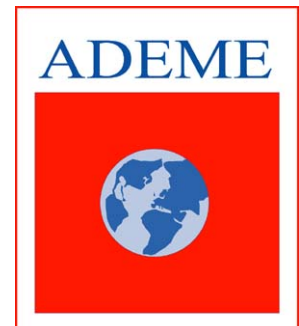


**ENERTECH**

**Campagne de mesures des appareils de production de froid et  
des appareils de lavage dans 100 logements**

**PROJET : AEE2008**

## **Rapport final**

**Avril 2008**

**ENERTECH**

*Ingénierie énergétique et fluides*

**F - 26160 FELINES S/RIMANDOULE**

*tél. & Fax : (33) 04.75.90.18.54*

**Courriel : [contact@enertech.fr](mailto:contact@enertech.fr)**

**[www.enertechfr](http://www.enertechfr)**

# Sommaire

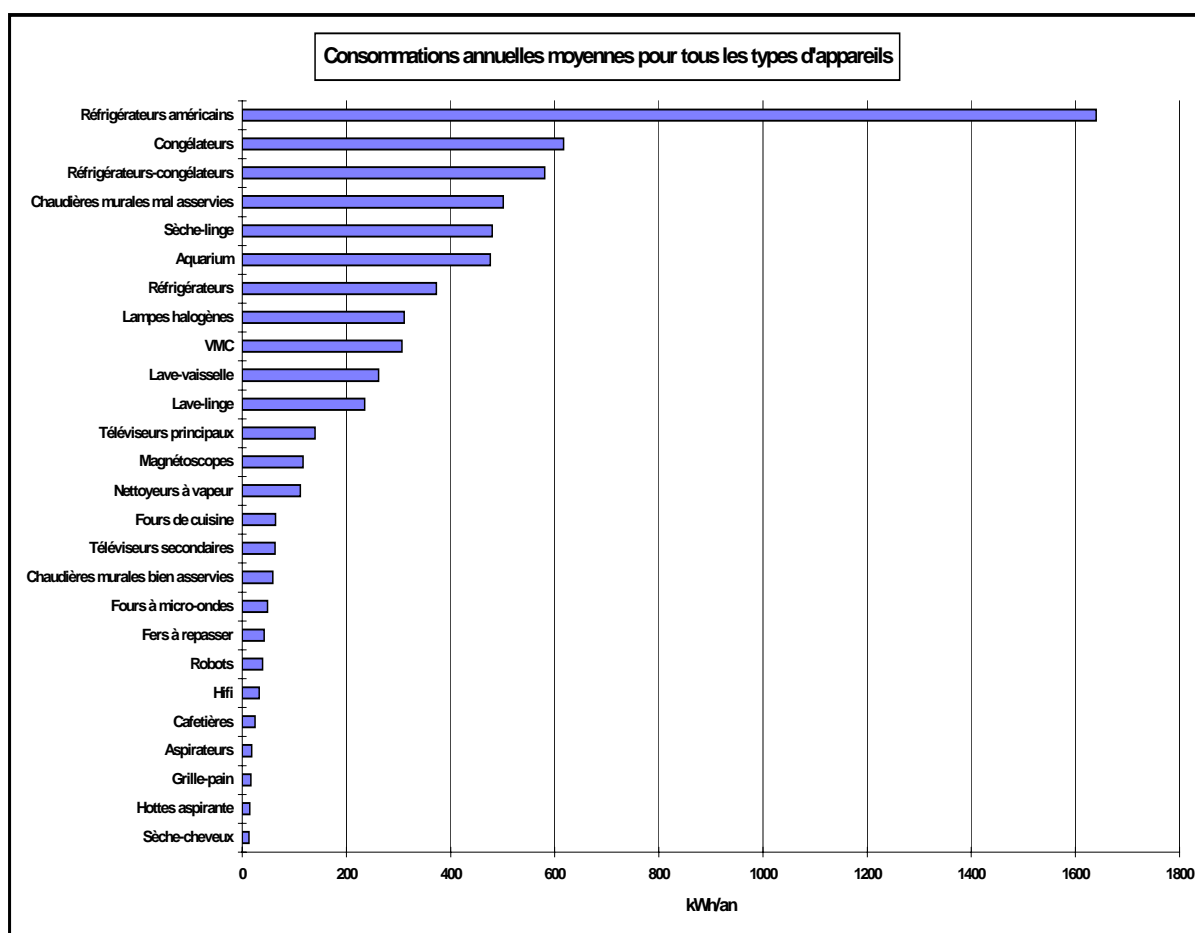
<i>Sommaire</i>	2
<b>Partie 1 : Les enjeux et les objectifs du projet AEE2008</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Introduction</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Les objectifs du projet AEE2008</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Les partenaires financiers</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Méthodologie générale et moyens</b>	<b>7</b>
1.4.1 Description de la méthode générale	7
1.4.2 Les moyens de mesure	7
<b>Partie 2 : Les appareils de froid ménager</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Description de l'échantillon</b>	<b>9</b>
2.1.1 Etude des logements et du poste « froid »	9
2.1.2 Etude des consommations par logement	11
<b>2.2 Les réfrigérateurs</b>	<b>13</b>
2.2.1 Histogramme des âges des appareils suivis	13
2.2.2 Histogramme des consommations annuelles	13
2.2.3 Courbe de charge horaire moyenne	14
2.2.4 Evolution de la consommation au fil des saisons	15
2.2.5 Consommation en fonction de l'âge et du volume	17
2.2.6 Evolution de la consommation des réfrigérateurs sur plusieurs années	19
2.2.7 Etude des veilles	19
<b>2.3 Les réfrigérateurs-congèlateurs</b>	<b>20</b>
2.3.1 Histogramme des âges des appareils suivis	20
2.3.2 Histogramme des consommations annuelles	20
2.3.3 Courbe de charge horaire moyenne	21
2.3.4 Evolution de la consommation au cours de l'année	22
2.3.5 Consommation en fonction de l'âge et du volume	24
2.3.6 Etude des veilles	26
<b>2.4 Les Congélateurs</b>	<b>28</b>
2.4.1 Histogramme des âges des appareils suivis	28
2.4.2 Histogramme des consommations annuelles	28
2.4.3 Courbe de charge horaire moyenne	30
2.4.4 Evolution de la consommation au cours de l'année	32
2.4.5 Consommation en fonction de l'âge et du volume	33
2.4.6 Evolution de la consommation des congélateurs sur plusieurs années	35
2.4.7 Etude des veilles	36
<b>2.5 Les réfrigérateurs américains</b>	<b>37</b>
2.5.1 Etude des consommations des réfrigérateurs américains	37
2.5.2 Courbe de charge horaire moyenne	37
2.5.3 Evolution de la consommation au fil des saisons	38
2.5.4 Consommation en fonction de l'âge et du volume	40

<b>Partie 3 : Lave-linge et lave-vaisselle</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Les lave-linges</b>	<b>41</b>
3.1.1 Nature des besoins électriques	41
3.1.2 Histogramme des consommations annuelles	42
3.1.3 Courbe de charge moyenne	44
3.1.4 Utilisation des lave-linge	46
3.1.5 Corrélation des mesures avec les données issues des questionnaires	50
<b>3.2 Les lave-vaisselle</b>	<b>53</b>
3.2.1 Nature des besoins électriques	53
3.2.2 Etude des consommations annuelles	53
3.2.3 Courbe de charge moyenne	55
3.2.4 Utilisation des lave-vaisselle	57
3.2.5 Corrélation des mesures avec les données issues des questionnaires	62
<b>Partie 4 : Conclusion</b>	<b>65</b>
<b>Partie 5 : Annexes</b>	<b>68</b>

# Partie 1 : Les enjeux et les objectifs du projet AEE2008

## 1.1 INTRODUCTION

En 1994, l'ADEME et EDF ont lancé la première grande campagne de mesure française, et même européenne, sur la consommation des appareils électroménagers. Puis d'autres campagnes très variées ont été menées, permettant de connaître de manière très fine la consommation de l'ensemble des usages. Ces différentes campagnes ont permis d'établir en 1996 un premier classement de consommation des différents usages :



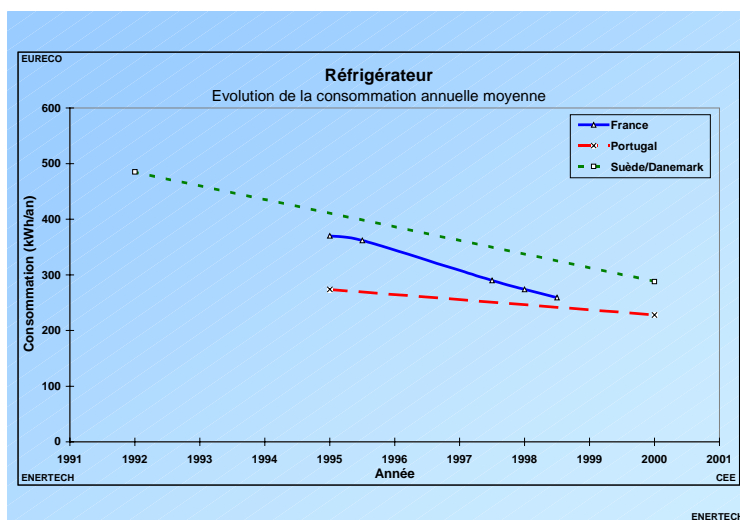
### *Consommation annuelle moyenne des appareils électroménagers en 1996.*

Mais en Septembre 1995 la Commission Européenne a imposé l'affichage de l'étiquette Label Energie sur les points de vente des appareils de froid, et en Septembre 1999 elle a interdit la fabrication des appareils de froid de classe E, F et G, dont la vente a été interdite ensuite en Mars 2001. C'était la première fois qu'une réglementation sur la consommation des produits électroménagers était mise en place.

Il faut saluer cette initiative de la Commission Européenne, malheureusement restée isolée. Elle a créé une dynamique très intéressante. En effet, lors de la parution de l'étiquette Label Energie, la profession avait réagi en pensant qu'il s'agissait d'une mode passagère nécessaire teintée d'écologisme. Puis lors du Colloque International « Energy Efficiency in Household Appliances » à Florence en Novembre 1997 où nous avons présenté les résultats des premières campagnes de mesure françaises, on a vu avec surprise des conférenciers exhibant des étiquettes Label Energie en Iran, en Malaisie, en Chine, en Australie, aux USA, etc. L'idée, née dans la Communauté Européenne s'était répandue au monde entier. Les discussions que nous avons alors eues avec les fabricants montraient que leur regard sur la consommation des appareils avaient changé. Ce n'était plus une mode mais un réel sujet de préoccupation. Ils reconnaissaient d'ailleurs volontiers qu'en réfléchissant un peu, il y avait énormément d'économies « faciles » qui pouvaient être réalisées sans frais lors de la conception des appareils de froid.....

Mais la Commission avait aussi annoncé que ces dispositions n'étaient qu'une étape vers encore plus de sévérité, et que la réglementation allait bientôt exclure également les appareils de classes C et D. Les fabricants n'aiment pas les réglementations. Ils les subissent. Mais ce qu'ils n'acceptent pas par dessus tout, c'est qu'on leur impose avec des délais trop courts qui les empêchent d'être prêts. Il en va de leur stratégie industrielle, ce qui se comprend parfaitement.

Aussi, dès l'annonce d'un renforcement possible de la réglementation sur les appareils de froid ménager, les constructeurs européens, il est vrai dominés par les pays du Nord de l'Europe, très moteurs, ont anticipé une évolution qui paraissait inéluctable. Ils ont donc orienté leur gamme vers des produits de classe A et B.



***Evolution de la consommation moyenne d'un réfrigérateur dans les campagnes de mesure faites en France entre 1995 et 1999***

On voit très nettement sur la figure ci-dessus l'évolution de la consommation moyenne des réfrigérateurs entre 1995 et 1999 : elle a diminué de près de 30 % !

De fait, toutes les enquêtes menées dans les grandes surfaces montrent depuis 5 ans que 90 % des appareils mis en vente sont des appareils de classe A (40 %) ou B (50 %).

Ainsi, la volonté très ferme de la Commission Européenne a-t-elle pu mettre en mouvement une restructuration très profonde de l'offre sur le marché du froid ménager, et en satisfaisant tout le monde : elle même parce que son initiative était une première et elle était

plus que nécessaire. Les fabricants qui ont pu renouveler entièrement le marché, alors même qu'ils connaissaient une crise à la fin des années 90, les consommateurs dont la consommation a baissé, et enfin l'Etat, en charge de la protection de l'Environnement.

C'est l'exemple même d'une réglementation réussie. Il est donc plus que regrettable de voir que la Commission n'ait même pas donné suite à son projet de renforcement de la réglementation et au travail d'animation qui aurait dû être le sien.

En effet, hormis les appareils de froid, aucun autre type d'appareils ménagers n'a été soumis à une réglementation sur la consommation. Ceci n'a pas empêché les constructeurs d'améliorer également les performances des machines à laver (le linge et la vaisselle).

En 2008 on est donc devant une évidence : la qualité intrinsèque de la plupart des appareils électrodomestiques au regard de la consommation d'énergie s'est améliorée. Très sensiblement. Mais la question que chacun se pose est bien évidemment : par quelles économies ceci s'est-il traduit au niveau des ménages ?

Parce qu'un bon appareil ne suffit pas à faire une faible consommation. Les travaux conduits il y a plus de dix ans l'avaient montré sans ambiguïté. Le comportement de l'utilisateur est déterminant : comment a-t-il choisi son matériel (augmentation des volumes de froid ?), comment utilise-t-il cet appareil ? C'est tout le volet « sobriété », si fondamental pour obtenir un bon résultat, qui est en jeu.

Dans ce contexte, il était intéressant de refaire des campagnes de mesure sur les appareils qui avaient connu d'importantes mutations technologiques afin de voir comment avaient réellement évolué les consommations d'électricité et les habitudes des usagers. C'est précisément l'objet de ce rapport financé conjointement par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), Electricité de France (EDF) et ENERTECH ■

## **1.2 LES OBJECTIFS DU PROJET AEE2008**

Le but de l'étude est d'actualiser les connaissances des consommations électriques des appareils de froid et de lavage. Les connaissances actuelles sont issues des campagnes de mesures suivantes :

- Projet Ecodrôme (1997) : 28 appareils de froid/ 20 lave-linge, 8 lave-vaisselle
- Projet Ciel (1996) : 80 appareils de froid/ 100 appareils de lavage
- Projet EDF100 (1998-1999)
- Projet INSEE (campagne de mesures réalisée pour EDF)

Or au cours des dernières années, non seulement le parc a été renouvelé mais l'étiquette énergie et la réglementation visant à interdire la vente des modèles les plus consommateurs, ont été introduites. Ces paramètres ont probablement eu une influence sur la consommation. L'objectif de cette étude est donc de préciser cette évolution.

Le présent projet, baptisé AEE 2008 (pour Ademe/EDF/Enertech), vient compléter la campagne de mesures qui a été conduite dans le cadre du projet européen REMODECE dans lequel ces mêmes partenaires sont déjà impliqués. Les objectifs de REMODECE étaient de suivre les consommations électriques des « nouveaux usages électriques » (audio-visuel, informatique) dans une centaine de logements. Il a donc semblé opportun, pour un coût

marginal réduit, de faire une campagne de mesure complémentaire sur deux usages qui ont fortement évolué ces dernières années : le froid et le lavage.

### **1.3 LES PARTENAIRES FINANCIERS**

Ce projet a été financé à part égale par :

- la société EDF (Electricité de France)
- l'Agence française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)
- le bureau d'études ENERTECH.

### **1.4 METHODOLOGIE GENERALE ET MOYENS**

#### **1.4.1 Description de la méthode générale**

Au total plus de 100 logements ont été instrumentés pour les besoins du projet REMODECE. Les appareils de lavage (lave-linge, lave-vaisselle) et de froid ont été suivis en complément. Mais tous les logements ne possédaient pas d'appareils de lavage, ou ceux-ci n'étaient pas instrumentables (départ direct de l'alimentation des appareils de lavage depuis un tableau électrique sans alimentation spécifique). Cela explique que le nombre de lave-linge et de lave-vaisselle soit inférieur à 100.

Un suivi d'un mois des appareils de lavage nous a paru suffisant puisqu'ils ne sont pas très sensibles au phénomène de saisonnalité.

En revanche, pour les appareils de froid, très sensibles aux variations saisonnières, le suivi a duré un an. Les logements étudiés ne sont pas tous identiques à ceux de la campagne REMODECE afin de limiter les déplacements. Nous avons donc choisi des logements situés dans un périmètre de quelques kilomètres autour de nos bureaux. En effet, au vu des résultats des campagnes de mesures précédentes, on estime que la localisation n'a pas une influence notoire sur la consommation annuelle des appareils de froid.

#### **1.4.2 Les moyens de mesure**

Les mesureurs utilisés sont décrits dans ce qui suit. La plupart d'entre eux ont été mis au point par notre société dans le but de réduire le coût des campagnes de mesures.

##### **1.4.2.1 Le Wattmètre série**

Le wattmètre série se compose d'un boîtier de 12 x 6,5 x 4 cm qui se place en série sur n'importe quel usage raccordé sur une prise de courant. Pour cela il dispose, comme on le voit sur la figure 1.12, de prises mâle et femelle 16A. Il mesure l'énergie active avec un pas de temps de 10 minutes. Il dispose d'une mémoire permettant d'enregistrer les données pendant plus d'une année. De part la facilité d'utilisation, il s'agit du mesureur le plus utilisé dans cette campagne.



*Figure 1.1 : Photographie d'un wattmètre*

#### **1.4.2.2 Mesures des départs de tableaux électriques (Wp)**

Lorsque l'alimentation des appareils provenait directement du tableau électrique du logement (sans prise de courant), nous avons installé des mesureurs de tableaux électriques. Ces mesureurs sont munis de compteurs électroniques autonomes qui, associés à des pinces ampèremétriques, assurent la mesure de la puissance active d'usages électriques issus des différents tableaux. La consommation est enregistrée au pas de temps de 10 minutes. Ce dispositif de type « datalogger » stocke les informations sur place jusqu'à la fin de la campagne de mesure.



*Figure 1.2 : Pinces ampèremétriques utilisées pour le suivi des départs de tableaux électriques*



## Partie 2 : Les appareils de froid ménager

### 2.1 DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

#### 2.1.1 Etude des logements et du poste « froid »

Au total 108 logements ont été instrumentés, mais suite à différents problèmes (déménagements, changements d'appareils de froid) seuls 100 possédaient l'intégralité des données nécessaires.

Le tableau en annexe 1 donne :

- les numéros des logements,
- le département dans lequel se trouvait le logement,
- le nombre de réfrigérateurs, réfrigérateurs-congélateurs , congélateurs ou réfrigérateurs américains par logement ;
- le nombre de personnes vivant dans chaque logement s'il est connu.

Sur l'ensemble des logements, 149 appareils ont été suivis dont :

- 14 congélateurs armoires,
- 31 congélateurs coffres,
- 32 réfrigérateurs,
- 66 réfrigérateurs-congélateurs ,
- 6 réfrigérateurs américains.

Il existe donc en moyenne 1,5 appareils de froid par logement contre 1,4 dans le cadre de l'étude Ecodrôme (1996). Tous les logements possèdent un réfrigérateur ou réfrigérateur-congélateur. Seul le réfrigérateur du logement 100081 n'a pas pu être étudié suite à un problème technique. Ont été également suivis, 45 congélateurs répartis dans 38 logements (38% de l'échantillon).

Les figures 2.1.1 et 2.1.2 représentent respectivement l'histogramme des volumes des réfrigérateurs (réfrigérateurs et compartiment denrées fraîches des réfrigérateurs-congélateurs), et l'histogramme des volumes des congélateurs (tous types confondus). Les figures 2.1.3 et 2.1.4 représentent quant à elles les volumes moyens par personne et par logement respectivement pour les réfrigérateurs et les congélateurs.

On observe que le volume moyen des compartiments de réfrigération (compartiment à 5°C des réfrigérateurs et réfrigérateurs-congélateurs ) est de 275 litres soit (120 litres par personne). Les volumes vont de 640 litres à 90 litres par logement soit une échelle de 1 à 7,1. Cet écart est important, et si l'on raisonne en volume de réfrigération par personne et par logement, la valeur moyenne est de 120 litres/personne/logement avec des écarts allant de 1 à 15. Le volume des réfrigérateurs n'est donc pas lié directement à la taille de la famille.

Le volume moyen des compartiments de congélation est de 201 litres/logements pour les logements équipés d'au moins un compartiment congélation. Sur l'ensemble de l'échantillon (logement sans aucun volume de congélation), le volume moyen de congélation est de 176 litres. La plage des volumes de congélation est bien plus importante que pour les réfrigérateurs. Elle s'étend de 1120 à 38 litres soit une échelle de 1 à 30. Cette grande disparité peut s'expliquer par la présence de petits logements d'une part, et la présence de logements dont les habitants disposent d'un potager d'autre part.

La valeur moyenne du volume du compartiment de congélation (congélateur et compartiment congélation des réfrigérateurs-congélateurs ) est de 76 litres/personne pour les logements équipés de congélateurs avec des écarts allant de 1 à 32. Comme pour les réfrigérateurs il semble que le nombre de personnes d'un logement n'influe guère la taille du volume de congélateur installé.

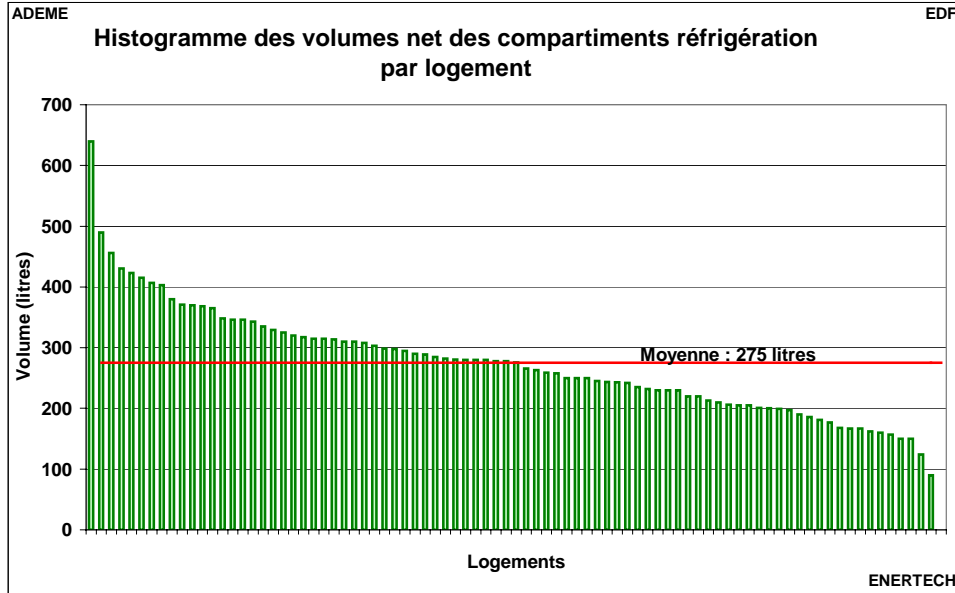


Figure 2.1.1 : Histogramme des volumes des compartiments réfrigération par logement

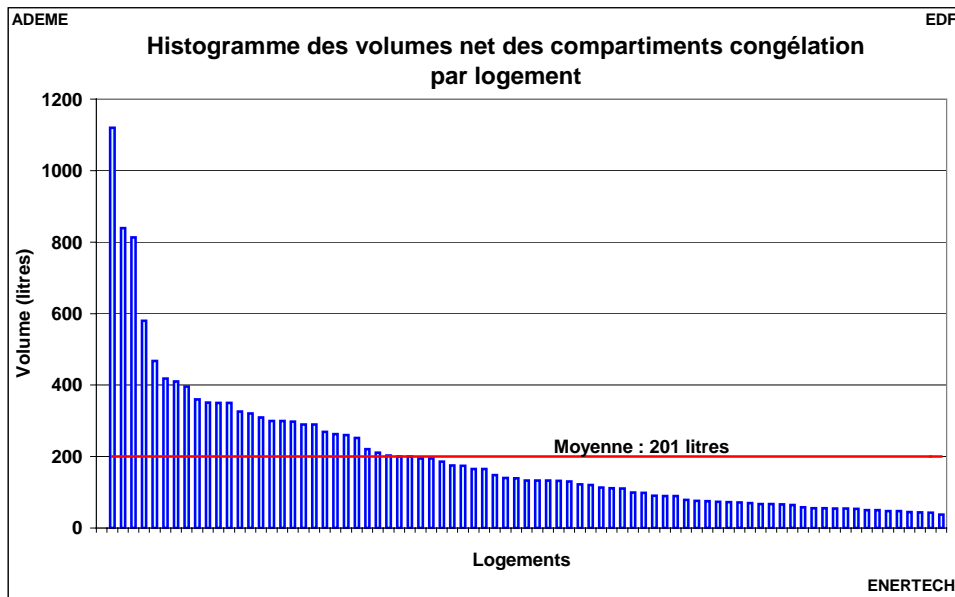
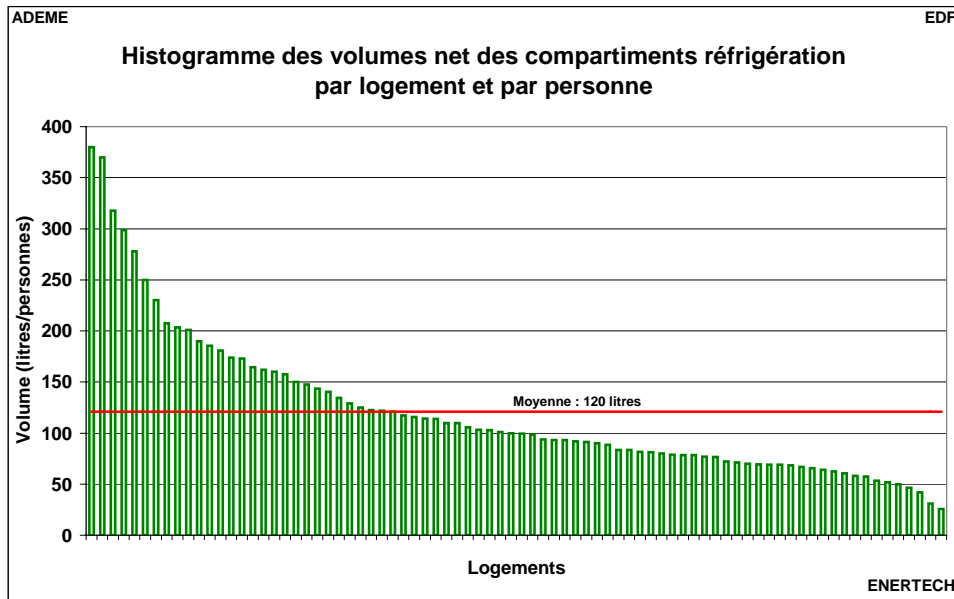
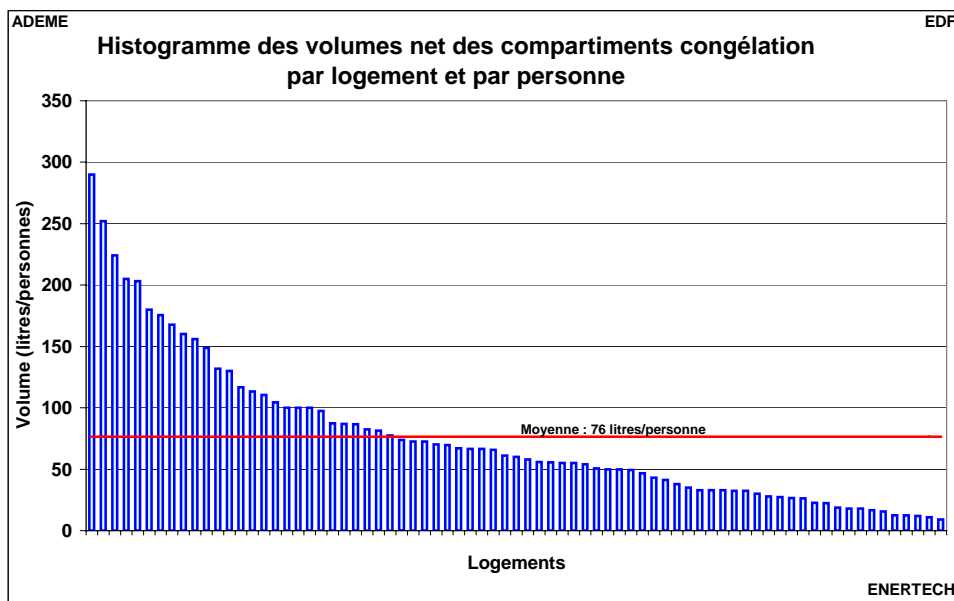


Figure 2.1.2 : Histogramme des volumes des compartiments congélation par logement



*Figure 2.1.3 : Histogramme des volumes des compartiments réfrigération par logement et par personne*



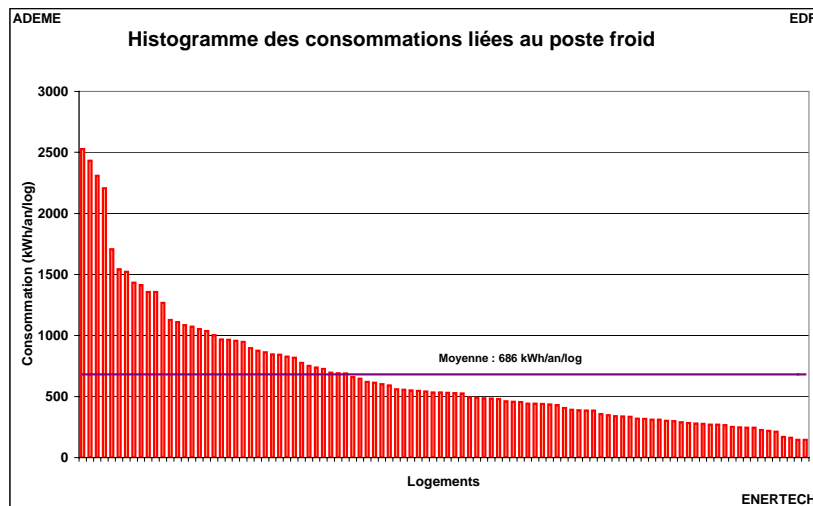
*Figure 2.1.4 : Histogramme des volumes des compartiments congélation par logement et par personne*

## 2.1.2 Etude des consommations par logement

La figure 2.1.5 représente l'histogramme des consommations du poste froid (tous appareils de froid confondus) dans les logements étudiés. La consommation moyenne est de 636 kWh/an/logement avec un maximum à 2530 kWh/an et un minimum de 143 kWh/an/logement (soit quasiment une échelle de 1 à 18). L'écart type est relativement important avec 495 kWh/an/logement, ce qui dénote une grande dispersion des résultats. Si l'on se réfère aux campagnes Ecodrôme (1996) et EDF100 (1998-1999), la consommation du

poste froid était alors respectivement de 1062 kWh/logement et 765 kWh/logement. **On observe donc une réduction de la consommation du poste froid de 16% entre 1999 et 2008 et de 40% entre 1996 et 2008.**

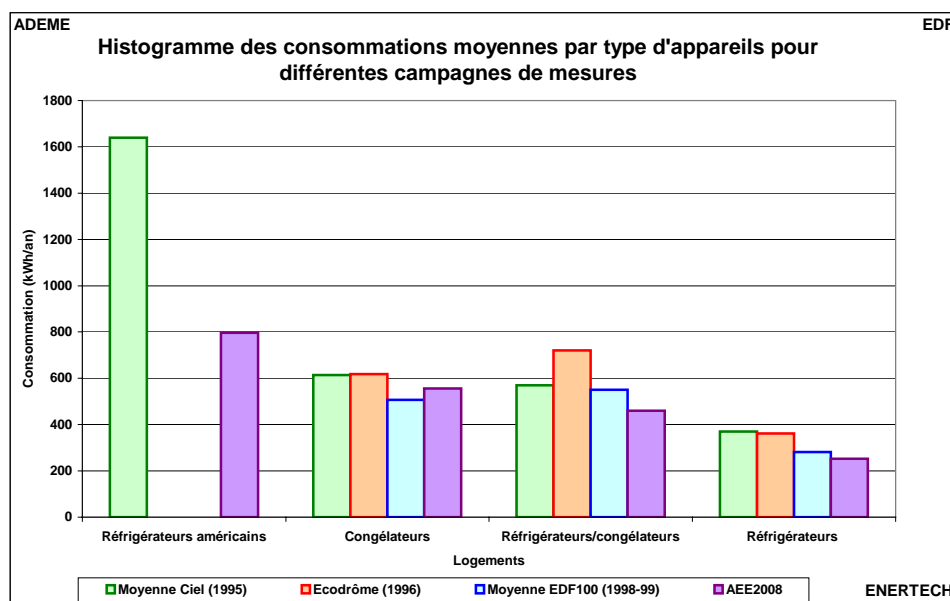
Dans la campagne Ecodrôme, la consommation moyenne des congélateurs était de 629 kWh/an, soit peu près la même valeur que celle de la totalité du poste froid aujourd'hui.



