Bureaux - Nice	50 284	194 639	46 512	
Bureaux - Macon	149 474	318 193	142 027	
Bureaux - Rennes	95 597	259 787	92 383	
Bureaux - Carpentras	76 941	230 422	72 656	
Commerces - Trappes	47 311	72 018	54 106	
Commerces - Agen	34 674	58 301	41 127	
Commerces - Nice	15 741	42 812	17 391	
Commerces - Macon	38 487	60 836	44 340	
Commerces - Rennes	29 774	57 169	34 481	
Commerces - Carpentras	24 065	50 685	27 155	
Café - Restaurant - Trappes	49 307	73 837	56 585	
Café - Restaurant - Agen	36 480	59 939	43 005	

Café - Restaurant - Nice	16 397	43 876	18 195
Café - Restaurant - Macon	40 201	62 411	46 334
Café - Restaurant - Rennes	31 021	58 597	36 083
Café - Restaurant - Carpentras	25 070	51 948	28 398

- Différences de consommations ((Avec Régime d'heure d'été – Sans Régime d'heure d'été) / Avec Régime d'heure d'été)

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Ba
Bureaux - Trappes	1,01%	-0,06%	0,69%	
Bureaux - Agen	1,42%	-0,16%	0,94%	
Bureaux - Nice	1,96%	-0,16%	0,96%	
Bureaux - Macon	0,88%	-0,09%	0,59%	
Bureaux - Rennes	1,47%	-0,10%	0,78%	
Bureaux - Carpentras	1,75%	-0,15%	0,87%	
Commerces - Trappes	0,67%	-0,04%	0,34%	
Commerces - Agen	1,15%	-0,10%	0,57%	
Commerces - Nice	0,90%	-0,08%	0,46%	
Commerces - Macon	0,65%	-0,07%	0,35%	
Commerces - Rennes	0,91%	-0,07%	0,46%	
Commerces - Carpentras	0,78%	-0,07%	0,40%	
Café - Restaurant - Trappes	0,71%	0,03%	-0,07%	
Café - Restaurant - Agen	1,26%	0,03%	0,04%	
Café - Restaurant - Nice	0,99%	0,03%	0,01%	
Café - Restaurant - Macon	0,73%	0,03%	-0,02%	
Café - Restaurant - Rennes	0,98%	0,03%	-0,02%	
Café - Restaurant - Carpentras	0,86%	0,03%	0,00%	



## ► Consommations de Climatisation

- Avec Heure d'été

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Ba
Bureaux - Trappes	103 836	285 779	42 824	
Bureaux - Agen	132 979	313 127	57 290	
Bureaux - Nice	186 826	358 424	88 177	
Bureaux - Macon	114 336	292 430	48 806	
Bureaux - Rennes	114 475	297 562	44 982	
Bureaux - Carpentras	204 700	375 032	106 950	
Commerces - Trappes	8 149	28 939	1 667	
Commerces - Agen	11 642	33 045	2 469	
Commerces - Nice	14 662	36 295	3 433	
Commerces - Macon	11 870	32 319	2 622	
Commerces - Rennes	8 984	30 132	1 751	
Commerces - Carpentras	16 065	37 977	4 164	
Café - Restaurant - Trappes	7 910	28 691	1 552	
Café - Restaurant - Agen	11 328	32 680	2 646	
Café - Restaurant - Nice	14 232	35 984	3 196	
Café - Restaurant - Macon	11 519	31 943	2 564	
Café - Restaurant - Rennes	8 721	29 874	1 631	
Café - Restaurant - Carpentras	15 594	37 651	3 877	

- Sans Heure d'été

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Ba
Bureaux - Trappes	102 540	285 827	43 561	
Bureaux - Agen	131 388	313 405	58 921	
Bureaux - Nice	185 389	358 556	89 326	
Bureaux - Macon	112 955	292 545	49 970	
Bureaux - Rennes	112 979	297 669	45 962	
Bureaux - Carpentras	202 909	375 292	109 265	
Commerces - Trappes	7 988	28 946	1 753	
Commerces - Agen	11 358	33 089	2 742	
Commerces - Nice	14 324	36 333	3 746	
Commerces - Macon	11 611	32 343	2 809	
Commerces - Rennes	8 786	30 156	1 893	
Commerces - Carpentras	15 704	38 011	4 503	
Café - Restaurant - Trappes	7 730	28 684	1 521	
Café - Restaurant - Agen	11 000	32 653	2 620	
Café - Restaurant - Nice	13 843	35 953	3 149	
Café - Restaurant - Macon	11 221	31 914	2 512	
Café - Restaurant - Rennes	8 495	29 858	1 606	
Café - Restaurant - Carpentras	15 179	37 619	3 808	

- Différences de consommations ((Avec Régime d'heure d'été – Sans Régime d'heure d'été) / Avec Régime d'heure d'été)

Besoins en chaleur (en kWh)	Consigne Util Chauffage	Consigne Constante	Consigne Eteint la nuit	Consigne Bal
Bureaux - Trappes	1,25%	-0,02%	-1,72%	
Bureaux - Agen	1,20%	-0,09%	-2,85%	
Bureaux - Nice	0,77%	-0,04%	-1,30%	
Bureaux - Macon	1,21%	-0,04%	-2,38%	
Bureaux - Rennes	1,31%	-0,04%	-2,18%	
Bureaux - Carpentras	0,88%	-0,07%	-2,16%	
Commerces - Trappes	1,98%	-0,02%	-5,13%	
Commerces - Agen	2,43%	-0,13%	-11,05%	
Commerces - Nice	2,31%	-0,10%	-9,10%	
Commerces - Macon	2,18%	-0,08%	-7,16%	
Commerces - Rennes	2,21%	-0,08%	-8,09%	
Commerces - Carpentras	2,24%	-0,09%	-8,13%	
Café - Restaurant - Trappes	2,28%	0,03%	2,02%	
Café - Restaurant - Agen	2,89%	0,08%	0,95%	
Café - Restaurant - Nice	2,74%	0,09%	1,50%	
Café - Restaurant - Macon	2,58%	0,09%	2,04%	
Café - Restaurant - Rennes	2,59%	0,05%	1,49%	
Café - Restaurant - Carpentras	2,66%	0,09%	1,77%	