**Figure 2.1.5: Histogramme des consommations du poste froid**

La figure 2.1.6 compare les résultats de la présente campagne avec ceux observés au cours des mesures effectuées entre 1995 et 1999, donc avant la réglementation sur les appareils de froid.

On remarque qu'à l'exception des congélateurs, les consommations électriques des appareils de froid ont aujourd'hui une nette tendance à la baisse (jusqu'à -50 % pour les réfrigérateurs américains) par rapport aux valeurs mesurées il y a dix ans.



**Figure 2.1.6 : Consommations moyennes par type d'appareils et par campagne de mesures**

## 2.2 LES REFRIGERATEURS

### 2.2.1 Histogramme des âges des appareils suivis

Au total, 32 réfrigérateurs ont été suivis. La figure 2.2.1 représente l'histogramme de l'âge des réfrigérateurs de l'échantillon.

Seul l'âge de 27 appareils est connu. Certains ne possédaient pas de plaque signalétique et leur âge n'était pas connu des utilisateurs. L'âge considéré est celui des appareils à la fin de l'année de mesure (2008). La figure 2.2.1 ne prend pas en compte les appareils dont l'âge n'a pu être identifié.

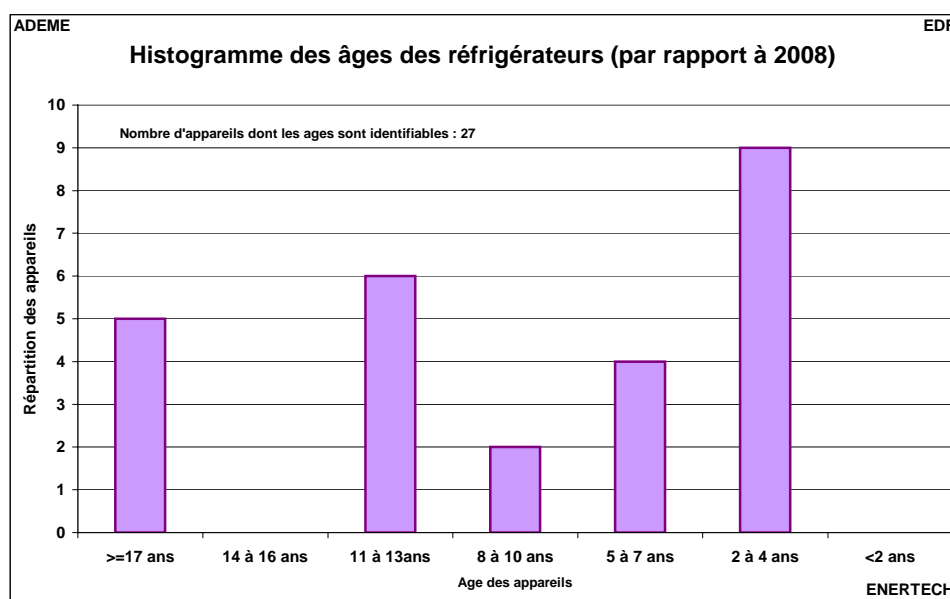


Figure 2.2.1 : Histogramme des âges des réfrigérateurs

### 2.2.2 Histogramme des consommations annuelles

La figure 2.2.2 représente l'histogramme des consommations des réfrigérateurs sans corrélation avec leur âge ou leur volume. Nous étudierons dans le paragraphe II.2.5 les corrélations possibles entre la consommation des appareils, leur âge et leur volume. Les valeurs moyennes observées lors des campagnes de mesures précédentes CIEL (37 réfrigérateurs), ECODROME (4 réfrigérateurs) et EDF 100 (30 réfrigérateurs) apparaissent également à titre d'information.

**La consommation moyenne observée est de 253 kWh/an.** C'est la consommation moyenne la plus faible jamais obtenue. On avait constaté une réduction importante de la consommation (de 370 à 281kWh/an, soit – 24%) entre la campagne CIEL (1995) et la campagne EDF100 (réalisée entre 1998 et 1999). La campagne actuelle réduit encore la consommation de 28 kWh/an par rapport à EDF 100. **Globalement, la réduction de consommation est de près de 32 % entre 1995 et 2008 pour les réfrigérateurs.**

Les consommations observées aujourd'hui sont comprises entre 520 kWh/an à 118 kWh/an soit une variation de 1 à 4,4.

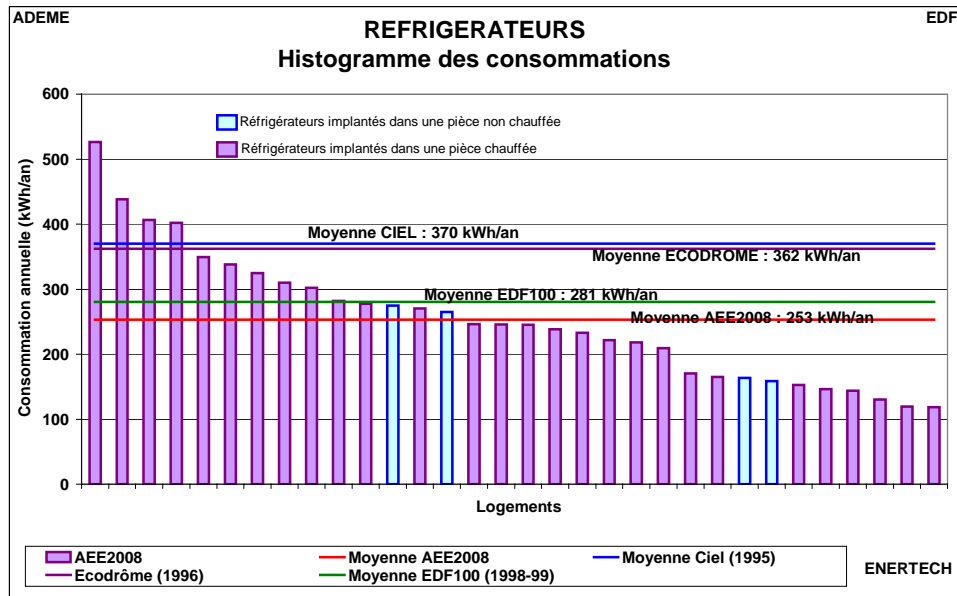
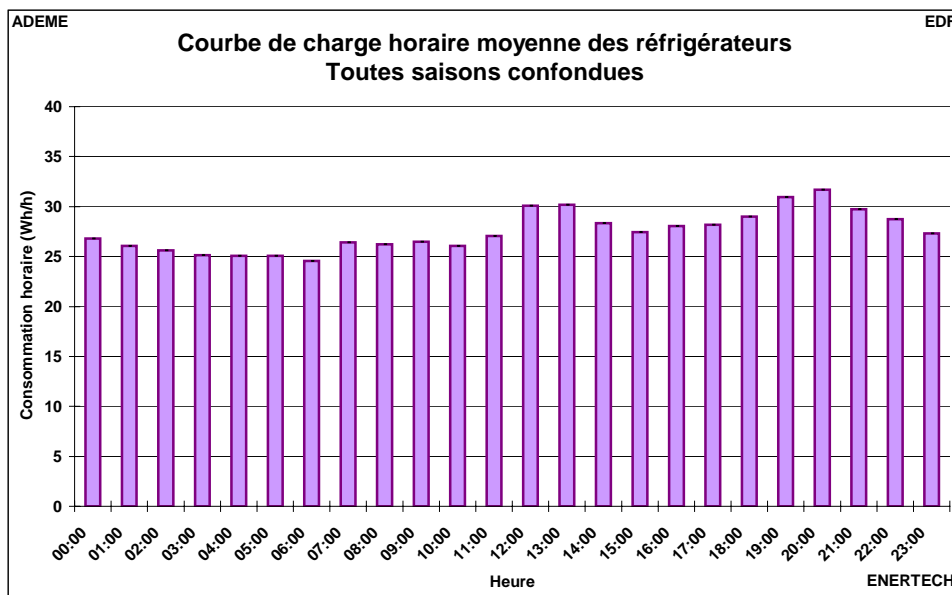


Figure 2.2.2 : Histogramme des consommations des réfrigérateurs

### 2.2.3 Courbe de charge horaire moyenne

La figure 2.2.3 représente la courbe de charge horaire de l'ensemble des réfrigérateurs. Les différentes valeurs sont obtenues en déterminant pour chaque heure de la journée, la valeur moyenne de la consommation des réfrigérateurs. L'écart type est de 1,99 Wh/h.

On observe de façon légitime des augmentations de consommation aux heures des repas, ainsi qu'en fonction de la température ambiante, ceci sera étudié plus loin.



N.B. : L'ordonnée est exprimée en Wh/h ce qui a bien sûr la dimension d'une puissance. Mais nous laissons cette forme sur le graphique afin de rappeler le mode de calcul que nous avons utilisé (bilan en énergie)

Figure 2.2.3 : Courbe de charge moyenne des réfrigérateurs

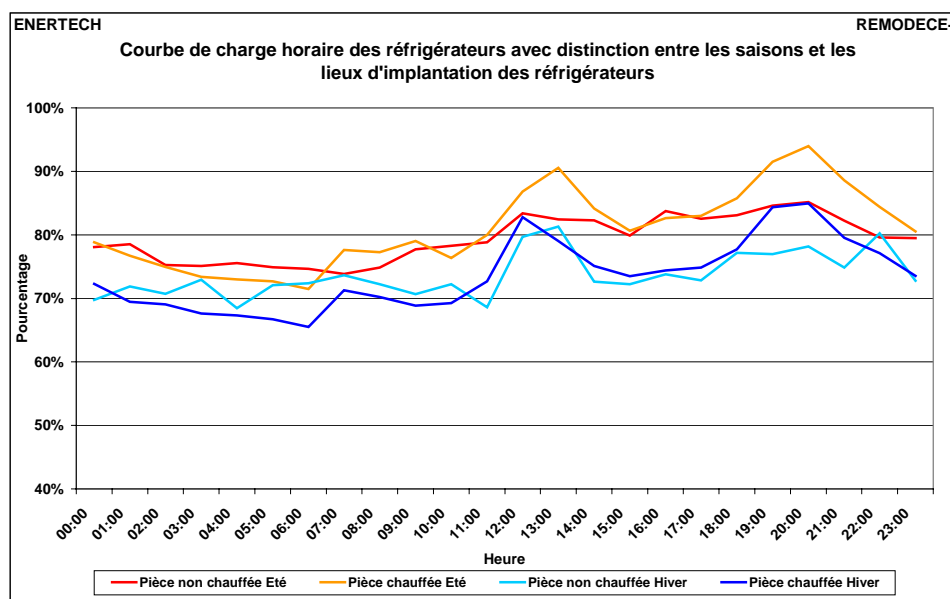
Le graphique de la figure 2.2.4 représente les courbes de charge des réfrigérateurs en distinguant la saison ainsi que la pièce d'implantation du réfrigérateur (dans ou hors du volume chauffé).

On remarque tout d'abord qu'il vaut mieux placer les réfrigérateurs dans des pièces non chauffées plutôt que chauffées : cela réduit de 16 % la consommation annuelle. Cette observation est vraie hiver (-27%), comme été.

Mais on remarque aussi que :

- Les réfrigérateurs présents dans les locaux non chauffés sont généralement de vieux réfrigérateurs (en moyenne 18 ans contre 9 ans dans le cas des réfrigérateurs implantés dans des volumes chauffés). Ceci s'explique parce qu'il s'agit souvent d'appareils « de secours » conservés après l'achat d'un nouvel appareil, et placés « là où il y a encore de la place dans la maison ». Ceci dit, les vieux appareils consomment intrinsèquement plus que les appareils récents. Cette baisse de consommation a donc sûrement une autre explication,
- Les volumes des réfrigérateurs situés dans des pièces chauffées sont plus importants : 269 litres contre 177 pour les réfrigérateurs implantés dans des pièces non chauffées soit une différence de 35%.

Ces deux observations aux conséquences contradictoires sur la consommation des appareils tempèrent les explications que l'on peut apporter aux différences de consommation observées en fonction de l'implantation des appareils dans ou hors volume chauffé.



**Figure 2.2.4 : Courbe de charge des réfrigérateurs avec distinction entre les saisons et les lieux d'implantation**

## 2.2.4 Evolution de la consommation au fil des saisons

La figure 2.2.5 représente l'évolution de la consommation moyenne journalière des réfrigérateurs au cours de l'année 2007. On remarque une saisonnalité assez marquée. En étudiant les variations mensuelles autour de la moyenne on constate que la charge en saison de chauffage est inférieure de 17% à la moyenne annuelle, et qu'en été cette charge est supérieure de 25% à cette moyenne annuelle. Si l'on compare à la courbe de saisonnalité

obtenue dans la campagne Ecodrôme, (voir figure 2.2.6), on observe que les variations étaient de 10% l'hiver et de 31% l'été. Mais on observe aussi que le passage à la valeur annuelle moyenne s'effectuait le 1<sup>er</sup> juin et le 8 septembre, alors que sur la courbe de la présente campagne, les passages ont lieu le 10 avril et le 25 septembre.

Nous avons également porté la température extérieure maximale journalière à Montélimar (26) sur le même graphique de la figure 2.2.6. On voit de manière très nette, hors saison de chauffage, la corrélation directe entre la consommation des appareils et la température extérieure. Mais tout ceci avait déjà été mis en évidence par le passé.

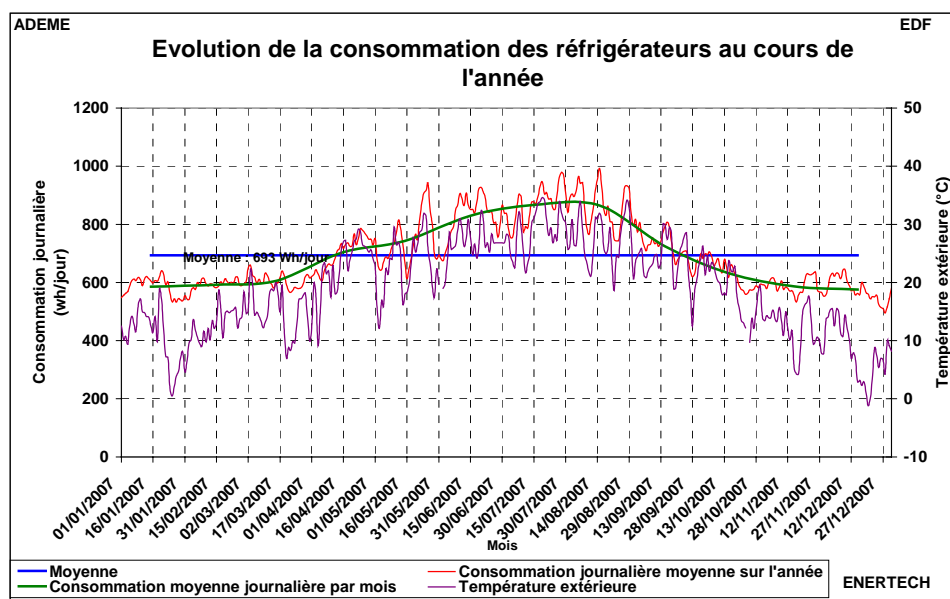


Figure 2.2.5 : Evolution de la consommation des réfrigérateurs au cours de l'année

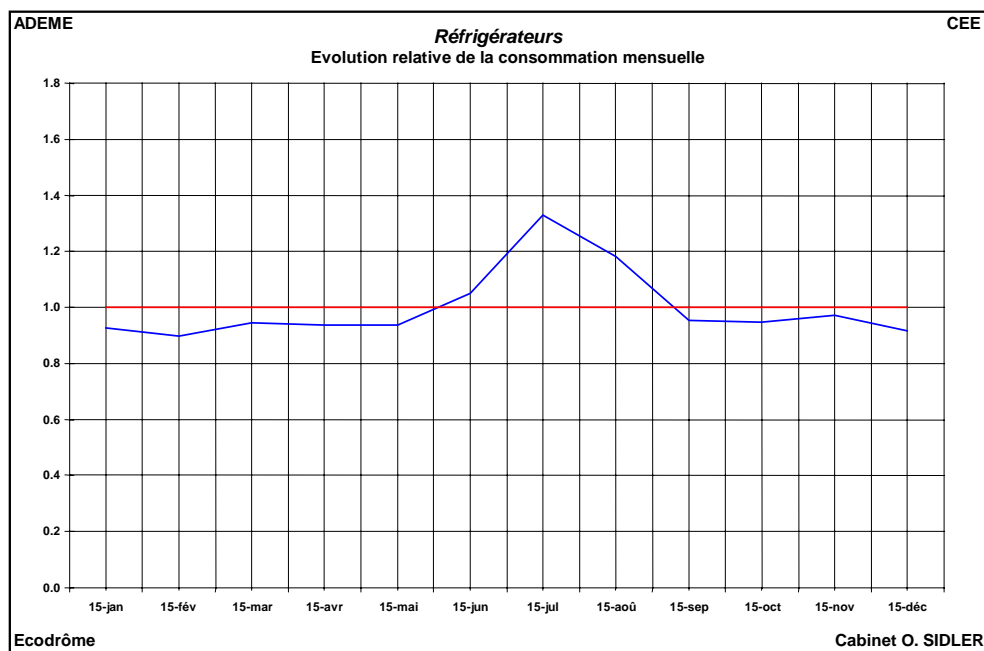
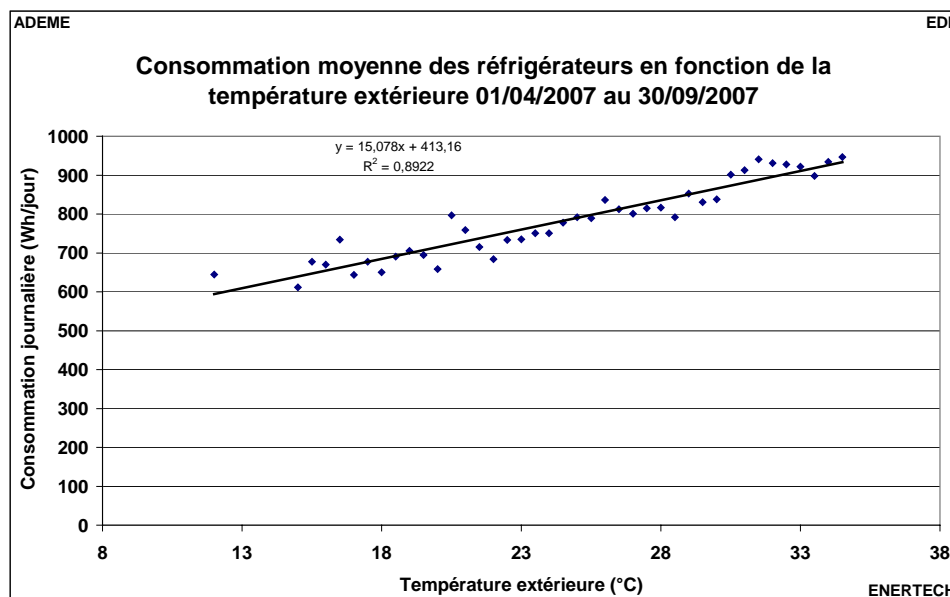


Figure 2.2.6 : Evolution de la consommation des réfrigérateurs au cours de l'année dans le cadre de la campagne de mesure Ecodrôme



Le graphique de la figure 2.2.7 représente l'évolution de la consommation moyenne des réfrigérateurs en fonction de la température extérieure pendant la saison estivale (entre le 01/04/2007 et le 01/10/2007). Pour chaque valeur de température extérieure nous avons calculé la valeur moyenne de la consommation s'y afférant. On remarque que la consommation suit la température extérieure. Cela s'explique assez bien si on accepte l'idée que la température intérieure des logements est elle-même corrélée à la température extérieure.



**Figure 2.2.7 : Consommation électrique moyenne journalière des réfrigérateurs en fonction de la température extérieure**

### 2.2.5 Consommation en fonction de l'âge et du volume

Etudier la consommation des appareils de froid en fonction de leur âge permet, en théorie, de répondre à deux questions :

- Est-ce que la qualité des modèles vendus récemment conduit à une réduction de consommation, toutes choses égales par ailleurs,
- Est-ce que la consommation d'un appareil donné évolue avec l'âge de l'appareil ?

La figure 2.2.8 représente la consommation des 32 appareils de l'échantillon, en fonction de leur âge, tous volumes et toutes classes énergétiques confondus.

Cet histogramme présente deux défauts : il y a peu d'éléments dans chaque classe d'âge, et il n'y a pas de distinction faite entre les volumes d'une part et les classes énergétiques d'autre part. Il est donc difficile d'accorder un grand crédit au résultat brut observé qui tendrait à affirmer que la consommation des appareils aujourd'hui ne dépend pas de leur âge. Or on sait que le parc des appareils s'est profondément modifié depuis 1999 (appareils de 9 ans). En d'autres termes, la pénétration des classes énergétiques les plus performantes, très claire dans les statistiques de vente, n'aurait amené que de faibles gains de consommation. C'est une contre-vérité, il faut donc trouver une explication à cette observation.

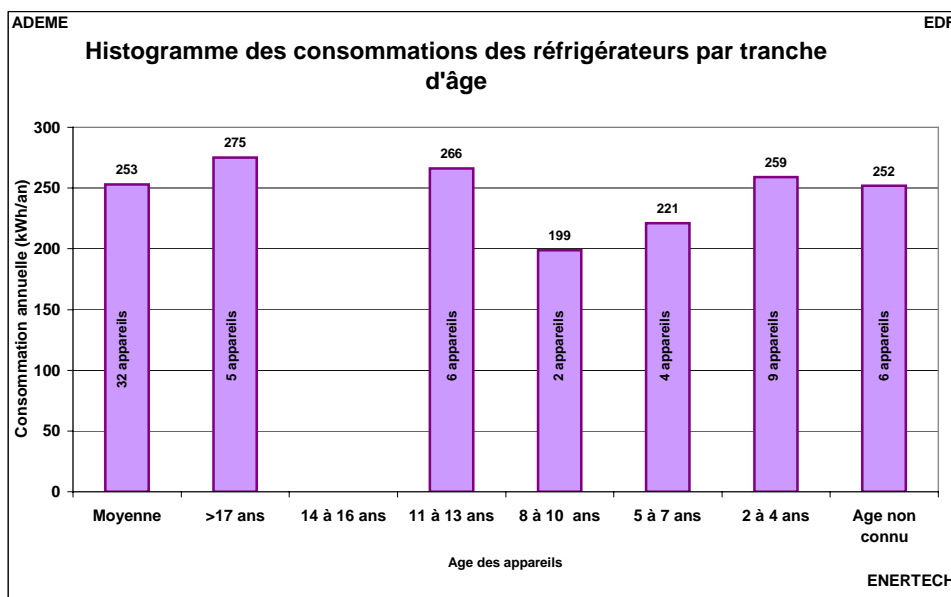


Figure 2.2.8 : Histogramme des consommations électriques des réfrigérateurs en fonction de leur âge

La figure 2.2.9 représente les volumes moyens, minimums et maximums des réfrigérateurs en fonction de leur classe d'âge.

On observe une augmentation continue des volumes moyens qui étaient de 193 litres pour les appareils de plus de 17 ans et de 286 litres pour les appareils les plus récents. Soit une augmentation de près de 50%.

Si cette observation était confirmée (ce qui serait nécessaire à partir d'un échantillon beaucoup plus important), cela expliquerait en partie l'érosion du gain énergétique que l'on aurait dû observer sur les appareils les plus récents, et serait surtout l'illustration d'un phénomène souvent évoqué : **l'effet rebond**... Mais il faut rester au conditionnel...

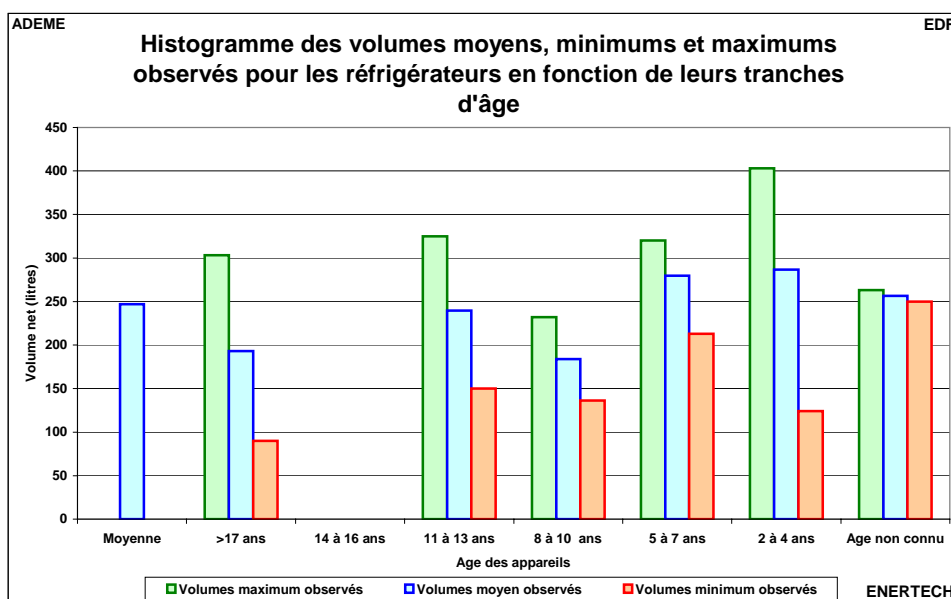
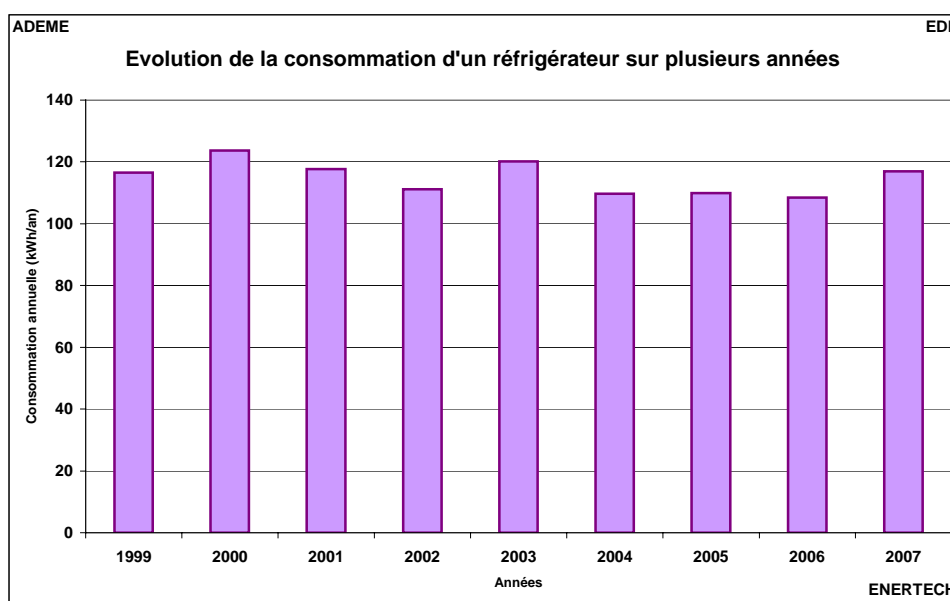


Figure 2.2.9 : Histogramme des volumes moyens, minimums et maximums observés pour les réfrigérateurs en fonction de leur classe d'âge

## 2.2.6 Evolution de la consommation des réfrigérateurs sur plusieurs années

Le bureau d'études ENERTECH possède les consommations au pas de temps de 10 minutes depuis plus de 11 ans du réfrigérateur et du congélateur qui se trouvent chez Olivier SIDLER. La figure 2.2.10 représente l'évolution de la consommation annuelle du réfrigérateur. On observe que les variations d'une année sur l'autre sont très faibles, l'écart type est inférieur à 6 kWh/an. Mais surtout, elle montre qu'il n'y a pas forcément, comme on l'a souvent lu, une dégradation de cette consommation en fonction du temps. Pour autant que le joint ne soit pas dégradé (celui-ci a douze ans d'âge) et que l'appareil soit normalement entretenu....

Nota : l'appareil suivi est un réfrigérateur danois de marque GRAM de 205 litres et de classe énergétique A. Sa consommation conventionnelle est de 142 kWh/an et sa consommation moyenne sur dix ans inférieure de 17% : 118 kWh/an.



*Figure 2.2.10 : Evolution de la consommation annuelle d'un réfrigérateur de classe A pendant 9 ans*

## 2.2.7 Etude des veilles

Lors de cette campagne de mesure, nous avons découvert avec surprise que sept appareils avaient une veille. Ce phénomène n'existait pas du tout il y a dix ans. Aucun des réfrigérateurs suivis n'étaient le sujet d'une veille.

Ces veilles correspondent généralement aux affichages de température ou aux voyants qui se trouvent désormais sur la plupart des appareils. Leur consommation est permanente et elle n'est pas liée au non fonctionnement du compresseur. Elles provoquent donc une consommation allant de 5 à 11 kWh/an. Ces valeurs peuvent paraître faibles. Certes... Mais elles s'ajoutent à toutes les innombrables consommations de veille qui représentent maintenant 500 kWh/an en moyenne dans les logements. Elles doivent être combattues sans relâche par les constructeurs à qui on ne saurait trop rappeler l'urgence qu'il y a à lutter contre ce phénomène parasite. Puisse nous être enfin entendus....

## 2.3 LES REFRIGERATEURS-CONGELATEURS

### 2.3.1 Histogramme des âges des appareils suivis

Soixante six réfrigérateurs-congélateurs ont été étudiés durant cette campagne de mesure. Seul l'âge de 43 appareils est connu. L'échantillon comprenait aussi deux réfrigérateurs-congélateurs de type duo, c'est-à-dire équipés de deux compresseurs.

On observe que près de 40% des appareils ont été achetés après l'interdiction à la vente des appareils de classes E, F, G.

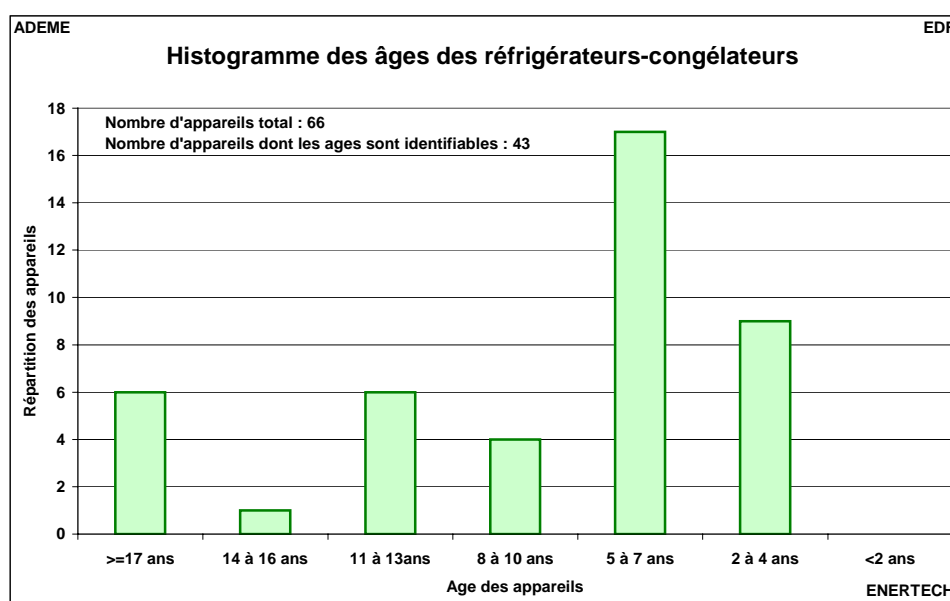


Figure 2.3.1 : Histogramme de l'âge des réfrigérateurs-congélateurs

### 2.3.2 Histogramme des consommations annuelles

La figure 2.3.2 représente l'histogramme des consommations des réfrigérateurs-congélateurs. Tout comme pour le chapitre précédent, on essaiera d'étudier le lien entre la consommation, l'âge et le volume de ces appareils.

Les consommations vont de 1 à 7,5 soit une plus grande plage de variation que pour les réfrigérateurs. La consommation minimum est de 144 kWh/an, tandis que la consommation maximum est de 1 080 kWh/an.

**La valeur moyenne des consommations annuelles des réfrigérateurs-congélateurs de la campagne AEE2008 vaut 460 kWh/an.**

Si l'on compare cette valeur à celle des premières campagnes, on s'aperçoit que les réfrigérateurs-congélateurs suivis dans le cadre de la campagne AEE2008 ont une consommation inférieure de 36% par rapport à la campagne ECODROME (721 kWh/an), 19% par rapport à CIEL (570 kWh/an) et 17 % par rapport à la campagne EDF100 (554 kWh/an). **On observe donc une réduction très nette de la consommation des réfrigérateurs congélateurs. Cette réduction est de 36 % (261 kWh/an) pour la période 1995-2008, et de 18% (102 kWh/an) pour la période 1999-2008.**

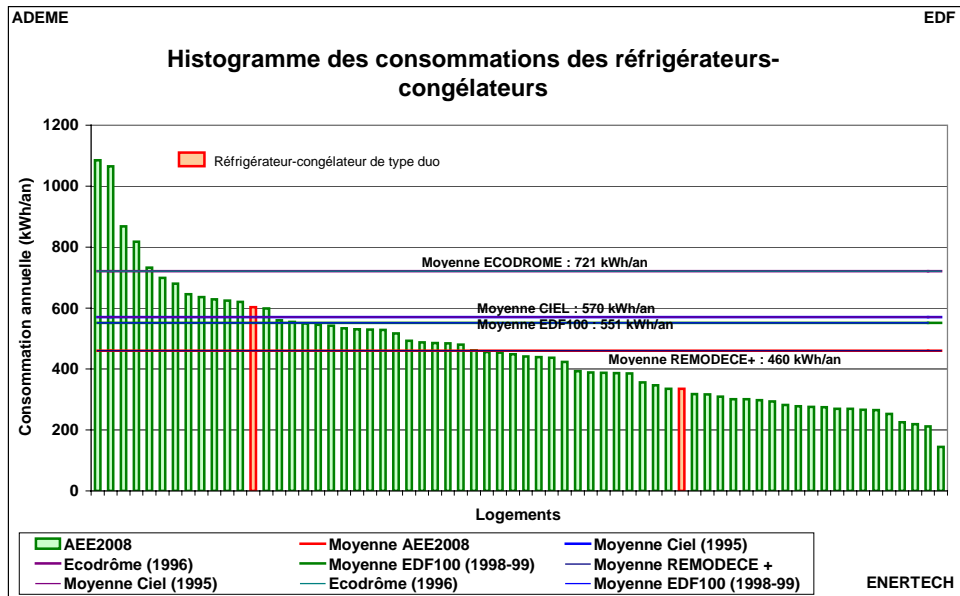


Figure 2.3.2 : Histogramme des consommations annuelles des réfrigérateurs-congélateurs

La consommation des réfrigérateurs-congélateurs à froid ventilé est supérieure en moyenne de 8% aux valeurs précédentes.

### 2.3.3 Courbe de charge horaire moyenne

La figure 2.3.3 représente la courbe de charge journalière des réfrigérateurs-congélateurs. La consommation journalière moyenne est de 1 260 Wh. Les écarts moyens journaliers par rapport à la valeur moyenne vont de +11% à -7%. Contrairement au cas des réfrigérateurs, le petit-déjeuner a peu d'influence, ce qui est légitime.

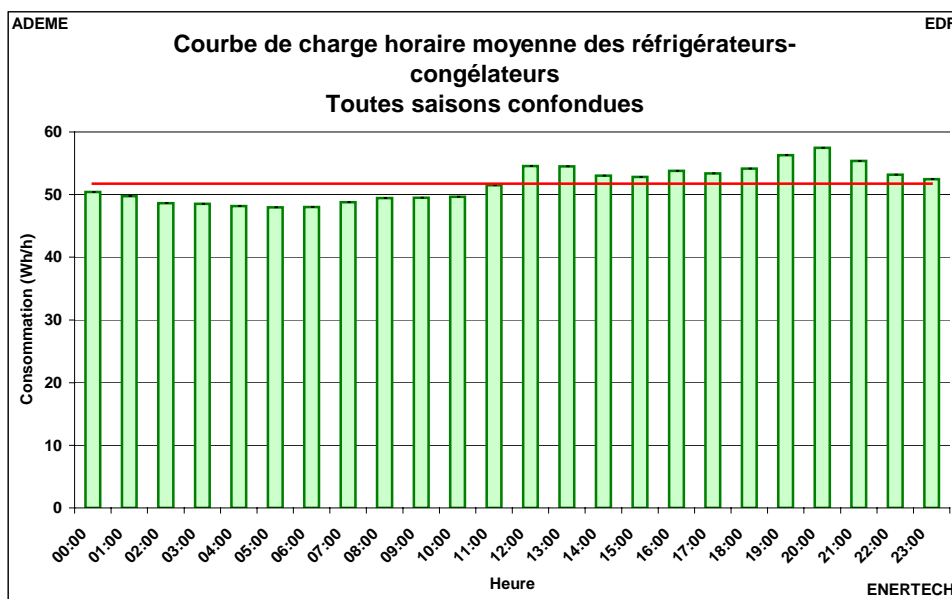


Figure 2.3.3 : Courbe de charge moyenne des réfrigérateurs-congélateurs

La figure 2.3.4 représente la courbe de charge horaire des réfrigérateurs-congélateurs en distinguant la saison et s'ils sont dans des pièces chauffées ou non, .

On remarque qu'en été, la charge des réfrigérateurs-congérateurs présents dans des pièces non chauffées (cellier, garage et buanderie) est supérieure sur l'ensemble de la journée à celle des réfrigérateurs-congérateurs présents dans des pièces chauffées. Ceci est dû à la nature des locaux dans lesquels se trouvent les appareils : il s'agit souvent de garage ou de cellier, surchauffés l'été.

En hiver la consommation moyenne dépend peu de l'implantation. On observe cependant que la charge des réfrigérateurs-congérateurs implantés dans des pièces chauffées est plus « plate » au cours d'une journée que celle des appareils placés en dehors des volumes chauffés. Ceux-ci comme indiqué précédemment, sont plus sensibles aux variations extérieures de la température.

Tout comme pour les réfrigérateurs, il faut rester prudent avant d'étendre cette conclusion à l'ensemble des réfrigérateurs-congérateurs. En effet, l'âge des appareils situés dans les pièces chauffées est inférieure moyenne de 4 ans à celui des appareils situés dans les pièces non chauffées (8 ans contre 12), et leur volume corrigé est de 318 litres contre 241 litres pour les autres.

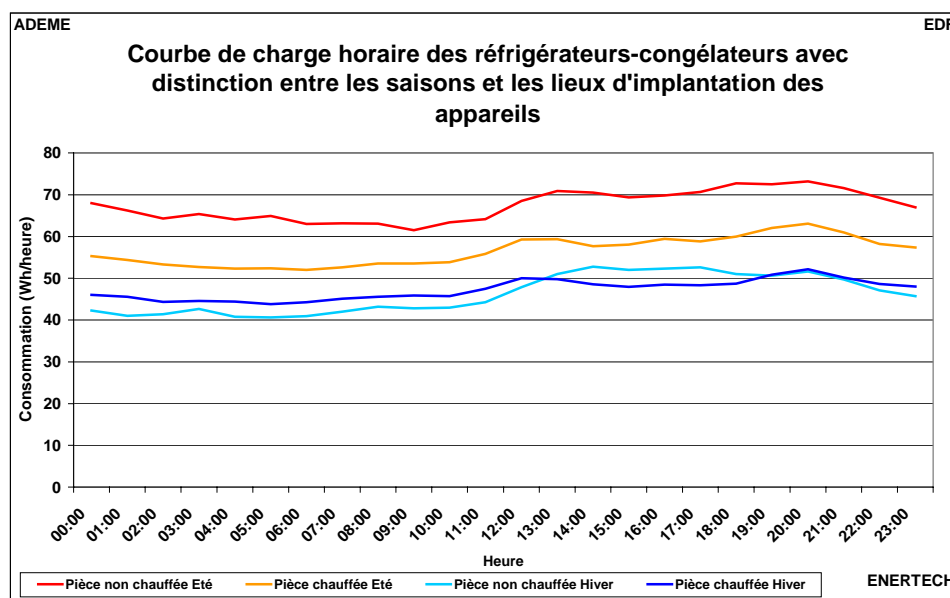


Figure 2.3.4 : Courbe de charge des réfrigérateurs-congérateurs avec distinction entre les saisons et les lieux d'implantation

### 2.3.4 Evolution de la consommation au cours de l'année

La figure 2.3.5 donne l'évolution de la consommation des réfrigérateurs-congérateurs au cours de l'année 2007. La consommation moyenne journalière est de 1260 Wh/jour et l'écart type est de 152 Wh/jour. La valeur maximale moyenne (1 666 Wh/jour) a été atteinte le 19/07/2007 alors que la température extérieure était la valeur maximale relevée (34,6°C).

Tout comme pour les réfrigérateurs, on observe que la consommation journalière varie peu pendant la période hivernale (on est sous contrôle de la régulation du chauffage) alors qu'on observe une augmentation dès le 1<sup>er</sup> avril.

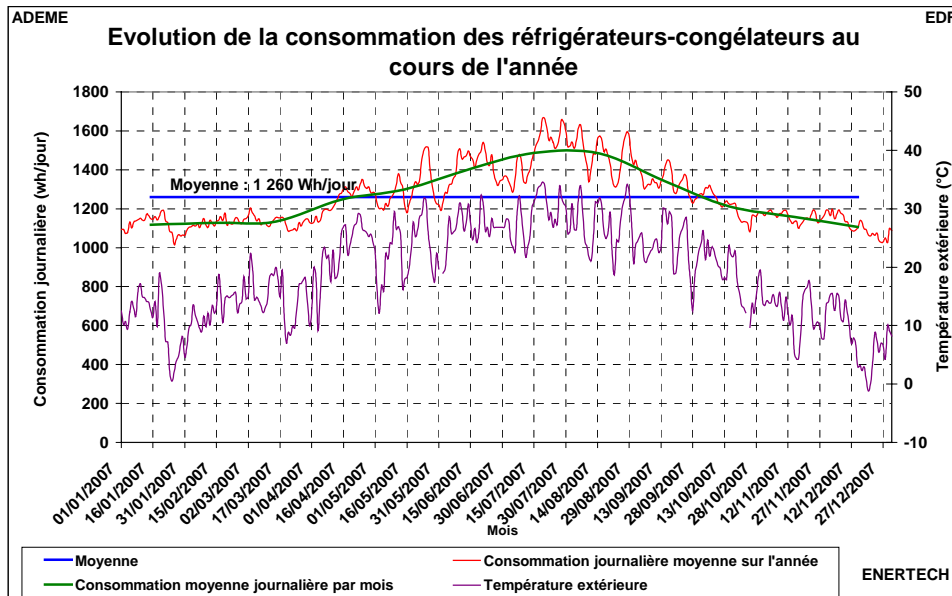


Figure 2.3.5 : Evolution de la consommation des réfrigérateurs-congérateurs au cours de l'année

La figure 2.3.6 établit une corrélation entre la consommation des réfrigérateurs congélateurs et la température extérieure. On remarque cependant que la pente des équations des réfrigérateurs-congérateurs ( $20,6x$  avec  $x$  = température extérieure) est plus élevée que celle des réfrigérateurs ( $15x$ ). Ceci pourrait traduire que les déperditions moyennes (exprimées en  $W/°C$ ) des réfrigérateurs congélateurs sont supérieures à celles des réfrigérateurs. Plus volumineux, et moins isolés.... Mais les transferts de masse à l'intérieur de l'appareil pourraient jouer un rôle considérable. On ne dispose d'aucun moyen pour préciser le poids de ces transferts dans cette étude.

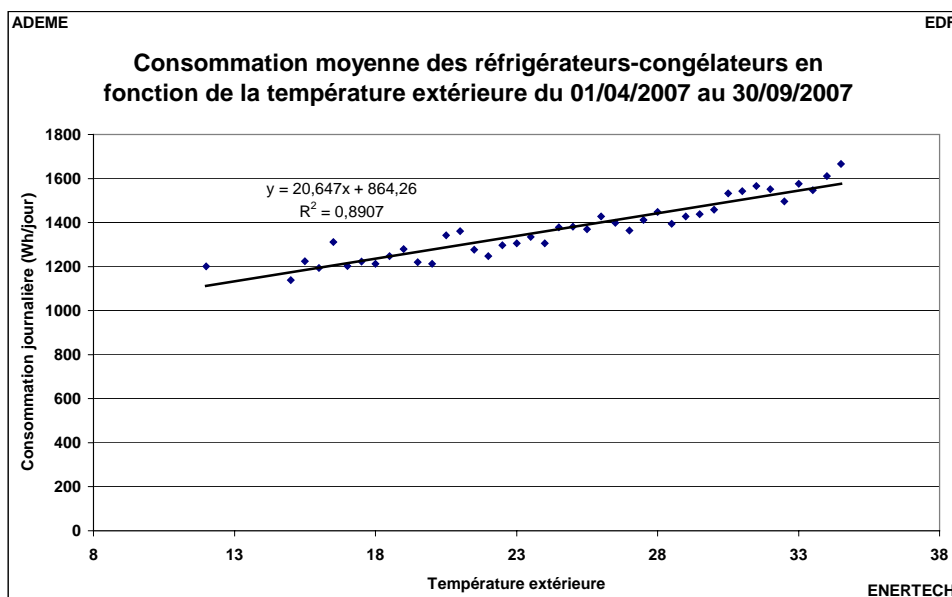
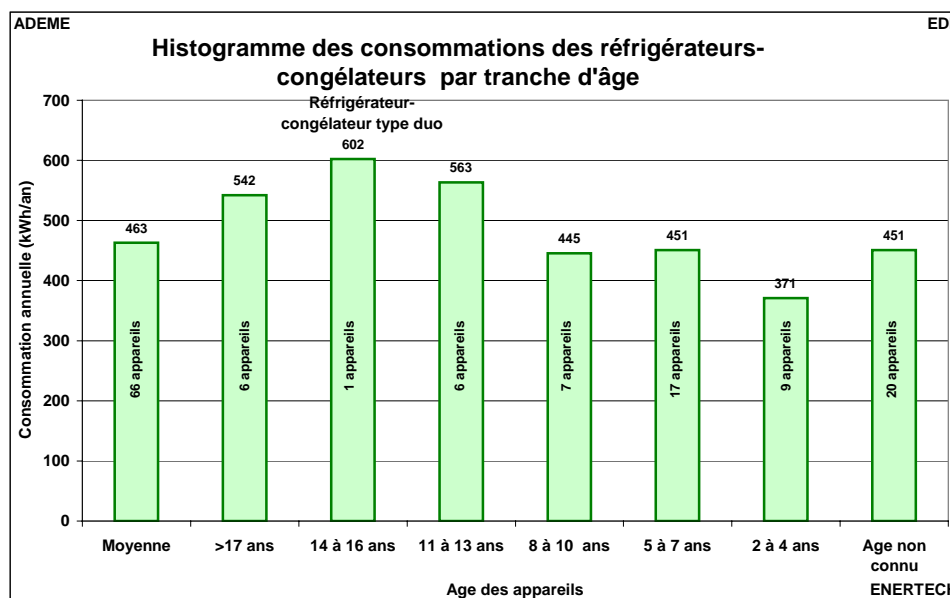


Figure 2.3.6 : Consommations électriques moyennes des réfrigérateurs-congérateurs en fonction de la température extérieure

### 2.3.5 Consommation en fonction de l'âge et du volume

La figure 2.3.7 représente l'histogramme des consommations des réfrigérateurs congélateurs en fonction de l'âge. Si l'on exclut les appareils de plus de 17 ans, la consommation des réfrigérateurs-congélateurs augmente bien avec leur âge.

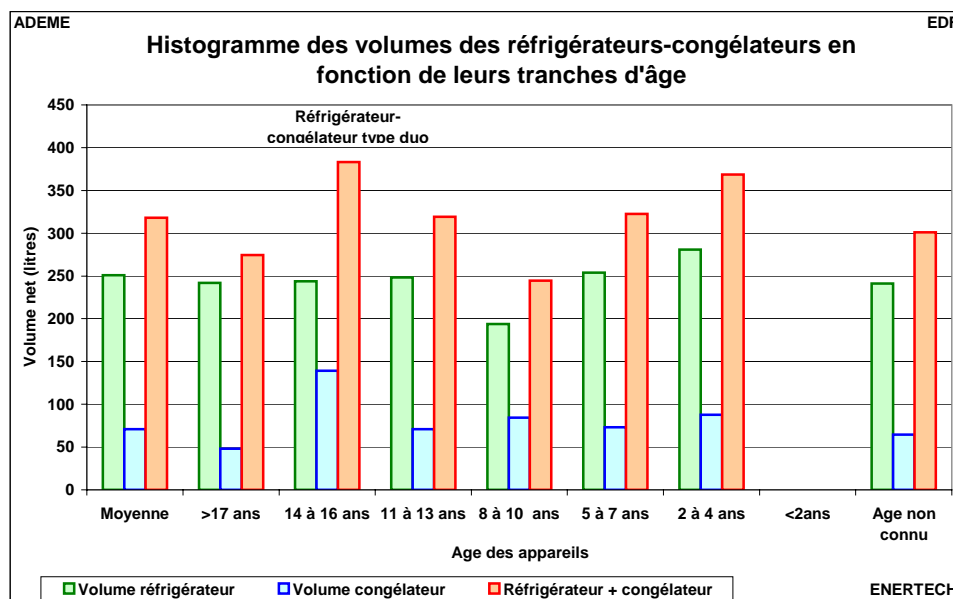
Ainsi un appareil ayant entre 2 et 4 ans consomme 190 kWh/an de moins qu'un appareil âgé de 11 à 13 ans, soit une diminution de 35%.



*Figure 2.3.7 : Histogramme des consommations des réfrigérateurs-congélateurs en fonction de leur âge*

La figure 2.3.8 donne l'évolution des volumes des réfrigérateurs-congélateurs par classe d'âge. Il n'y a qu'un seul appareil suivi dans la classe entre 14 et 16 ans (c'est un appareil de type duo). Il vaut donc mieux ne pas prendre en compte cette classe. **On observe alors que depuis dix ans, plus les réfrigérateurs congélateurs sont récents, plus ils sont volumineux.** Ainsi entre les réfrigérateurs-congélateurs ayant entre 11 et 13 ans et ceux ayant entre 2 et 4 ans, les volumes des compartiments réfrigérateur et congélateur ont respectivement augmenté de 13 et 24%.





**Figure 2.3.8 : Histogramme des volumes moyens, minimums et maximums observés pour les réfrigérateurs-congérateurs en fonction de leur classe d'âge**

La figure 2.3.9 donne l'indice d'efficacité énergétique (calculé à partir des mesures) moyen par classe d'âge. L'indice est calculé de la façon suivante :

$$I(\%) = \frac{\text{Consommation}}{M \times V_{aj} + N}$$

Avec

$M = 0,777$  et  $N=303$

$V_{aj}^1 = \text{Volume}_{\text{Réfrigérateur}} + (2,15 \times \text{Volume}_{\text{Congélateur}})$

Attention, cet indice est purement indicatif et ne saurait être comparé à l'indice déterminé en laboratoire de manière normative. Les conditions de fonctionnement ne sont en rien comparables. L'approche est ici purement indicative.

La classe énergétique mesurée moyenne observée sur l'ensemble de l'échantillon est meilleure que la classe C, l'indice d'efficacité est en effet de 0,7. Soit une consommation volumique moyenne (en prenant la valeur du volume ajustée) de 1,27 kWh/an/litre.

Si l'on observe la courbe de tendance linéaire (calculé sans prendre en compte les valeurs des réfrigérateurs-congérateurs dont on ne connaît pas l'âge), **on constate que les appareils les plus récents ont les meilleurs indices d'efficacité.**

Pour les appareils âgés de plus de 17 ans, l'indice d'efficacité in situ vaut 1,01. Il se situe en classe E. Alors que pour les appareils dont âgés de 2 à 4 ans, l'indice in situ est proche de la classe A (indice d'efficacité de 0,55).

Il est cependant nécessaire de garder à l'esprit que ces indices sont calculés à partir des mesures, dans des conditions particulières de fonctionnement. Or les mesures de laboratoire permettant de définir les classes énergétiques, se déroulent selon un protocole différent. Ainsi, la température ambiante est fixée à 25°C et il n'y a aucune ouverture de porte.

<sup>1</sup>  $V_{aj}$  permet de prendre en compte le fait que l'énergie nécessaire à la congélation d'un volume est supérieure à celle nécessaire pour la réfrigération du même volume.

Une incertitude quant au coefficient d'ajustement (2,15 dans notre cas) existe également. En effet, aucune mesure de température n'a été réalisée, nous avons donc déduit un coefficient moyen en partant sur l'hypothèse d'une température intérieure du compartiment congélation de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

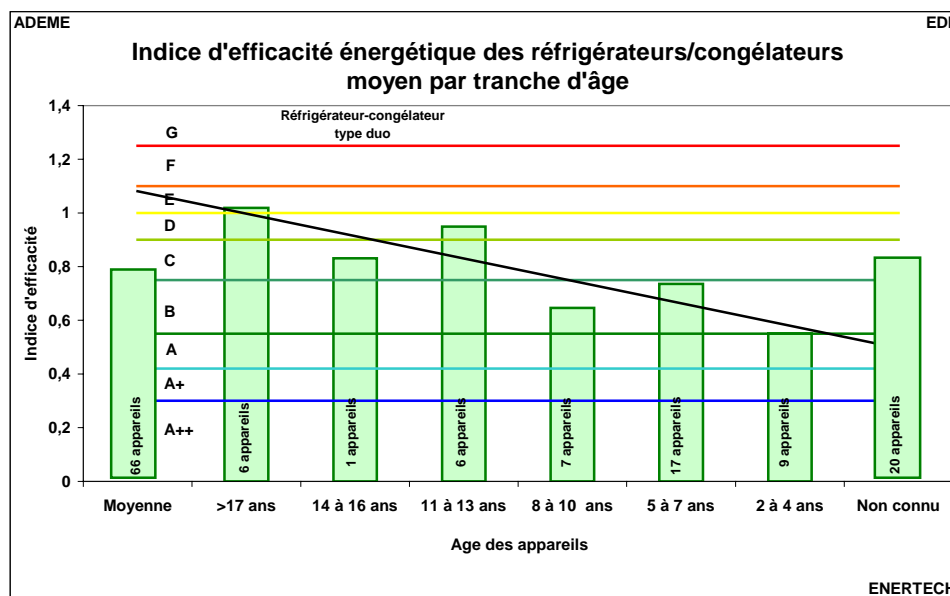


Figure 2.3.9 : Indice d'efficacité énergétique des réfrigérateurs-congélateurs par classe d'âge

### 2.3.6 Etude des veilles

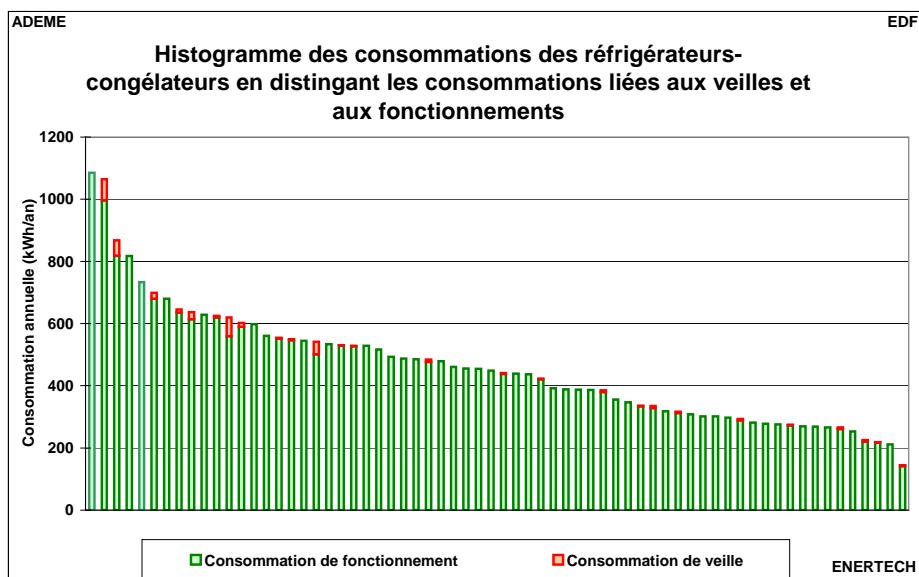
Le graphique de la figure 2.3.10 donne la répartition entre les consommations de fonctionnement et de veille pour l'ensemble des appareils étudiés.

Sur 66 réfrigérateurs-congélateurs suivis, 22 possédaient une puissance de veille. Les veilles vont de 0,69 à 33 W soit des consommations annuelles allant de 0,6 kWh/an à 68 kWh/an. Sur les appareils possédant des veilles, la moyenne est de 47,5 kWh/an. Si l'on calcule une moyenne sur l'ensemble des appareils, celle-ci est de 13,5 kWh/an.

Il faut distinguer deux types de veille sur les réfrigérateurs congélateurs : pour les plus anciens (ceux qui ont plus de dix ans), la veille alimentait une résistance placée dans le compartiment de réfrigération. En réchauffant plus rapidement ce compartiment dans lequel se trouvait le thermostat de réglage, cette résistance permettait de piloter le fonctionnement du compartiment de congélation en imposant un redémarrage plus fréquent du compresseur. Les puissances de ces veilles étaient de 10 à 40 W. Ce type de veille a pratiquement disparu sur les appareils récents. Aucun d'entre eux ne pourrait avoir un bon classement énergétique s'il était affecté d'une veille.

Le second type de veille concerne les appareils récents. Il s'agit de la consommation des systèmes électroniques de contrôle et de commande : réglage des consignes via un écran LCD, afficheur de température, etc).

Comme pour les réfrigérateurs, nous voudrions faire comprendre aux constructeurs que ces veilles sont un fléau à l'échelle nationale et qu'il est urgent de les éradiquer toutes.



*Figure 2.3.10 : Histogramme des consommations des réfrigérateurs-congérateurs en distinguant les consommations de veille et de fonctionnement*

Il est intéressant de voir que la consommation moyenne des veilles avant la réglementation était en moyenne de 14,1 kWh/an alors qu'elle n'est que de 2,6 kWh/an après celle-ci soit une diminution de 81%.

On peut également noter que les puissances maximales de veille observées ont également diminué lorsque la réglementation a été appliquée, ainsi, la puissance maximale observée est passée de 33 à 1,7W.