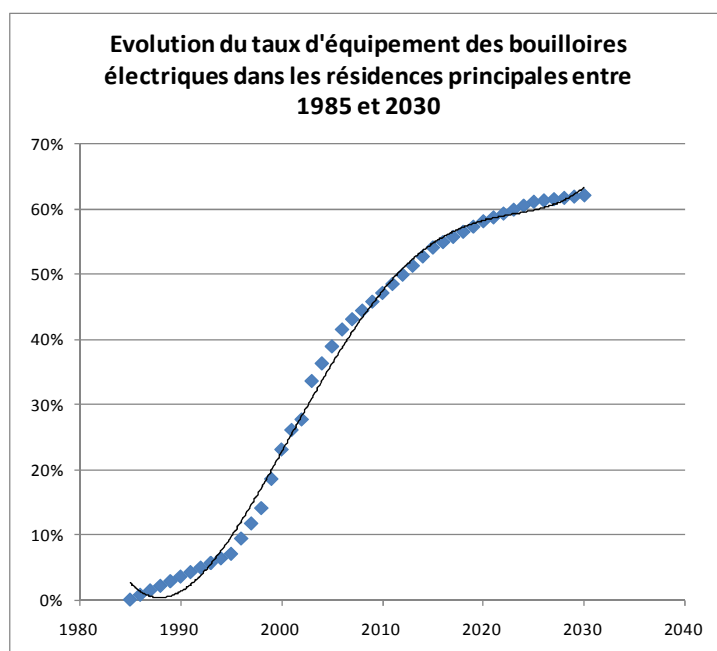
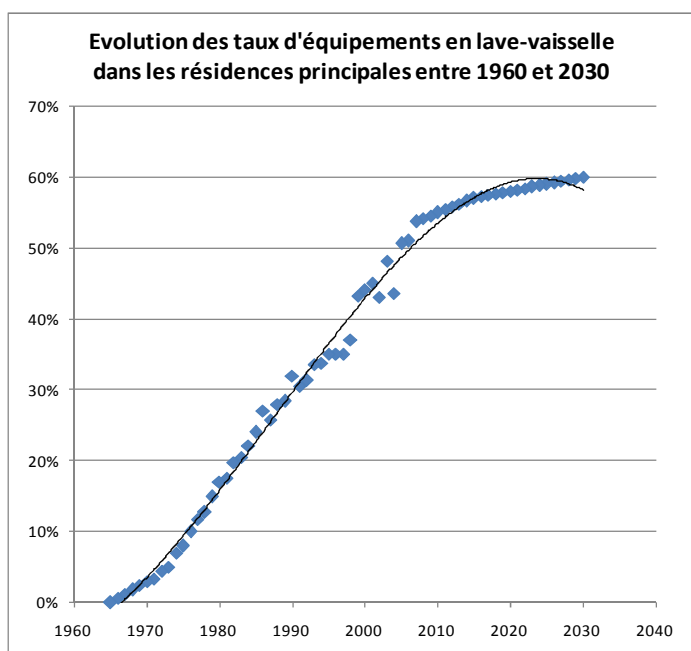
## Annexe 4 : Méthodologie de projection des parcs d'équipements résidentiels et de leurs consommations associées (hors chauffage et ECS)

L'objectif est ici de pouvoir projeter l'ensemble des déterminants nécessaires à la reconstitution de la structure des parcs d'équipements électriques nationaux et de leurs consommations associées à partir de la mécanique mise en place pour la reconstitution 2005. Cette méthodologie permet donc d'obtenir une description analogue à celle réalisée pour 2005 (voir Annexe 1), aux différents points de passage choisis (tous les 5 ans entre 2010 et 2030), des paramètres suivants :

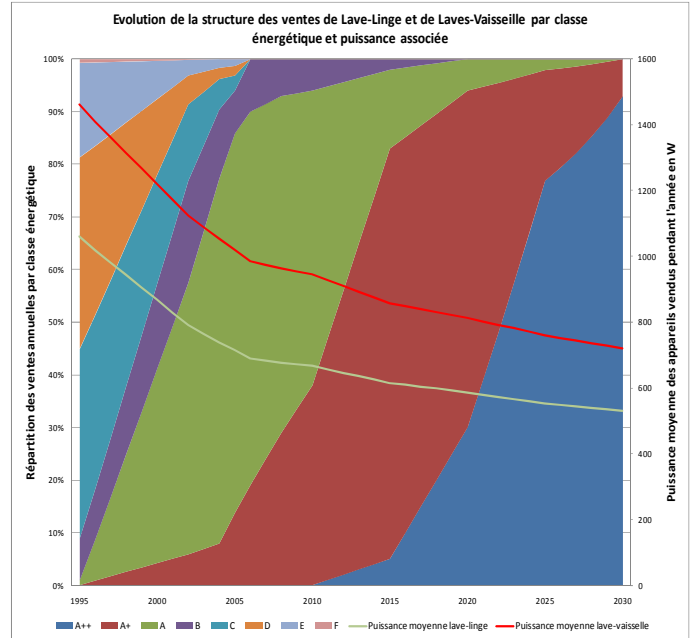
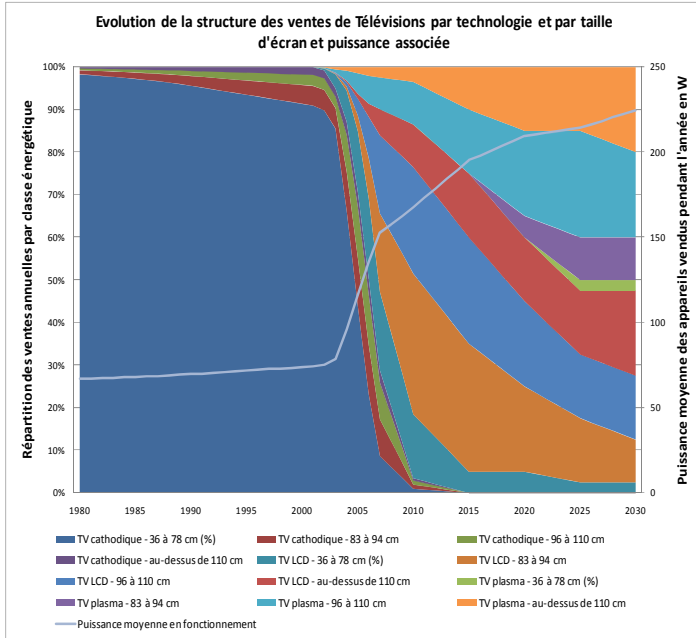
- Nombre de logements en France (RP/RS)
- Taux d'équipements par usage
- Ventes annuelles d'appareils électriques par usage
- Durée de vie moyenne
- Structure du parc par âge
- Structure du parc par technologie / par classe énergétique
- Temps d'utilisation annuel moyen
- Puissance moyenne en fonctionnement / en veille
- Consommation annuelle moyenne par équipement / moyenne par logement / totale du parc

La méthodologie de reconstitution de l'ensemble de ces paramètres à quelque horizon que ce soit se décompose chronologiquement de la manière suivante :

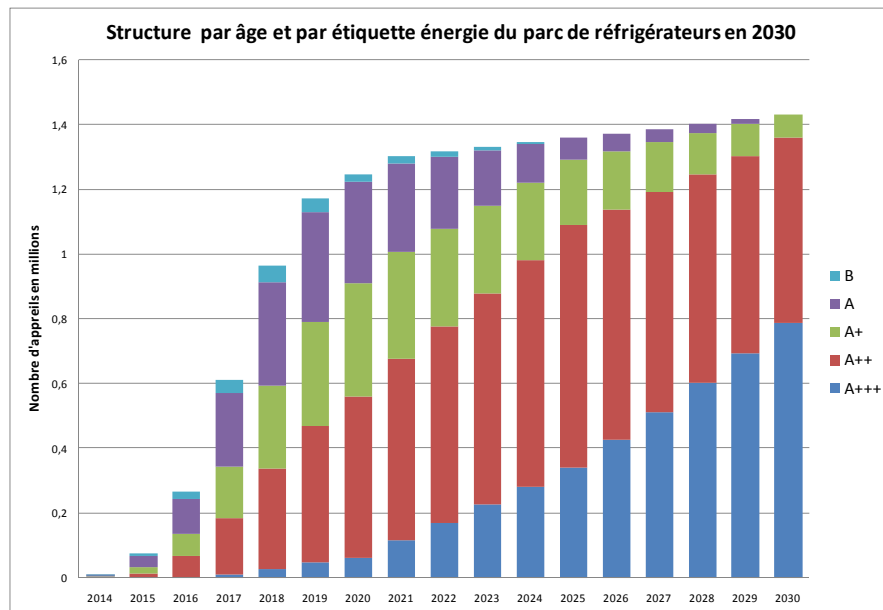
- Hypothèse de projection du nombre de ménages : hypothèses issues de l'INSEE
- Hypothèse de projection des taux d'équipements : La reconstitution historique des taux d'équipements par usage effectuée précédemment permet d'évaluer, en fonction de la courbe obtenue et de son rapprochement avec sa courbe en S théorique, la maturité sur le marché de l'usage étudié. Ainsi à partir d'hypothèses par usage sur les taux d'équipements maximums atteints, les vitesses de pénétration et de disparition, il est possible d'obtenir des évolutions cohérentes des taux d'équipements des ménages français d'ici à 2030 (voire exemples suivants).