## 2.4 LES CONGELATEURS

### 2.4.1 Histogramme des âges des appareils suivis

Le nombre de congélateurs instrumentés est de 45 dont 31 congélateurs coffres et 14 congélateurs armoires. Sur l'ensemble des appareils mesurés, l'âge de 10 d'entre eux n'est pas connu.

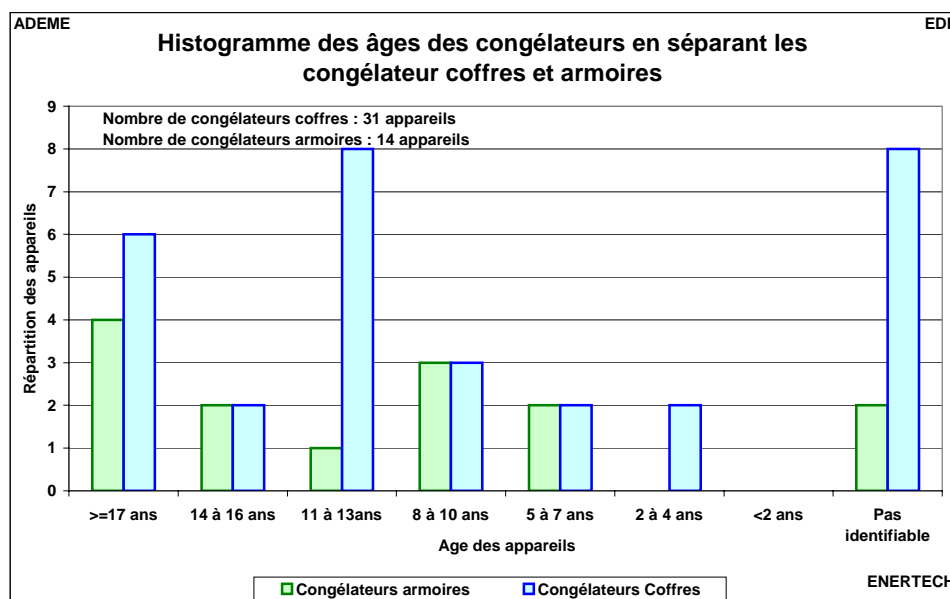


Figure 2.4.1 : Histogramme des âges des congélateurs

### 2.4.2 Histogramme des consommations annuelles

Les figures 2.4.2 et 2.4.3 représentent l'historique des consommations des congélateurs (coffres et armoires) observées durant la campagne.

Sur le premier graphique, une distinction est apportée entre les congélateurs coffres et les congélateurs armoires. **La consommation moyenne (tous types de congélateurs confondus) est de 556 kWh/an** (561 kWh/an pour les coffres et 545 pour les armoires). Si l'on compare cette consommation à celles des campagnes précédentes, on constate une réduction de 10% par rapport à CIEL et ECODROME (615 kWh/an – 51 appareils suivis) respectivement réalisées en 1995 et 1996, mais une augmentation de 10% par rapport à la campagne EDF100 (513 kWh/an – 53 appareils suivis) entre 1997 et 1999. **On n'observe donc aucune amélioration brute sur la consommation des congélateurs, ce qui est surprenant et mérite des explications.**

Les consommations s'échelonnent de 1 180 kWh/an à 171 kWh/an soit un facteur de 1 à 6,8. L'écart type est de 273 kWh/an, ce qui est le signe d'une très forte dispersion.

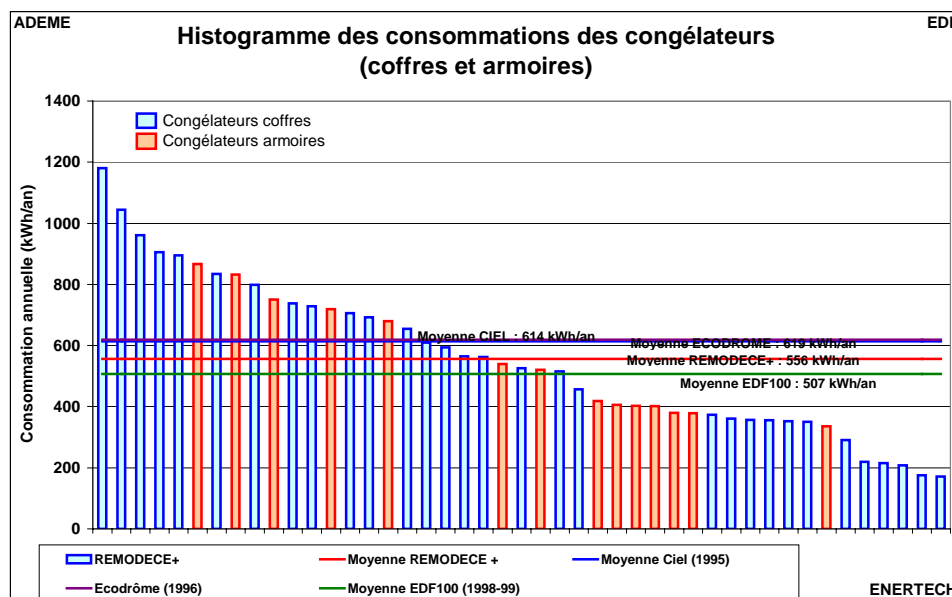


Figure 2.4.2 : Histogramme des consommations des différents types de congélateurs

De façon logique, et conformément à ce qui avait déjà été observé il y a dix ans, la consommation moyenne des congélateurs placés dans des pièces non chauffées (548 kWh/an) est inférieure de 5% à la consommation moyenne des congélateurs situés dans des pièces chauffées (576 kWh/an). Cette différence est en fait relativement importante parce que les congélateurs des pièces non chauffées ont un volume moyen supérieur de 73 litres (soit 34% de plus) et ont le même âge moyen que les autres (congélateurs dans pièces chauffées). Si l'on rapporte la consommation moyenne au volume moyen on obtient une consommation volumique de 2,72 kWh/an/litre pour les congélateurs installés dans des pièces chauffées et de 2,08 kWh/an/litre pour les congélateurs implantés dans des pièces non chauffées, soit 23% de moins.

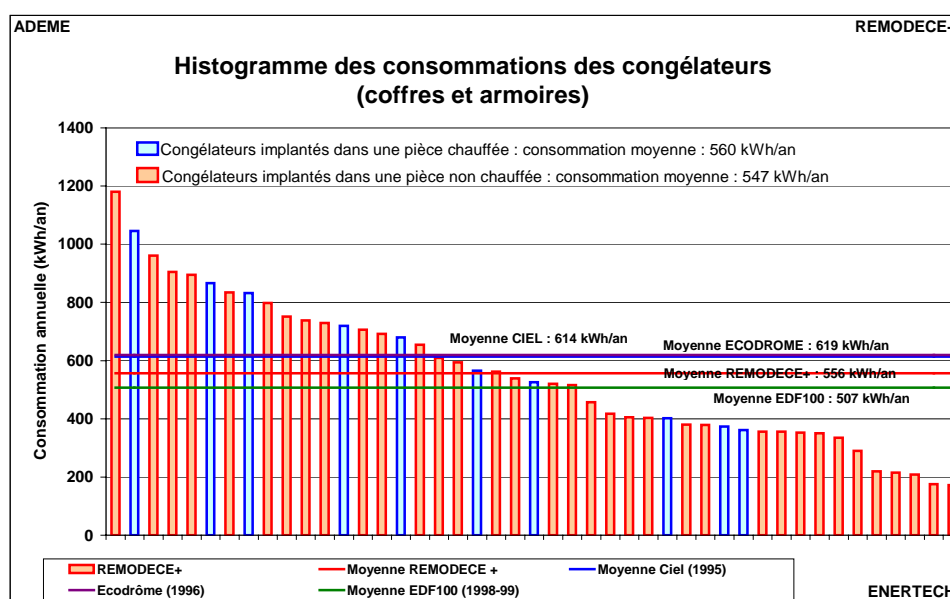


Figure 2.4.3 : Histogramme des consommations des congélateurs en fonction de la présence ou non d'un chauffage dans la pièce

### 2.4.3 Courbe de charge horaire moyenne

La figure 2.4.4 représente la courbe de charge moyenne des congélateurs (tous types confondus), alors que les figures 2.4.5 et 2.4.6 font la distinction entre les deux types de congélateurs (armoires et coffres). Il n'y a pas de différence significative entre les deux.

Sur la figure 2.4.3, la valeur moyenne se situe autour de 66Wh/heure et l'écart type est de 1,5Wh/heure (soit 2 % de la valeur moyenne alors que les réfrigérateurs étaient autour de 7 %). Les congélateurs possèdent donc des variations de consommations horaires extrêmement faibles, ce qui se comprend bien.

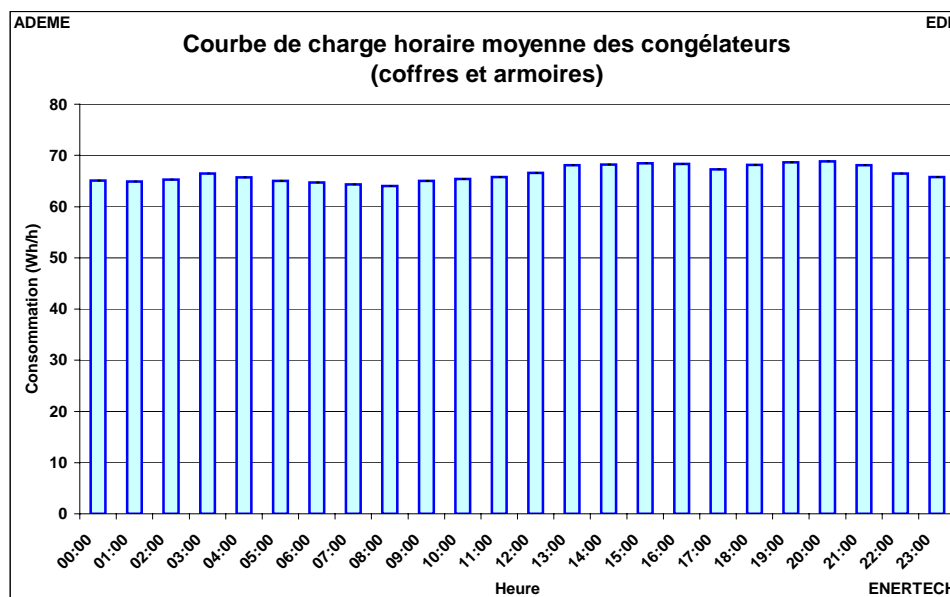


Figure 2.4.4 : Courbe de charge moyenne des congélateurs (coffres et armoires)

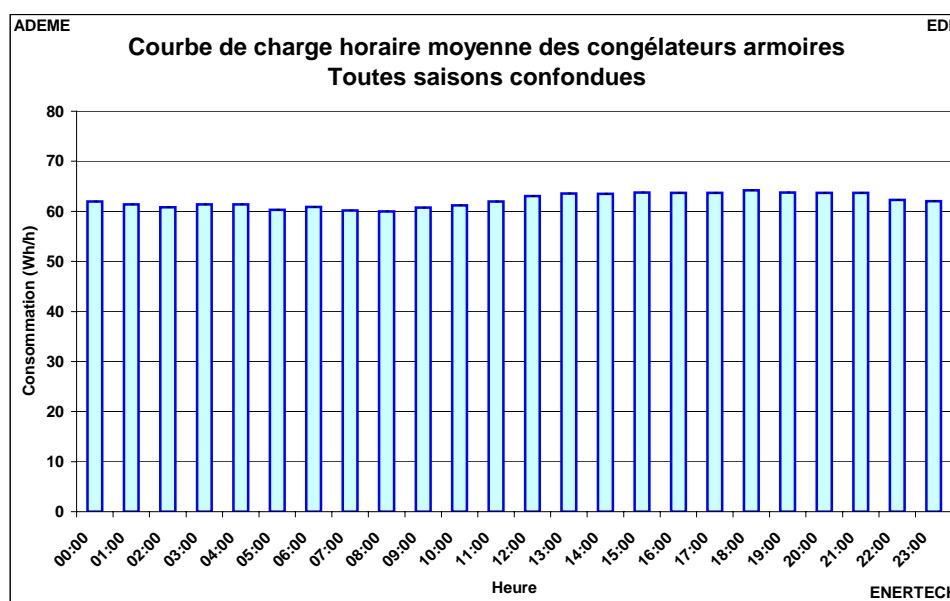
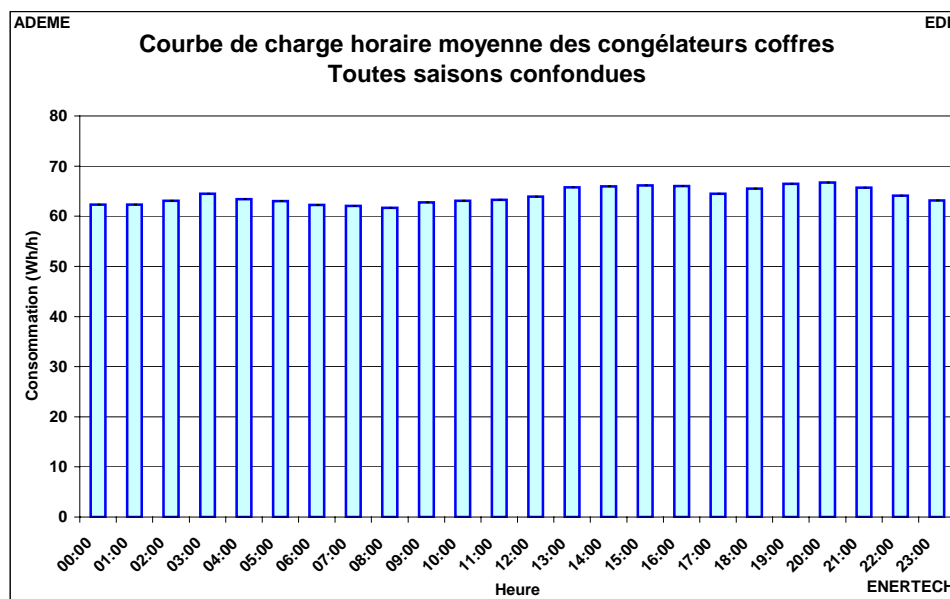


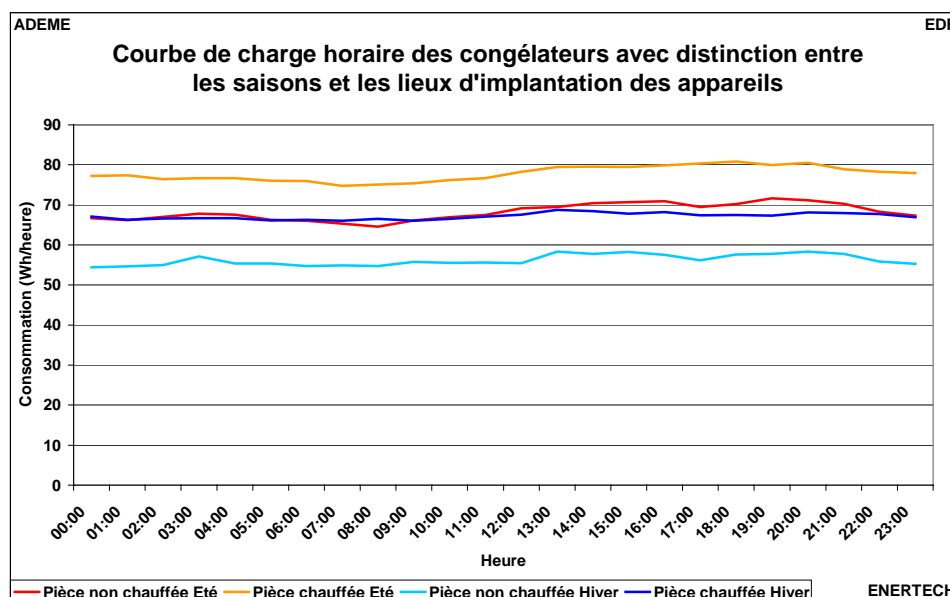
Figure 2.4.5 : Courbe de charge moyenne des congélateurs armoires



**Figure 2.4.6 : Courbe de charge moyenne des congélateurs coffres**

La figure 2.4.7 représente les courbes de charges des congélateurs en distinguant la saison et l'implantation (pièces chauffées ou non).

On observe été comme hiver que les charges des congélateurs situés dans les locaux non chauffés sont toujours inférieures à celles des appareils en pièces chauffées. Normal. Il peut paraître étonnant que même pendant la saison estivale, les consommations des congélateurs des pièces non chauffées soient plus faibles que celles des autres congélateurs. Mais cela tient au fait que comme expliqué dans le paragraphe précédent, même si les congélateurs sont implantés dans des pièces non chauffées, les pièces sont soit isolées (buanderie, cellier), soit enterrées (cave, garage).



**Figure 2.4.7 : Courbe de charge des congélateurs avec distinction entre les saisons et le lieu d'implantation**

#### 2.4.4 Evolution de la consommation au cours de l'année

On remarque une saisonnalité relativement marquée des consommations sur la figure 2.4.8 . La valeur moyenne journalière de consommation est de 1 523 Wh/jour avec un écart type de 171 Wh/jour soit des variations autour de la moyenne de 11% (contre 17% pour les réfrigérateurs et de 12% pour les réfrigérateurs-congélateurs ).

Tout comme pour les réfrigérateurs et les réfrigérateurs-congélateurs, on remarque que les consommations journalières suivent relativement bien les fluctuations de la température extérieure à partir du mois d'avril.

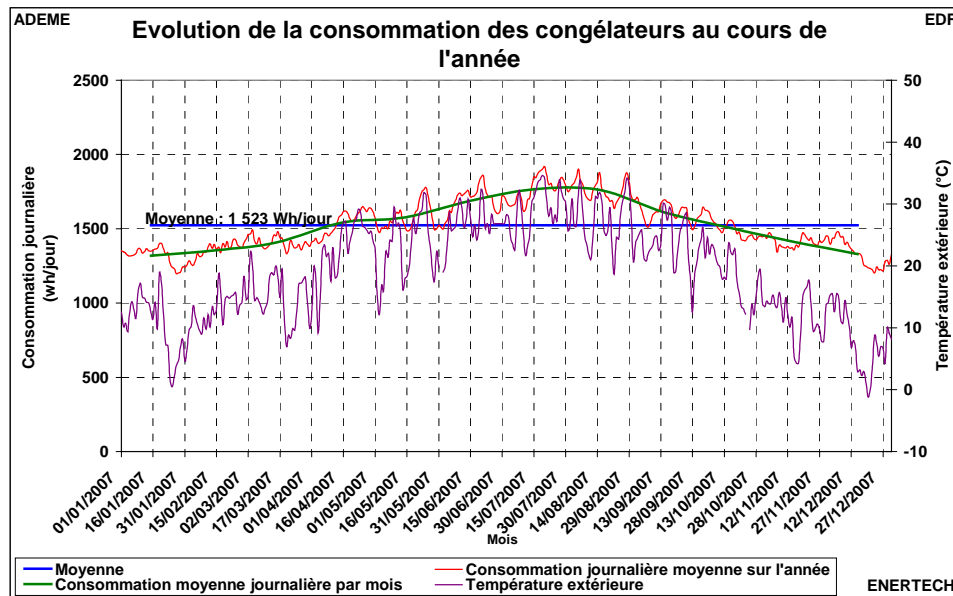


Figure 2.4.8 : Evolution de la consommation des congélateurs au cours de l'année

La figure 2.4.9 corrèle la consommation des congélateurs et la température extérieure.

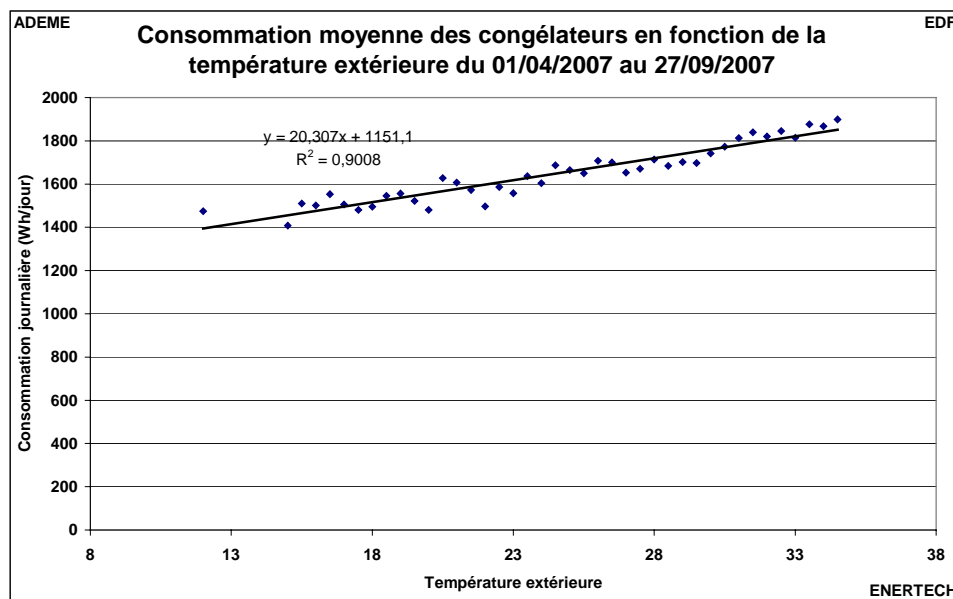


Figure 2.4.9 : Consommations des congélateurs en fonction de la température extérieure



### 2.4.5 Consommation en fonction de l'âge et du volume

Si l'on excepte la classe d'âge de 14 à 16 ans, on remarque sur la figure 2.4.10 que la consommation a tendance à diminuer pour les congélateurs les plus récents. Cela peut être autant imputable à une amélioration énergétique, qu'à une diminution des volumes. C'est pour cela que nous allons étudier les volumes dans les différentes classes d'âge.

On remarque également que la consommation moyenne des appareils dont on ne connaît pas l'âge, est supérieure (de 13%) à la moyenne. Cela peut montrer que ces appareils sont relativement âgés (la consommation moyenne de ces appareils est relativement proche de celle des congélateurs âgés de plus de 17 ans).

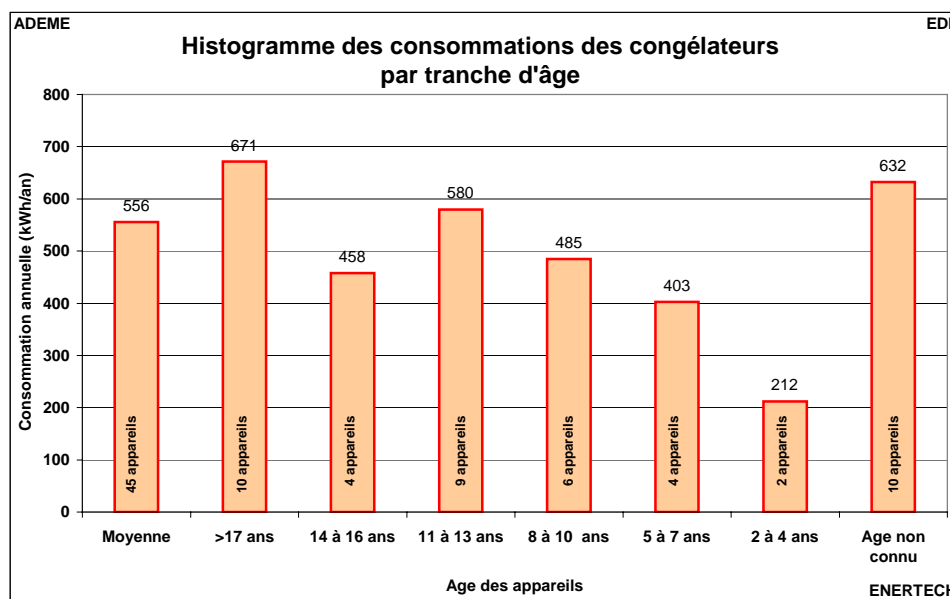
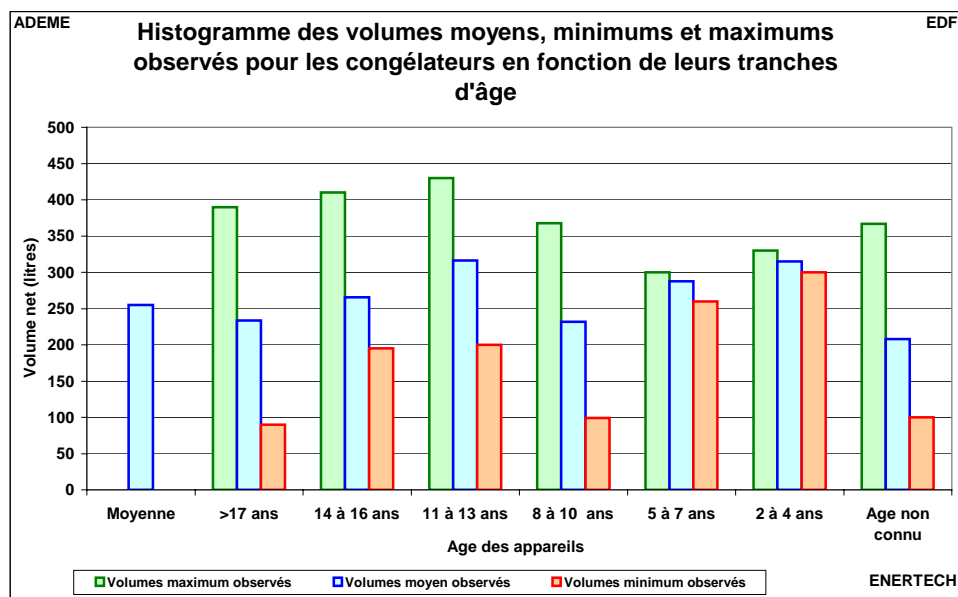


Figure 2.4.10 : Histogramme des consommations des congélateurs en fonction de leur âge

On remarque sur la figure 2.4.11 que l'évolution des volumes en fonction de l'âge des appareils suit un profil particulier. Les appareils de 11 à 13 ans possèdent des volumes moyens et maximums plus importants que ceux des appareils plus récents et plus anciens. C'est durant cette période que les volumes des congélateurs étaient les plus importants (en moyenne 316 litres). Le volume moyen minimum est celui de la classe d'âge de 8 à 10 ans (avec un volume moyen de 231 litres).



**Figure 2.4.11 : Histogramme des volumes moyens, minimums et maximums observés pour les congélateurs en fonction de leur classe d'âge**

La figure 2.4.12 représente l'indice d'efficacité énergétique (calculé à partir des mesures) moyen par classe d'âge. L'indice est calculé de la façon suivante :

$$I(\%) = \frac{\text{Consommation}}{M \times V_{aj} + N}$$

Avec

$M = 0,472$  et  $N=286$  pour les congélateurs armoires

$M = 0,446$  et  $N=181$  pour les congélateurs coffres

$V_{aj} = 2,15 \times \text{Volume}_{\text{Congélateur}}$

Si on exclut la classe d'âge 14-16 ans, on observe une nette amélioration des indices d'efficacité énergétique des congélateurs depuis quinze ans. On est passé d'une classe G pour les appareils de plus de 17 ans à une classe A+ pour les appareils âgés de moins de 4 ans. La consommation volumique (ajustée à la température intérieure) est passée de 1,62 kWh/an/litre (congélateurs de plus de 17 ans) à 0.31 kWh/an/litre (congélateurs de moins de 4 ans).

Cependant, il faut rester prudent quant à l'utilisation de ces données car les conditions de fonctionnement des congélateurs sont différentes des conditions de test et certainement favorable à une réduction des consommations. De plus l'échantillon des appareils dont l'âge est compris entre 2 et 4 ans ne contient que deux appareils ce qui est très peu significatif.

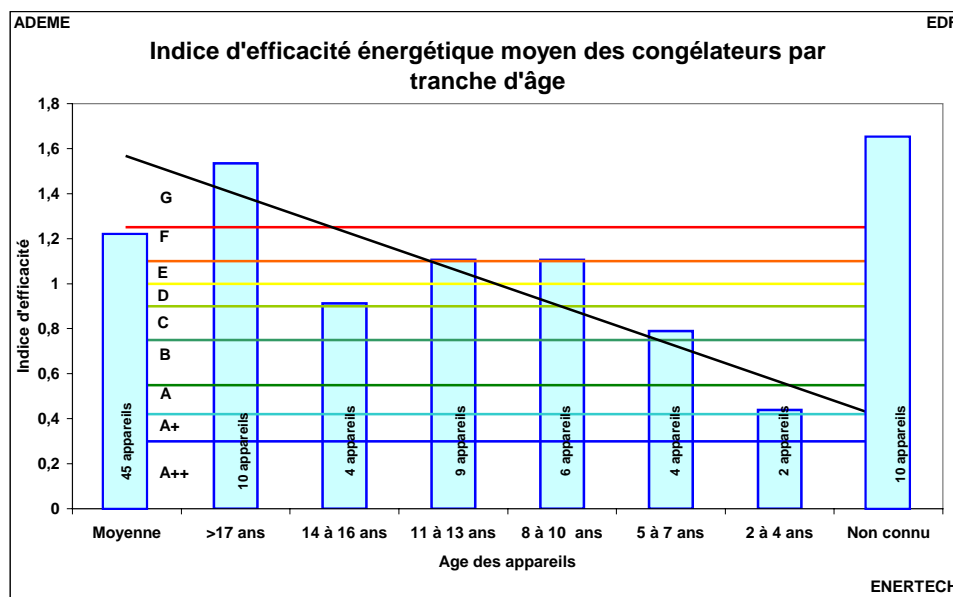


Figure 2.4.12 : Indice d'efficacité énergétique des congélateurs par classe d'âge

### 2.4.6 Evolution de la consommation des congélateurs sur plusieurs années

Nous disposons de la consommation au pas de temps de 10 minutes depuis plus de 10 ans du congélateur d'Olivier SIDLER. La figure 2.4.13 permet la même observation que pour le réfrigérateur suivi pendant 10 ans : la consommation électrique d'un congélateur correctement entretenu ne semble pas évoluer au cours des années. L'appareil suivi est ici un congélateur de marque Liebherr type CCE 2210 de 205 litres, dont la consommation normalisée est de 189 kWh/an, et de classe énergétique A.

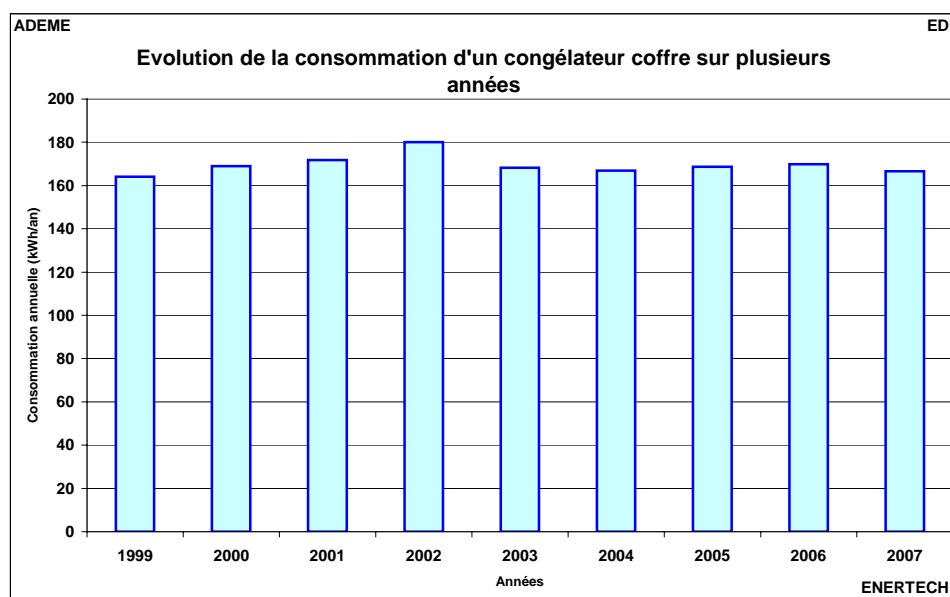


Figure 2.4.13 : Evolution de la consommation annuelle des congélateurs pendant 9 ans

### 2.4.7 Etude des veilles

Sur l'ensemble des 45 appareils suivis, seuls 5 présentaient une puissance de veille. La valeur moyenne de cette veille est de 1W. Les consommations afférentes aux veilles sont de 2,8 KWh/an (pour les logements avec congélateurs) et de 0,31 kWh/an sur l'ensemble du parc. Il n'y a plus guère de raison fonctionnelle pour que les congélateurs soient le siège de veille, ce qui n'était pas le cas jadis où des résistances chauffantes ceinturaient le joint des portes de coffres pour éviter leur givrage. Les veilles observées aujourd'hui sont dues à l'électronique de régulation et au réglage de consigne.

## 2.5 LES REFRIGERATEURS AMERICAINS

### 2.5.1 Etude des consommations des réfrigérateurs américains

Sur l'ensemble des 100 logements, 6 possédaient un réfrigérateur américain. **La consommation moyenne de ce type d'appareil est de 796 kWh/an** soit 73% de plus que la moyenne des réfrigérateurs-congélateurs étudiés lors de cette campagne de mesure.

La figure 2.5.1 représente l'histogramme des consommations électriques des réfrigérateurs américains étudiés dans cette campagne de mesure. Les consommations sont comprises dans un rapport de 1 à 1,8 avec un maximum de 1 111 kWh/an.

Les consommations semblent nettement décroître avec l'âge des appareils (à l'exception de l'appareil âgé de moins de 2 ans). Ainsi, la valeur moyenne de la consommation des appareils âgés de 5 et 7 ans et en moyenne de 841 kWh/an et celle des appareils de 2 à 4 ans de 677 kWh/an soit une diminution de 19%.

Il est cependant nécessaire de corrélérer la consommation aux volumes des appareils.

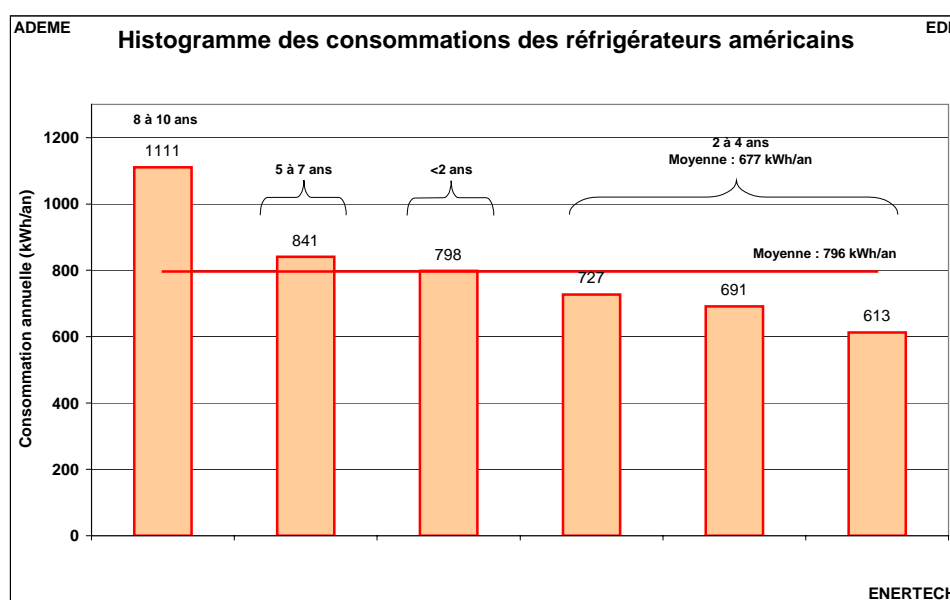


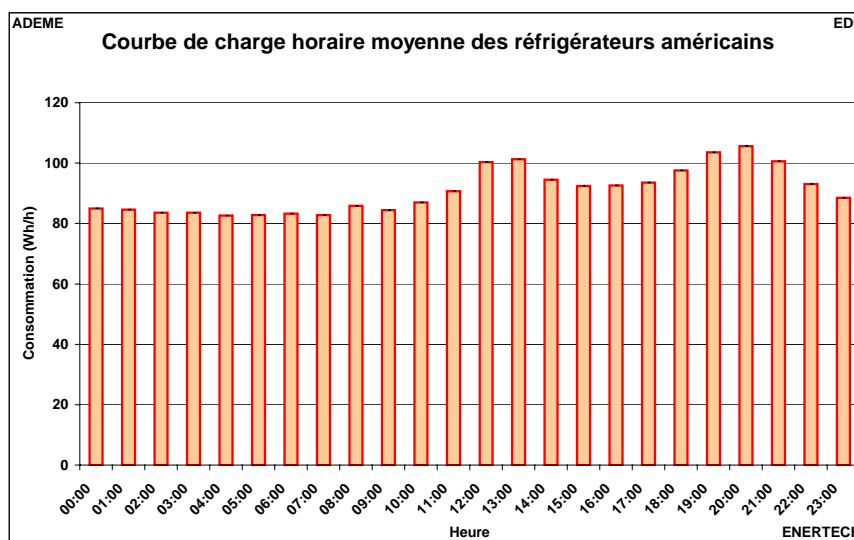
Figure 2.5.1 : Histogramme des consommations des réfrigérateurs américains

Il est très difficile d'observer des veilles sachant que les compresseurs de ce type d'appareils sont en fonctionnement durant une grande partie du temps. Néanmoins, des veilles ont été observées : elles vont de 2,1 à 10,8W avec une moyenne de 5,9W soit 7,3 kWh/an.

### 2.5.2 Courbe de charge horaire moyenne

Comme on le voit sur la courbe de charge moyenne journalière des réfrigérateurs américains (cf. figure 2.5.2), les variations autour de la moyenne sont assez marquées. On observe en effet des augmentations entre 12 et 13 heures et à 20 heures. Contrairement aux autres appareils de froid étudiés, le graphique de la courbe de charge moyenne de l'ensemble

des réfrigérateurs américains masque certains phénomènes. On observe en effet deux pics par jour (correspondant au système de dégivrage automatique des évaporateurs) appelant des puissances de 250 à 590W. Il s'agit quand même d'un moyen pour le moins très peu efficace de dégivrer un appareil....



### 2.5.3 Evolution de la consommation au fil des saisons

Comme pour l'ensemble des autres appareils de froid, on remarque bien la saisonnalité. La consommation moyenne journalière est de 2 180 Wh/jour et l'écart type est de 274Wh/jour, soit une variation autour de la moyenne de 12% (comme pour les réfrigérateurs-congélateurs). La valeur maximale (observée en moyenne sur l'ensemble des congélateurs) est de 2 980 Wh/jour et la valeur minimale de 1792 Wh/jour soit une différence de respectivement +37% et -18% par rapport à la moyenne.

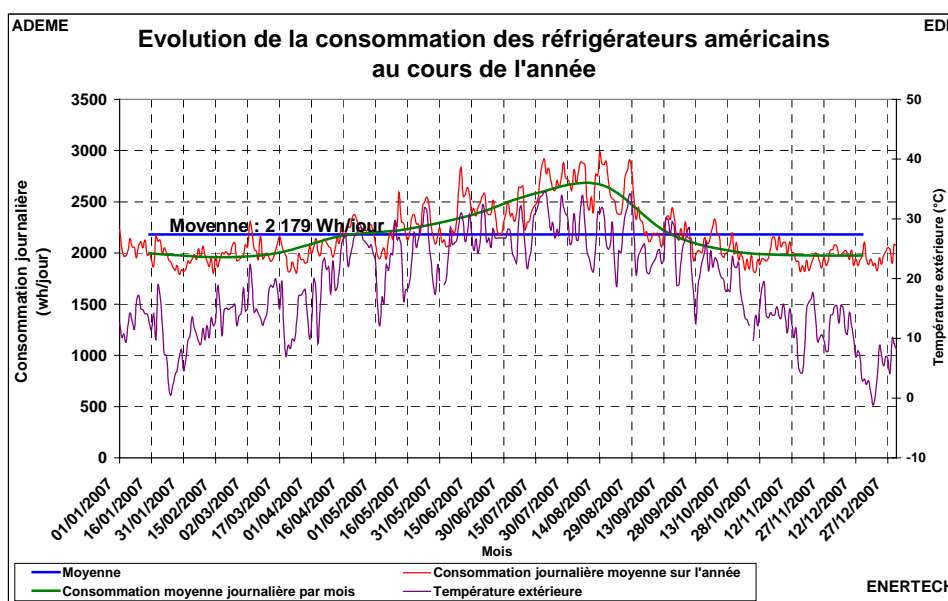


Figure 2.5.3 : Evolution de la consommation des réfrigérateurs américains au cours de l'année

On remarque sur la figure 2.5.4 que les consommations moyennes en hiver sont inférieures de 7% à celles de l'intersaison alors que les consommations en été sont supérieures de 20%. Il apparaît donc clairement que les réfrigérateurs américains sont très influencés par la température extérieure. On l'observe encore plus clairement sur le graphique de la figure 2.5.5 car la pente des réfrigérateurs américains est de 37,54x (avec x = température extérieure) alors qu'un réfrigérateur-congélateur moyen a une pente de 20,6 x.

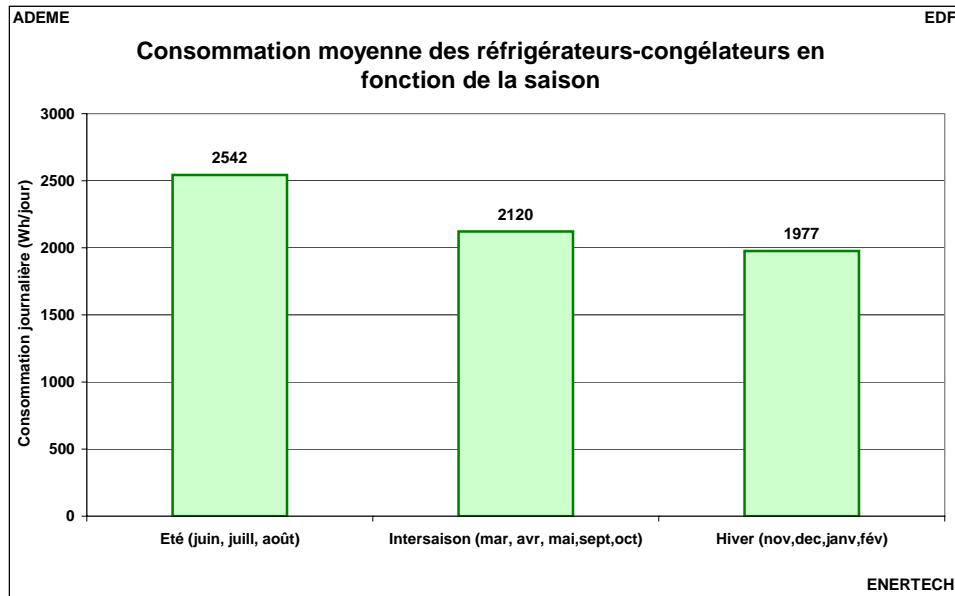


Figure 2.5.4 : Consommations électriques des réfrigérateurs américains pendant trois périodes

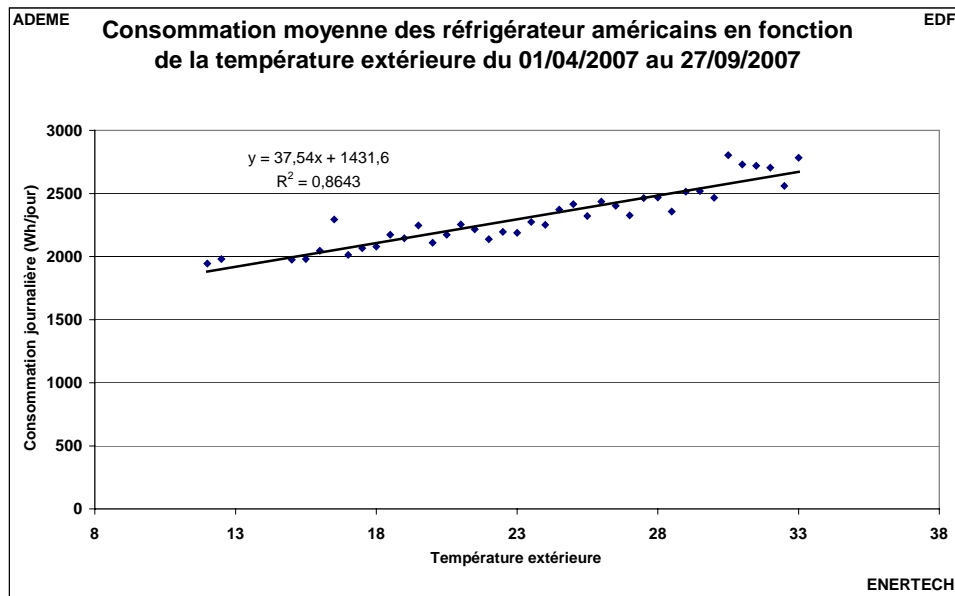


Figure 2.5.5 : Consommations électriques moyennes des réfrigérateurs américains en fonction de la température extérieure

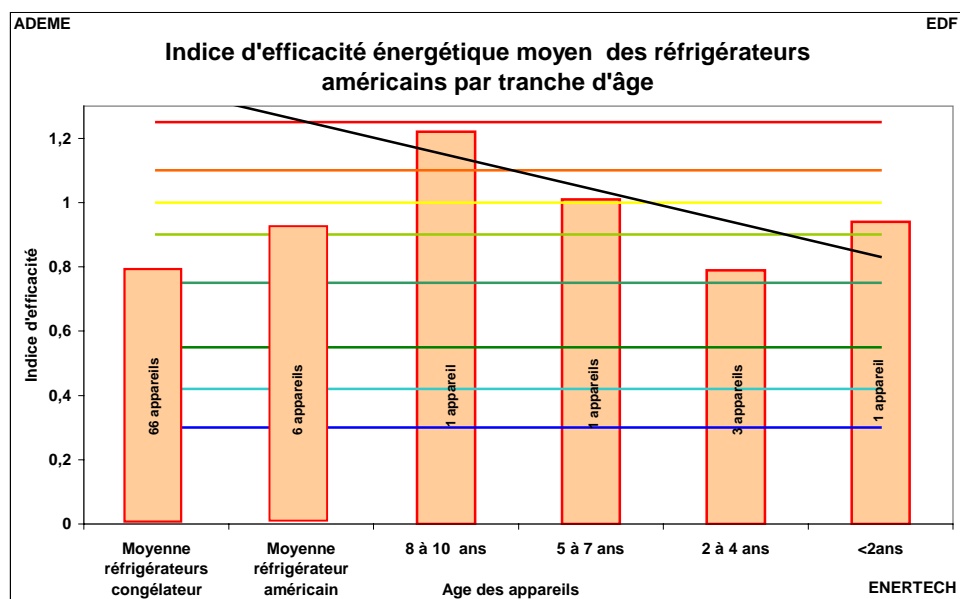
### 2.5.4 Consommation en fonction de l'âge et du volume

La figure 2.5.6 donne les indices d'efficacité énergétique mesurés in situ des réfrigérateurs américains et les compare aux seuils de classe énergétique des réfrigérateurs-congérateurs. En effet, un réfrigérateur américain peut être comparé à un réfrigérateur-congérateur car il existe deux compartiments séparés (compartiment denrées fraîches et compartiment congélateur). Les différences entre ces deux types de réfrigérateurs-congérateurs sont dues aux volumes et à la possibilité de puisage d'eau réfrigérée et de glaçons.

On remarque sur la figure que la classe énergétique moyenne sur l'ensemble des réfrigérateurs américains est légèrement supérieure à la classe C, alors que les réfrigérateurs-congérateurs « classiques » avaient une classe moyenne légèrement supérieure à la classe B.

Les consommations volumiques des appareils dont l'âge est compris entre 8 et 10 ans, est de 1,42 kWh/an/litre contre 1,04 kWh/an/litre pour les réfrigérateurs congélateurs, soit une surconsommation de 36 % pour les réfrigérateurs américains. Pour la classe d'âge de 5 à 7 ans, l'augmentation est de 6,8 %, et pour les appareils âgés de 2 à 4 ans elle est de 21%.

**Il faut tout de même garder à l'esprit que la consommation moyenne des réfrigérateurs américains est supérieure de 73% à la consommation moyenne des réfrigérateurs-congérateurs.**



*Figure 2.5.6 : Indice d'efficacité énergétique observé in situ des réfrigérateurs américains par classe d'âge*



## Partie 3 : Lave-linge et lave-vaisselle

### 3.1 LES LAVE-LINGES

Une centaine de sites situés dans la Drôme et l'Est de la France ont pu faire l'objet d'une instrumentation spécifique aux appareils de lavage. Au total 87 lave-linge dans les 103 logements suivis ont été instrumentés pendant 44 jours en moyenne. Dans 16 logements le poste lavage n'a pu être suivi, parce que :

- dans la majorité des cas ces logements ne possédaient pas de lave-linge,
- dans une moindre mesure, parce que les appareils de lavage étaient directement alimentés depuis le tableau électrique du logement, sans circuit spécifique ;
- et dans deux cas, suite à des pertes de mesureurs (consécutifs à des déménagements).

#### 3.1.1 Nature des besoins électriques

A titre d'exemple, la figure 3.1.1 représente l'évolution de la puissance appelée par la machine à laver du logement 600046. Ce logement a été utilisé pour la présentation car il s'agit d'un logement où les cycles sont facilement repérables et c'est l'un des rares dans lequel il existe des cycles à 90°C.

L'évolution des puissances appelées pour des cycles de 30-40°C, 60°C et 90°C y est représentée. Ainsi la consommation électrique d'un cycle à 30-40°C pour ce lave-linge est de 620 Wh/cycle, alors qu'elle est de 1910 Wh/cycle pour un lavage à 90°C soit 3,08 fois plus. On observe bien les trois phases d'un lavage :

- chauffage de l'eau : il s'agit des grands pics de puissance appelée supérieurs à 1700W,
- lavage : la puissance appelée dans cette phase est relativement stable (autour de 120-130W),
- l'essorage : il est représenté par un ultime pic de plus faible amplitude (de l'ordre de 170W), avant l'arrêt total de la machine.

On remarque sur le graphique que l'augmentation de 300% des consommations entre un cycle à 30-40°C et un cycle à 90°C est quasiment uniquement imputable à la consommation de la résistance.

La répartition des consommations dans les trois phases pour les trois cycles (30-40°C, 60°C et 90°C) est la suivante :

	30-40°C	60°C	90°C
Chauffage de l'eau/prélavage	78%	87%	95%
Lavage	15%	9%	3%
Essorage	7%	4%	2%

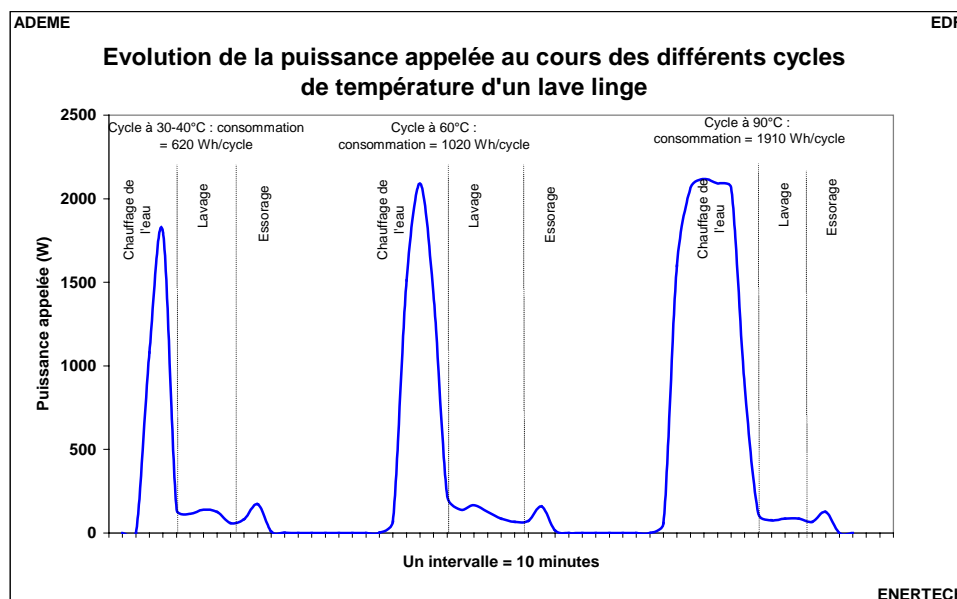


Figure 3.1.1 : Evolution de la puissance appelée par le logement 600046 pour différents cycles de température

### 3.1.2 Histogramme des consommations annuelles

#### 3.1.2.1 Consommation annuelle des lave-linge

La figure 3.1.2 représente l'histogramme des consommations des lave-linge par ordre décroissant. Les consommations annuelles ont été calculées par une règle de trois pour passer de la consommation sur le nombre de jours de suivi à la consommation annuelle. La saisonnalité des lave-linge étant peu marquée et les campagnes ayant été faites au cours d'une année entière (à raison d'un mois et demi dans chaque logement), on peut considérer que cette hypothèse de calcul de consommation est acceptable.

**La moyenne des consommations des lave-linge s'établit à 169 kWh/an.** Celle-ci est inférieure à celles d'autres campagnes de mesures telles que ECODROME (262 kWh/an, 19 lave-linge suivis), CIEL (234 kWh/an, 80 lave-linge suivis), EDF100 (232 kWh/an, 88 lave-linge suivis). C'est donc un résultat encourageant qui atteste *a priori* des progrès intrinsèques faits sur les machines.

Notons également que lors de la seconde année d'expérimentation de la campagne Ecodrôme, alors que tous les appareils existants avaient été remplacés par des appareils de classe A, la consommation moyenne de ceux-ci s'est établie à 191 kWh/an.

Les consommations extrémales observées sont de 850 kWh/an et de 37 kWh/an (un lave-linge a consommé 34 kWh/an mais il semble que sa résistance de chauffage ait été défectueuse si l'on se réfère au nombre de cycles). Les consommations sont donc comprises dans une plage de 1 à 25. Le même ordre de grandeur avait été observé durant les précédentes campagnes de mesures. Les valeurs maximales sont importantes au regard de la valeur moyenne mais on aperçoit que seulement quatre appareils (soit 5%) possèdent des consommations très supérieures à la moyenne.

Nous allons tenter dans la suite du rapport de corrélérer les consommations à plusieurs facteurs explicatifs.

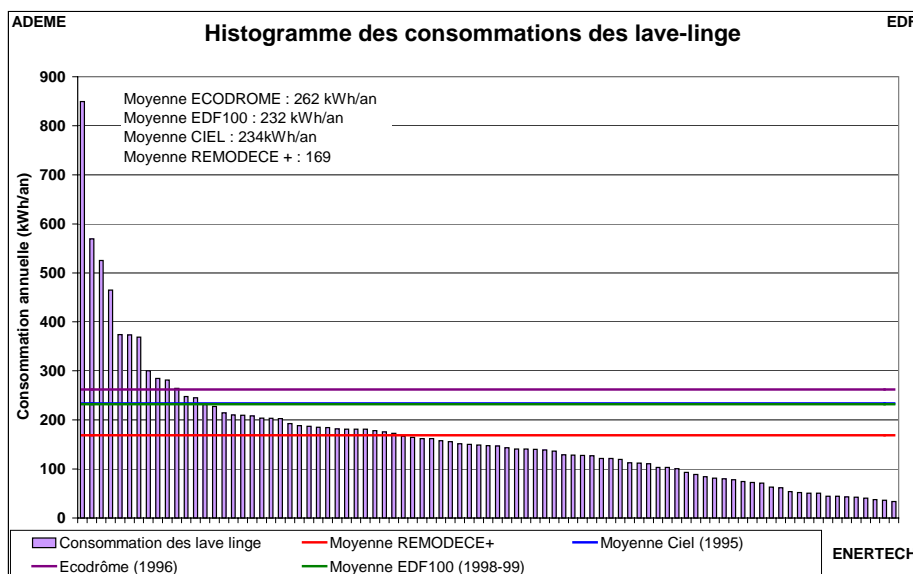


Figure 3.1.2 : Histogramme des consommations annuelles des lave-linge

Le graphique de la figure 3.1.3 met clairement en évidence, comme pour les appareils de froid, la transformation en profondeur du parc de machines à laver le linge. On observe en effet un nombre d'appareils beaucoup plus important dans les meilleures classes énergétiques, et *a contrario*, un nombre en baisse dans les classes de consommation élevée, ce qui traduit clairement la diminution d'appareils de classes E,F et G et l'augmentation du nombre d'appareils de classes A et B.

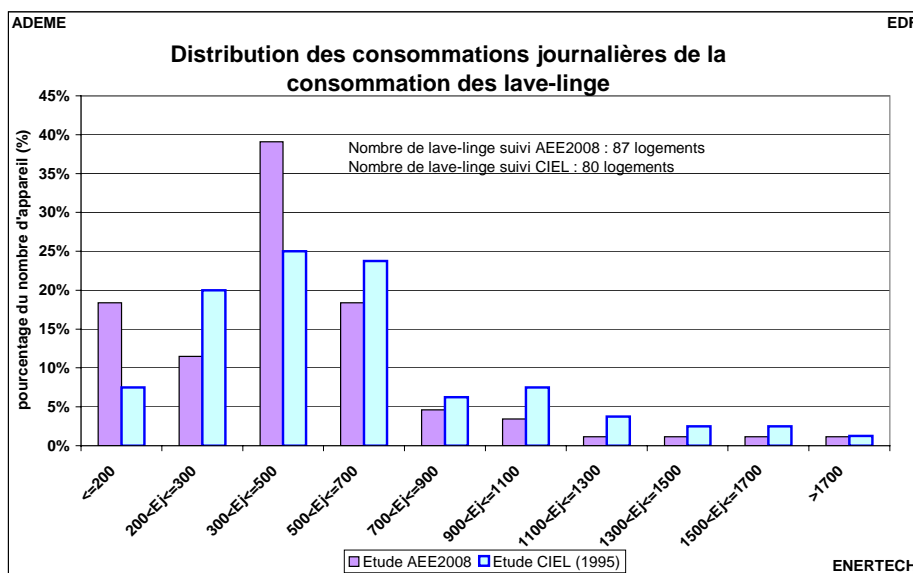


Figure 3.1.3 : Histogramme des consommations (journalières) par classe de consommation des lave-linge

### 3.1.2.2 Consommations liées aux veilles

Il existe aujourd'hui des consommations de veille sur les lave-linge. Mais ces consommations n'existent que juste avant et juste après les cycles, c'est à dire en période de démarrage différé, et avant le retour à l'arrêt total par le contact ON/OFF. Ces veilles peuvent

atteindre 7 W. Mais pour autant que les usagers ne laissent pas la machine sur ON toute la journée (ce qui se produit sur certaines machines) la consommation annuelle des veilles est très limitée. Elle vaut en moyenne 0,31 kWh/an avec un maximum à 2,2 kWh/an et un minimum quasiment nul.

On observe aussi que le temps de veille peut aller selon les machines suivies, de 8400 h/an à 12 h/an.

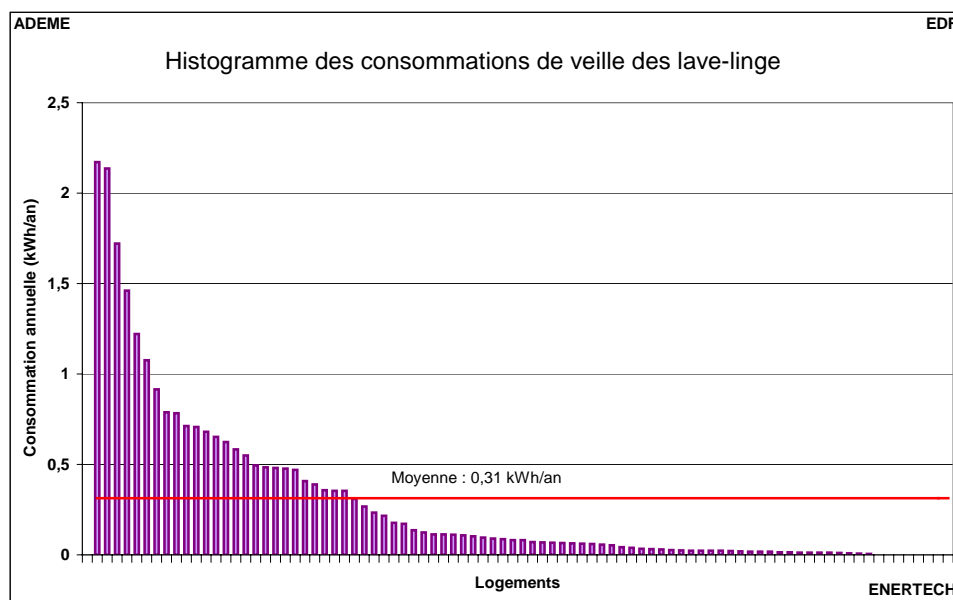


Figure 3.1.4 : Histogramme des consommations de veille des lave-linge

### 3.1.3 Courbe de charge moyenne

La figure 3.1.5 représente la courbe de charge horaire moyenne journalière des lave-linge dans la présente campagne et dans la campagne CIEL. On remarque bien que la lessive est en générale lancée en matinée (la consommation maximale est atteinte entre 9 et 10 heures dans les deux études). La courbe diminue ensuite progressivement.