- Projection des parcs d'équipements par usage : Croisement des résultats obtenus sur le nombre de ménages et les taux d'équipement par usage
- Structure annuelle des ventes par technologie ou par classe énergétique : A partir des évolutions observées, des pénétrations attendues de nouvelles technologies attendues, ... des hypothèses de structure des ventes par technologie et / ou classe énergétique sont mises en places (voire exemples suivants) :



- Durée de vie moyenne : En fonction de la structure annuelle des ventes par technologie, une durée de vie moyenne par année de vente est calculée
- Historique des ventes (en volume) : Un taux de renouvellement annuel moyen du parc est défini en fonction de plusieurs critères (historique de renouvellement annuel du parc calculé à partir de l'évolution du parc et des ventes, durée de vie moyenne des appareils, rupture technologique, ...). Ainsi en y ajoutant l'augmentation annuelle du parc calculée à partir des historiques obtenus précédemment on obtient l'évolution historique théorique des ventes par usage.
- Structure du parc par technologie / par classe énergétique : Le croisement des ventes et des courbes de survie calculées à partir de la durée de vie moyenne nous permette la reconstitution du parc d'équipements par âge et par technologie et / ou étiquette énergie (voire exemple suivant) :



- Puissance moyenne en fonctionnement / en veille : La structure par âge et par technologie du parc croisé avec des puissances moyennes par technologie et/ ou par classe énergétique nous permet ainsi de calculer une puissance moyenne en fonctionnement et en veille par type d'appareils
- Temps d'utilisation annuel moyen : A partir des évolutions observées, des pénétrations attendues de nouvelles technologies, ... des hypothèses de temps d'utilisation moyen par appareil électrique sont mises en place
- Consommation annuelle moyenne par équipement / moyenne par logement / totale du parc : A partir des différents paramètres obtenus précédemment (parc par an, puissance moyenne par an, temps d'utilisation annuel moyen par an) on peut ainsi calculer les consommations annuelles par usage et par typologie d'abonnés de l'ensemble des usages étudiés.

Les données d'entrée CHARTER issues de cette méthodologie pour les années 2015 à 2030 et pour les abonnés résidentiels sont les suivantes :

	Usages	Taux d'équipement 2015(RP)	Taux d'équipement 2015(RS)	Taux d'équipement 2020(RP)	Taux d'équipement 2020(RS)	Taux d'équipement 2025(RP)	Taux d'équipement 2025(RS)	Taux d'équipement 2030(RP)	Taux d'équipement 2030(RS)	Puissance Moyenne 2015	Puissance Moyenne 2020	Puissance Moyenne 2025	Puissance Moyenne 2030	
Nettoyage et repassage	Aspirateur	97%	32%	96%	32%	97%	32%	96%	32%	1 250	1 250	1 250	1 250	
	Fers à repasser	58%	29%	55%	28%	54%	27%	53%	27%	300	300	300	300	
	Centrales vapeur	40%	20%	45%	23%	46%	23%	47%	24%	722	722	722	722	
Produits blancs	Lave-Linge	95%	32%	96%	32%	97%	32%	97%	32%	694	637	597	566	
	Lave-vaisselle	57%	19%	58%	19%	59%	20%	60%	20%	840	780	737	697	
	Sèche-linge	36%	7%	38%	8%	39%	8%	40%	8%	1 981	1 856	1 728	1 599	
Froid	Réfrigérateur et combinés	117%	104%	119%	106%	122%	108%	125%	111%	31	27	24	20	
	Congélateurs	66%	17%	68%	17%	69%	17%	70%	18%	36	30	26	23	
Eclairage	Eclairage	2700%	2700%	2800%	2800%	2860%	2860%	2900%	2900%	25	23	21	20	
Electronique de loisir	Télévision	167%	107%	173%	111%	176%	113%	177%	113%	162	197	220	236	
	Lecteurs DVD	109%	14%	113%	14%	116%	14%	117%	15%	219	223	224	224	
	Magnétoscopes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	385	385	385	385	
	Ordinateurs fixes, secondaires et portables	125%	0%	136%	0%	143%	0%	147%	0%	119	132	147	163	
	Décodeurs, TNT, Satellite et TV ADSL	162%	0%	168%	0%	171%	0%	172%	0%	14	13	13	13	
	Imprimantes	64%	0%	67%	0%	69%	0%	70%	0%	1 583	1 864	2 039	2 095	
	Scaners	45%	0%	47%	0%	48%	0%	49%	0%	3 720	3 720	3 720	3 720	
	Box et modem	73%	0%	89%	0%	95%	0%	100%	0%	9	9	9	9	
	Téléphones fixes	115%	82%	112%	80%	110%	78%	109%	78%	542	542	542	542	
	Téléphones portables	250%	250%	265%	265%	270%	270%	275%	275%	5	5	5	5	
	Lecteurs MP3	100%	100%	111%	111%	119%	119%	125%	125%	5	5	5	5	
	Chaîne-Hifi	85%	5%	87%	5%	89%	6%	90%	6%	62	62	62	62	
	Consoles de jeux	67%	14%	71%	15%	74%	16%	75%	16%	84	128	164	189	
	Cuisson spécifique	Grille Pain	75%	38%	76%	38%	77%	39%	78%	39%	750	750	750	750
		Bouilloire électrique	54%	18%	58%	19%	61%	20%	62%	21%	1 335	1 335	1 335	1 335
Cafetière filtres		63%	63%	62%	62%	61%	61%	60%	60%	950	950	950	950	
Expresso		32%	11%	33%	11%	34%	11%	35%	12%	1 567	1 567	1 567	1 567	
Micro-ondes		91%	30%	92%	31%	93%	31%	94%	31%	1 370	1 370	1 370	1 370	
Mini-four		35%	9%	35%	9%	36%	9%	36%	9%	898	898	898	898	
Friteuse		42%	14%	43%	14%	44%	15%	45%	15%	1 542	1 542	1 542	1 542	
Hottes		61%	31%	62%	31%	63%	32%	64%	32%	110	110	110	110	
Autres	Sèche-cheveux	75%	37%	75%	37%	75%	37%	75%	37%	1 000	1 000	1 000	1 000	
	Rasoirs	29%	14%	29%	14%	29%	14%	29%	14%	10	10	10	10	
	Auxiliaires de Chauffage	67%	50%	67%	50%	67%	50%	67%	50%	50	50	50	50	
	Autres (Inconnu)													
Climatisation (en TWh)														
Cuisson concurrentielle	Cuisinières	24%	12%	23%	12%	23%	12%	23%	12%	1 085	1 085	1 085	1 085	
	Fours	53%	13%	58%	15%	59%	15%	60%	15%	1 350	1 350	1 350	1 350	
	Tables	59%	59%	63%	63%	64%	64%	65%	65%	1 362	1 362	1 362	1 362	
ECS (en TWh)														
Chauffage (en TWh)														
Consommation résidentiel élec total (en TWh)														

	Usages	Temps d'utilisation 2015(RP)	Temps d'utilisation 2015(RS)	Temps d'utilisation 2020(RP)	Temps d'utilisation 2020(RS)	Temps d'utilisation 2025(RP)	Temps d'utilisation 2025(RS)	Temps d'utilisation 2030(RP)	Temps d'utilisation 2030(RS)	Consommation totale 2015 (en TWh)	Consommation totale 2020 (en TWh)	Consommation totale 2025 (en TWh)	Consommation totale 2030 (en TWh)	Consommation totale (en TWh)
Nettoyage et repassage	Aspirateur	17	2	17	2	17	2	17	2	0,600	0,616	0,646	0,662	1,491
	Fers à repasser	52	6	52	6	52	6	52	6	0,259	0,255	0,260	0,264	
	Centrales vapeur	52	6	52	6	52	6	52	6	0,430	0,507	0,533	0,564	
Produits blancs	Lave-Linge	231	28	231	28	231	28	231	28	4,345	4,184	4,113	4,037	10,277
	Lave-vaisselle	210	25	210	25	210	25	210	25	2,865	2,809	2,803	2,793	
	Sèche-linge	170	20	170	20	170	20	170	20	3,446	3,577	3,508	3,448	
Froid	Réfrigérateur et combinés	8760	1056	8760	1056	8760	1056	8760	1056	9,098	8,463	7,907	7,157	11,557
	Congélateurs	8760	1056	8760	1056	8760	1056	8760	1056	5,870	5,296	4,849	4,400	
Eclairage	Eclairage	380	46	390	47	396	48	400	48	7,440	7,558	7,500	7,506	7,506
Electronique de loisir	Télévision	1456	253	1476	256	1510	262	1547	269	11,368	15,066	18,201	20,835	49,455
	Lecteurs DVD	104	13	104	13	104	13	104	13	0,706	0,771	0,821	0,860	
	Magnétoscopes	104	0	104	0	104	0	104	0	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Ordinateurs fixes, secondaires et portables	1747	0	1866	0	1997	0	2183	0	7,352	9,850	12,766	16,466	
	Décodeurs, TNT, Satellite et TV ADSL	5084	0	5227	0	5369	0	5511	0	3,192	3,477	3,702	3,890	
	Imprimantes	17	0	17	0	17	0	17	0	0,497	0,636	0,743	0,803	
	Scaners	10	0	10	0	10	0	10	0	0,493	0,534	0,566	0,593	
	Box et modem	8200	0	8400	0	8550	0	8600	0	1,473	1,916	2,157	2,371	
	Téléphones fixes	44	5	42	5	40	5	38	5	0,788	0,760	0,738	0,721	
	Téléphones portables	436	53	496	60	556	67	616	74	0,158	0,198	0,234	0,274	
	Lecteurs MP3	641	77	650	78	659	79	667	80	0,093	0,109	0,122	0,135	
	Chaîne-Hifi	748	90	718	87	687	83	657	79	1,115	1,136	1,155	1,157	
	Consoles de jeux	300	36	300	36	300	36	300	36	0,476	0,806	1,106	1,350	
Cuisson spécifique	Grille Pain	12	1	12	1	12	1	12	1	0,196	0,206	0,216	0,227	5,987
	Bouilloire électrique	30	4	30	4	30	4	30	4	0,624	0,695	0,759	0,799	
	Cafetière filtres	36	4	36	4	36	4	36	4	0,632	0,645	0,659	0,671	
	Expresso	30	4	30	4	30	4	30	4	0,434	0,464	0,497	0,530	
	Micro-ondes	52	6	52	6	52	6	52	6	1,850	1,941	2,036	2,132	
	Mini-four	104	13	104	13	104	13	104	13	0,931	0,966	1,031	1,068	
	Friteuse	13	2	13	2	13	2	13	2	0,240	0,255	0,271	0,287	
	Hottes	121	15	121	15	121	15	121	15	0,233	0,246	0,260	0,273	
Autres	Sèche-cheveux	10	1	10	1	10	1	10	1	0,214	0,222	0,231	0,239	6,264
	Rasoirs	30	4	30	4	30	4	30	4	0,002	0,003	0,003	0,003	
	Auxiliaires de Chauffage	2400	289	2400	289	2400	289	2400	289	2,192	2,238	2,289	2,339	
<b>Autres (Inconnu)</b>										3,302	3,426	3,556	3,683	
<b>Climatisation (en TWh)</b>										2,941	3,257	3,509	3,724	3,724
Cuisson concurrentielle	Cuisinières	400	48	400	48	400	48	400	48	2,988	2,971	3,084	3,194	15,974
	Fours	206	25	206	25	206	25	206	25	4,205	4,774	5,041	5,310	
	Tables	261	31	261	31	261	31	261	31	6,078	6,733	7,101	7,470	
<b>ECS (en TWh)</b>										19,118	19,070	18,945	18,664	18,664
<b>Chauffage (en TWh)</b>										56,329	56,060	55,311	54,459	54,459
<b>Consommation résidentiel élec total (en TWh)</b>										<b>164,576</b>	<b>172,694</b>	<b>179,228</b>	<b>185,358</b>	<b>185</b>

## Annexe 5 : Hypothèses d'évolution du nombre de logements et de leurs consommations de chauffage et d'ECS

### Hypothèses d'évolution du nombre de logements et des consommations de chauffage

#### ► Anciens logements

7% du parc de systèmes de chauffage est renouvelé annuellement entre 2005 et 2030, ces renouvellements obéissants aux matrices de transfert suivantes par typologie de logement (MI/IC) :

#### • MI

	AIC bois	AIC charbon	AIC électricité	AIC fioul	AIC gaz de réseau	AIC GPL	CCC bois	CCC charbon	CCC chauffage urbain	CCC électricité	CCC fioul	CCC gaz de réseau	CCC GPL	CCI bois	CCI charbon	CCI fioul	CCI gaz de réseau	CCI GPL	chauffage intégré électricité	PAC		
AIC bois	100%																					
AIC charbon	15%	30%	55%																			
AIC électricité			100%																			
AIC fioul	5%		70%	25%																		
AIC gaz de réseau	5%		60%		35%																	
AIC GPL	5%		60%			35%																
CCC bois							90%					10%										
CCC charbon							15%				35%	50%										
CCC chauffage urbain								90%				10%										
CCC électricité									100%													
CCC fioul											75%	25%										
CCC gaz de réseau												100%										
CCC GPL												20%	80%									
CCI bois														87%		10%					3%	
CCI charbon														30%	0%	20%	50%					
CCI fioul																61%	35%				4%	
CCI gaz de réseau																	100%					
CCI GPL																		32%	65%		3%	
chauffage intégré électricité	10%																				90%	
PAC																	2%	2%				96%