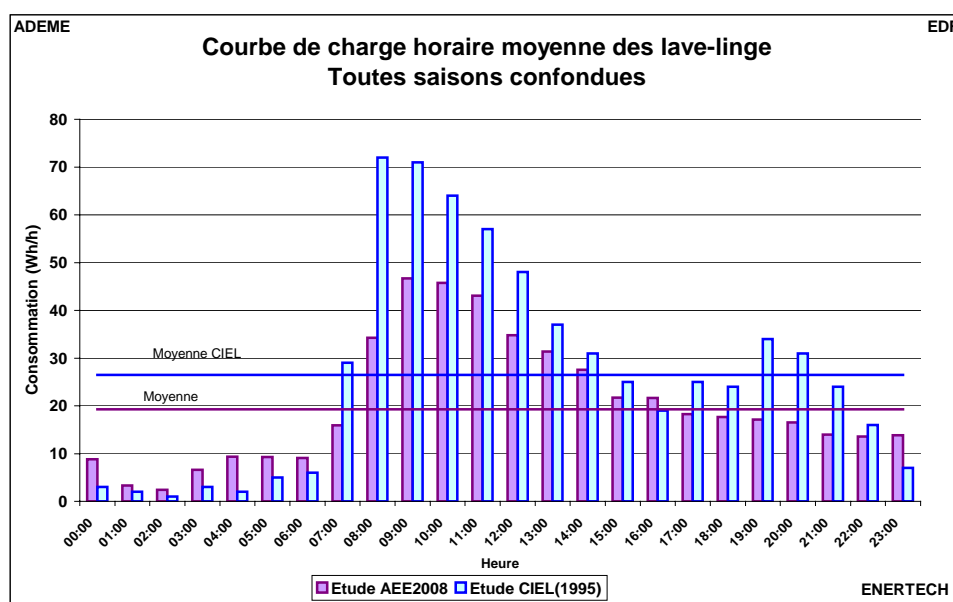
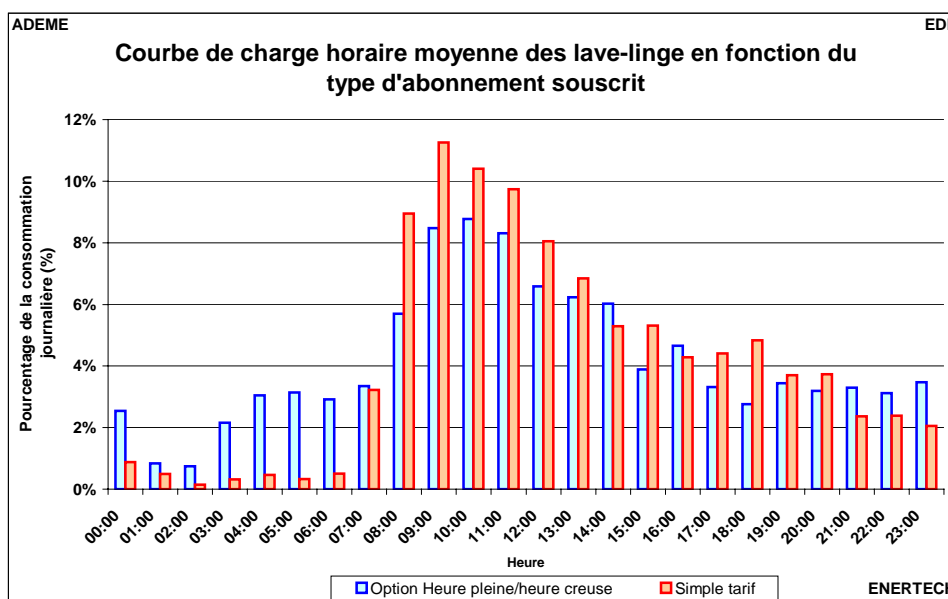


Figure 3.1.5 : Courbe de charge horaire moyenne des lave-linge

Mais on remarque aussi que :

- Il subsiste la nuit (entre 2 et 3 heures du matin), une consommation non nulle correspondant certainement à la veille des appareils, très nombreux, mis en route le soir pour des raisons tarifaires, mais qui, une fois arrêtés, présentent une puissance de veille de moins de 5W.
- Un regain de consommation à partir de 3 h du matin dû à la mise en route automatique des machines en tarif heures creuses, (il y a des heures creuses vers 22 heures et d'autres, dans certaines régions, en milieu de nuit), ou afin que le cycle soit finit lorsque les personnes se lèvent.
- La disparition de la suractivité « lessive » observée en 1995 entre 19 et 21 h.

La figure 3.1.6 donne la part de la consommation horaire dans la consommation moyenne journalière (exprimée en %) en distinguant le type d'abonnement EDF souscrit. On remarque que les logements qui ont souscrit l'option double tarif, utilisent celle-ci, mais pas de manière très prononcée. En effet, le pic de consommation a quasiment lieu à la même heure (entre 9 et 10 heures), alors qu'il aurait été plus intéressant pour ces logements de décaler cette pointe la nuit. Il est cependant vrai que la consommation la nuit (de 21 à 6 heures) est plus importante pour les lave-linge des logements avec l'option, que pour les autres lave-linge. Notons tout de même que cette courbe est une courbe de charge moyenne, il existe en effet des logements utilisant leurs options tarifaires de manière très efficace.



**Figure 3.1.6 : Courbe de charge horaire moyenne des lave-linge en fonction du type d'abonnement souscrit**

La figure 3.1.7 montre que les jours où la consommation moyenne est la plus élevée sont le lundi, le mercredi, le samedi et le dimanche. Ce sont effectivement les jours pendant lesquels il y a le plus de personnes en congés (les commerçants le lundi, les mères de famille le mercredi et tout le monde le week-end). En moyenne la consommation journalière est d'environ 530Wh/jour les lundi, mercredi, samedi et dimanche, et 405 Wh/jour les autres jours.

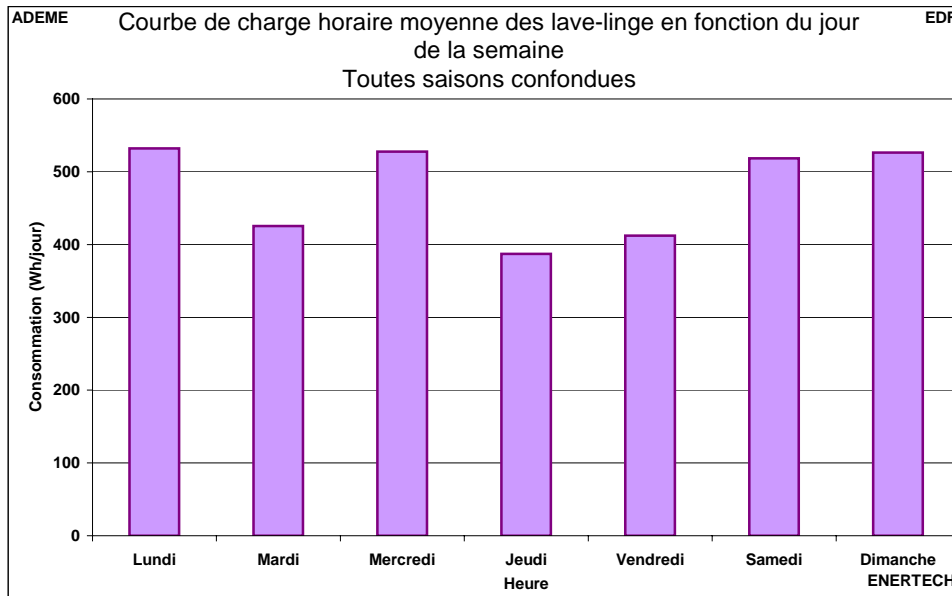


Figure 3.1.7 : Courbe de charge moyenne des lave-linge en fonction du jour de la semaine

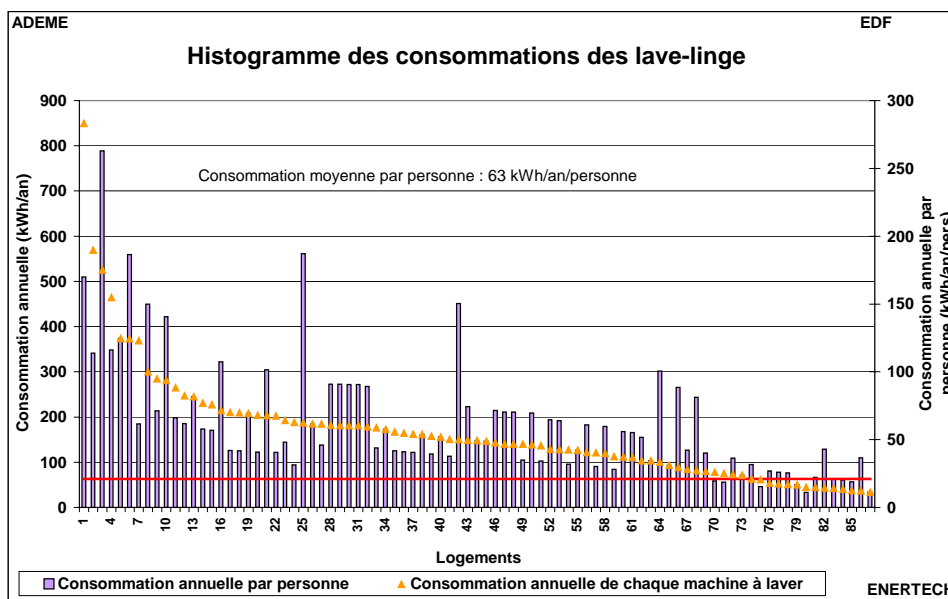
### 3.1.4 Utilisation des lave-linge

#### 3.1.4.1 Consommation par personne

La figure 3.1.8 représente l'histogramme des consommations (par appareils et par habitant) des lave-linge pour l'ensemble des lave-linge.

La consommation moyenne annuelle par habitant est de 63 kWh/an pour cette campagne de mesure. Elle était de 72 kWh/an/personne pour la campagne CIEL soit 14% de plus. Il existe la même plage de variation (de 1 à 24) pour les consommations par habitant, et pour les consommations par lave linge. **Cela indique que, dans les faits, le nombre de personnes n'est pas le facteur déterminant des consommations des lave-linge.**

Si l'on ne prend pas en compte le logement 600076 (logement de 2 personnes mais gardant des enfants), l'écart entre la consommation par personne maximale et minimale va de 1 à 16.

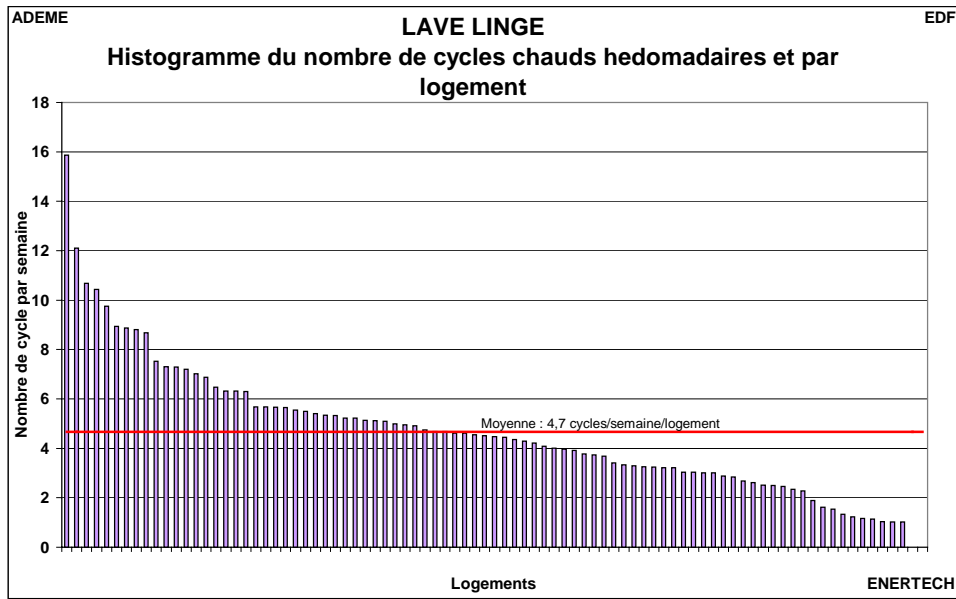


*Figure 3.1.8 : Histogramme des consommations par habitant des lave-linge*

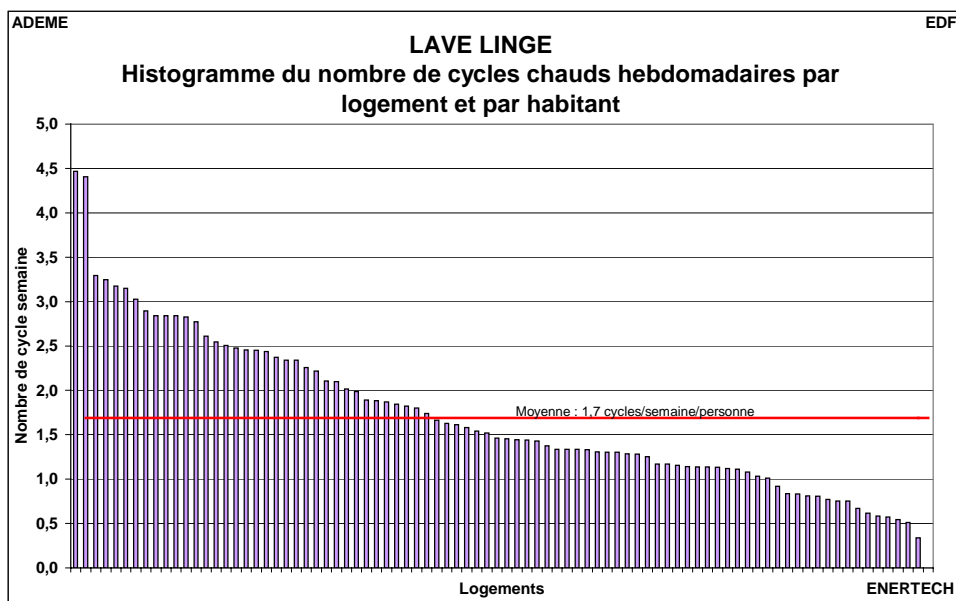
### 3.1.4.2 Etude du nombre de cycles

La figure 3.1.9 représente l’histogramme du nombre de cycles chauds hebdomadaires par logement. Il y a **4,64 cycles/semaine** (242 cycles par an) en moyenne par logement avec un maximum de 16 cycles/semaine et un minimum de 1 cycle/semaine. Le chiffre est remarquable, parce qu’il est légèrement plus faible que dans la campagne CIEL faite en 1995 (4,95 cycles/semaine). C’est probablement une des explications de l’amélioration des consommations observée sur les lave-linge. La performance intrinsèque des machines n’a pas été dégradée par des « dérapages » de comportement.

Sur la figure 3.1.10, on a représenté le nombre de cycles par semaine et par habitant pour chaque logement. En moyenne sur l’échantillon, on a mesuré 1,7 cycles chauds par semaine et par habitant. Les valeurs de 0,3 cycle/semaine/pers à 4,5 cycles/semaine/pers soit une échelle de 1 à 15. La dispersion du nombre de cycles hebdomadaires par logement (1 à 16) est quasiment égale à celle du nombre de cycles hebdomadaires par personne (1 à 15).



*Figure 3.1.9 : Histogramme du nombre de cycles chauds hebdomadaires et par logement*



*Figure 3.1.10 : Histogramme du nombre de cycles chauds hebdomadaires et par habitant*

Le graphique de la figure 3.1.11 permet de comparer le nombre de cycles moyen de la campagne CIEL à celui de cette campagne.

On remarque qu'il n'y a pas de différences très importantes entre les deux distributions.



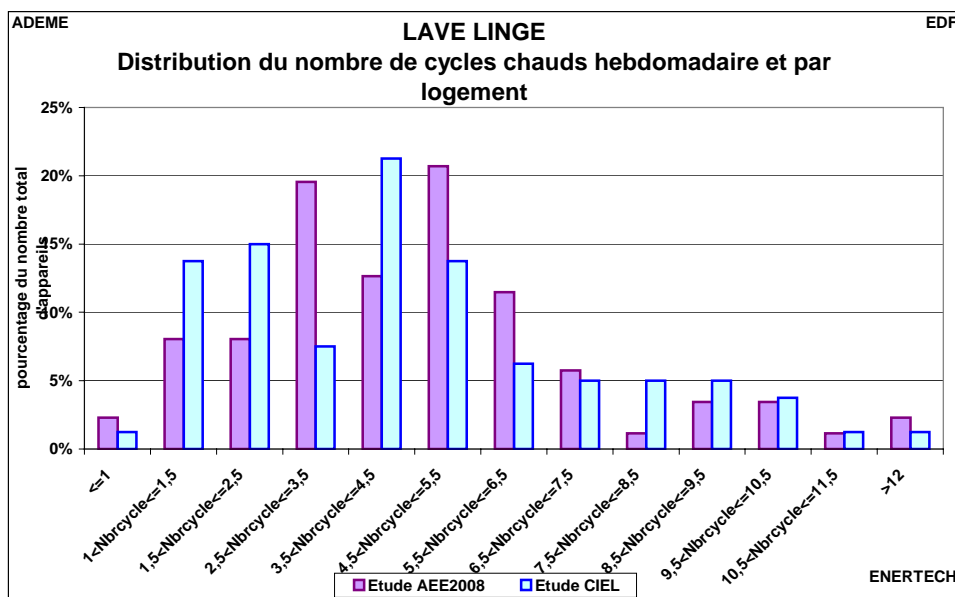


Figure 3.1.11: Distribution du nombre de cycles hebdomadaires et par logement

### 3.1.4.3 Etude de la consommation par cycle

La figure 3.1.12 représente l’histogramme des consommations moyennes des cycles chauds par logement. La valeur moyenne par logement de la consommation d’un cycle chaud est de **658 Wh/cycle** avec un écart type de 291 Wh/cycle. Les valeurs extrêmes sont de 1860 Wh/cycle et 181 Wh/cycle, soit une plage de 1 à 10,3. Cette plage importante s’explique bien sûr par l’usage (fréquences des cycles à 90°C et des cycles à 30°C), mais aussi par la qualité des machines (classe A ou G). A noter que la valeur moyenne de consommation de tous les cycles chauds (sans faire une moyenne par logement) n’est pas très différente : 648 Wh/cycle.

Ce résultat est très intéressant, car en 1995 cette valeur était de 875 Wh/cycle. Comme le nombre de cycles n’a pratiquement pas évolué, on tient là l’explication de la réduction importante de consommation spécifique observée depuis 1995.

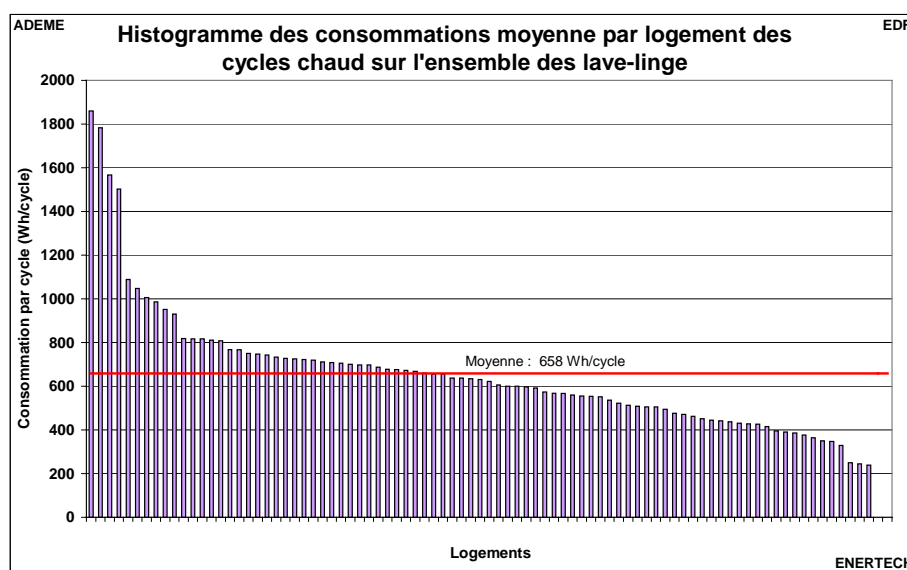
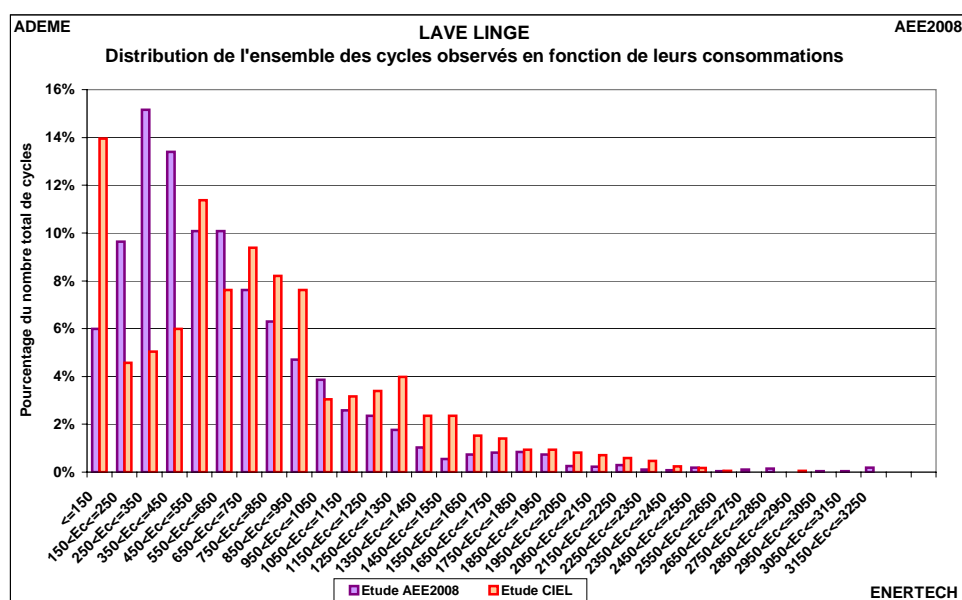


Figure 3.1.12 : Histogramme des consommations moyennes par cycle sur l’ensemble des lave-linge

La figure 3.1.13 représente l'histogramme de l'ensemble des cycles de lavage observés en fonction de leurs classes de consommation.

On remarque :

- Un relatif continuum dans les nombres d'occurrences par classe énergétique. Ce n'était pas le cas il y a 15 ans, et ceci s'explique par l'évolution des machines. Elles sont désormais pratiquement toutes thermostatées et comportent la plupart du temps le réglage, par l'utilisateur, de la température souhaitée pour le cycle de lavage. Auparavant, les machines présentaient des valeurs fixes pour les cycles : 30, 40, 60 ou 90°C, et elles étaient réglées de façon « chronométrique » : chaque température correspondait à une durée fixe de fonctionnement de la résistance.
- Il existe quand même des sortes de paliers et de pics matérialisant la consommation des différents types de cycles. Ainsi l'intervalle 250-450Wh correspond-il aux cycles à 30°C, le palier 450-650 Wh aux cycles à 40°C mais au-delà, il ne paraît pas possible de distinguer les cycles à 60°C et ceux à 90°C. Ils sont intégrés dans la continuité de valeurs.



**Figure 3.1.13 : Distribution de l'ensemble des cycles observés en fonction de leurs consommations**

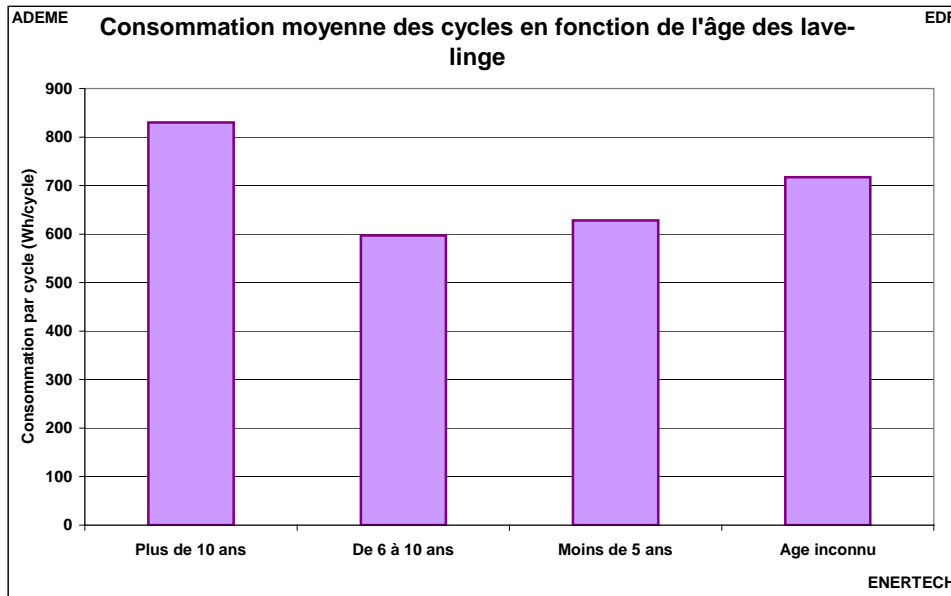
### 3.1.5 Corrélation des mesures avec les données issues des questionnaires

Des questionnaires avaient été fournis aux habitants des logements suivis lors de la campagne de mesures. Ils comprenaient des questions sur l'utilisation des lave-linge. Les paragraphes suivants essaient de corréler les consommations aux données issues des questionnaires.

#### 3.1.5.1 Etude des consommations par cycle avec l'âge des lave-linge

La figure 3.1.14 donne la consommation moyenne par cycle et par classe d'âge des lave-linge. Il existe 3 classes d'âge : Moins de 5 ans, entre 6 et 10 ans et plus de 10 ans.

Si on suppose (mais ce n'est absolument pas prouvé) que chaque échantillon de machines est composé d'utilisateurs ayant les mêmes habitudes de lavage (autant de cycles de chaque température), on observe que les consommations ont largement diminué entre les appareils de plus de 10 ans et ceux dont l'âge est compris entre 6 et 10 ans (-28%). La consommation par cycle est plus importante pour les appareils de moins de 5 ans par rapport à ceux qui sont âgés de 6 à 10 ans mais dans des proportions faibles (+5%).



*Figure 3.1.14 : Consommation moyenne des cycles en fonction de l'âge des lave-linge*

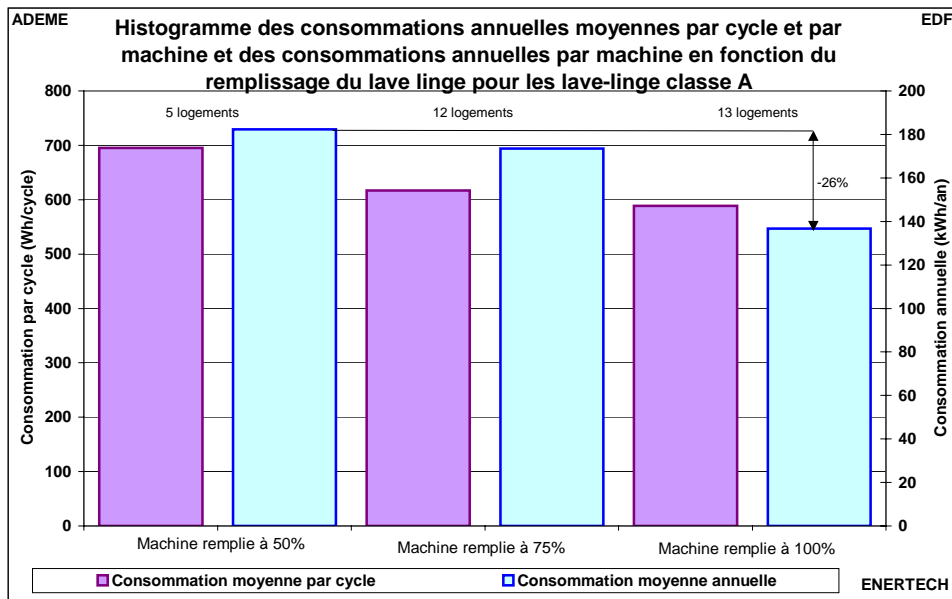
### 3.1.5.2 Etude des consommations en fonction du chargement des lave-linge

La figure 3.1.15 permet de corréler le taux de remplissage (estimé par les habitants) avec la consommation moyenne annuelle des cycles d'une part, et avec la consommation annuelle des lave linge d'autre part. Seuls les lave-linge de classe énergétique A ont été pris en compte. La classe énergétique A, a été utilisée car on ne peut comparer des consommations par cycle sur plusieurs classes. De plus la classe énergétique A est la classe la mieux représentée avec 30 lave-linge. En général, c'est elle également qui permet de bénéficier d'économies à charge partielle.

On remarque tout d'abord que plus le remplissage des lave-linge est important, plus la consommation annuelle baisse. Une baisse de 25% de la consommation est visible entre les logements dont les habitants remplissent leurs lave-linge à 50% et ceux qui les remplissent complètement. On observe en effet que les machines chargées à 50% sont utilisées en moyenne 2,27 fois/semaine/personne, alors que celles chargées à 100% ne sont utilisées que 1,72 fois/semaine/personne, soit 25% de moins.

On observe également que la consommation par cycle suit une loi linéaire pour laquelle la consommation décroît avec le remplissage des machines. Un tambour rempli à 100% consomme en moyenne de 15% de moins que s'il était rempli à 50%. Cette observation peut surprendre, mais elle traduit pourtant une réalité. Dans les machines anciennes, faible ou fort taux de remplissage, pour un textile donné, conduisait à des consommations très peu différentes. Mais les machines récentes pèsent le linge et dosent le remplissage d'eau en

fonction du poids de linge. Mais pas de façon proportionnelle ! A minima de charge, le remplissage ne sera réduit que de 20%, ce qui explique les valeurs observées.



*Figure 3.1.15 : Histogramme des consommations annuelles moyennes par cycle et par machine et des consommations annuelles par machine en fonction du remplissage du lave-linge pour les lave-linge classe A*

## 3.2 LES LAVE-VAISSELLE

Sur les 103 logements instrumentés durant la campagne, 65 lave-vaisselle ont été instrumentés. Dans 38 logements le lave-vaisselle n'a pu être suivi, parce que :

- dans la majorité des cas (28 logements sur 38) ces logements ne possédaient pas de lave-vaisselle,
- dans une moindre mesure parce que les appareils de lavage étaient directement alimentés depuis le tableau électrique du logement, sans circuit spécifique (9 sur 38) ;
- un mesureur a cessé de fonctionner suite à une mauvaise manipulation des habitants.