#### • IC

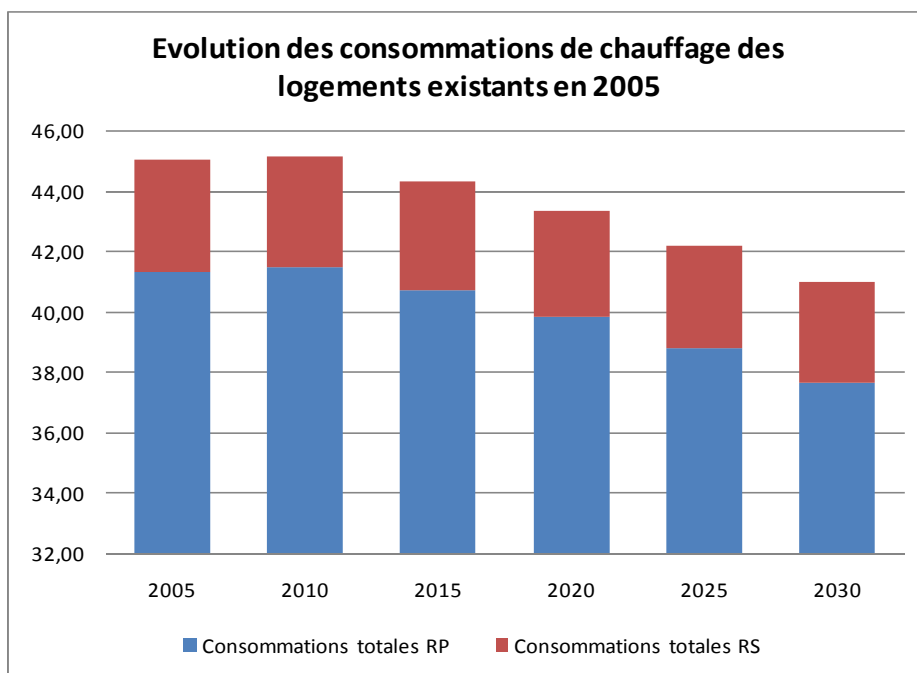
	AIC bois	AIC charbon	AIC électricité	AIC fioul	AIC gaz de réseau	AIC GPL	CCC bois	CCC charbon	CCC chauffage urbain	CCC électricité	CCC fioul	CCC gaz de réseau	CCC GPL	CCI bois	CCI charbon	CCI fioul	CCI gaz de réseau	CCI GPL	chauffage intégré électricité	PAC		
AIC bois	100%																					
AIC charbon	15%	30%	55%																			
AIC électricité			100%																			
AIC fioul	5%		70%	25%																		
AIC gaz de réseau	5%		60%		35%																	
AIC GPL	5%		60%			35%																
CCC bois							90%					10%										
CCC charbon							15%				35%	50%										
CCC chauffage urbain								90%				10%										
CCC électricité									100%													
CCC fioul											75%	25%										
CCC gaz de réseau												100%										
CCC GPL												20%	80%									
CCI bois														85%		10%					5%	
CCI charbon														30%	0%	20%	50%					
CCI fioul																50%	45%				5%	
CCI gaz de réseau																	100%					
CCI GPL																		30%	60%		10%	
chauffage intégré électricité	3%																				97%	
PAC																	2%	2%				96%

Le Grenelle de l'environnement a fixé des objectifs de réhabilitation dans les anciens logements que nous appliquons dans cette projection. Ces objectifs sont les suivants en termes de nombre de logements touchés :



	Logements réhabilités
2005 - 2010	550 000
2010 - 2015	2 000 000
2015-2020	2 000 000
2020 - 2025	2 000 000
2025 - 2030	2 000 000

En considérant un gain unitaire moyen de 30% des consommations de chauffage sur les logements réhabilités nous obtenons l'évolution suivante des consommations de chauffage des logements antérieurs à 2005 :

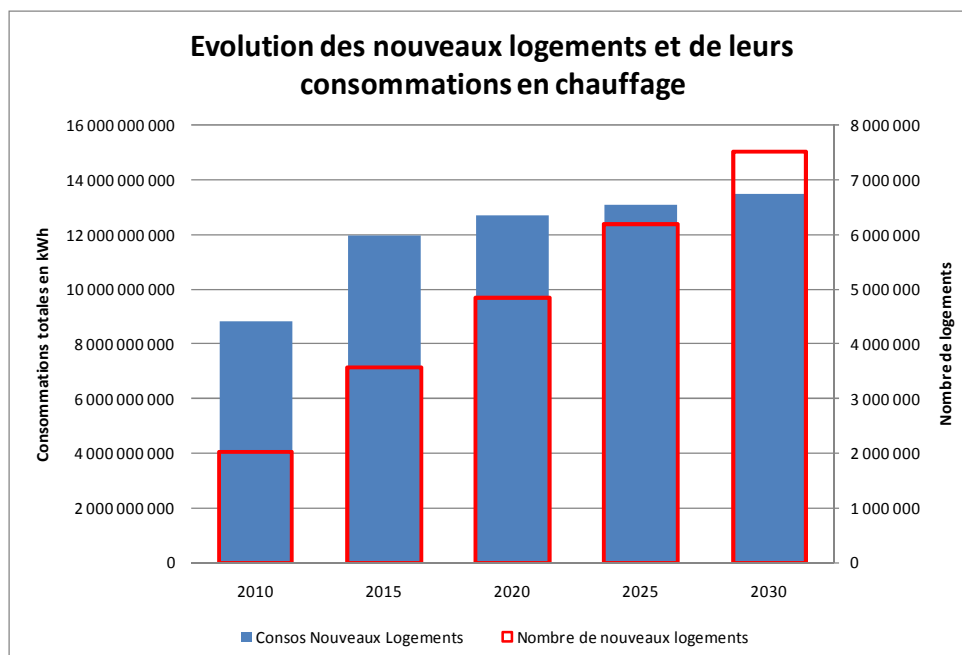


### ► Nouveaux logements

Ne considérant pas de sortie de parc pour les anciens logements, le nombre de logements post 2005 correspond dans notre simulation aux hypothèses d'augmentations de logements utilisées entre 2005 et 2030, ces dernières étant issues de l'INSEE :

	1999	2005	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Effectifs au 1er janvier (milliers)</b>							
Population totale	58 492	60 702	62 302	63 728	64 984	66 123	67 204
Population hors ménages	1 294	1 429	1 458	1 476	1 507	1 515	1 519
Nombre de ménages	23 776	25 689	27 039	28 311	29 370	30 488	31 579
Variation annuelle			265	241	215	228	215
Nombre de personnes par ménage (hyp. B)	2,41	2,31	2,25	2,2	2,16	2,12	2,08

La répartition par typologie d'abonnés, hors typologie de chauffage, est considérée comme identique à celle de 2005. Une part de chauffage électrique de **65%** a été prise pour les nouveaux logements, ces derniers respectant tous la Réglementation thermique alors en place (RT 2005 et 2012). Ainsi nous obtenons les résultats globaux suivants :

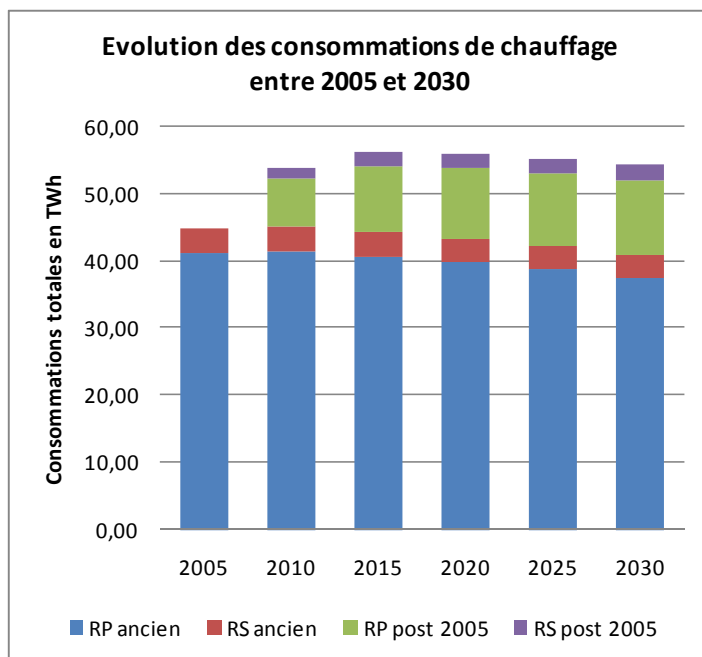


### ► Ensemble des logements

Les résultats obtenus sur le nombre de logements, leur répartition par typologie et leurs consommations de chauffage sont les suivants :

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Résidentiel - RP - IC - Ancien - Grand - Chauff Comb	547 962	546 421	545 302	544 510	543 973	543 987
Résidentiel - RP - IC - Ancien - Grand - Chauff Elec	51 020	52 561	53 680	54 472	55 009	55 517
Résidentiel - RP - IC - Ancien - Petit - Chauff Comb	5 358 768	5 346 078	5 338 961	5 336 089	5 336 446	5 336 446
Résidentiel - RP - IC - Ancien - Petit - Chauff Elec	1 343 842	1 356 532	1 363 649	1 366 521	1 366 164	1 366 164
Résidentiel - RP - IC - Récent - Grand - Chauff Comb	161 915	185 074	202 675	217 476	233 092	247 627
Résidentiel - RP - IC - Récent - Grand - Chauff Elec	93 243	116 342	133 498	147 633	162 566	177 841
Résidentiel - RP - IC - Récent - Petit - Chauff Comb	1 906 470	2 149 170	2 334 721	2 491 396	2 656 220	2 804 982
Résidentiel - RP - IC - Récent - Petit - Chauff Elec	1 378 982	1 814 498	2 138 528	2 406 103	2 689 166	2 977 474
Résidentiel - RP - MI - Ancien - Grand - Chauff Comb	2 292 585	2 272 859	2 258 173	2 247 451	2 239 857	2 239 857
Résidentiel - RP - MI - Ancien - Grand - Chauff Elec	333 818	353 544	368 230	378 952	386 546	386 546
Résidentiel - RP - MI - Ancien - Petit - Chauff Comb	4 661 378	4 607 708	4 571 121	4 547 481	4 533 653	4 533 653
Résidentiel - RP - MI - Ancien - Petit - Chauff Elec	1 092 200	1 145 870	1 182 457	1 206 097	1 219 925	1 219 925
Résidentiel - RP - MI - Récent - Grand - Chauff Comb	2 045 721	2 204 667	2 330 529	2 439 850	2 554 470	2 643 300
Résidentiel - RP - MI - Récent - Grand - Chauff Elec	1 202 909	1 434 299	1 601 717	1 736 566	1 879 719	2 042 436
Résidentiel - RP - MI - Récent - Petit - Chauff Comb	1 673 924	1 898 212	2 074 018	2 225 500	2 384 570	2 514 291
Résidentiel - RP - MI - Récent - Petit - Chauff Elec	1 201 321	1 555 165	1 813 741	2 023 903	2 246 626	2 489 476
Résidentiel - RS - IC - Ancien - Grand - Chauff Comb	81 047	80 726	80 515	80 390	80 332	80 332
Résidentiel - RS - IC - Ancien - Grand - Chauff Elec	21 790	22 111	22 322	22 447	22 505	22 505
Résidentiel - RS - IC - Ancien - Petit - Chauff Comb	842 890	840 961	840 342	840 718	841 847	841 847
Résidentiel - RS - IC - Ancien - Petit - Chauff Elec	441 352	443 281	443 900	443 524	442 395	442 395
Résidentiel - RS - IC - Récent - Grand - Chauff Comb	23 760	27 999	31 237	33 971	36 852	39 470
Résidentiel - RS - IC - Récent - Grand - Chauff Elec	24 322	29 189	32 793	35 756	38 889	42 139
Résidentiel - RS - IC - Récent - Petit - Chauff Comb	325 173	375 221	414 125	447 409	482 320	511 500
Résidentiel - RS - IC - Récent - Petit - Chauff Elec	580 101	687 058	766 122	831 051	899 824	971 826
Résidentiel - RS - MI - Ancien - Grand - Chauff Comb	358 720	356 008	354 225	353 162	352 657	352 657
Résidentiel - RS - MI - Ancien - Grand - Chauff Elec	96 665	99 377	101 160	102 223	102 728	102 728
Résidentiel - RS - MI - Ancien - Petit - Chauff Comb	1 071 418	1 062 524	1 057 690	1 055 899	1 056 382	1 056 382
Résidentiel - RS - MI - Ancien - Petit - Chauff Elec	448 580	457 474	462 308	464 099	463 616	463 616
Résidentiel - RS - MI - Récent - Grand - Chauff Comb	195 860	220 124	239 153	255 547	272 729	286 583
Résidentiel - RS - MI - Récent - Grand - Chauff Elec	146 033	169 813	186 882	200 542	215 087	232 195
Résidentiel - RS - MI - Récent - Petit - Chauff Comb	215 738	271 474	315 138	352 727	392 158	424 313
Résidentiel - RS - MI - Récent - Petit - Chauff Elec	291 061	366 122	420 733	464 963	511 909	564 046
<b>Total</b>	<b>30 510 568</b>	<b>32 548 464</b>	<b>34 079 646</b>	<b>35 354 428</b>	<b>36 700 232</b>	<b>38 014 056</b>

	Consommations totales RP ancien (en TWh)	Consommations totales RS ancien (en TWh)	Consommations totales RP post 2005 (en TWh)	Consommations totales RS post 2005 (en TWh)	Consommations totales (en TWh)
2005	41,34	3,66			45,00
2010	41,46	3,67	7,33	1,49	53,95
2015	40,74	3,60	9,96	2,03	56,33
2020	39,83	3,51	10,57	2,15	56,06
2025	38,79	3,42	10,89	2,22	55,31
2030	37,66	3,32	11,20	2,28	54,46



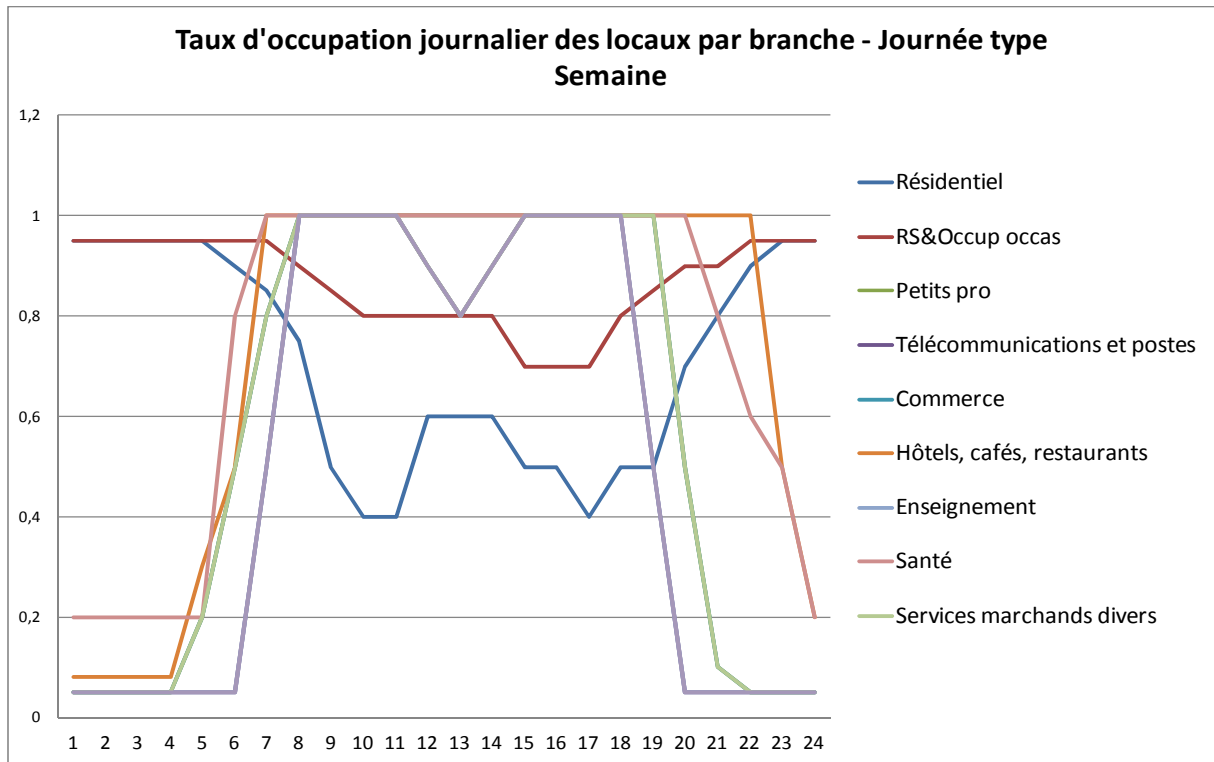
### Hypothèses d'évolution des consommations d'ECS