### 3.2.1 Nature des besoins électriques

Les graphiques de la figure 3.2.1 représentent l'évolution de la puissance appelée de trois lave-vaisselle pour le graphique de gauche et la consommation cumulée des mêmes lave-vaisselle pour la figure de droite.

On observe le même type de fonctionnement que celui déjà identifié dans les campagnes de mesures précédentes, à savoir l'existence de quatre phases au cours d'un cycle. Chaque phase correspond à un remplissage d'eau. Les phases 1 et 3 chauffent cette eau et les phases 2 et 4 utilisent de l'eau froide. Enfin, dans certains cas, on peut avoir une phase de séchage actif.

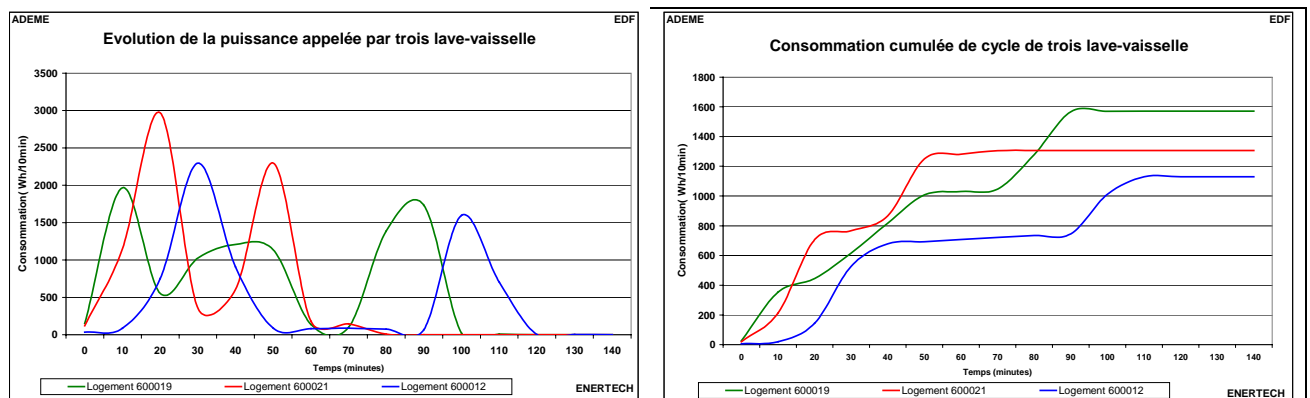


Figure 3.2.1 : Evolution des consommations de trois lave-vaisselle

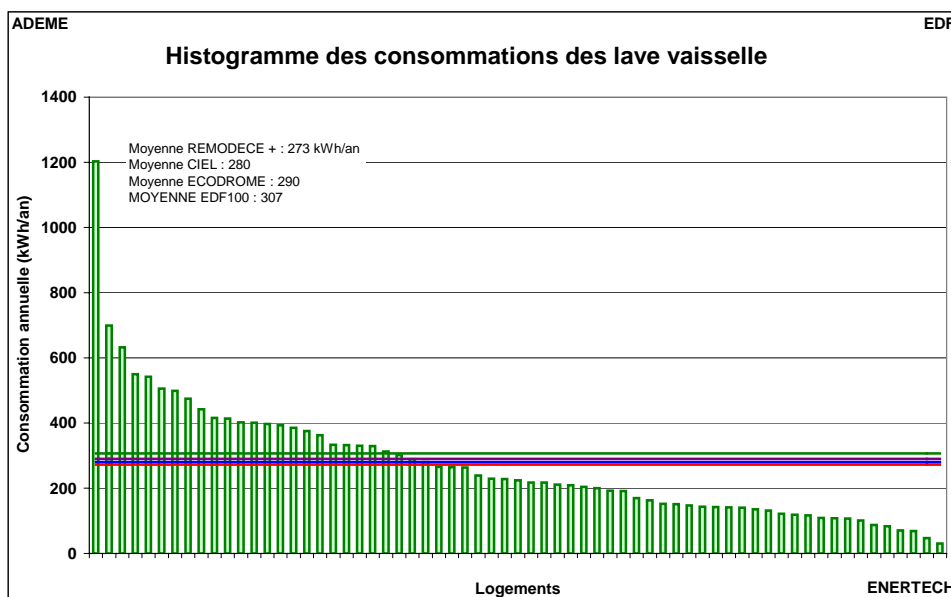
### 3.2.2 Etude des consommations annuelles

#### 3.2.2.1 Consommations annuelles des lave-vaisselle

La consommation électrique des lave-vaisselle instrumentés varie de 1203 à 31 kWh/an avec **une moyenne de 273 kWh/an**. L'échelle des consommations va donc de 1 à 38. Si l'on écarte le lave-vaisselle du logement 600078 (consommations très importantes au regard des autres logements qu'on tentera d'expliquer), la consommation maximale est de 699 kWh/an soit un écart entre la valeur maximale et minimale de 1 à 22.

La consommation moyenne de cette campagne de mesure est inférieure de :

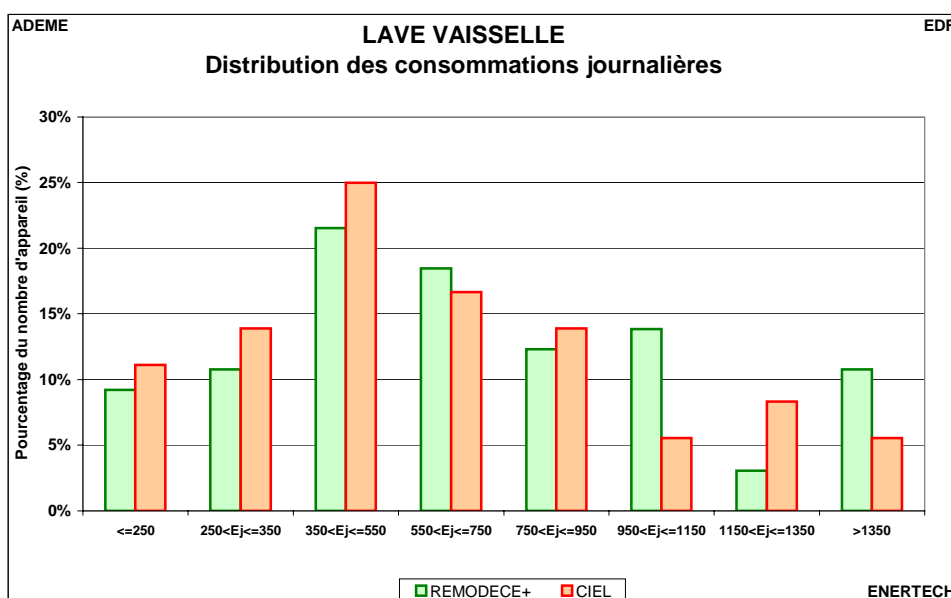
- 3 % par rapport à la campagne CIEL (valeur moyenne de 280 kWh/an)
- 6 % par rapport à la campagne ECODROME (valeur moyenne de 290 kWh/an)
- 4 % par rapport à la campagne EDF100 (valeur moyenne de 284 kWh/an)



**Figure 3.2.2 : Histogramme des consommations électriques annuelles des lave-vaisselle**

On observe donc, une baisse de consommation très légère par rapport aux campagnes de mesure précédentes. Et ceci est surprenant compte tenu des progrès technologiques accomplis. Il faut donc rechercher les causes de cette stagnation des consommations.

La figure 3.2.3 donne la distribution des consommations journalières par classe de 250 Wh pour la présente campagne et la campagne CIEL. On remarque que les distributions sont relativement proches dans les deux campagnes de mesures. Le maximum d’appareils est centré sur la classe de consommation de 350 à 550Wh/jour. Le pourcentage du nombre d’appareils consommant plus de 1150 Wh/jour est constant.



**Figure 3.2.3 : Histogramme des consommations (journalières) par classe de consommation des lave-vaisselle**

### 3.2.2.2 Consommations liées aux veilles

Les veilles des lave-vaisselle ont également fait l'objet d'un traitement. Il n'existe pas de veille au sens propre du terme dans la plupart des cas. On a en effet observé des veilles, uniquement à la fin des cycles (seuls 6 lave-vaisselle ont une puissance de veille permanente), lorsque les utilisateurs n'ont pas encore éteint les lave-vaisselle. Dès l'arrêt des lave-vaisselle ceux-ci n'appellent plus aucune puissance.

On observe sur la figure 3.2.4, de grandes disparités au niveau des veilles. Les consommations annuelles vont de 0,01 à 69 kWh/an. La consommation moyenne annuelle des veilles est de 4,2 kWh/an. Il n'existe que 6 logements avec des veilles relativement importantes (ce sont ces logements dont les veilles sont permanentes). Si l'on excepte ces 6 lave-vaisselle, la consommation moyenne est de 1,4 kWh/an.

Les puissances appelées en veille vont de 0,6 W à 9 W avec une moyenne à 2,58W. Les durées pendant lesquels les appareils sont en veille vont quant à elles (si l'on excepte les lave-vaisselle avec une veille permanente) de moins de 13h/an à 7850 h/an avec une moyenne à 857 h/an.

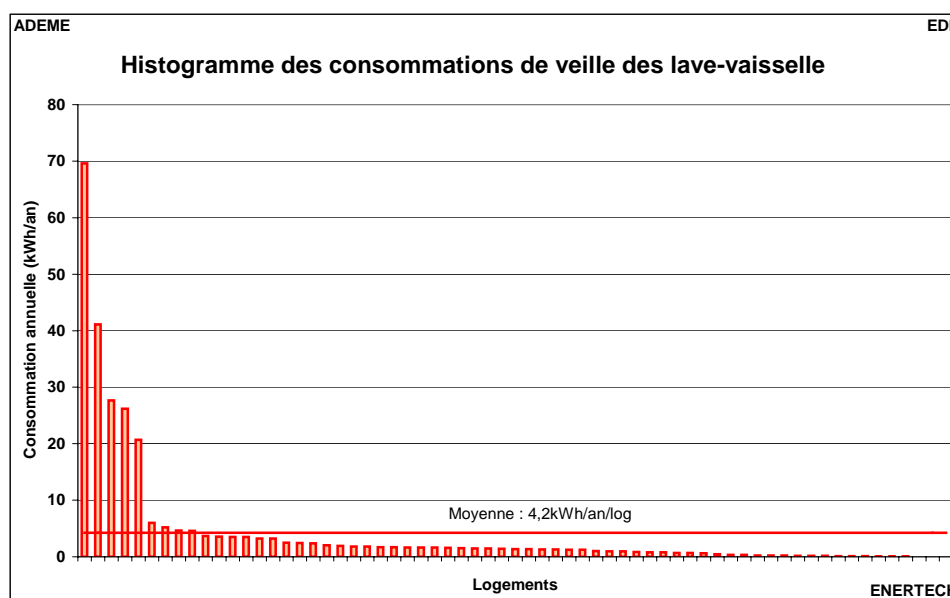


Figure 3.2.4 : Histogramme des consommations de veille des lave-vaisselle

### 3.2.3 Courbe de charge moyenne

La figure 3.2.5 représente les courbes de charge horaires moyennes comparées des lave-vaisselle de la présente campagne et de la campagne CIEL. Sans surprise, on observe un pic de consommation à chaque repas avec le pic maximum à 14 heures, après le déjeuner. Vient ensuite (dans l'ordre décroissant des consommations), le pic du dîner (autour de 20-21 heures) et finalement un dernier à 8 heures. Il apparaît donc légitimement que les habitants mettent le lave-vaisselle en fonctionnement prioritairement après le déjeuner et de manière moins systématique après le dîner et le petit déjeuner.

La courbe de charge obtenue dans la campagne CIEL n'était pas très différente sur la forme, avec les consommations après chaque repas. Mais il y avait sensiblement moins de consommation la nuit (entre 0 et 6 heures), notamment aucune veille, et on observait une pointe très forte entre 21 et 22 heures (95Wh/h contre 55 aujourd'hui). Tout ceci dénote de petites évolutions dans la manière d'utiliser les machines. Globalement cela ne change pas

grand chose. Pour le réseau, la demande est désormais plus faible entre 22 et 24 heures, et supérieure après.

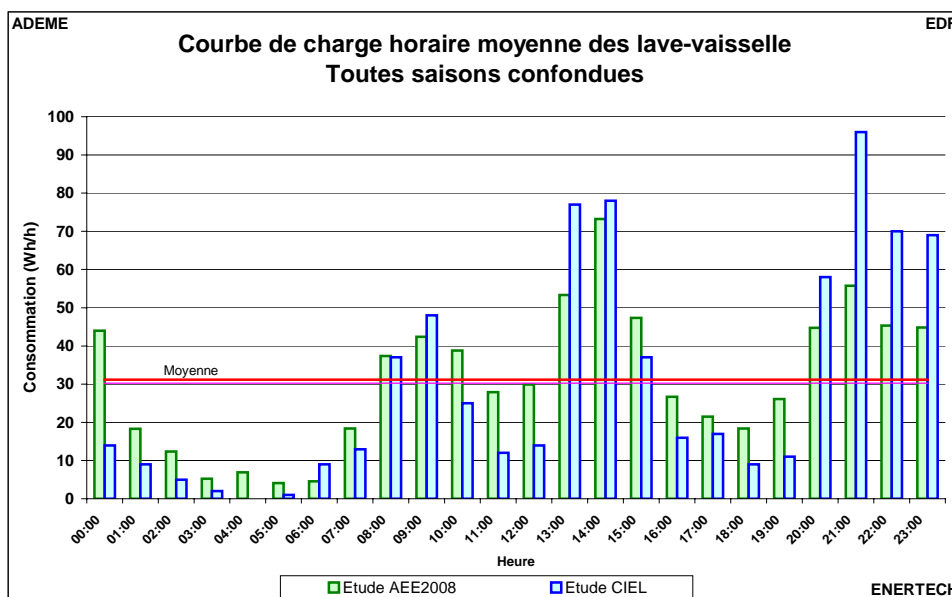


Figure 3.2.5 : Courbe de charge horaire moyenne des lave-vaisselle

Tout comme pour les lave-linge, nous avons distingué les logements en fonction du type d'abonnement électrique. Les logements avec double tarif n'utilisent pas cette option de manière optimale puisque seulement 31% de la consommation a lieu entre 22 et 6 heures, donc en tarification réduite (pour la plupart des abonnements double tarif). Ceci tend à accréditer la thèse que les lave-vaisselle ne sont pas mis en route le soir, après le dîner, quand le courant est bon marché, mais tout simplement après chaque repas... On devrait donc observer par ailleurs une augmentation de la fréquence des cycles de lavage.

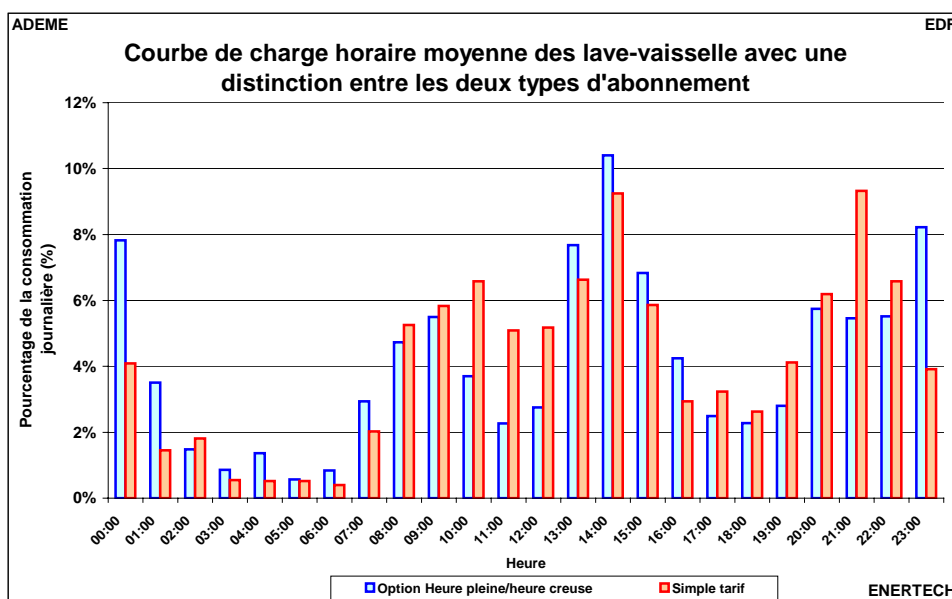
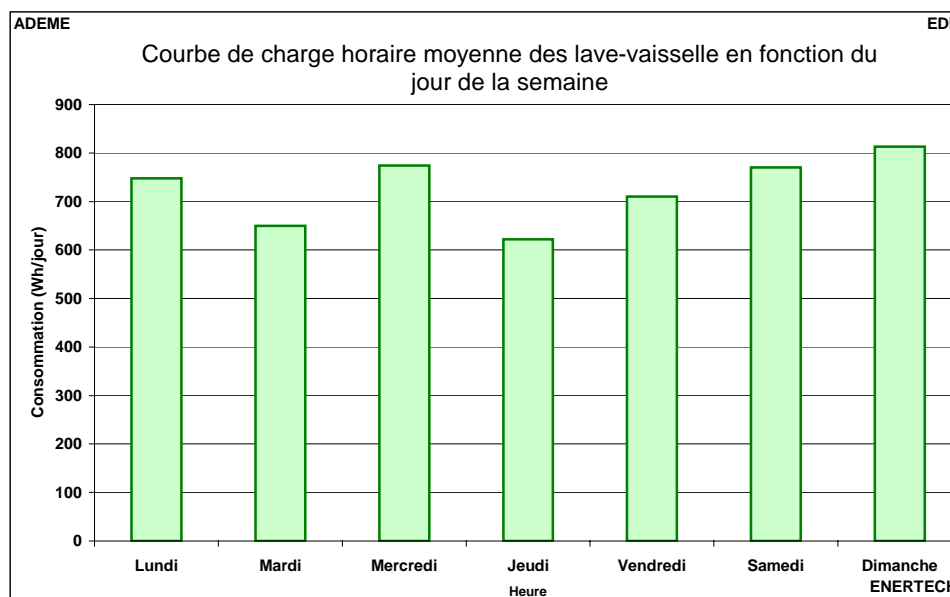


Figure 3.2.6 : Courbe de charge horaire moyenne des lave-linge avec une distinction entre les deux types d'abonnements souscrits



Sur la figure 3.2.7 on observe que le dimanche est le jour où il existe le plus de consommation, suivi du mercredi.



*Figure 3.2.7 : Courbe de charge moyenne des lave-vaisselle en fonction du jour de la semaine*

### 3.2.4 Utilisation des lave-vaisselle

#### 3.2.4.1 Consommation par personne

La figure 3.2.8 montre que la plage de variation entre la valeur maximale de la consommation annuelle par personne et la valeur minimale est de 1 à 35 (soit de 540 à 15 kWh/an/personne) soit la même que pour la consommation annuelle des lave-linge.

La consommation moyenne par habitant est de 108 kWh/an/personne. Dans la campagne CIEL, les plages de variation étaient beaucoup plus « raisonnables » (de l'ordre de 1 à 7), mais surtout, la consommation annuelle par personne n'était que de 71 kWh/an. **En quelques années, on semble donc assister à une augmentation de la consommation par personne de 52%**. Les machines ayant fait d'importants progrès techniques les conduisant en principe à consommer moins, il n'y a que deux explications possibles à cette observation :

- soit les gens rentrent plus souvent déjeuner à midi qu'auparavant,
- soit la fréquence des lavages a augmenté, et on n'attend plus que la machine soit pleine pour la mettre en route.

Il est à craindre que la seconde explication soit la plus plausible...

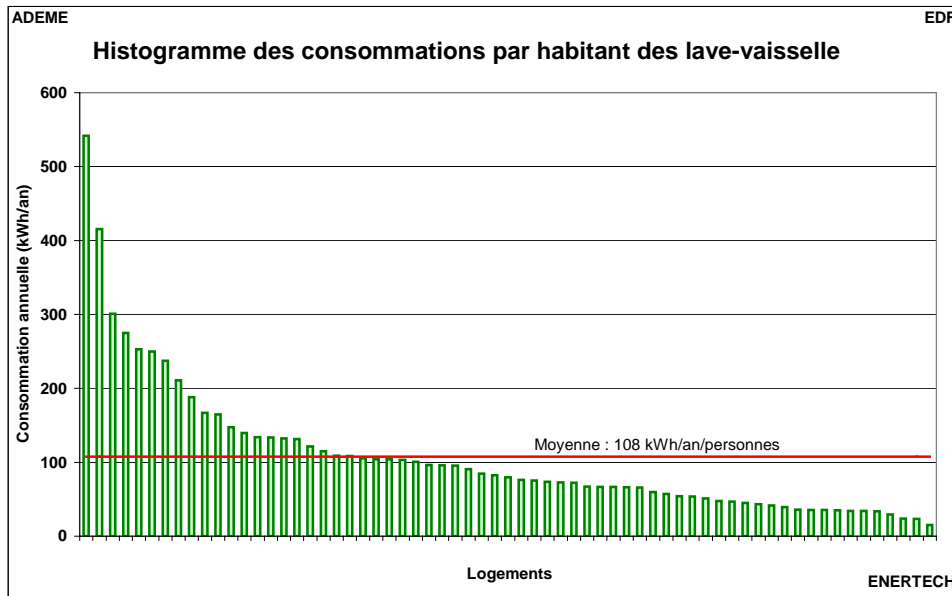


Figure 3.2.8 : Histogramme des consommations par habitant des lave-vaisselle

La figure 3.2.9 représente la distribution comparée (par classe de 50Wh/jour/personne) des consommations journalières par personne des lave-vaisselle de la présente campagne et de CIEL. On remarque que les consommations par personne ont nettement tendance à augmenter. Ainsi 34% des appareils ont une consommation inférieure à 175Wh/jour/personne pour la présente campagne, contre 66% pour la campagne CIEL.

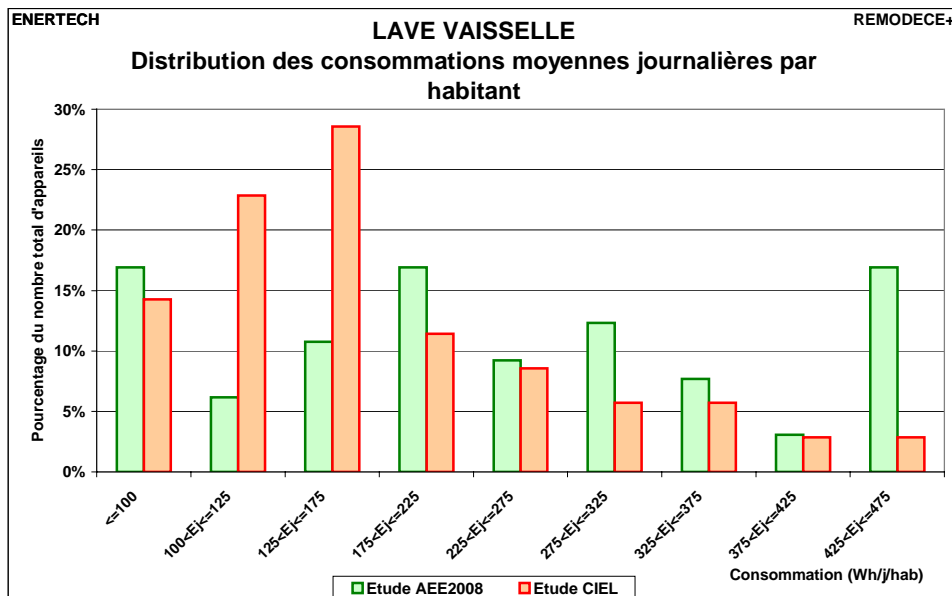


Figure 3.2.9 : Distribution des consommations par habitant des lave-vaisselle

### 3.2.4.2 Etude du nombre de cycles

Comme pour les lave-linge, nous avons tracé les histogrammes du nombre de cycles chauds (un cycle est considéré comme chaud si sa consommation est supérieure à 350 Wh)

par logement (cf. figure 3.2.10) et par habitant (cf. figure 3.2.11). La moyenne de cette campagne est de 4,1 cycles par semaine et par logement contre 3,1 cycles/semaine/logement dans la campagne de mesures CIEL (soit 32% de cycles supplémentaires). A noter le cas d'un appareil utilisé 16 fois/semaine ou encore 2,3 fois/jour, soit quasiment un cycle par repas. Si l'on ne prend pas en compte ce logement, les valeurs sont comprises dans une plage de variation de 1 à 21.

Si l'on compare le nombre de cycles par semaine et par personne, il existe de grandes disparités. Ainsi dans deux logements il y a plus de 5 cycles/semaine/personne alors que le minimum est de 0,17 et la moyenne de 1,63 cycles/semaine/personne Si l'on écarte ces deux logements, l'échelle va de 1 à 23.

Le nombre de cycles des lave-vaisselle n'est donc pas lié uniquement au nombre de personnes. Il dépend très fortement des comportements : **il y a ceux qui font marcher les machines quand elles sont pleines et il y a les autres.....**

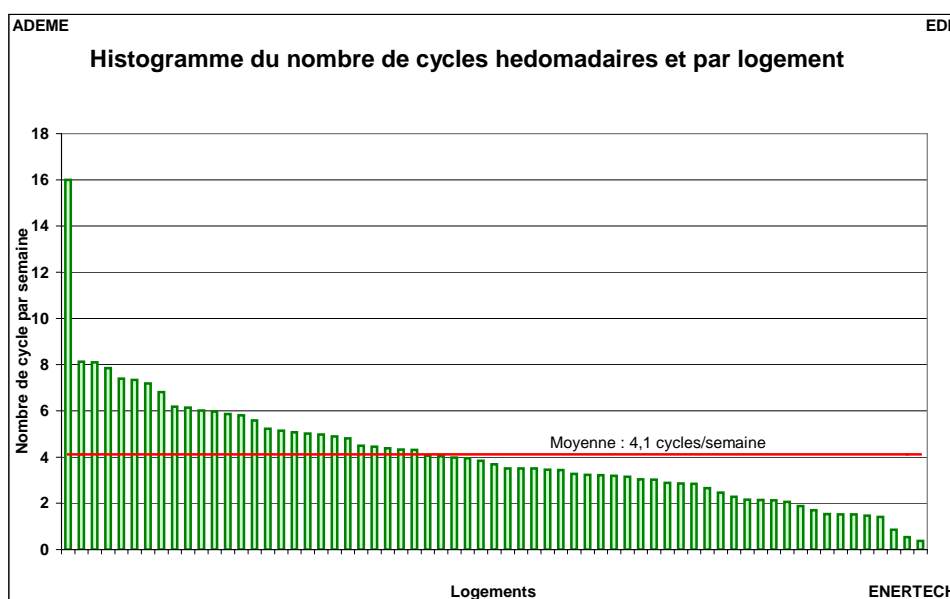


Figure 3.2.10 : Histogramme du nombre de cycles hebdomadaires par logement

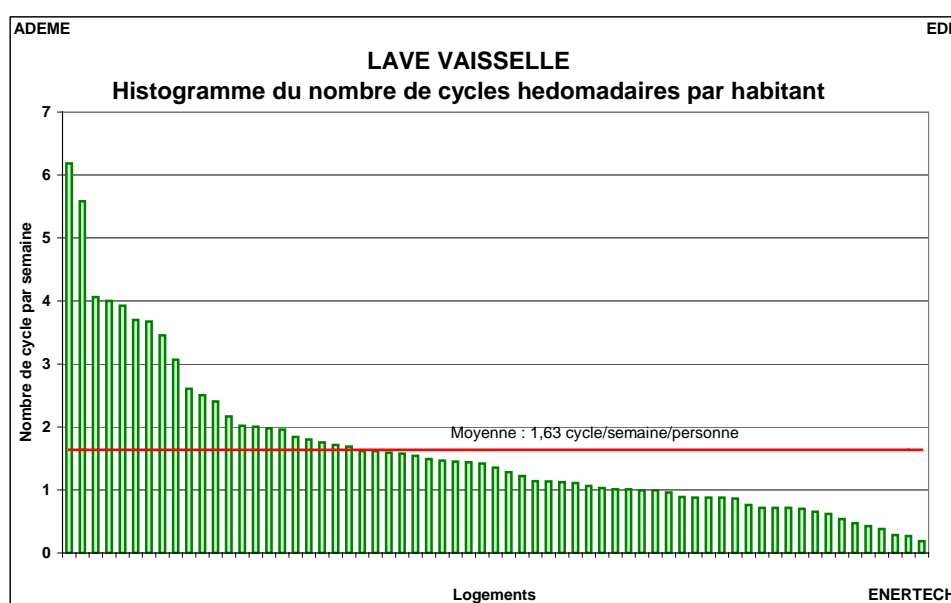


Figure 3.2.11 : Histogramme du nombre de cycles hebdomadaires par habitant

Le graphique de la figure 3.2.12 permet de comparer la distribution du nombre hebdomadaire de cycles par logement de la présente campagne et de la campagne CIEL. On observe nettement que le nombre de cycles a tendance à augmenter. Si on ne considère que les machines effectuant moins de 3,5 cycles/semaine, elles étaient 71% dans la campagne de mesures CIEL alors qu'ils ne sont que 45% dans le cadre de cette campagne de mesures. Le maximum était centré entre 1 et 1,5 cycles/semaine alors que dans la campagne actuelle, le maximum est centré entre 3,5 et 4,5.