Une hypothèse simple d'évolution des consommations unitaires dues à l'ECS a été posée en considérant une part de chauffage électrique identique à 2005 et en prenant en compte une forte pénétration de chauffe-eau solaire (40% de chauffe-eau solaire en 2030) :

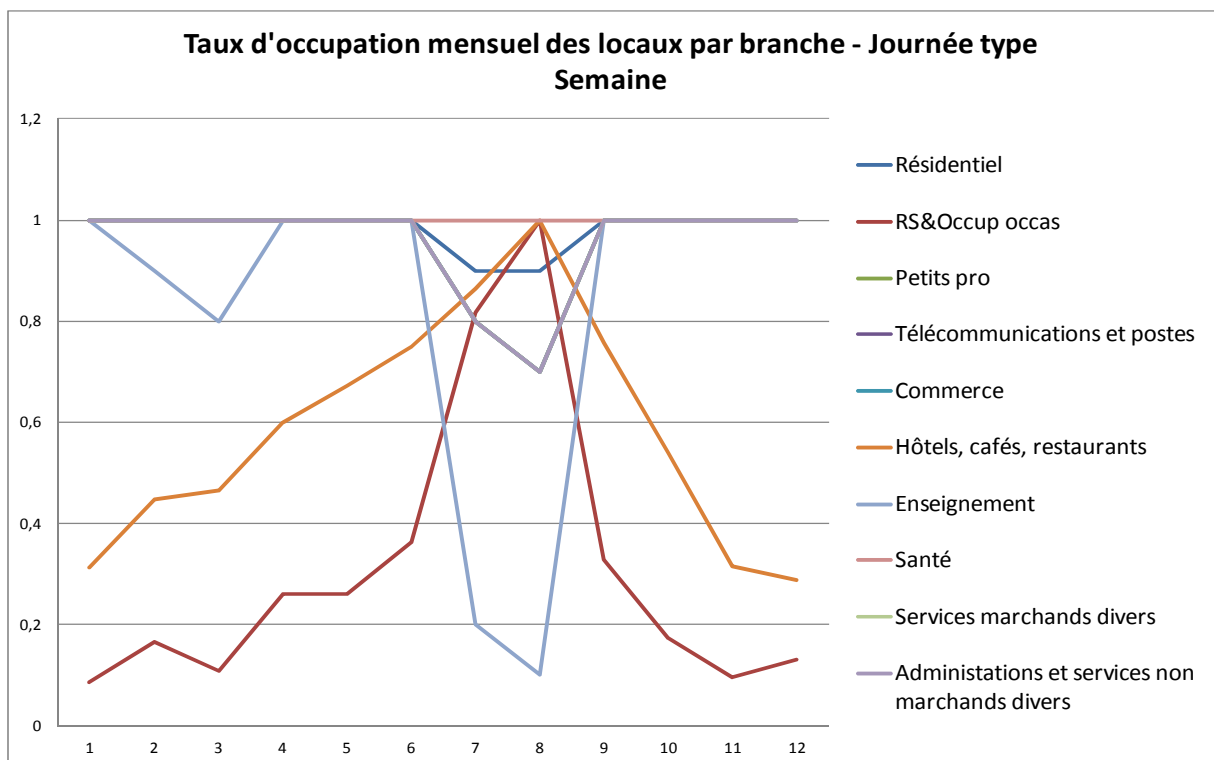
	2010	2015	2020	2025	2030
Part des chauffe-eau solaire sur le parc	3%	17%	25%	33%	42%
Baisse des consommations unitaires en ECS	2%	10%	15%	20%	25%
Consommations totales (en GWh)	19 386	19 118	19 070	18 945	18 711

## Annexe 6 : Hypothèses alimentant les outils de reconstitution de forme horo-saisonnière des usages Chauffage et Climatisation