**On possède l'explication principale recherchée au début du paragraphe : Si la consommation des lave-vaisselle ne s'est pas améliorée depuis 1995, malgré l'amélioration des performances intrinsèques des appareils, c'est parce que le nombre de cycles annuels a considérablement augmenté : on lave la vaisselle avec des machines à moitié pleine.**

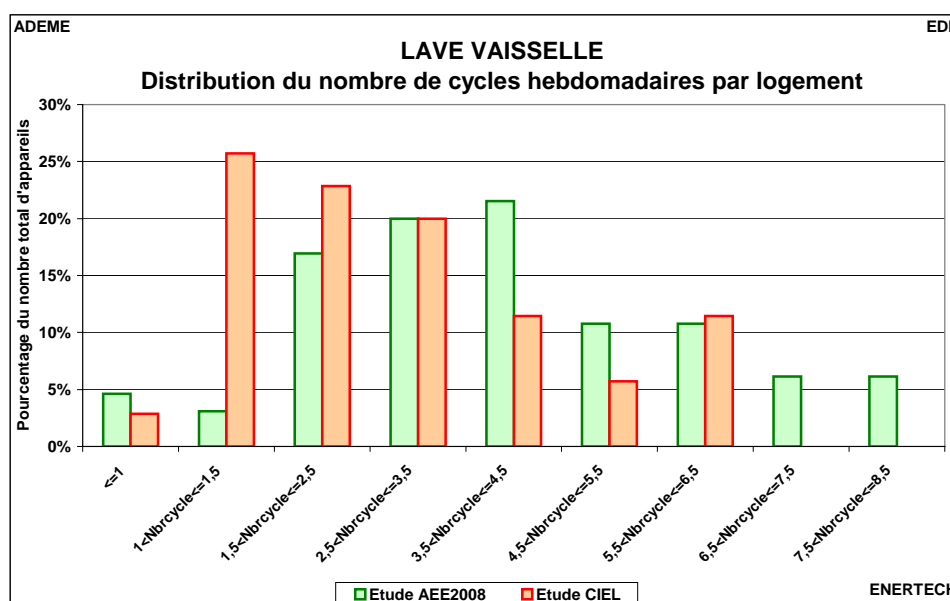


Figure 3.2.12 : Distribution du nombre de cycles hebdomadaires par logement

### 3.2.4.3 Etude de la consommation par cycle

La consommation moyenne d'un cycle chaud est de 1,25 kWh. La plage de variation entre les consommations minimale (0,39 kWh/cycle) et maximale (2,36 kWh/cycle) est de 1 à 5. Il est cependant nécessaire de faire la distinction entre les différents cycles car un logement peut utiliser des cycles différents.

La consommation moyenne d'un cycle chaud, était dans l'étude CIEL de 1,624 kWh/cycle. On observe donc une baisse unitaire de 23% attestant des progrès technologiques accomplis depuis 15 ans.

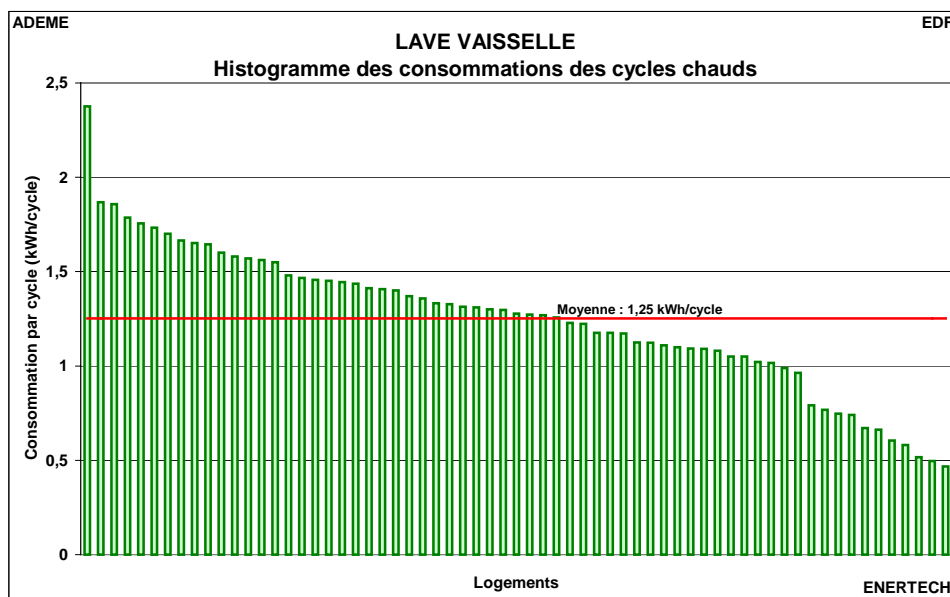


Figure 3.2.13 : Histogramme de la consommation des cycles chauds des lave-vaisselle

Les distributions comparées de la consommation des cycles de lave-vaisselle de la présente campagne et de CIEL sont représentées figure 3.2.14.

Seuls les cycles dont la consommation est supérieure à 350Wh ont été pris en compte, les autres étant considérés comme des cycles froids.

Ce graphique traduit de manière très claire le glissement des consommations par cycle entre les campagnes CIEL (faite il y a 13 ans) et celle faite aujourd'hui : La classe de consommation la plus importante était centrée autour de 1700 Wh/cycle, elle est aujourd'hui autour de 1300 Wh/cycle. Les cycles de plus de 1550 Wh/cycle étaient 71% auparavant, ils ne sont plus que 21% du total aujourd'hui. **Ce graphique traduit visuellement, sans ambiguïté, la réduction unitaire des consommations par cycle depuis 10 ans.**

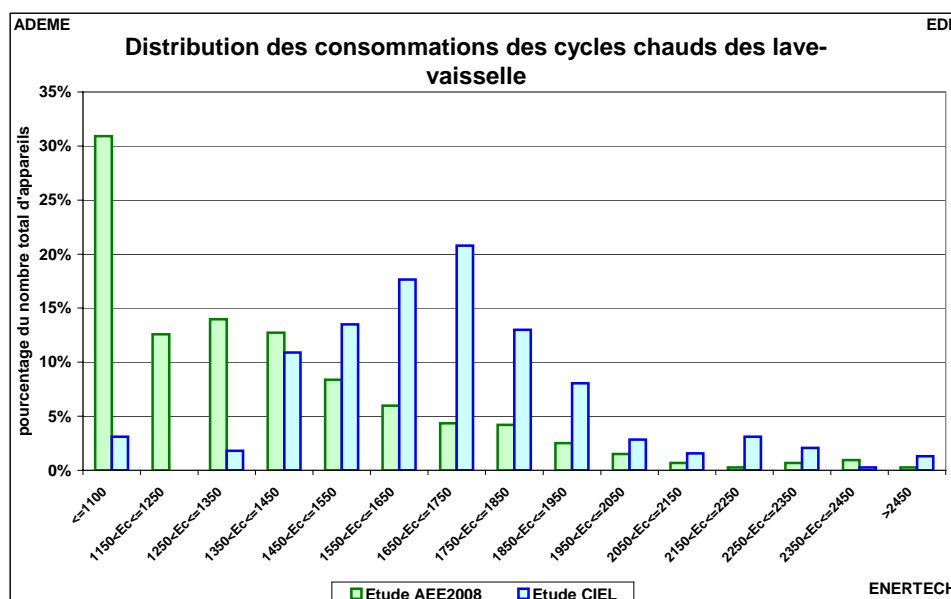


Figure 3.2.14 : Distributions comparées des consommations par cycle (chauds) des lave-vaisselle entre 1995(CIEL) et 2008

La figure 3.2.15 permet d’observer la distribution des consommations par cycle de l’ensemble des classes (sans distinction entre les cycles froids et chauds).

On observe que l’histogramme présente un maximum pour la classe centrée sur les cycles de 1300Wh. Il existe aussi de nombreux cycles consommant moins de 1100 Wh. Plusieurs logements n’utilisent que des cycles dont les consommations sont inférieures à 750 Wh. Or il est très peu probable que les habitants effectuent uniquement des cycles froids. La consommation des cycles chauds a donc diminué depuis la campagne CIEL.

La cause de la diminution de la consommation des cycles chauds est certainement la réduction des consommations d’eau (moins d’eau à chauffer donne lieu à des réductions de consommation) mais également à la réduction des températures d’eau. De plus les habitants ont régulièrement recours à la touche ECO.

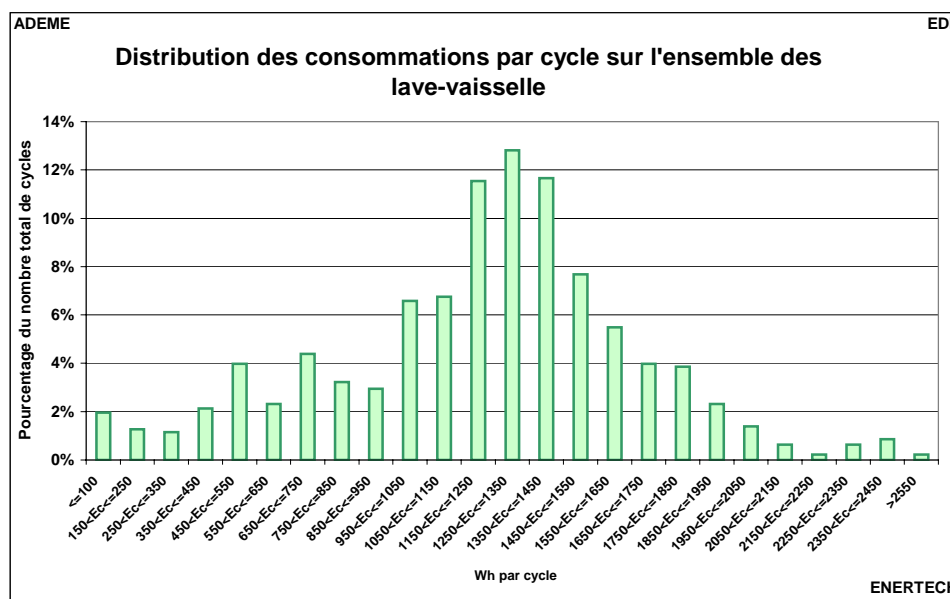


Figure 3.2.15 : Distribution des consommations par cycle des lave-vaisselle

### 3.2.5 Corrélation des mesures avec les données issues des questionnaires

L’usage du lave-vaisselle a fait l’objet d’un questionnaire remis aux usagers. Les réponses à ce questionnaire ont été rapprochées des mesures effectuées.

#### 3.2.5.1 Etude des consommations par cycle avec l’âge des lave-vaisselle

La figure 3.2.16 permet de comparer la consommation par cycle des lave-vaisselle en fonction de leur âge. Si l’on exclut la classe des appareils de plus de 10 ans qui ne contient que trois éléments (peu significatif), on observe encore une fois sans ambiguïté que les appareils récents (moins de 5 ans – 35 éléments dans l’échantillon) consomment beaucoup moins par cycle que les appareils anciens (classe de 5 à 10ans – 14 éléments).

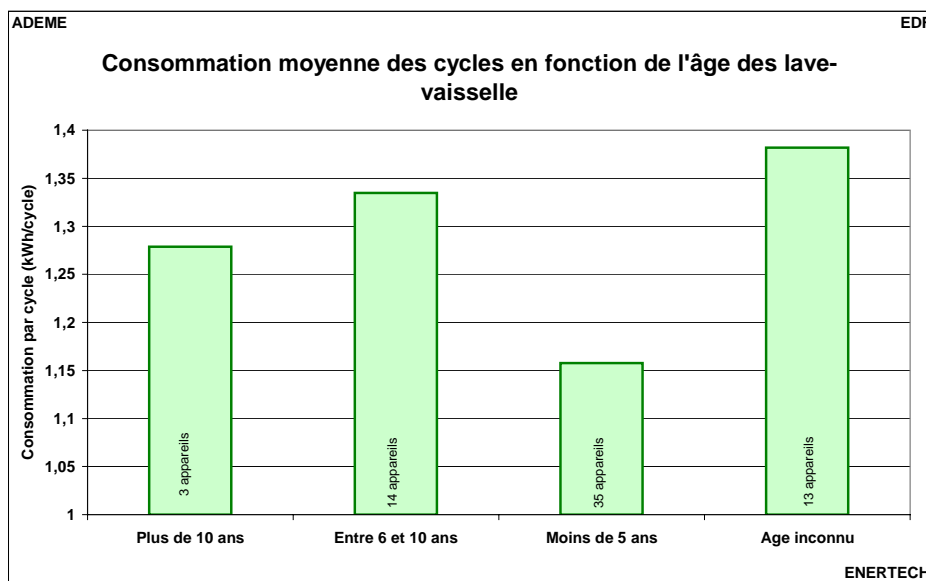


Figure 3.2.16 : Consommation moyenne des cycles en fonction de l'âge des lave-vaisselle

### 3.2.5.2 Etude des consommations en fonction du chargement des lave-vaisselle

La figure 3.2.17 représente le nombre hebdomadaire total de cycles de lave-vaisselle (mesuré) et le nombre hebdomadaire de cycles par personne en fonction du taux de remplissage moyen des machines (estimé par les usagers). Le fonctionnement à charge partielle (50% ou 75% de remplissage) semble induire un nombre annuel de cycles supérieur de 25% au fonctionnement machine pleine.

On observe aussi que plus le taux de remplissage est élevé, plus faible est le nombre de cycles par personne. Ce n'est pas une surprise.

On peut en conclure que de plus en plus de logements n'attendent plus que la machine soit pleine pour la mettre en marche. Ceci est peut être la conséquence de la réduction de la taille des familles. Et les petites familles n'ont pas forcément assez de vaisselle pour remplir la machine.

**Mais on peut quand même se demander si un lave-vaisselle pour une ou deux personnes est vraiment justifié, et si la vaisselle manuelle ne serait pas plus adaptée...**

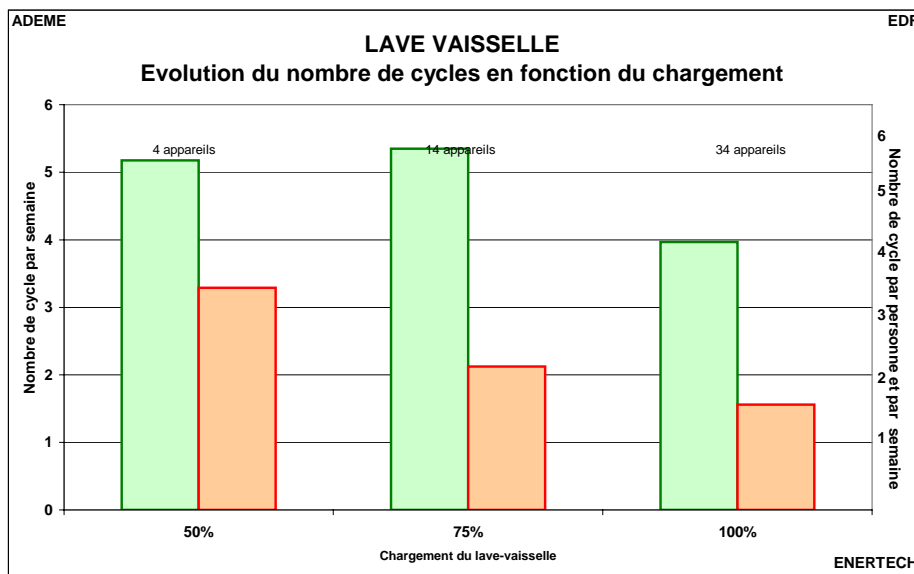


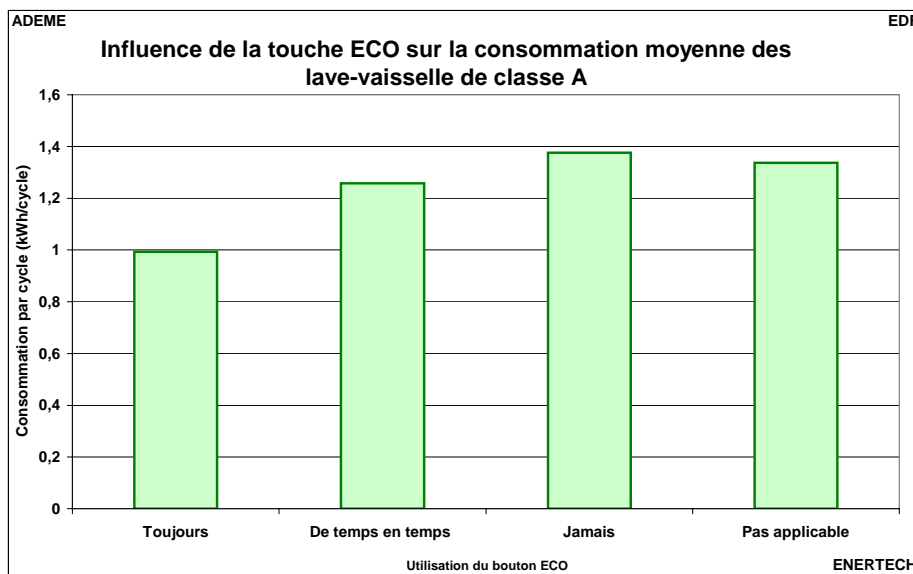
Figure 3.2.17 : Evolution du nombre de cycles en fonction du chargement

### 3.2.5.3 Le bouton ECO et son utilisation

La figure 3.2.18 permet d'observer la consommation par cycle en distinguant l'utilisation de la fonction ECO lorsque celle-ci existe. La comparaison s'est uniquement effectuée sur les lave-vaisselle de classe A, car il n'existe qu'un seul autre lave-vaisselle dont la classe est connue (autre que de classe A).

On remarque ainsi que **les lave-vaisselle n'utilisant jamais la touche ECO, consomment (à classe énergétique égale) 27 % de plus que ceux qui l'utilisent de manière systématique.** La consommation passe ainsi de 1,37 kWh/cycle à 0,99 kWh/cycle.

Le questionnaire comprenait également une question concernant la température privilégiée des cycles. Les habitants avaient le choix entre des cycles à 50°C et 60°C. On a observé des consommations supérieures de 27% pour les lave-vaisselle dont les cycles s'effectuent à 60°C (consommation moyenne de 1,43 kWh/cycle) par rapport aux lave-vaisselle utilisés à 50°C (1,05 kWh/cycle en moyenne).



*Figure 3.2.18 : Influence de la touche ECO sur la consommation moyenne des lave-vaisselle de classe A*



## Partie 4 : Conclusion

Cette campagne de mesure a permis de dégager des enseignements intéressants dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

1 - Globalement la consommation du poste froid des ménages a baissé de 40 % depuis 1995, et de 16 % depuis 1999.

2 - La consommation moyenne des réfrigérateurs s'établit aujourd'hui à 253 kWh/an, soit une réduction de 32 % par rapport à 1995, et de 10 % depuis 1999. Mais à peu près dans le même temps, le volume moyen des appareils est passé de 193 litres à 286 litres, soit une hausse de 48%. On a aussi pu observer avec dix années de mesure sur un même appareil de classe A, qu'il n'y avait pas d'augmentation de la consommation dans le temps, ce qui invalide une idée très largement répandue.

3 - La consommation moyenne des réfrigérateurs congélateurs est désormais de 460 kWh/an, ce qui constitue une baisse de 36% depuis 1995 et de 18% par rapport à 1999. Mais sur les douze dernières années, le volume des compartiments de réfrigération a augmenté de 13% et celui des compartiments de congélation de 24 %. On observe aussi la disparition quasiment systématique des veilles qui étaient pourtant généralisées sur ces appareils en 1995.

4 - Quarante cinq congélateurs ont été instrumentés, ce qui accrédite les résultats obtenus. Pourtant, ceux-ci sont surprenants : la consommation des congélateurs est aujourd'hui de 556 kWh/an, c'est à dire 10 % de moins que les consommations observées en 1995, mais 10 % de plus que celles observées en 1999 ! Il n'y aurait donc aucune amélioration nette sur la consommation de cet usage. Pourtant on observe bien une amélioration des classes énergétiques des appareils les plus récents, mais on note en même temps une augmentation de 32 % des volumes sur les douze dernières années. Enfin, comme pour les réfrigérateurs, le suivi de mesure sur dix ans d'un appareil de classe A a permis de montrer qu'il n'y avait pas d'augmentation de la consommation au cours du temps.

5 - Les réfrigérateurs américains restent des appareils peu répandus. Leur consommation est désormais de 796 kWh/an, ce qui reste très élevé mais constitue un réel progrès par rapport à 1995 où leur consommation était de 1640 kWh/an (- 52 %).

6 - La consommation des lave-linge est maintenant de 169 kWh/an. C'est une baisse de 28 % par rapport aux consommations observées dans la période 1995-1999 (pendant laquelle les consommations n'ont pas évolué). Le nombre moyen de cycles chauds a légèrement diminué en 13 ans, passant de 4,95 à 4,64 cycles/semaines. La consommation moyenne des cycles (tous cycles chauds confondus) est en revanche passée de 875 Wh à 648 Wh, soit une réduction de 26 %. La consommation annuelle par personne est passée en 13 ans de 72 à 63 kWh (-12,5 %). Enfin, malgré la présence de veilles juste avant et juste après chaque cycle, le poids de celles ci est négligeable dans le bilan annuel.

7 - Pour les lave-vaisselle, la situation est plus contrastée : la consommation actuelle est de 273 kWh/an, ce qui correspond à une réduction de 3 % par rapport aux consommations de la période 1995-1999. Pourtant la consommation moyenne par cycle chaud est passée de 1,62 kWh à 1,25 kWh (soit une réduction de 23 %) attestant selon toute vraisemblance d'une amélioration intrinsèque des machines. Mais on observe aussi que la consommation par personne est passée en 13 ans de 71 à 108 kWh/an soit une hausse de 52 %. L'une des explications de ceci est que le nombre de cycles hebdomadaire est passé dans le même temps de 3,1 à 4,1 (+ 32 %).

Que conclure de ces nouvelles observations ?

D'abord que la technologie de tous les types d'appareils suivis, sans exception, a fait d'importants progrès depuis 10 ans, et que les performances intrinsèques de ces appareils se sont beaucoup améliorées. On note d'ailleurs pour les appareils de froid, qui ont été les premiers touchés par l'étiquette label Energie, une baisse importante de la consommation du parc entre 1995 et 1999, c'est à dire pendant la période qui a précédé l'arrivée de la première réglementation sur la consommation d'appareils électriques (en l'occurrence celle des appareils de froid). L'intérêt du rôle régulateur de la Commission Européenne n'est donc plus à prouver.

Mais on observe aussi que dans la plupart des cas, hormis les lave linge, cette amélioration ne se répercute pas totalement sur la consommation annuelle des matériels. Et en analysant de près leur fonctionnement, on s'aperçoit que le volume des appareils de froid a beaucoup augmenté (+ 32 % sur les réfrigérateurs, + 24 % sur les congélateurs, constaté sur un même échantillon entre les appareils de plus de dix sept ans d'âge et les appareils les plus récents), ou encore que le nombre de cycles de lave vaisselle a fortement progressé (+ 32 %).

Il n'y a qu'une bonne surprise dans ce tableau : celle du lave-linge. Pour lui, tout va bien. La consommation a chuté de 28%, celle du cycle de lavage moyen de 26 %, et les usagers n'ont pas changé la fréquence d'utilisation des appareils. L'économie est donc là, sans surprise.

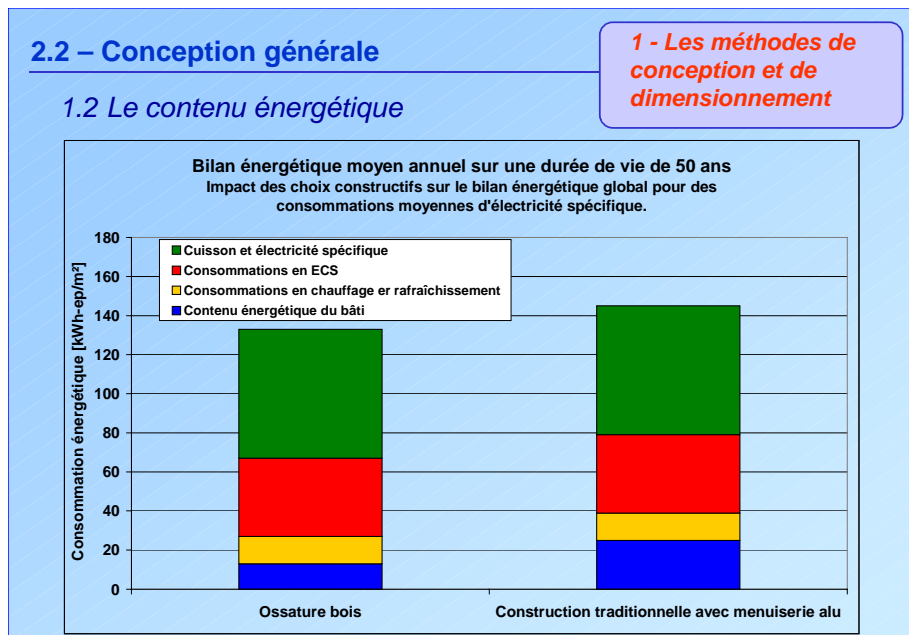
Mais pour les autres usages, l'économie attendue, celle que l'on calcule " toutes choses égales par ailleurs ", n'est pas celle que l'on obtient réellement. On observe un " raboutage " de ces économies dû à des changements de comportement ou au choix de matériels plus grands donc aussi plus consommateurs. Cela s'apparente assez à ce qu'on appelle " l'effet rebond " qui voudrait que, à partir des économies générées par l'efficacité des appareils, les usagers réinvestissent leur gain dans plus de services ce qui génère une consommation supplémentaire et une réduction, voire une annulation, des économies d'énergie.

C'est probablement une des premières fois que l'effet de ce rebond est mesuré. Ces résultats méritent bien sûr d'être confirmés. Et si c'était le cas, il faudrait en tirer les leçons et orienter les campagnes en direction du public vers plus de " sobriété énergétique ". Il ne se fera rien sans le recours massif à cette sobriété énergétique. Or ce qu'on observe ici et que l'on qualifie pudiquement d'accroissement du service n'est rien d'autre qu'un gaspillage un peu douteux à l'heure où le prix de l'énergie s'envole et où les ressources se tarissent. Comment justifier de mettre le lave vaisselle en marche après chaque repas ?

Notre inquiétude est donc grande que la Maîtrise de la Demande d'Electricité échoue dans la noble tâche qui était la sienne. Or il est impératif de relancer efficacement ce secteur qui s'est un peu " assoupi " depuis dix ans. Hormis la généralisation de l'étiquette Label Energie, il n'y pas eu de progrès sur l'efficacité des machines elles-mêmes, et le phénomène

des veilles ronge de plus en plus les machines et les équipements, sans véritable justification technique.

Si on met la MDE en perspective avec les grands enjeux actuels en France, à savoir les objectifs fixés par le Grenelle de l'Environnement, il est intéressant d'observer la structure de la dépense énergétique d'une maison passive. Rappelons qu'il s'agit à peu de choses près, de ce qui sera construit en France de façon réglementaire entre 2012 et 2020. La figure qui suit montre deux constructions différenciées uniquement par leur contenu énergétique, mais ce n'est pas notre propos ici.



### *Structure du bilan énergétique d'une maison passive*

On voit que dans une maison de ce type, le chauffage ne représente plus grand chose : à peine 11 % de la consommation annualisée d'énergie (l'énergie grise est amortie sur 50 années dans ce graphique). Les postes importants sont l'eau chaude sanitaire d'une part, mais surtout l'électroménager qui représente, en énergie primaire, 4 à 5 fois plus que le chauffage.

Les enjeux se sont déplacés. La construction des bâtiments de demain, celle des bâtiments à énergie positive, passe irrémédiablement et prioritairement par la maîtrise des consommations d'électricité de l'ensemble des usages. Elles écrasent l'ensemble des autres consommations.

Il convient donc de relancer avec vigueur les travaux de recherche sur la maîtrise de la demande d'électricité, mais il faut aussi relancer le processus réglementaire à l'échelle européenne, le seul à être efficace, processus qui s'est éteint depuis plusieurs années....

Enfin, le dernier axe de l'action, et il est urgent, est en direction à la fois des industriels et du grand public. Aux premiers on demandera de réfléchir à des solutions plus citoyennes, moins inutiles et moins consommatrices, et on sensibilisera le second à la sobriété énergétique en menant un combat sans relâche contre le gaspillage ■

## Partie 5 : Annexes

### Annexe 1 : Description des équipements de chaque logement

No Logement	Dép	Nbr personne	Congélateurs armoires	Congélateurs coffres	Réfrigérateurs	Réfrigérateurs / congélateurs	Réfrigérateurs américain
100001	26	3		1		1	
100002	26	2		1	1		
100003	26	2				1	
100004	26	2				1	
100005	26	4				1	
100006	26	8				1	
100007	26	1	1		1		
100008	26	4		1	1		
100009	26	2					1
100010	26	5					1
100011	26	2				1	
100012	26	4				1	
100013	26	4		1	1		
100014	26	2					1
100015	26	4	1		1		
100016	26	2				1	
100017	26	1				1	
100018	26	5		1	1		
100019	26	4		1		1	
100020	26					1	
100021	26	3				1	
100022	26	2		1	1		
100023	26	4				1	
100024	26	1				1	
100025	26	2	1			1	
100026	26	3			1		
100027	26	4	1				
100028	26	4		1		1	
100029	26	2				1	
100030	26	1			1		
100031	26	3		1	1		
100032	26	2				1	
100033	26	1				1	
100034	26	4				2	
100035	26	1			1		
100036	26	6	1		1		
100037	26	2					1
100038	26	3	1		1		
100039	26	2	1				1
100040	26	2		1		1	
100041	26	1				1	
100042	26	3				1	
100043	26			1		1	
100044	26					1	
100045	26			1		1	
100046	26	2		2		1	

No Logement	Dép	Nbr personne	Congélateurs armoires	Congélateurs coffres	Réfrigérateurs	Réfrigérateurs / congélateurs	Réfrigérateurs américain
100047	26					1	
100048	26	3				1	
100049	26	4				1	
100050	26	4			1		
100051	26	1				1	
100052	26	2			1		
100053	26	4				1	
100054	26	5			1		
100055	13	4				1	
100056	14	3		1		2	
100057	26	2				1	
100058	26	4				1	
100059	26	4	1	1	1		
100060	26	3	1		1		
100061	26	2		1		1	
100062	26	4			1		
100063	26	6			1		
100064	26	4	1		1		
100065	26	4				2	
100066	26	6			1	1	
100067	26	3		1	1		
100068	26	3		1	1		
100069	26	4	1			1	
100070	26	4				1	
100071	57	4		2	1	1	
100072	57	2		1		1	
100073	57	4		1	1		
100075	57	2				1	
100076	57	2				1	
100077	57	2	1	1	1		
100078	57	5				1	
100079	57	5		2			1
100080	57	3	1		1		
100081	57	5		3	1		
100082	26	2				1	
100084	26	1				1	
100086	26	2				1	
100087	26	3	1			1	
100088	26	4				1	
100089	67	1				1	
100090	67	1				1	
100091	75	1				1	
100092	26	2			1		
100093	26	2				1	
100094	83	1				1	
100096	69	2				1	
100097	26	2				1	
100098	26	1				1	
100099	26	2		1	1		
100102	26	4				1	
100104	26	2				1	

No Logement	Dép	Nbr personne	Congélateurs armoires	Congélateurs coffres	Réfrigérateurs	Réfrigérateurs / congélateurs	Réfrigérateurs américain
100105	26	4		1	2		
100107	57	3				1	
100108	26	2				1	