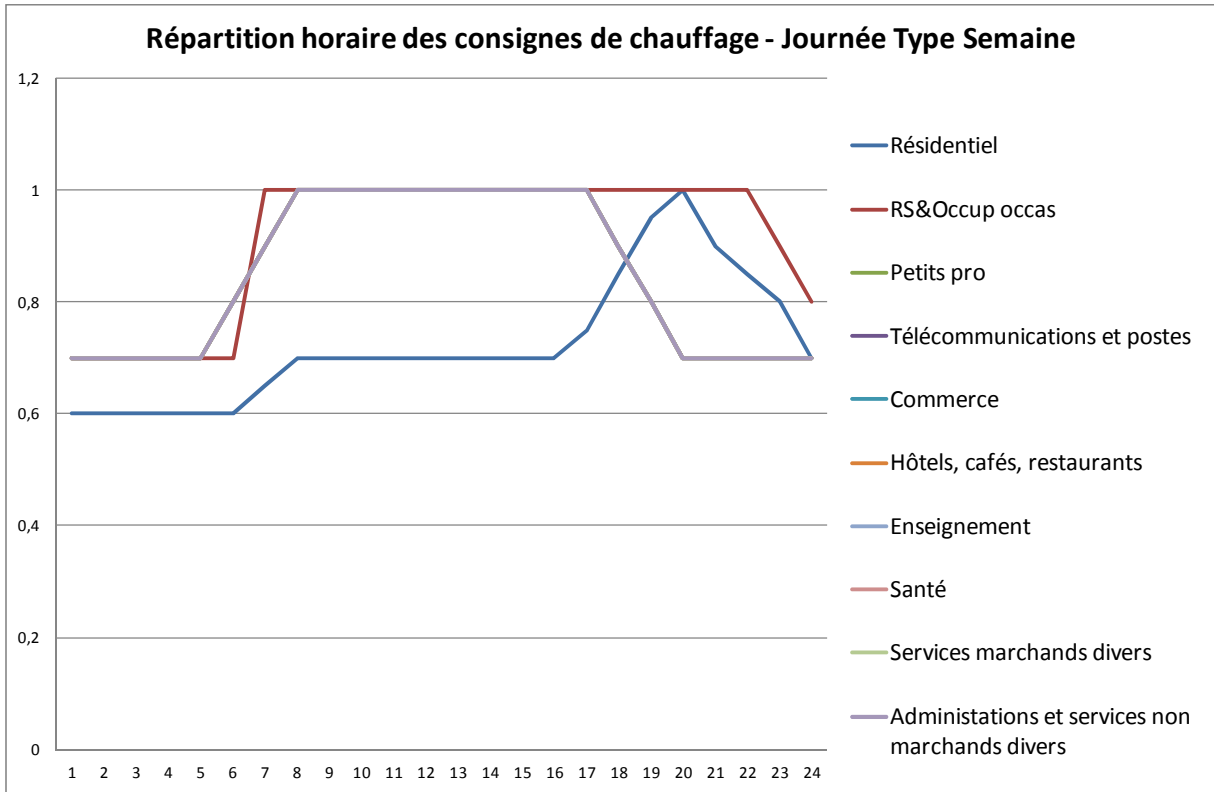
• Taux d'occupation quotidien



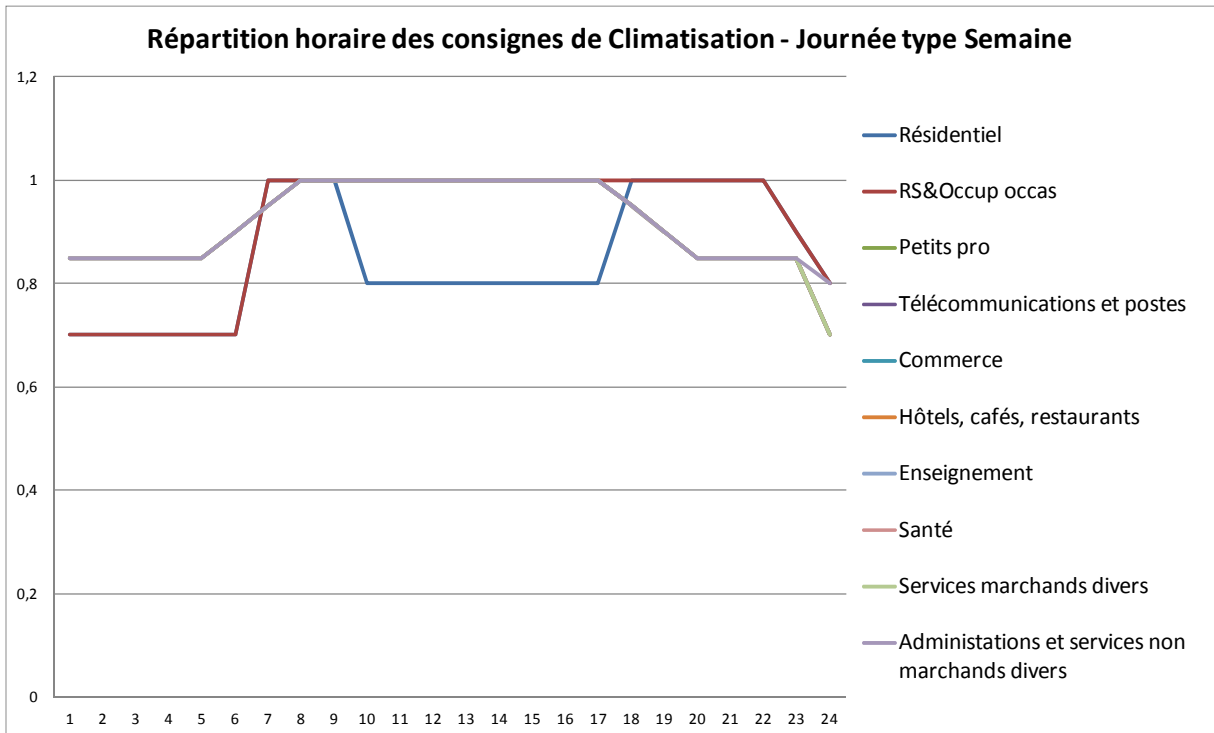
• Taux d'occupation mensuel



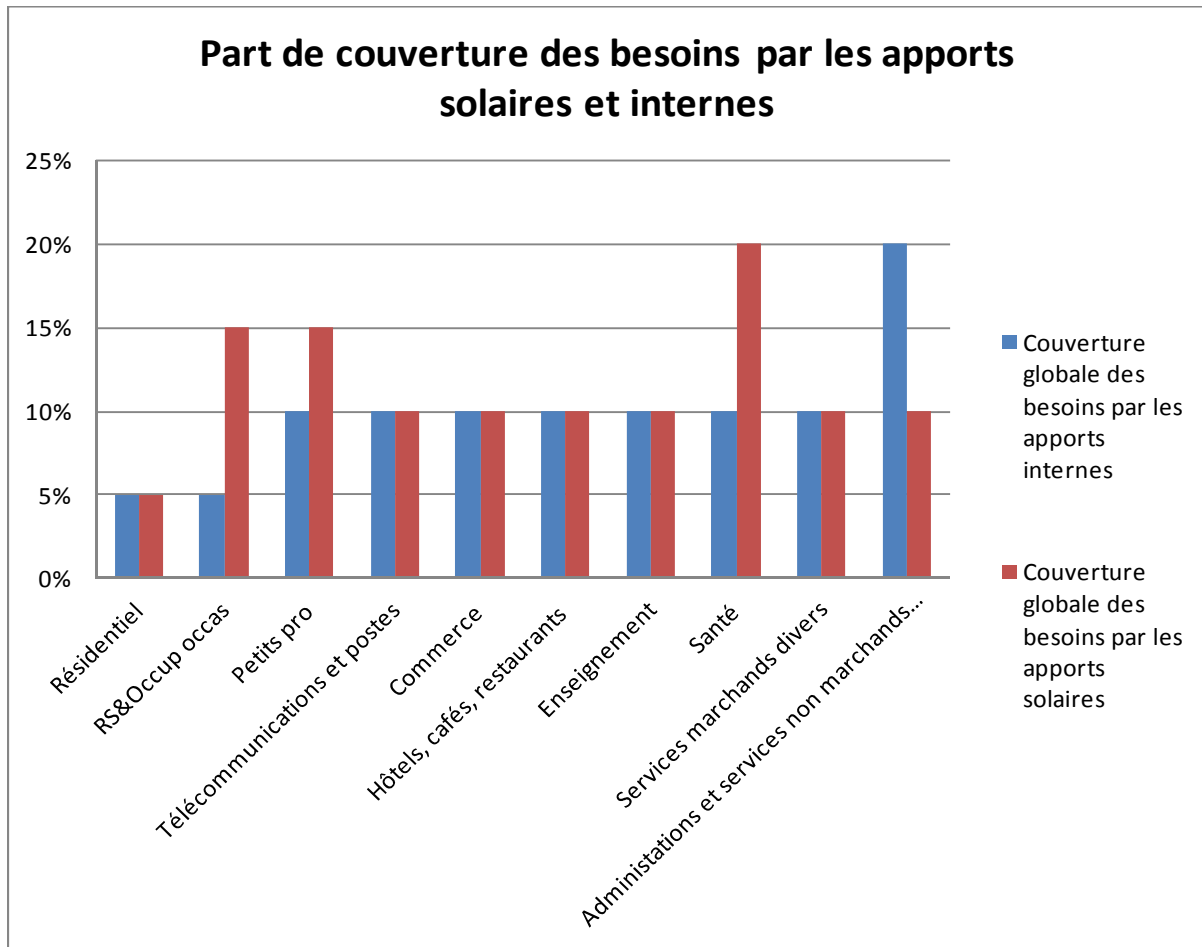
• Répartition horaire des consignes de Chauffage



• Répartition horaire des consignes de Climatisation



- Part de couverture des besoins de chaleur par les apports solaires et internes



## V. Bibliographie

“The effects of daylight saving time on California electricity use.” A. Kandel and D. Metz. California Energy Commission (CEC). 2001.

“Does Extending Daylight Saving Time Save Energy? Evidence from an Australian Experiment “ Kellogg, R. and H. Wolff

“Impact of daylight saving time on residential energy consumption and cost.” Rock, B. A. 1997.

“Evaluation of city-scale impact of residential energy conservation measures using the detailed end-use simulation model” Shimoda, Y., T. Asahi, A. Taniguchi, and M. Mizuno. 2007

“Daylight saving, electricity demand and emissions; Exploratory studies from Great Britain.” Yu-Foong Chong, Elizabeth Garnsey, Simon Hill and Frederic Desobry

“The effect of Daylight Saving Time on lighting energy use: a literature review“ Myriam B.C. Aries\*; Guy R. Newsham